



ARPAT

Agenzia regionale
per la protezione ambientale
della Toscana

Monitoraggio acque marino costiere della Toscana Anno 2011

Proposta di classificazione (D.Lgs. 152/06)





ARPAT

Agenzia regionale
per la protezione ambientale
della Toscana

Monitoraggio acque marino costiere della Toscana Anno 2011

Proposta di classificazione (D.Lgs. 152/06)

Monitoraggio acque marino costiere della Toscana Anno 2011 - Proposta di classificazione (D.Lgs. 152/06)

A cura di:

Marcello Ceccanti, Daniela Verniani
ARPAT – Area Vasta Costa - Settore Mare

Autori:

Daniela Verniani, Fabio Gambassi, Cecilia Mancusi, Enrico Cecchi
ARPAT – Area Vasta Costa Settore Mare
Marco Cruscanti e Andrea Valentini
ARPAT Dipartimento di Grosseto

Collaboratori:

Fabrizio Serena, Francesco Lavista, Michela Ria, Riccardo Biancalana, Paolo Benci
ARPAT – Area Vasta Costa Settore Mare

Si ringrazia:

il Dott. Alessandro Franchi e il dott. Antonio Melley della Direzione Tecnica ARPAT;
i laboratori dell’A.V. Costa e A.V. Centro per le analisi effettuate.

© ARPAT 2012

Regione Toscana



INDICE

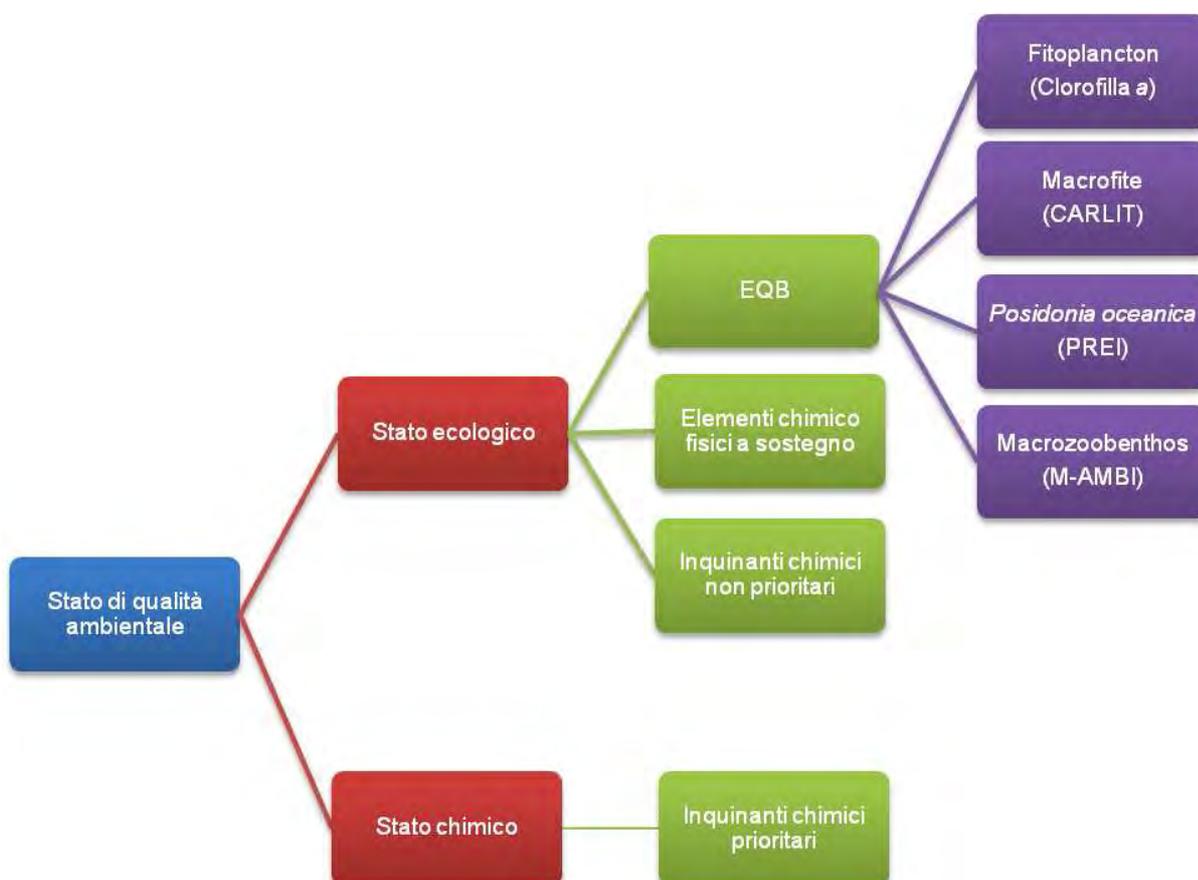
| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Sintesi | 6 |
| 2 | Introduzione..... | 9 |
| 3 | Stato ecologico e stato chimico acque marino costiere | 11 |
| 3.1 | <i>Stato ecologico: elementi di qualità biologica</i> | 12 |
| 3.1.1 | <i>Biomassa fitoplanctonica (Clorofilla a)</i> | 12 |
| 3.1.2 | <i>Macroinvertebrati bentonici</i> | 12 |
| 3.1.3 | <i>Angiosperme: Prateria a Posidonia oceanica</i> | 13 |
| 3.1.4 | <i>Macroalghe</i> | 14 |
| 3.1.5 | <i>Coralligeno</i> | 14 |
| 3.1.6 | <i>Elementi di qualità fisico chimica e idromorfologica ed elementi chimici a sostegno</i> | 15 |
| 3.2 | <i>Stato Chimico</i> | 16 |
| 4 | Struttura della rete di monitoraggio e rilievi effettuati nel 2011 | 18 |
| 5 | Risultati | 23 |
| 5.1 | <i>Stato ecologico</i> | 23 |
| 5.1.1 | <i>Biomassa fitoplanctonica (clorofilla a)</i> | 23 |
| 5.1.2 | <i>Mesozooplanton</i> | 26 |
| 5.1.3 | <i>Macroinvertebrati bentonici</i> | 28 |
| 5.1.4 | <i>Macroalghe e coralligeno</i> | 30 |
| 5.1.5 | <i>Angiosperme: Prateria a Posidonia oceanica</i> | 31 |
| 5.1.6 | <i>Elementi di qualità fisico-chimica a sostegno</i> | 35 |
| 5.1.7 | <i>Elementi chimici a sostegno: sostanze non appartenenti all'elenco di priorità</i> | 36 |
| 5.2 | <i>Stato Chimico</i> | 38 |
| 5.2.1 | <i>Sostanze chimiche appartenenti all'elenco di priorità</i> | 38 |
| 6 | Conclusioni..... | 42 |

1 SINTESI

Le acque marino costiere della Toscana sono state suddivise in 14 corpi idrici, considerando, sulla base della normativa vigente¹, le caratteristiche morfologiche, idrologiche e batimetriche ed i diversi bacini idrografici dai quali ricevono le acque. In ciascuno di questi corpi idrici sono stati definiti uno o più punti di monitoraggio al fine di determinarne la qualità.

Il monitoraggio relativo all'anno 2011 è stato pianificato, d'intesa con la regione Toscana, come dettagliatamente riportato al paragrafo 4. L'attività è stata effettuata con la motonave Poseidon, utilizzata per il prelievo dei campioni di acqua e di sedimento, oltre che come imbarcazione di appoggio per i rilievi subacquei relativi alla posidonia, al coralligeno e alle macroalghe.

Si è proceduto, quindi, a determinare le caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche per determinare la qualità delle acque, definita secondo² uno stato ambientale come risultante dallo stato ecologico e dallo stato chimico (vedi schema sotto).

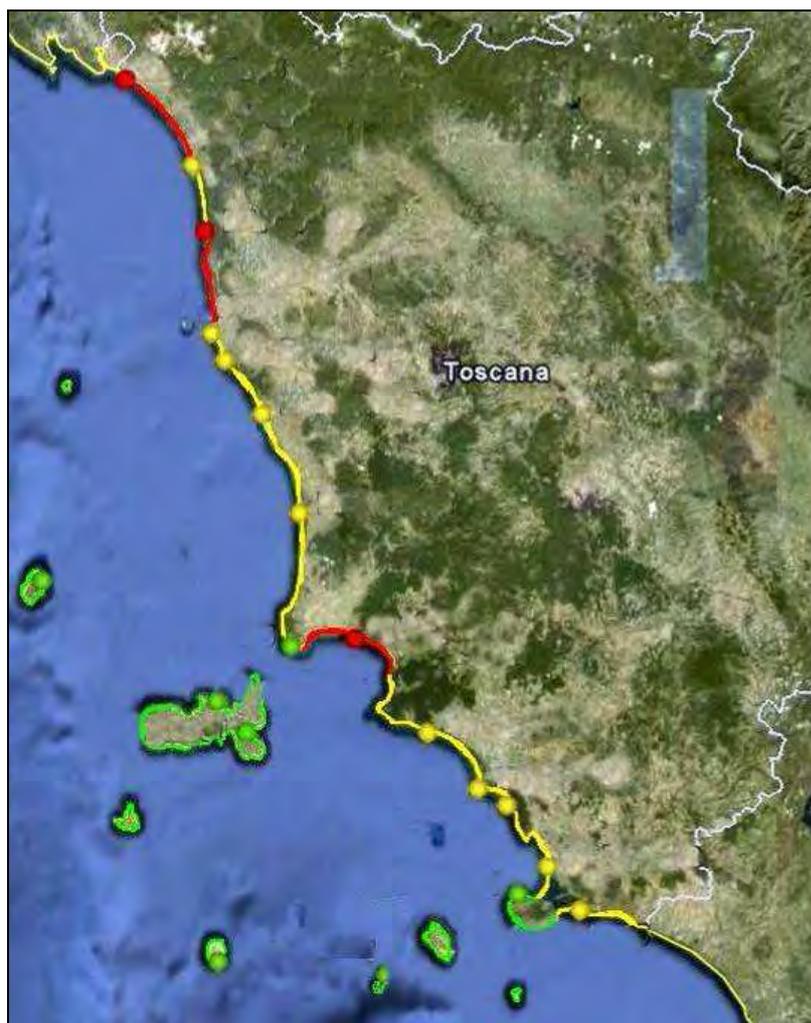


In conseguenza delle conoscenze sulle pressioni e sullo stato attuale, i corpi idrici sono stati classificati in base alla possibilità di raggiungere lo stato di qualità "Buona" entro il 2015: le tre categorie, "Non a Rischio" (NR), "a Rischio" (R) o "Probabilmente a Rischio" (PR), determinano le diverse necessità di monitoraggio a cui devono essere sottoposti.

La classificazione adottata è indicata nella figura che segue.

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

² All. 1 alla parte III del D.Lgs 152/06, DM 56/09, DM 260/10



| | |
|-----------------------|----|
| Costa della Versilia | R |
| Costa del Serchio | PR |
| Costa Pisana | R |
| Costa Livornese | PR |
| Costa del Cecina | PR |
| Costa di Piombino | NR |
| Costa Follonica | R |
| Costa Punt'Ala | PR |
| Costa dell'Ombrone | PR |
| Costa dell'Uccellina | PR |
| Costa dell'Albegna | PR |
| Costa dell'Argentario | NR |
| Costa di Burano | PR |
| Costa dell'Arcipelago | NR |

Tutti i corpi idrici presentano una qualità biologica (EQB) generalmente “buona” (con la sola eccezione della “Costa del Serchio”, in classe “sufficiente” per la componente fitoplanctonica) ma la presenza diffusa di cromo e arsenico nelle acque (oltre agli IPA totali nella zona di Livorno) determina uno stato ecologico “sufficiente”.

Valutando gli stessi corpi idrici rispetto alle sostanze prioritarie (stato chimico), la presenza oltre soglia del mercurio (nelle acque e nei sedimenti), del cadmio e del nichel (nei sedimenti) e di altri inquinanti organici (IPA, TBT, PDBE) contribuisce a determinare una classificazione di stato chimico “non buono”.

Rispetto ai valori sopra soglia dei metalli (As, Cd, Cr, Hg, Ni), va rilevato che nella nostra regione la loro presenza nelle rocce e minerali è abbastanza comune. Se fosse dimostrato, scientificamente, che i valori di fondo di tali metalli (cioè le concentrazioni naturali e costanti che si ritrovano in aree non contaminate) in Toscana superano i limiti previsti dalla normativa, si potrebbe fortemente ridurre la penalizzazione di classe ecologica e chimica.

Resterebbero, comunque, i problemi segnalati dalla presenza di inquinanti organici, nelle acque e nei sedimenti, determinati da una contaminazione antropica nella metà dei corpi idrici costieri.

Nella tabella che segue sono riportati, in maniera sintetica, i risultati del monitoraggio effettuato per l'anno 2011. I corpi idrici costieri della Toscana risultano caratterizzati da uno *stato ecologico* “**Sufficiente**” e da uno *stato chimico* “**Non Buono**”.

Classificazione dello stato ecologico e dello stato chimico delle acque marino costiere della Toscana con indicazione delle sostanze che ne determinano una variazione

| Acque marino costiere Toscana Classificazione e presentazione dello stato ecologico e dello stato chimico | | | EQB | | | | | TRIX | INQUINANTI SPECIFICI non prioritari TAB 1B/3B | | STATO ECOLOGICO | INQUINANTI SPECIFICI Prioritari | | STATO CHIMICO |
|--|-----------------------|--------------------|--------------|-------------------|---------------------|--------------------|-----------------------------------|--------|--|-----------------|-----------------|---------------------------------------|--------------------------------|---------------|
| monitoraggio | Corpo idrico | stazione | Fitoplancton | Macroinvertebrati | Macroalghe (CARLIT) | Angiosperme (PREI) | Coralligeno ^(*) (ESCA) | CLASSE | STATO | SOSTANZA | | Acqua TAB 1/A | Sedimenti TAB.2/A | |
| O | Costa Versilia | Marina di Carrara | E | B | | | | B | S | Cr ,As | S | TBT, PBDE, Hg | Ni | NB |
| S | Costa del Serchio | Nettuno | S | B | | | | S | S | Cr ,As | S | TBT, Hg | Ni | NB |
| O | Costa Pisana | Fiume Morto | E | B | | | | B | S | Cr | S | TBT, PBDE, Hg | Ni | NB |
| S | Costa Livornese | Antignano | | | | | | | S | Cr ,As | S | PBDE, Hg | Ni, Hg | NB |
| | | Livorno | | | | | | | S | Cr ,As, IPA tot | S | TBT, PBDE, Hg | BaP, BbFA, BghiP, BkFA, IP, Ni | NB |
| S | Costa del Cecina | Marina Castagneto | | | | | | | S | Cr ,As | S | Hg | Dato non disponibile | NB |
| | | Rosignano Lillatro | | | | | | | S | Cr ,As | S | | Cd, Ni, Hg | NB |
| S | Costa Piombino | Salivoli | E | E | B | | S | B | S | Cr ,As | S | TBT | Cd, Ni, Pb | NB |
| O | Costa Follonica | Carbonifera | E | E | | B | | B | S | Cr ,As | S | Hg | Ni, Hg | NB |
| S | Costa Punt'Ala | Foce Bruna | | | | | | | S | Cr ,As | S | Dato non disponibile | Ni, Hg | NB |
| S | Costa Ombrone | Foce Ombrone | | | | | | | S | Cr ,As | S | Hg | Ni | NB |
| S | Costa dell'Uccellina | Cala di Forno | | | | | | | S | Cr ,As | S | Hg | Ni, Hg | NB |
| S | Costa Albegna | Foce Albegna | | | | | | | S | Cr ,As | S | Dato non disponibile | Ni, Hg | NB |
| S | Costa dell'Argentario | Porto S. Stefano | E | E | | E | S | B | S | Cr ,As | S | Hg | γHCH, Cd, Ni, Hg | NB |
| S | Costa Burano | Ansedonia | | | | | | | S | Cr ,As | S | Dato non disponibile | γHCH, Cd, Hg | NB |
| S | Costa dell'Arcipelago | Elba Nord | E | B | B | B | E | B | S | Cr ,As | S | Hg | Cd, Ni | NB |
| | | Mola (Elba sud) | E | B | | B | | B | S | Cr ,As | S | Hg | Cd, Ni, Pb, Hg | NB |

Note ^(*): Indice non contemplato dalla normativa, pertanto non utilizzato ai fini della classificazione
 PBDE= Difenileterobromato TBT=Tributilstagno γHCH = gamma-esaclorocicloesano
 BaP=benzo[a]pirene BghiP=benzo [ghi] perilene BkFA=benzo [k] fluorantene
 BbFA =benzo [b] fluorantene FA=fluorantene IP= indeno [1,2,3-cd] pirene

Legenda con rappresentazione cromatica dello stato di qualità delle acque marino costiere

| | | | | | |
|-----------------|-------------|----|---------------|-----------|----|
| STATO ECOLOGICO | ELEVATO | E | STATO CHIMICO | BUONO | B |
| | BUONO | B | | NON BUONO | NB |
| | SUFFICIENTE | S | | | |
| | SCARSO | SC | | | |
| | CATTIVO | C | | | |

2 INTRODUZIONE

Il decreto 18 giugno 2008 n.131 recependo la Direttiva UE 2000/60, suddivide il territorio nazionale in Idroecoregioni, assegnando a ciascuna un numero identificativo. Le idroecoregioni che interessano la nostra regione sono due: Appennino Settentrionale (10) e Toscana (11). Con il DGRT 416/2009, in attuazione del DM 131/08, sono stati, individuati lungo la fascia marino costiera continentale e insulare della Toscana 14 corpi idrici.

Dal punto di vista della loro caratterizzazione geomorfologica sono state individuate sostanzialmente 3 diverse tipologie costiere:

- A - rilievi montuosi
- E - pianura alluvionale
- F - pianura di dune

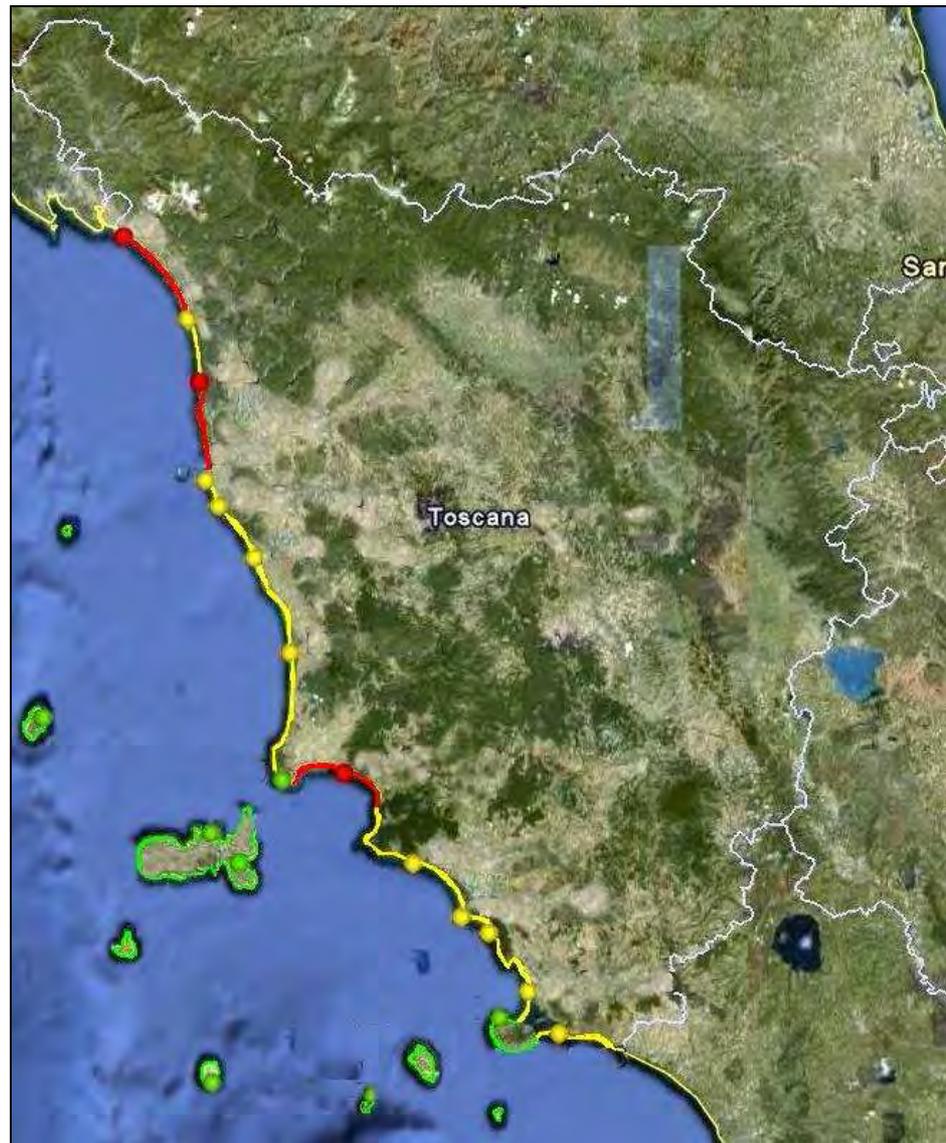
Dal punto di vista idrologico l'analisi della stabilità della colonna lungo tutta la costa ha dato un unico risultato indicando un macrotipo 3, Bassa Stabilità, ovvero tutta la zona è caratterizzata da siti costieri non influenzati da apporti d'acqua dolce continentale.

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

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

Sulla base delle soglie di rischio ottenute i 14 corpi idrici individuati (Figura 2.1) sono stati definiti a rischio (monitoraggio operativo), non a rischio (monitoraggio di sorveglianza stratificato in tre anni) e a probabile rischio di non raggiungere gli obiettivi di qualità (monitoraggio di sorveglianza da espletare in un anno).

Figura 2.1 – i 14 corpi idrici costieri della Toscana



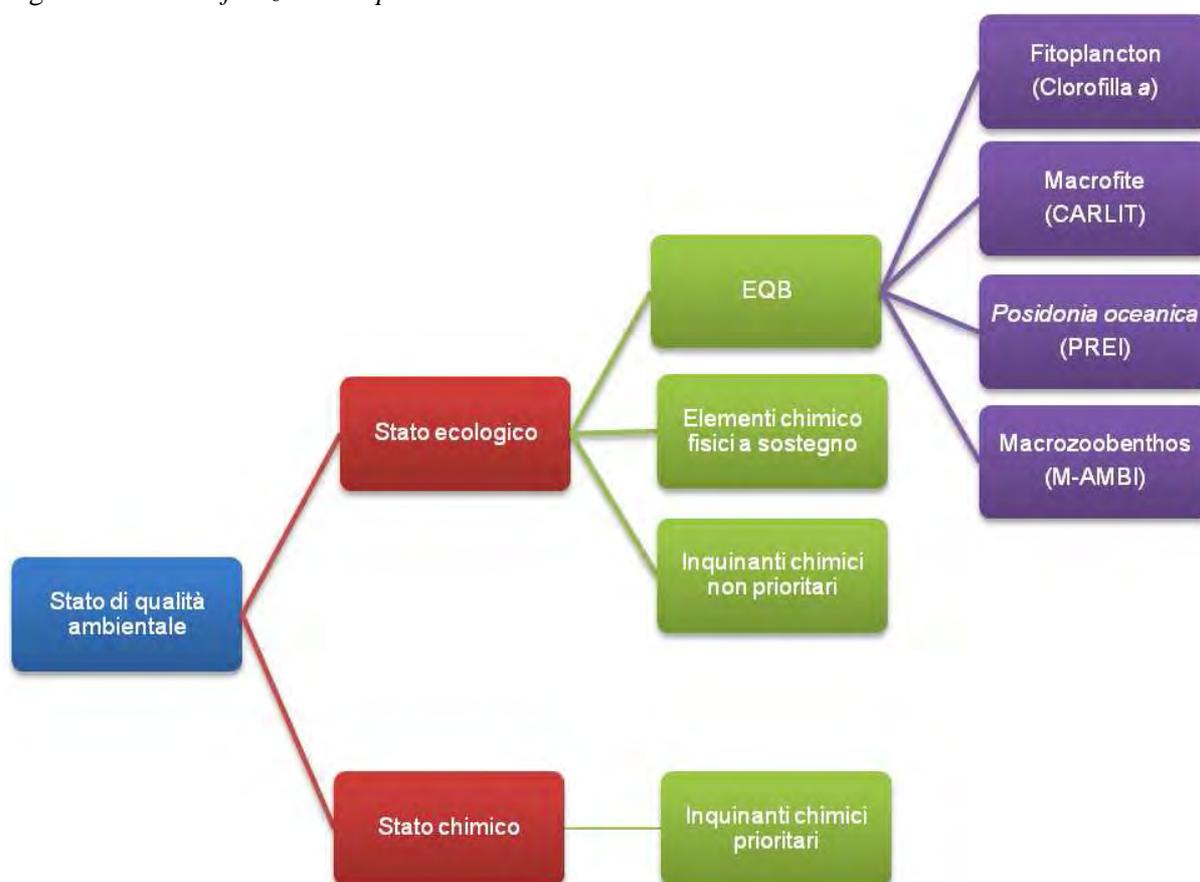
| | | | |
|-----------------------------|-----------|------------------------------|-----------|
| Costa della Versilia | R | Costa Punt'Ala | PR |
| Costa del Serchio | PR | Costa dell'Ombrone | PR |
| Costa Pisana | R | Costa dell'Uccellina | PR |
| Costa Livornese | PR | Costa dell'Albegna | PR |
| Costa del Cecina | PR | Costa dell'Argentario | NR |
| Costa di Piombino | NR | Costa di Burano | PR |
| Costa Follonica | R | Costa dell'Arcipelago | NR |

3 STATO ECOLOGICO E STATO CHIMICO ACQUE MARINO COSTIERE

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

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

Figura 3.1 - *Classificazione corpi idrici*



3.1 Stato ecologico: elementi di qualità biologica

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

3.1.1 Biomassa fitoplanctonica (Clorofilla a)

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

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

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

| Macrotipo | Valore di riferimento (mg/m^3) | Limiti di classe | | | | Metrica |
|---------------------|--|------------------------|------|------------------------|------|----------------|
| | | Elevato/Buono | | Buono/Sufficiente | | |
| | | mg/m^3 | RQE | mg/m^3 | RQE | |
| 3 (bassa stabilità) | 0,9 | 1,1 | 0,80 | 1,8 | 0,50 | 90° Percentile |

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

3.1.2 Macroinvertebrati bentonici

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

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

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

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

3.1.3 Angiosperme: Prateria a *Posidonia oceanica*

Per l'EQB *Posidonia oceanica* si applica l'Indice PREI (*Posidonia oceanica* Rapid Easy Index). 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 secondo l'equazione :

RQE = (RQE'+0,11)/(1+0,10)

dove:

$$RQE' = \frac{N_{\text{densità}} + N_{\text{superficie fogliare fascio}} + N_{\text{biomassa epifiti/biomassa foliare}} + N_{\text{limite inferiore}}}{3,5}$$

| | |
|--|--|
| $N_{\text{densità}}$ | valore misurato: 0 / valore di riferimento: 0, in cui 0 viene considerato il valore di densità indicativo di pessime condizioni . |
| $N_{\text{superficie fogliare fascio}}$ | valore misurato: 0 / valore di riferimento: 0, in cui 0 viene considerato il valore di superficie fogliare fascio indicativo di pessime condizioni. |
| $N_{\text{biomassa epifiti/biomassa foliare}}$ | $[1 - (\text{biomassa epifiti/biomassa foliare})] \times 0,5$. |
| $N_{\text{limite inferiore}}$ | $(N' - 12) / (\text{valore di riferimento profondità} - 12)$, in cui 12 m viene considerata la profondità minima del limite inferiore indicativa di pessime condizioni. N' = profondità limite inferiore misurata + λ , dove $\lambda = 0$ (limite inferiore stabile), $\lambda = 3$ (limite inferiore progressivo), $\lambda = -3$ (limite inferiore regressivo). |

Tabella 3.3 - Limiti di classe e valori di riferimento per la *Posidonia oceanica*: indice PREI

| RQE | STATO ECOLOGICO |
|---------------------------|---|
| 1 – 0,775 | Elevato |
| 0,774 – 0,550 | Buono |
| 0,549 – 0,325 | Sufficiente |
| 0,324 – 0,100 | Scarso |
| < 0,100 – 0 | Cattivo |
| CONDIZIONI DI RIFERIMENTO | |
| | densità99 fasci/m ² superficie fogliare fascio 310 cm ² /fascio biomassa epifiti/biomassa foliare0 profondità limite inferiore38 m |

Il valore del PREI varia tra 0 ed 1 e corrisponde al Rapporto di Qualità Ecologica (RQE). Il risultato finale dell'applicazione dell'Indice PREI non fornisce un valore assoluto, ma direttamente il rapporto di qualità ecologica (RQE). La Tabella 3.3 riporta i limiti di classe, espressi in termini di RQE. Nel sistema di classificazione sopra indicato, lo stato cattivo corrisponde ad una recente non sopravvivenza di *P. oceanica*, ovvero, alla sua scomparsa da meno di cinque anni.

3.1.4 Macroalghe

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

La tipo-specificità per le macroalghe è definita dal criterio geomorfologico e i macrotipi da tenere in considerazione sono: A) rilievi montuosi e B) terrazzi.

Nella procedura di valutazione dell'Indice CARLIT è necessario precisare anche i seguenti elementi morfologici: la morfologia della costa, (blocchi metrici, falesia bassa, falesia alta), il diverso grado di inclinazione della frangia infralitorale, l'orientazione della costa, il grado di esposizione all'idrodinamismo, il tipo di substrato (naturale, artificiale).

A ciascuna delle situazioni geomorfologiche rilevanti, di cui sopra, è assegnato un Valore di Qualità Ecologica di riferimento (EQV rif., Tabella 3.4).

Tabella 3.4 - Valori di riferimento per il CARLIT

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

L'indice CARLIT si basa su una prima valutazione del Valore di Qualità Ecologica (VQE), in ogni sito e per ogni categoria geomorfologica rilevante. Il risultato finale dell'applicazione del CARLIT non fornisce un valore assoluto, ma direttamente il rapporto di qualità ecologica (RQE). La tabella seguente riporta i limiti di classe, espressi in termini di RQE, tra lo stato elevato e lo stato buono, e tra lo stato buono e lo stato sufficiente (Tabella 3.5).

Tabella 3.5 - Limiti di classe e valori di riferimento per le macroalghe: indice CARLIT

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

3.1.5 Coralligeno

I popolamenti coralligeni vengono studiati mediante campionamento fotografico. Tale metodo, sebbene non consenta di ottenere dati relativi alla biodiversità, si ritiene idoneo a fornire indicazioni supplementari ai fini del monitoraggio. La tecnica della fotografia digitale permette:

- di ottenere un alto numero di repliche ad una profondità alla quale il tempo di permanenza degli operatori è ridotto
- la valutazione di copertura percentuale dei principali *taxa* che caratterizzano i popolamenti e di monitorarne la struttura nel tempo.

Il campionamento fotografico viene effettuato scattando 15 repliche fotografiche, scelte in modo casuale. Attraverso l'uso del software ImageJ, i dati fotografici ottenuti sul campo vengono analizzati secondo il metodo del mosaico a patches.

Il risultato di questa operazione genera un mosaico eterogeneo di macchie di diversa grandezza e colore, al fine di consentire una discriminazione tra specie presenti nella superficie fotografata. La struttura verrà determinata dalla composizione, configurazione e proporzione delle diverse patches. Le specie individuate vengono suddivise in categorie denominate EQ (Ecological

Quality). Le categorie possono fare riferimento ad una singola specie o *taxa* od a un gruppo di specie o *taxa* accomunate dalla medesima forma morfologica di appartenenza. Ad ogni categoria viene associato un valore compreso tra -4 e 6, considerando massimo il valore ecologico 6. Attraverso l'utilizzo dell'indice E.S.C.A. è possibile suddividere la qualità dello stato ecologico del coralligeno in cinque categorie ecologiche (Tabella 3.6):

Tabella 3.6 - *Classificazione dello stato ecologico del popolamento coralligeno ottenuto mediando i valori di EQB dei Sensitivity level; numero di specie; PERMDISP*

| EQB | Categoria ecologica | Disturbo |
|-----------|---------------------|----------|
| 0,85-1 | Elevato | Assente |
| 0,65-0,84 | Buono | Piccolo |
| 0,45-0,64 | Sufficiente | Moderato |
| 0,25-0,44 | Scarso | Alto |
| 0-0,24 | Pessimo | Severo |

Al momento questo indice non è riportato all'interno DM260/10 e quindi non viene usato per la classificazione delle acque, ma solo come elemento conoscitivo e di conferma.

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

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

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

Tabella 3.7 - *Elementi idromorfologici e fisico chimici a sostegno*

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

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 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).

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.

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

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

Dove:

Chl a = Clorofilla “a” in µg/L

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

N = azoto solubile (*N-NO₃*, *N-NO₂*, *N-NH₃*) in µg/L

P = fosforo totale.

3.2 Stato Chimico

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

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

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

Come nel caso precedente, la ricerca di tali sostanze non è stata condotta dappertutto, ma è stata effettuata soltanto presso le stazioni rappresentative di corpi idrici che, l’analisi delle pressioni e degli impatti, avevano indicato come a rischio (o probabilmente a rischio) da attività industriale o agricola (per i fitofarmaci). Anche le sostanze ricercate non sono state tutte quelle indicate nelle tabelle suddette, ma soltanto quelle appartenenti ai “raggruppamenti per specie chimica” giudicati più rappresentativi della tipologia di rischio presente nell’areale di riferimento (Tabella 3.8).

Tabella 3.8 - Sostanze chimiche per valutazione stato ecologico e chimico

| Sostanze chimiche per valutazione stato chimico delle acque e raggruppamenti per specie chimica | | colonna d'acqua | | sedimento | | biota |
|---|---|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | DM 260/2010 tab. 1/A | DM 260/2010 Tab. 1/B | DM 260/2010 tab. 2/A | DM 260/2010 tab. 3/B | DM 260/2010 tab. 3/A |
| Metalli | Cadmio, nichel, piombo | x | | x | | |
| | Mercurio | x | | x | | x |
| | Arsenico, cromo totale | | x | | x | |
| | Cromo VI | | | | x | |
| Aromatici | Benzene | x | | | | |
| | Toluene, xileni | | x | | | |
| Cloroalcani | Cloroalcani, C 10-C13 (CAS 85535-84-8) | x | | | | |
| Cloroaniline | 2-cloroanilina, 3-cloroanilina, 4-cloroanilina | | x | | | |
| | 3,4-dicloroanilina | | x | | | |
| Clorobenzeni | Clorobenzene, 1,2-diclorobenzene 1,3-diclorobenzene, 1,4-diclorobenzene | | x | | | |
| | Triclorobenzeni (TCB) (ogni isomero) | x | | | | |
| | Pentaclorobenzene | x | | | | |
| | 2-clorotoluene, 3-clorotoluene, 4-clorotoluene | | x | | | |
| Clorofenoli | 2-clorofenolo, 3-clorofenolo, 4-clorofenolo | | x | | | |
| | 2,4-diclorofenolo | | x | | | |
| | 2,4,5-triclorofenolo | | x | | | |
| | 2,4,6-triclorofenolo | | x | | | |
| | Pentaclorofenolo (PCP) | x | | | | |
| Cloronitrobenzeni | cloronitrotolueni (ogni isomero) | | x | | | |
| | 1-cloro-2-nitrobenzene | | x | | | |
| | 1-cloro-3-nitrobenzene | | x | | | |
| | 1-cloro-4-nitrobenzene | | x | | | |
| Ftalati | Ftalato di bis(2-etilesile) (DEHP)(CAS117-81-7) | x | | | | |
| IPA | 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 | |
| nil-Ottil Fenoli | 4-nonilfenolo | x | | | | |
| | Ottilfenolo (4-(1,1',3,3'-tetrametilbutil-fenolo) | x | | | | |
| Organoalogenati | 1,1,1-tricloroetano | | x | | | |
| | 1,2-dicloroetano (EDC) | x | | | | |
| | Diclorometano (DCM) | x | | | | |
| | Esaclorobutadiene (HCBd) | x | | | | x |
| | Tetracloroetilene (PER) | x | | | | |
| | Tetraclorometano (TCM) | x | | | | |
| | Tricloroetilene | x | | | | |
| Triclorometano | x | | | | | |
| Organostannici | Tributilstagno e Trifenilstagno (composti) | x | | x | | |
| PoliBromodifenileteri | PBDE (somma congeneri) | x | | | | |
| Pesticidi Clorurati | HCB (esaclorobenzene) | | | x | | x |
| | α-HCH, β-HCH, γ-HCH (esaclorocicloesano) | | | x | | |
| | DDT , DDD, DDE (somma isomeri 2,4- e 4,4-) | | | x | | |
| | Aldrin, Dieldrin | | | x | | |
| | 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 | | | | | | |

4 STRUTTURA DELLA RETE DI MONITORAGGIO E RILIEVI EFFETTUATI NEL 2011

In accordo con la Regione Toscana, ARPAT ha stabilito di effettuare nel 2011 il monitoraggio OPERATIVO (O) su 3 corpi idrici **a rischio** (3 stazioni) e il monitoraggio di SORVEGLIANZA (S) su 3 corpi idrici **non a rischio** (4 stazioni).

Nella primavera del 2011, quando già era iniziato il monitoraggio, a seguito dei risultati dell'elaborazione dei dati dell'anno precedente, alle 7 stazioni già previste è stato ritenuto opportuno e doveroso aggiungere le 7 stazioni che nel 2010 hanno dato risultati eccedenti i limiti di soglia per alcuni parametri chimici (indicate in grassetto nelle Tabella 4.1, Tabella 4.2, Tabella 4.8 e Tabella 4.9): in questo caso sono stati prelevati campioni per la ricerca delle sole sostanze chimiche con valori oltre il limite indicato dalla legge.

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

| Monitoraggio | Corpo Idrico | Codice | Parametri chimico fisici a sostegno | Fitofarmaci | Aromatici | Cloroaniline | Clorobenzeni | Clorofenoli | Ftalati | Nonil-Ottil Fenolo | Poli Brdifenileteri | Organoalogenati | TBT | IPA | Mercurio | Metalli(*) | PCB Totali | PCDD,PDF,PCBD |
|--------------|-----------------------|--------------------|--|-------------|-----------|--------------|--------------|-------------|---------|--------------------|---------------------|-----------------|-----|-----|----------|------------|------------|---------------|
| O | Costa Versilia | Marina di Carrara | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 2 | 2 |
| S | Costa del Serchio | Nettuno | 6 | | | | | | | | | | 6 | | 6 | | | |
| O | Costa Pisana | Fiume Morto | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 2 | 2 |
| S | Costa Livornese | Livorno | | | | | | | | | 6 | | 6 | | 6 | | | |
| S | Costa Livornese | Antignano | | | | | | | | | 6 | | | | 6 | | | |
| S | Costa del Cecina | Rosignano Lillatro | | | | | | | | | | | | 2 | 6 | 2 | 2 | 2 |
| S | Costa del Cecina | Marina Castagneto | | | | | | | | | | | | | 6 | | | |
| S | Costa Piombino | Marina di Salivoli | 6 | 2 | | | | | | | | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| O | Costa Follonica | Carbonifera | 6 | 6 | 6 | | | | | | | | 2 | 2 | 6 | 6 | 2 | 2 |
| S | Costa Ombrone | Foce Ombrone | | | | | | | | | | | | | 6 | | | |
| S | Costa dell'Uccellina | Cala di Forno | | | | | | | | | | | | | 6 | | | |
| S | Costa dell'Argentario | Porto S. Stefano | 6 | 2 | | | | | | | | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| S | Costa dell'Arcipelago | Elba Nord | 6 | 2 | | | | | | | | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| S | Costa dell'Arcipelago | Mola (Elba sud) | 6 | 2 | | | | | | | | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |

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

La **matrice sedimento** è stata indagata per i gruppi di sostanze chimiche riportati in Tabella 4.2, scelti in base allo studio di pressioni ed impatto fatto da ARPAT per l'individuazione dei tipo di monitoraggio da applicare ai vari corpi idrici e ai risultati ottenuti durante il monitoraggio dello scorso anno. Alla matrice sedimento è stata associata l'analisi della colonna d'acqua corrispondente per almeno due mesi consecutivi.

Le sostanze chimiche indagate corrispondono a quelle indicate nelle tabelle 1/A e 1/B del DM 260/2010 per la matrice acqua e nelle tabelle 2/A e 3/B per la matrice sedimento.

Tabella 4.2 - Gruppi di sostanze indagate nelle varie stazioni e frequenza di indagine annua (sedimento)

| Monitoraggio | Corpo Idrico | Codice | IPA | PCB Totali | PCDD,PDF,PCBDS | Arsenico | Cadmio | Cromo Totale | Cromo Vi | Mercurio | Nichel | Piombo | TBT | Pesticidi clorurati. |
|--------------|-----------------------|--------------------|-----|------------|----------------|----------|--------|--------------|----------|----------|--------|--------|-----|----------------------|
| O | Costa Versilia | Marina di Carrara | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| S | Costa del Serchio | Nettuno | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| O | Costa Pisana | Fiume Morto | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| S | Costa Livornese | Livorno | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| S | Costa Livornese | Antignano | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| S | Costa del Cecina | Rosignano Lillatro | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| S | Costa Piombino | Marina di Salivoli | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| O | Costa Follonica | Carbonifera | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| S | Costa Punt'Ala | Foce Bruna | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| S | Costa Ombrone | Foce Ombrone | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| S | Costa dell'Uccellina | Cala di Forno | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| S | Costa Albegna | Foce Albegna | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| S | Costa dell'Argentario | Porto S. Stefano | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| S | Costa Burano | Ansedonia | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| S | Costa dell'Arcipelago | Elba Nord | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| S | Costa dell'Arcipelago | Mola (Elba sud) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Per la **matrice acqua** sono state effettuate 6 campagne in tutte le 14 stazioni (Tabella 4.3) per un totale di 84 campioni, sottoposti ad indagini di tipo chimico e/o chimico fisico e parametri meteo marini. Le analisi della **biomassa fitoplanctonica e zooplanctonica** sono state effettuate solo in 8 stazioni (in corsivo ed evidenziate in giallo nella Tabella 4.3) per un totale di 48 campioni. Insieme ai campioni di plancton sono anche stati acquisiti i dati fisico chimici lungo l'intera colonna d'acqua, tramite utilizzo di sonda multiparametrica (*Idronaut Ocean Seven 316 e fluorimetro Seapoint Chlorophyll Fluorometer – Seapointt Sensors, Inc.*).

Tabella 4.3 - Stazioni e coordinate matrice acqua

| Monitor. | Corpo idrico | Codice | Descrizione | Distanza dalla costa (m) | Prof. (m) | Coordinate WGS84 Acqua | |
|----------|-----------------------|----------|----------------------|--------------------------|-----------|------------------------|--------------|
| | | | | | | Latitudine | Longitudine |
| O | Costa Versilia | MAR_MC05 | Marina di Carrara | 500 | 5,0 | 44°01.789' N | 10°03.007' E |
| S | Costa del Serchio | MAR_NT05 | Nettuno | 500 | 4,0 | 43°51.814' N | 10°14.048' E |
| O | Costa Pisana | MAR_FM05 | Fiume Morto | 500 | 5,0 | 43°44.064' N | 10°16.215' E |
| S | Costa Livornese | MAR_LV02 | Livorno | 500 | 5,0 | 43°32.183' N | 10°17.390' E |
| S | Costa Livornese | MAR_AT01 | Antignano | 100 | 7,0 | 43°29.050' N | 10°19.583' E |
| S | Costa del Cecina | MAR_RL05 | Rosignano Lillatro | 500 | 5,2 | 43°22.809' N | 10°25.678' E |
| S | Costa del Cecina | MAR_CS05 | Marina di Castagneto | 500 | 5,0 | 43°11.267' N | 10°31.783' E |
| S | Costa Piombino | MAR_SL05 | Marina di Salivoli | 500 | 5,0 | 42°55.731' N | 10°30.534' E |
| O | Costa Follonica | MAR_CR05 | Carbonifera | 500 | 5,0 | 42°56.633' N | 10°40.833' E |
| S | Costa Ombrone | MAR_FO05 | Foce Ombrone | 500 | 4,0 | 42°39.150' N | 11°00.300' E |
| S | Costa dell'Uccellina | MAR_CF05 | Cala di Forno | 253 | 5,5 | 42°37.229' N | 11°04.840' E |
| S | Costa dell'Argentario | MAR_SS01 | Porto S. Stefano | 500 | 14,0 | 42°26.912' N | 11°06.664' E |
| S | Costa dell'Arcipelago | MAR_EB01 | Elba Nord | 100 | 5,0 | 42°49.283' N | 10°18.650' E |
| S | Costa dell'Arcipelago | MAR_ML01 | Mola (Elba sud) | 100 | 8,0 | 42°45.621' N | 10°23.477' E |

Il campionamento per lo studio delle biocenosi di fondo è stato realizzato utilizzando la benna Van Veen da 18 litri. Il prelievo del **macrozoobenthos** è stato effettuato nel mese di maggio per un totale di 8 campioni. Le stazioni e le relative coordinate sono riportate in Tabella 4.4.

Tabella 4.4 - Stazioni e coordinate per macrovertebrati bentonici

| Monitoraggio | Corpo idrico | Codice | Descrizione | Prof. (m) | Coordinate WGS84 Acqua e Macrozoobenthos | |
|--------------|-----------------------|----------|--------------------|-----------|--|--------------|
| | | | | | Latitudine | Longitudine |
| O | Costa Versilia | MZB_MC05 | Marina di Carrara | 6,0 | 44°01.7 21' N | 10°02.920' E |
| S | Costa del Serchio | MZB_NT05 | Nettuno | 5,0 | 43°52.121' N | 10°13.995' E |
| O | Costa Pisana | MZB_FM05 | Fiume Morto | 5,0 | 43°44.064' N | 10°16.215' E |
| S | Costa Piombino | MZB_SL05 | Marina di Salivoli | 5,0 | 42°55.7 00' N | 10°30.492' E |
| O | Costa Follonica | MZB_CR05 | Carbonifera | 5,0 | 42°56.736' N | 10°40.930' E |
| S | Costa dell'Argentario | MZB_SS02 | Porto S. Stefano | 7,0 | 42°26.912' N | 11°06.664' E |
| S | Costa dell'Arcipelago | MZB_EB05 | Elba Nord | 7,0 | 42°48.346' N | 10°15.875' E |
| S | Costa dell'Arcipelago | MZB_ML02 | Mola (Elba sud) | 5,5 | 42°42.848' N | 10°24.747' E |

Le stazioni relative alle **macroalghe** (Tabella 4.5), al **coralligeno** (Tabella 4.6) e alla **Posidonia oceanica** (Tabella 4.7), sono monitorate con una frequenza annuale per un totale rispettivamente di 2, 6 ed 8 campioni annui.

Tabella 4.5 - Stazioni e coordinate per macroalghe

| Monitoraggio | Corpo idrico | Descrizione | Prof. (m) | Coordinate WGS84 Macroalghe | |
|--------------|-----------------------|-------------|-----------|-----------------------------|--------------|
| | | | | Latitudine | Longitudine |
| S | Costa Piombino | Baratti | 2,0 | 42°59.500' N | 10°29.373' E |
| S | Costa dell'Arcipelago | Elba Nord | 2,0 | 42°50.647' N | 10°23.464' E |

Tabella 4.6 - Stazioni e coordinate per coralligeno

| Monitoraggio | Corpo idrico | Descrizione | Coordinate WGS84 Coralligeno | |
|--------------|-----------------------|---------------------|------------------------------|--------------|
| | | | Latitudine | Longitudine |
| O | Costa Piombino | Baratti | 42°59.095' N | 10°28.749' E |
| | | Punta Falcone | 42°55.807' N | 10°29.296' E |
| S | Costa dell'Argentario | Scoglio del corallo | 42°24.014' N | 11°05.397' E |
| | | Argentarola | 42°25.236' N | 11°05.145' E |
| S | Costa dell'Arcipelago | Porto Azzurro | 42°46.551' N | 10°26.118' E |
| | | Scoglietto | 42°49.760' N | 10°19.881' E |

Tabella 4.7 - Stazioni e coordinate per *Posidonia oceanica*

| Monitoraggio | Corpo idrico | Descrizione | Codice | Prof. (m) | Coordinate WGS84 <i>Posidonia Oceanica</i> | |
|--------------|-----------------------|------------------|----------|-----------|---|--------------|
| | | | | | Latitudine | Longitudine |
| O | Costa Follonica | Carbonifera | POS_CR10 | 20,4 | 42°49.242' N | 10°44.761' E |
| | | | POS_CR11 | 15,0 | 42°49.231' N | 10°45.077' E |
| S | Costa dell'Argentario | Porto S. Stefano | POS_SS10 | 24,6 | 42°23.097' N | 11°07.078' E |
| | | | POS_SS11 | 15,0 | 42°23.123' N | 11°07.105' E |
| S | Costa dell'Arcipelago | Elba Nord | POS_EB02 | 25,0 | 42°49.183' N | 10°19.833' E |
| | | | POS_EB03 | 15,0 | 42°49.140' N | 10°19.820' E |
| | | Mola (Elba Sud) | POS_ML10 | 23,8 | 42°44.158' N | 10°25.928' E |
| | | | POS_ML11 | 15,0 | 42°44.153' N | 10°25.914' E |

Per i **sedimenti**, campionati tramite Box Corer, è previsto 1 solo campionamento, effettuato in ottobre, per un totale di 17 campioni. I punti di prelievo sono elencati in Tabella 4.8

Tabella 4.8 - Stazioni e coordinate matrice sedimenti

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

Infine, si riportano le stazioni monitorate per il **biota** (Tabella 4.9): l'organismo bioaccumulatore di riferimento è il *Mytilus galloprovincialis* ed il campionamento viene effettuato 2 volte l'anno

Tabella 4.9 - Stazioni e coordinate matrice biota (*Mytilus galloprovincialis*, Lamark, 1819)

| Monitoraggio | Corpo idrico | Descrizione | Coordinate WGS84 Biota | |
|--------------|----------------------|-------------------|------------------------|--------------|
| | | | Latitudine | Longitudine |
| O | Costa della Versilia | Marina di Carrara | 44°00.383' N | 10°05.833' E |
| S | Costa del Serchio | Nettuno | 43°51.717' N | 10°14.233' E |
| O | Costa Pisana | Fiume Morto | 43°44.067' N | 10°16.483' E |
| S | Costa Livornese | Antignano | 43°28.300' N | 10°19.983' E |

| Monitoraggio | Corpo idrico | Descrizione | Coordinate WGS84 Biota | |
|--------------|-----------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|
| | | | Latitudine | Longitudine |
| S | Costa del Cecina | Castagneto | 43°18.167' N | 10°29.100 ' E |
| O | Costa di Follonica | Carbonifera | 42°53.817' N | 10°40.0 50' E |
| S | Arcipelago Toscano | Elba Nord | 42°48.150' N | 10°19.500' E |
| S | Costa di Punta Ala | Foce Bruna | 42°45.617' N | 10°52.63 3' E |
| S | Costa dell'Ombrone | Foce Ombrone | 42°42.833' N | 10°59 .083' E |
| S | Costa dell'Uccellina | Cala di Forno | 42°33.250' N | 11 °08.183' E |
| S | Costa dell'Albegna | Foce Albegna | 42°29.750' N | 11°11 .433' E |
| S | Costa dell'Argentario | Porto S. Stefano | 42°26.167' N | 11° 07.533' E |
| S | Costa di Burano | Ansedonia | 42°24.800' N | 11°16.717' E |

5 RISULTATI

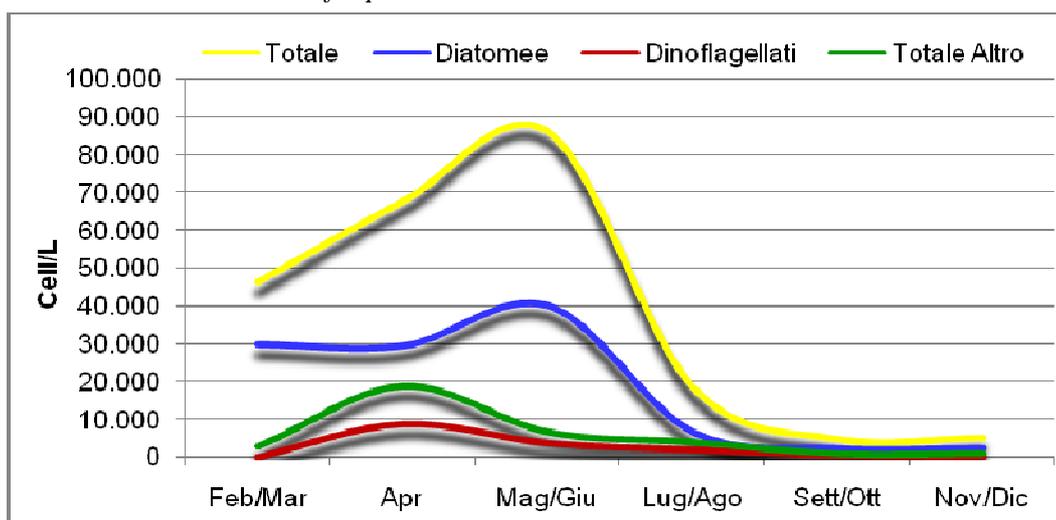
5.1 Stato ecologico

5.1.1 Biomassa fitoplanctonica (clorofilla a)

Sono state eseguite 6 campagne di monitoraggio ai fini della classificazione delle acque marine costiere per un totale di 48 campioni; su tutti sono state eseguite analisi di composizione, al massimo grado di determinazione tassonomica raggiunto, abbondanza di ogni unità tassonomica espressa in cell/L e biomassa fitoplanctonica totale espressa come mg/m^3 di clorofilla *a*, come indicato dal DM 260/10 Sezione C paragrafo C.2.2.1.

Il fitoplancton è costituito da organismi vegetali microscopici in grado di effettuare fotosintesi ed è quindi il maggior responsabile di produzione primaria. La concentrazione fitoplanctonica presenta notevoli variazioni stagionali dovute essenzialmente alla diversa radiazione luminosa, alla disponibilità delle sostanze nutritive in particolare azoto e fosforo

Figura 5.1 - Andamenti mensili del fitoplanctonico della costa toscana anno 2011



Dalla Figura 5.1 si evidenzia un andamento della densità fitoplanctonica piuttosto tradizionale con un aumento della concentrazione degli organismi in tarda primavera inizio estate ovvero con l'incremento delle temperature lungo la fascia costiera. Questo comportamento già evidenziato nel 2010, si manifesta con l'aumento delle diatomee, in particolare di varie specie appartenenti alla specie *Skeletonema costatum*, *Chaetoceros affinis*, *C. curvisetus* e *C. wighamii*, e *Pseudo-nitzschia spp.* del *Nitzschia delicatissima* complex, per le tre stazioni più settentrionali e alle specie *Leptocylindrus minimus* e *Pseudo-nitzschia spp.* del *Nitzschia delicatissima* complex per le restanti stazioni.

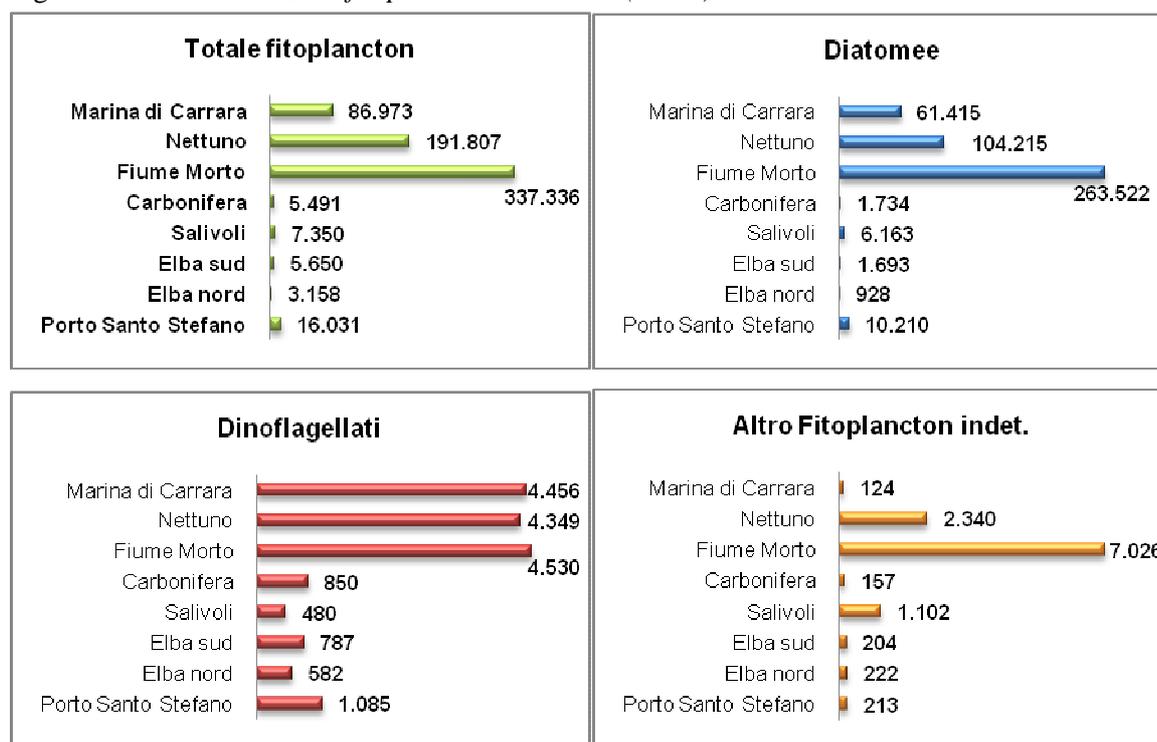
Le Dinophyceae, che normalmente sono più abbondanti nei mesi estivi, quest'anno, invece, hanno raggiunto la massima concentrazione nel periodo primaverile: prevalgono le piccole forme di *Gymnodinium*, *Protoperidinium triestinum*, *Scrippsiella trochoidea*.

L'altro fitoplancton è caratterizzato lungo tutta la costa essenzialmente da coccolitoforidi di piccole dimensioni probabilmente appartenenti alla specie *Emiliana huxley*: nelle stazioni centro meridionali e delle isole arrivano a rappresentare 20-30% dell'intero popolamento.

La massima concentrazione algale è stata registrata nella stazione MAR_NT05 Nettuno a giugno $2,1 \cdot 10^7$ cell/L, e la minima nel punto di campionamento MAR_EB01 Elba Nord con $1,6 \cdot 10^3$ cell/L in aprile.

Come già precedentemente evidenziato, la maggior densità microalgale è tipica del tratto più settentrionale della costa toscana: questo comportamento è particolarmente evidente nelle stazioni di Fiume Morto e di Nettuno (Figura 5.2).

Figura 5.2 – Concentrazioni fitoplanctoniche medie (cell/L) 2011



Si riporta di seguito (Tabella 5.1) la composizione fitoplanctonica delle singole stazioni monitorate dando particolare rilievo alle massime concentrazioni algali registrate nel periodo in esame.

Tabella 5.1 - Composizione (% su totale popolamento) e andamento fitoplanctonica espresso come logaritmo della concentrazione (cell/L)

| Classi fitoplancton (%) | Marina di Carrara | Nettuno | Fiume Morto | Salivoli | Carbonifera | Elba sud | Elba nord | Porto S. Stefano |
|-------------------------|-------------------|---------|-------------|----------|-------------|----------|-----------|------------------|
| Diatomee | 89 | 95 | 95 | 71 | 31 | 29 | 28 | 97 |
| Dinoflagellati | 5 | 2 | 2 | 5 | 16 | 33 | 17 | 1 |
| Chlorophyceae | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| Chrysophyceae | | | | 1 | | | | |
| Cyanophyceae | | | | | 1 | | | |
| Prymnesiophyceae | | | 1 | 14 | 13 | 17 | 31 | 1 |
| Cryptophyceae | 5 | | | 2 | 30 | 10 | 14 | |
| Euglenophyceae | | 1 | 1 | | | | | |
| Altre classi | 1 | 1 | 2 | 7 | 8 | 9 | 8 | 0 |

| Classi fitoplancton (%) | Marina di Carrara | Nettuno | Fiume Morto | Salivoli | Carbonifera | Elba sud | Elba nord | Porto S. Stefano |
|---------------------------------|---|---|---|---|--|---|-------------------------------------|--|
| Concentrazione massima (cell/L) | $1,7 \cdot 10^6$ | $1,9 \cdot 10^7$ | $2,1 \cdot 10^7$ | $3,5 \cdot 10^4$ | $3,0 \cdot 10^4$ | $2,5 \cdot 10^4$ | $9,0 \cdot 10^3$ | $5,6 \cdot 10^6$ |
| Dovuta a | Bacillariophyceae: <i>Leptocylindrus minimus</i> | Bacillariophyceae: <i>Skeletonema costatum</i> | Bacillariophyceae: <i>Skeletonema costatum</i> | Bacillariophyceae: <i>Asterionellopsis glacialis</i> e <i>Chaetoceros</i> spp. | Cryptophyceae: <i>Plagioselmis</i> spp. | Dinophyceae: <i>Heterocapsa minima</i> | Prymnesiophyceae e Cryptophyceae | Bacillariophyceae: <i>Asterionellopsis glacialis</i> e <i>Chaetoceros tortissimus</i> |
| Periodo | Aprile | Giugno | Giugno | Marzo | Aprile | giugno | Marzo | Marzo |

Tutte le stazioni sono caratterizzate da incrementi di concentrazione fitoplanctonica nel periodo che va dall'inizio della primavera a inizio estate ; la seconda parte dell'anno è invece distinta da valori pressoché stazionari.

La quantità di **clorofilla** presente nella colonna d'acqua ci fornisce indicazioni sullo stato trofico del sistema essendo in stretta relazione con la quantità di organismi autotrofi presenti all'interno del corpo idrico monitorato.

La clorofilla *a* è il pigmento più importante nei processi di fotosintesi clorofilliana sia in ambiente marino sia in quello terrestre. Essendoci una stretta relazione tra clorofilla *a* e produzione primaria è stato scelto di utilizzare questo pigmento per valutare la biomassa fitoplanctonica.

La clorofilla *a* nel 2011 ha una concentrazione media superficiale pari a $0,37 \text{ mg/m}^3$ con un valore minimo di $0,03 \text{ mg/m}^3$ nel mese di giugno nella stazione di MAR_SL05 Salivoli e con una concentrazione massima pari a $2,83 \text{ mg/m}^3$ in agosto a MAR_NT05 Nettuno.

L'elaborazione dei dati (Tabella 5.2) secondo quanto indicato dal DM 260/2010 indica che la stazione MAR_NT05 Nettuno è in uno stato di qualità ecologico relativamente alla biomassa fitoplanctonica sufficiente; le restanti stazioni risultano avere un giudizio elevato.

Tabella 5.2 - RQE relativi all'indice di biomassa fitoplanctonica (clorofilla a)

| Monitoraggio | Corpo idrico | Codice | Descrizione | Clorofilla a (mg/m ³) | RQE | Stato |
|--------------|-----------------------|----------|--------------------|-----------------------------------|------|-------|
| O | Costa Versilia | MAR_MC05 | Marina di Carrara | 0,6 | 1,56 | E |
| S | Costa del Serchio | MAR_NT05 | Nettuno | 2,2 | 0,41 | S |
| O | Costa Pisana | MAR_FM05 | Fiume Morto | 1,1 | 0,80 | E |
| S | Costa Piombino | MAR_SL05 | Marina di Salivoli | 0,2 | 4,15 | E |
| O | Costa Follonica | MAR_CR05 | Carbonifera | 0,6 | 1,58 | E |
| S | Costa dell'Argentario | MAR_SS01 | Porto S. Stefano | 0,2 | 3,89 | E |
| S | Costa dell'Arcipelago | MAR_EB01 | Elba Nord | 0,1 | 6,92 | E |
| S | Costa dell'Arcipelago | MAR_ML01 | Mola (Elba sud) | 0,2 | 5,46 | E |

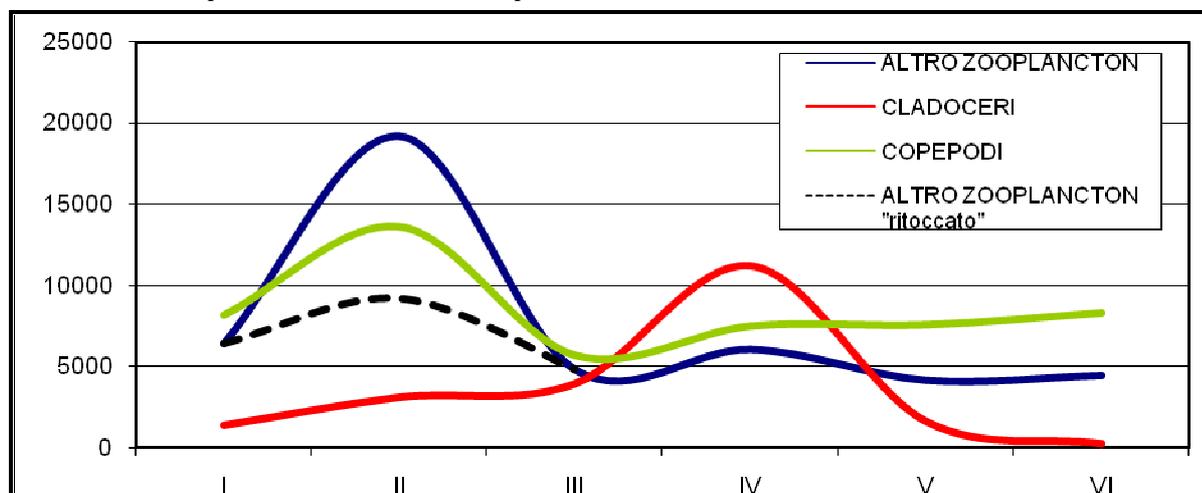
5.1.2 Mesozooplankton

Anche per il 2011 il Settore Mare di ARPAT ha continuato ad effettuare il monitoraggio del Mesozooplankton su tutte le stazioni di campionamento delle acque marino-costiere, nonostante questo parametro non sia espressamente richiesto né dal D.Lgs. 152/06 né dal successivo D.M. 260/10. Questa scelta si spiega con l'esperienza oramai pluriennale acquisita da ARPAT in materia, in quanto sin dal 2001 tale matrice è stata compresa nei programmi di monitoraggio ai sensi della L. 979/82, "Difesa del Mare", in modo da non interrompere le serie storiche ottenute fino ad oggi.

Sono state effettuate 6 campagne di campionamenti in 8 stazioni: la stazione di Marina di Carrara, MC05, ha 5 campioni in quanto il campione di recupero effettuato a fine dicembre si è accidentalmente rovesciato e svuotato durante il trasporto.

I risultati ottenuti sono stati ripartiti in Cladoceri, Copepodi, Altro zooplankton (Figura 5.3), separati per campagne di campionamento e cumulando i dati di tutte le stazioni. Per "Altro zooplankton" si intende un gruppo tassonomico non omogeneo composto dai più svariati organismi, essendovi rappresentati praticamente tutti i *phyla* di invertebrati marini, alcuni dei quali compiono il loro intero ciclo vitale nella colonna d'acqua (oloplankton), altri, invece, passano nel plancton solo le fasi larvali (meroplankton).

Figura 5.3 - Valori complessivi dei principali raggruppamenti tassonomici nelle 6 campagne di campionamenti: i dati sono espressi in ind./m³



Seppure costruite con solamente 6 campagne nel corso del 2011, le curve di abbondanza rappresentano abbastanza fedelmente gli andamenti già registrati negli anni precedenti. I Copepodi raggiungono i valori massimi in primavera (anche se un po' in ritardo, in aprile), per poi stabilizzarsi su valori inferiori. I Cladoceri confermano la loro predilezione per i mesi estivi, mentre tendono quasi a scomparire nei mesi con acque fredde.

L'Altro Zooplancton manterrebbe valori altalenanti nel corso dell'anno, come del resto ci si attende, ma, a causa di un'elevatissima abbondanza di larve *veliger* nella stazione di Carbonifera (Golfo di Follonica), superiori ai 10.000 ind/m³, osserviamo un picco primaverile abbastanza eccezionale, almeno quantitativamente. Se non considerassimo il dato precedente, la curva sarebbe più vicina a quanto atteso, e i Copepodi sarebbero il taxon dominante esclusa l'estate.

Marina di Carrara (MAR_MC05). Le Appendicolarie sono il principale taxon per l'Altro Zooplancton. Il taxon più abbondante dei Cladoceri è il *P. polyphemoides*, mentre per i Copepodi il genere più abbondante è *Acartia*, seguito da *Paracalanus*, *Centropages* e *Oithona*, tutti principalmente ritrovati come forme giovanili (copepoditi). In totale, sono stati registrati 21 taxa di Altro Zooplancton, 5 di Cladoceri e 30 di Copepodi. Da tenere presente che per questa stazione sono disponibili solo 5 campioni.

Nettuno (MAR_NT05). Le Appendicolarie sono il principale taxon per l'Altro Zooplancton. Il taxon più abbondante dei Cladoceri è il *P. polyphemoides*, insieme con *P. avirostris*. Per i Copepodi il genere più frequente e abbondante è *Paracalanus*, seguito da *Acartia*, *Centropages* e *Oithona*; di tutti questi generi una porzione importante è costituita da forme giovanili. In totale, sono stati registrati 22 taxa di Altro Zooplancton, 5 di Cladoceri e 34 di Copepodi.

Fiume Morto (MAR_FM05). Anche in questo caso, le Appendicolarie sono il principale taxon per l'Altro Zooplancton e il taxon più abbondante dei Cladoceri è il *P. polyphemoides*, seguito da *P. avirostris*. *Paracalanus* è il genere più abbondante di Copepodi, seguito da *Oithona*, *Acartia* e *Temora*. In totale, sono stati registrati 18 taxa di Altro Zooplancton, 5 di Cladoceri e 24 di Copepodi.

Salivoli (MAR_SL05). Anche per questa stazione le Appendicolarie sono il principale taxon di altro Zooplancton, anche se altri gruppi sono piuttosto abbondanti: Molluschi (Larve di Bivalvi, Larve di Gasteropodi, Pteropodi) e Echinodermi (Larve Echinopluteus). Per i Cladoceri, il più abbondante è *P. avirostris*, mentre non è stato rilevato *P. polyphemoides*, abbondante invece nelle stazioni più a nord. Tra i Copepodi, il genere più abbondante è *Clausocalanus*, seguito da *Paracalanus* e *Oithona*. In totale, sono stati registrati 20 taxa di Altro Zooplancton, 4 di Cladoceri e 55 di Copepodi.

Elba Nord (MAR_EB01). Le Appendicolarie sono il principale taxon per l'Altro Zooplancton, seguite dalle Larve di Bivalvi e dagli Pteropodi. Il Cladocero più abbondante è *E. spinifera*, mentre non sono stati trovati né *P. polyphemoides* né *E. tergestina*. Ciò si può spiegare, visto che si parla dell'Isola d'Elba, con il fatto che *E. spinifera* presenta una leggera predilezione per le acque del largo. *Clausocalanus* e *Paracalanus* sono i generi di Copepodi più abbondanti. Si riconferma la presenza, anche se scarsa, di *A. margalefi*, che viene descritta come specie di estuario. In totale, sono stati registrati 20 taxa di Altro Zooplancton, 3 di Cladoceri e 44 di Copepodi.

Mola (MAR_ML05). Il gruppo più abbondante di Altro Zooplancton è quello delle Larve di Gasteropodi, con a seguire le Appendicolarie e gli Pteropodi. Per i Cladoceri, come in EB01, *E. spinifera* è il taxon più abbondante, mentre manca *P. intermedius* e *P. polyphemoides* è stato trovato una sola volta con un numero molto esiguo.

Tra i Copepodi, *Clausocalanus* e *Acartia* sono i generi più abbondanti, con a seguire *Paracalanus* e *Isias*. Significativa la presenza abbondante di *A. margalefi*, anche maggiore di *A. clausi*, che di solito è la principale specie del genere *Acartia*. In totale, sono stati registrati 20 taxa di Altro Zooplancton, 4 di Cladoceri e 42 di Copepodi.

Carbonifera (MAR_CR05). Le larve di Bivalvi sono risultate il gruppo di Altro Zooplancton più abbondante, avendo trovato più di 10000 ind/m³ nel campionamento del mese di aprile. Tali livelli numerici non si sono più verificati nel corso dell'anno: seguono le Idromeduse e le Appendicolarie. *P. avirostris* è il Cladocero più abbondante, non è stato trovato *P. polyphemoides*. *Paracalanus* è il genere di Copepodi più abbondante, in particolare con la specie *P. parvus*, comune anche nelle altre stazioni ma non con queste densità, seguito da *Clausocalanus* e *Acartia*. In totale, sono stati registrati 21 taxa di Altro Zooplancton, 4 di Cladoceri e 43 di Copepodi.

Porto Santo Stefano (MAR_SS01). Per l'Altro Zooplancton, il gruppo principale è rappresentato dalle Larve di Bivalvi: anche in questo caso ciò è dovuto ad un singolo valore molto elevato della fine di marzo. Seguono le Appendicolarie, con una presenza significativa durante tutto l'anno. Tra i Cladoceri, *P. avirostris* è di gran lunga il più abbondante, grazie ai 6103 ind/m³ dell'agosto 2011. *Paracalanus* è il genere di Copepodi più abbondante, anche in questo caso con la specie *P. parvus*, seguito da *Clausocalanus*, *Centropages*, *Acartia* ed *Oithona*.

5.1.3 Macroinvertebrati bentonici

La campagna di prelievo per i macroinvertebrati bentonici di fondi molli è stata eseguita nei mesi di maggio e giugno 2011, per un totale di otto stazioni.

Il prelievo è stato effettuato mediante una benna Van Veen, avente volume di 18L e superficie di presa di circa 0,1 m², e per ogni stazione di campionamento sono state effettuate 3 repliche.

Dall'analisi dei parametri strutturali e sistematici delle comunità indagate, presenti nelle stazioni campionate, si rileva quanto segue:

Marina di Carrara (MZB_MC05)

In totale sono stati individuati 43 taxa con 6393 individui per metro quadro. Tra i taxa più abbondanti abbiamo *Owenia fusiformis* (Policheti) *Phoronis sp.* (Foronidei), *Pseudolirius kroyeri* (Anfipodi Caprellidi) *Pseudocuma lonicornis* (Cumacei) e *Ampelisca sp.* (Anfipodi)

Nettuno (MZB_NT05)

In totale sono stati individuati 35 taxa con 1093 individui per metro quadro. In questa stazione la quantità di individui ritrovata sembra piuttosto scarsa. Tra i taxa più abbondanti abbiamo *Owenia fusiformis* (Policheti), il Cumaceo *Pseudocuma longicornis* e l'Anfipode *Perioculodes longimanus*.

Fiume Morto (MZB_FM05)

In totale sono stati individuati 50 taxa con 6966 individui per metro quadro. Tra i taxa più abbondanti abbiamo *Owenia fusiformis* (Policheti), il Bivalve *Thracia papyracea*, *Pseudocuma longicornis* (Cumacei) e *Ampelisca sp.* (Anfipodi).

Elba Nord (MZB_EB05)

In totale sono stati individuati 51 taxa con 3216 individui per metro quadro. Tra i taxa più abbondanti abbiamo *Owenia fusiformis* (Policheti), *Spisula subtruncata* e *Lucinella divaricata* (Bivalvi).

Mola (MZB_ML02)

In totale sono stati individuati 32 taxa con 1753 individui per metro quadro. Tra i taxa più abbondanti abbiamo *Owenia fusiformis* (Policheti), *Spisula subtruncata* (Bivalvi) e *Bathyporeia sp.* (Anfipodi).

Salivoli (MZB_SL05)

In totale sono stati individuati 49 taxa con 3246 individui per metro quadro. Tra i taxa più abbondanti abbiamo *Owenia fusiformis* e *Glycera rouxi* (Policheti), *Urothoe sp.* e Aoridae (Anfipodi) e *Echinocardium sp.* (Echinodermi).

Carbonifera (MZB_CR05)

In totale sono stati individuati 55 taxa con 6893 individui per metro quadro. Tra i taxa più abbondanti abbiamo *Owenia fusiformis* e *Glycera rouxi* (Policheti), *Lucinella divaricata*, *Tellina fabula* (Bivalvi), *Leptochelia sp.* (Tanaidacei) e *Perioculodes longimanus* (Anfipodi).

Porto Santo Stefano (MZB_SS02)

In totale sono stati individuati 88 taxa con 12755 individui per metro quadro. Tra i taxa più abbondanti abbiamo *Owenia fusiformis* e *Euclymene oerstedii* (Policheti), *Apseudes sp.* (Tanaidacei) e *Spisula subtruncata*, *Lucinella divaricata*, *Anodontia fragilis* (Bivalvi) e *Episiphon rubescens* (Scafopodi).

Dall'analisi delle caratteristiche ecologiche delle comunità indagate si evince che la biocenosi delle Sabbie Fini Ben Calibrate caratterizza le comunità macrozoobentoniche di tutte le stazioni monitorate.

Questa biocenosi corrisponde alla zoocenosi a *Chione gallina* di Vatova (1949) e, al di fuori del Mediterraneo, alla comunità *Echinocardium-Venus* di Petersen (1918), caratteristica dei fondi sabbiosi. Tale biocenosi si estende generalmente da 2,5 a 25 metri di profondità, su fondali di sabbie fini con granuli di dimensioni uniformi e che presentano in superficie un leggero velo ricco di sostanze organiche.

I popolamenti indagati nel 2011 sono caratterizzati, in particolar modo, dalla presenza dei molluschi *Acteon tornatilis*, *Chamelea gallina*, *Macra stultorum*, *Pandora inaequalis*, *Pharus legumen*, *Neverita josephina*, *Sphaeronassa mutabilis*, *Spisula subtruncata*, *Tellimya ferruginosa*, *Tellina fabula*, *Tellina nitida*, *Tellina planata* e *Tellina pulchella*, dei policheti *Aricidea capensis bansei*, *Diopatra neapolitana*, *Euclymene oerstedii*, *Nephtys hombergii*, *Owenia fusiformis*, *Paradoneis armata*, *Prionospio caspersi*, *Spiophanes bombyx* e *Lanice conchylega*, dei crostacei *Pseudocuma longicornis* e *Diogenes pugilator* e dell'echinoderma *Echinocardium cfr. cordatum*.

Dall'analisi dei risultati del calcolo dell'Indice M-AMBI (Tabella 5.3) si evidenzia che 5 corpi idrici monitorati ricadono, ai sensi del Decreto n. 260/2010, nella classe di stato ecologico BUONO (RQE > 0,61) ed i rimanenti 3 risultano classificati in stato ecologico ELEVATO (RQE > 0,81).

I valori di diversità e di abbondanza delle comunità macrozoobentoniche rilevati nei corpi idrici in stato ecologico elevato rientrano nella forcina associata di norma alle condizioni inalterate,

mentre quelli rilevati nei corpi idrici in stato ecologico buono sono leggermente al di fuori della forcella associata alle condizioni tipiche specifiche.

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

| Monitor. | Corpo idrico | Codice | Descrizione | AMBI | H' | S | M-AMBI | Stato |
|----------|--------------------|----------|--------------------|-------|------|----|--------|-------|
| O | C. Versilia | MZB_MC05 | Marina di Carrara | 1,126 | 3,30 | 43 | 0,69 | B |
| S | C. del Serchio | MZB_NT05 | Nettuno | 1,326 | 3,31 | 35 | 0,65 | B |
| O | C. Pisana | MZB_FM05 | Fiume Morto | 0,941 | 3,34 | 50 | 0,73 | B |
| S | C. Piombino | MZB_SL05 | Marina di Salivoli | 0,551 | 4,45 | 49 | 0,84 | E |
| O | C. Follonica | MZB_CR05 | Carbonifera | 0,831 | 4,44 | 55 | 0,84 | E |
| S | C. dell'Argentario | MZB_SS02 | Porto S. Stefano | 1,706 | 4,55 | 88 | 0,92 | E |
| S | C. dell'Arcipelago | MZB_EB05 | Elba Nord | 0,421 | 3,31 | 51 | 0,76 | B |
| S | C. dell'Arcipelago | MZB_ML02 | Mola (Elba sud) | 0,301 | 3,67 | 32 | 0,73 | B |

5.1.4 Macroalghe e coralligeno

Macroalghe

Nell'area di indagine del corpo idrico di Salivoli il popolamento predominante è costituito da *Corallina* per il 45% mentre *Cystoseira compressa* ricopre il 21% e il rimanente è costituito da *Dictyotales/Stypocaulaceae*. All'interno dell'area di studio è evidente una omogeneità tra i siti e all'interno di ogni sito quindi sia su grande che su piccola scala. Questa evidente omogeneità si manifesta soprattutto nel sito DA dove la *Corallina* occupa il 100%; il sito DB è costituito da *Corallina* per il 30% mentre *Cystoseira compressa* *Dictyotales/Stypocaulaceae* ricoprono il 35%. Nel sito DC il valore di SL maggiormente rappresentato è quello della *Cystoseira compressa* pari al 70%, il gruppo *Dictyotales/Stypocaulaceae* occupa il 25% e infine la *Corallina* il cui valore è del 25%.

Nell'area di indagine del corpo idrico corrispondente a Elba Nord presenta popolamenti eterogenei è il gruppo maggiormente predominante è costituito da *Corallina* per il 46.67% segue *Cystoseira compressa* che ricopre per il 35% i tre siti. Il rimanente è costituito da *Corallinales sp.*, *Dictyotales/Stypocaulaceae* e *Trottoir* e rispettivamente ricoprono l'area indagata per il 6%, 4% e 1%. Anche in questo corpo idrico viene evidenziata una tendenza all'omogeneità dei siti. all'interno del sito EA la *Corallina* occupa l'85% mentre il rimanente 15% è occupato da *Cystoseira compressa*; il sito EB a differenza degli altri due (EA e EC) è caratterizzato da una maggiore eterogeneità, infatti troviamo 5 tipi di SL diversi a differenza dei tre tipi di SL presenti negli altri siti. I SL maggiormente rappresentati sono *Corallinales* e *Cystoseira compressa* per il 30%. Segue *Corallina* con valori pari al 20%, *Dictyotales/Stypocaulacea* per il 15% e *Trottoir* per il 5%. Il sito EC è rappresentato per il 60% da *Cystoseira compressa* mentre *Corallina* e *Dictyotales/Stypocaulaceae* occupano rispettivamente il 35% e 5%.

Tabella 5.4 - RQE relativi all'indice CARLIT

| Monitoraggio | Corpo idrico | Descrizione | RQE | Stato |
|--------------|-----------------------|-------------|------|-------|
| S | Costa Piombino | Salivoli | 0,64 | B |
| S | Costa dell'Arcipelago | Elba Nord | 0,62 | B |

I risultati ottenuti evidenziano che il valore medio di *sensitivity level* della costa livornese nel corpo idrico di Baratti è pari a 9,8 mentre quello relativo all'Elba Nord è di 9,53.

I valori di EQB finali (Tabella 5.4) nei due corpi idrici monitorati sono Salivoli 0,64 e Elba Nord 0,62. Entrambi i corpi idrici hanno valori che sono compresi tra 0,60 e 0,74 quindi il la loro categoria ecologica corrisponde allo stato di buono che associa un disturbo di livello piccolo. Concludendo possiamo dire che i popolamenti identificati in entrambi i corpi idrici sono caratteristici delle zone rocciose vicino a o che comunque subiscono l'influenza dei centri urbani. La presenza di *Corallina* può essere associata anche al fatto che si tratta di zone ad alto idrodinamismo che impedisce la crescita di alghe con valore ecologico elevato. Questo discorso però può valere solo per i siti costieri della penisola, anche perché sulle isole dove l'idrodinamismo è elevato sono presenti alghe come *Cystoseira amentacea IV, V* e *trottoir* anche per lunghi tratti.

Coralligeno

Dai dati in nostro possesso risulta che, l'area che presenta il valore di Qualità dello Stato Ecologico del coralligeno più basso rispetto alle altre tre aree studiate è quella corrispondente a Salivoli, mentre quella con valore più alto corrisponde a quella dell'Elba (Tabella 5.5)

Tabella 5.5 - RQE relativi all'indice E.S.C.A

| Monitoraggio | Corpo idrico | Descrizione | RQE | Stato |
|--------------|-----------------------|-------------|------|-------|
| S | Costa Piombino | Salivoli | 0,47 | S |
| S | Costa dell'Argentario | Argentario | 0,63 | S |
| S | Costa dell'Arcipelago | Elba Nord | 0,90 | E |
| S | Costa dell'Arcipelago | Pianosa | 0,87 | E |

L'indice E.S.C.A, non essendo riportato all'interno del DM 260/10 non viene usato per la classificazione delle acque, ma solo come elemento conoscitivo e di conferma.

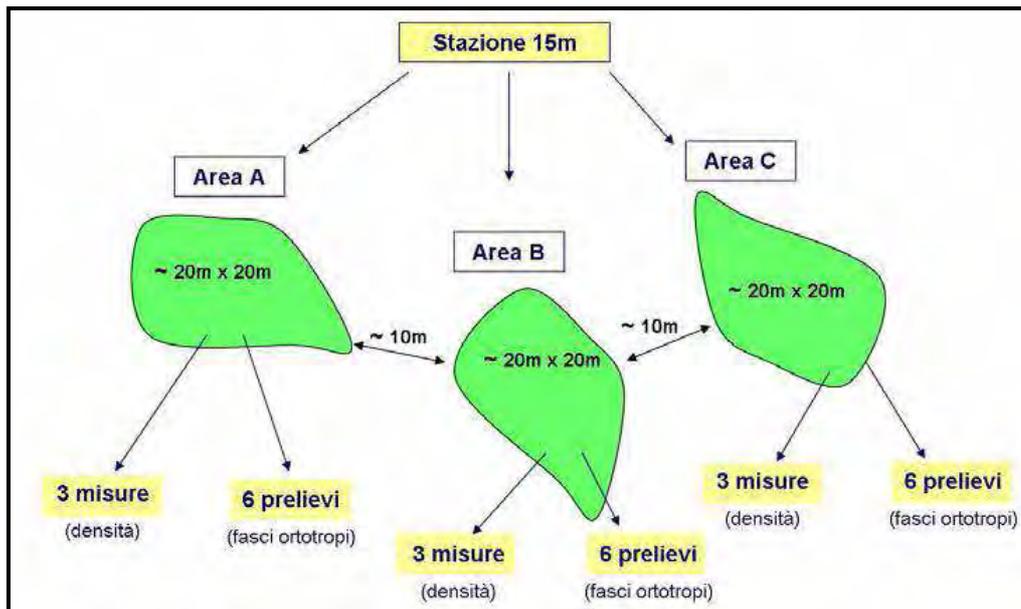
5.1.5 Angiosperme: Prateria a *Posidonia oceanica*

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

La strategia di campionamento è di tipo gerarchico (Figura 5.4) e quella per la stazione a 15m include la definizione di 3 aree (400m² circa ciascuna, distanziate di 10 m tra loro), in ciascuna delle quali sono state effettuate:

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

Figura 5.4 - Strategia di campionamento per il monitoraggio di *P. oceanica* sulla stazione di 15m.



Nel 2011 sono state campionate 4 stazioni: in totale, per ogni stazione, sono state effettuate 9 misure di densità e 3 misure di ricoprimento e sono stati prelevati 18 fasci ortotropi ed un campione di sedimento.

Per l'EQB *P. oceanica* si applica l'Indice PREI (Posidonia oceanica Rapid Easy Index) che include il calcolo di cinque descrittori (Tabella 5.6):

- la densità della prateria (fasci /m²);
- la superficie fogliare fascio, (cm² /fascio);
- il rapporto tra la biomassa degli epifiti (mg/fascio) e la biomassa fogliare (mg/fascio);
- la profondità del limite inferiore;
- la tipologia del limite inferiore.

Tabella 5.6 - Parametri e relativi dati registrati per le stazioni di campionamento

| Corpo idrico | Stazione | Codice | Parametri | Dati | PREI | | | |
|-----------------------|--------------------------|--------|---|---------|------|-------|-------|-------|
| | | | | | N | EQR' | EQR | Stato |
| Costa dell'Arcipelago | Mola (Elba Sud) | ML11 | Densità (fascio/m ²) | 275,00 | 0,46 | 0,546 | 0,596 | B |
| | | | Superficie fogliare (cm ² /fascio) | 173,62 | 0,56 | | | |
| | | | Prof limite inf (m) | 23,8 | 0,45 | | | |
| | | | Biomassa epifiti (E) (mg/fascio) | 124,24 | 0,44 | | | |
| | | | Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio) | 999,11 | | | | |
| | | | Tipo di limite (λ) (*) | 0 | | | | |
| | Portoferraio (Elba Nord) | EB03 | Densità (fascio/m ²) | 429,86 | 0,72 | 0,609 | 0,654 | B |
| | | | Superficie fogliare (cm ² /fascio) | 158,23 | 0,51 | | | |
| | | | Prof limite inf (m) | 25,6 | 0,41 | | | |
| | | | Biomassa epifiti (E) (mg/fascio) | 44,98 | 0,50 | | | |
| | | | Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio) | 8829,78 | | | | |
| | | | Tipo di limite (λ) (*) | -3 | | | | |

| Corpo idrico | Stazione | Codice | Parametri | Dati | PREI | | | |
|-----------------------|-----------------|--------|---|---------|------|-------|-------|-------|
| | | | | | N | EQR' | EQR | Stato |
| Costa dell'Argentario | Porto S.Stefano | SS11 | Densità (fascio/m ²) | 613,89 | 1,02 | 0,796 | 0,824 | E |
| | | | Superficie fogliare (cm ² /fascio) | 265,42 | 0,86 | | | |
| | | | Prof limite inf (m) | 24,6 | 0,48 | | | |
| | | | Biomassa epifiti (E) (mg/fascio) | 234,03 | 0,42 | | | |
| | | | Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio) | 1500,13 | | | | |
| | | | Tipo di limite (λ) (*) | 0 | | | | |
| Costa di Follonica | Carbonifera | CR11 | Densità (fascio/m ²) | 300,00 | 0,50 | 0,508 | 0,562 | B |
| | | | Superficie fogliare (cm ² /fascio) | 181,27 | 0,58 | | | |
| | | | Prof limite inf (m) | 20,4 | 0,21 | | | |
| | | | Biomassa epifiti (E) (mg/fascio) | 29,50 | 0,48 | | | |
| | | | Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio) | 948,01 | | | | |
| | | | Tipo di limite (λ) (*) | -3 | | | | |

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

La densità delle diverse praterie, calcolata al limite inferiore ed alla stazione intermedia, varia tra 113,54 (stazione profonda di Punta Ala, CR10) e 613,89 fasci/m² (stazione intermedia di Porto Santo Stefano, SS11) con una media di circa 325 fasci/m². La media si discosta parecchio se vengono prese in considerazione le sole stazioni profonde ed intermedie separatamente: 404,69 fasci/m² per le stazioni intermedie (15 m di profondità) e 245,58 fasci/m² per quelle in prossimità del limite inferiore. Questo dato conferma la maggiore fragilità di questa zona della prateria ed è evidenziato nella Figura 5.5 e Figura 5.6

Figura 5.5 - Densità dei fasci fogliari di *Posidonia oceanica* rilevata presso le stazioni a 15 m di profondità dei diversi siti campionati nel 2011. EB= Elba Nord (Portoferraio), ML= Mola (Elba sud), SS= Costa dell'Argentario (Porto S. Stefano), CR=Costa Follonica (Carbonifera).

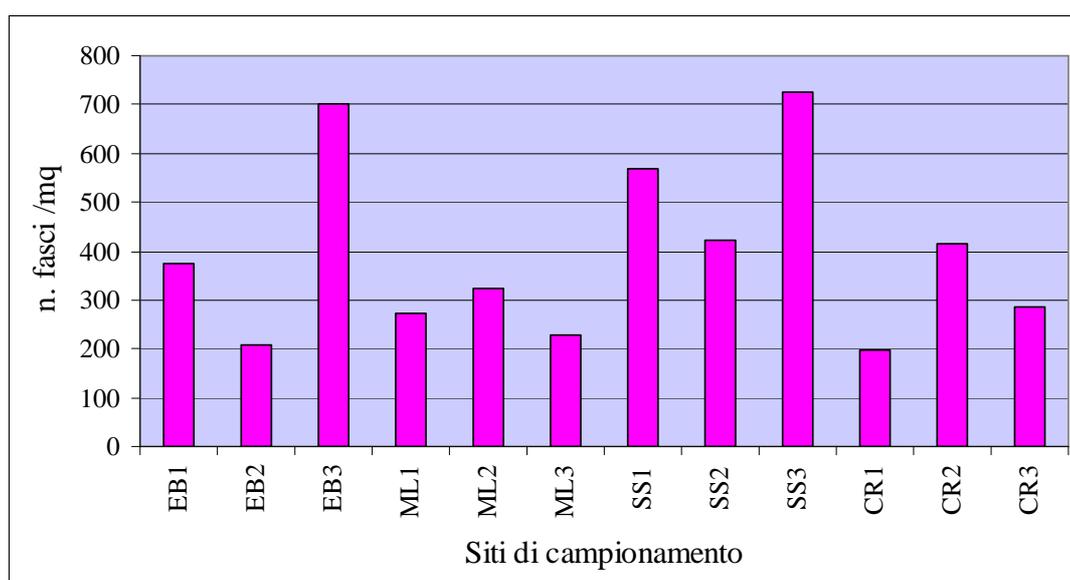


Figura 5.6- *Densità dei fasci fogliari di Posidonia oceanica rilevata alle stazioni “profonde” in prossimità del limite inferiore dei diversi siti campionati nel 2011. EB= Elba Nord (Portoferraio), ML= Mola (Elba sud), SS= Costa dell’Argentario (Porto S. Stefano), CR=Costa Follonica (Carbonifera).*

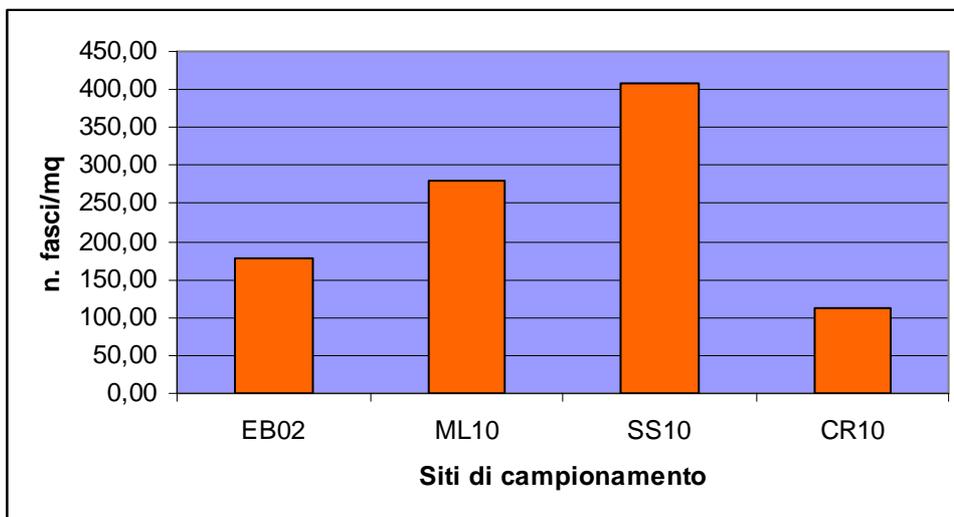
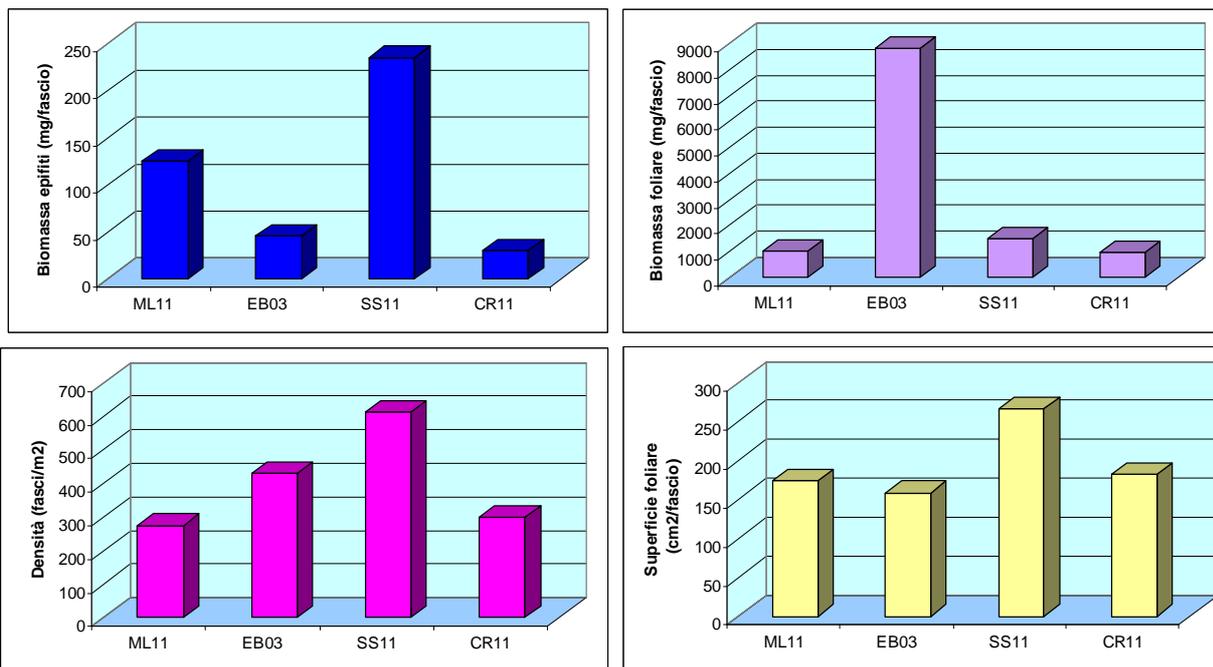


Figura 5.7 - *parametri rilevati nelle praterie di Posidonia a 15 m di profondità nel 2011: EB= Elba Nord, ML= Mola, SS= Porto S.Stefano, CR= Carbonifera.*



Nella tabella sottostante (Tabella 5.7) sono riportati i dati di temperatura e illuminamento delle tre stazioni monitorate.

Tabella 5.7 – Temperatura e illuminamento nelle tre stazioni monitorate

| Stazione | Periodo | Temperatura (°C) | | | Luce (Lux) | | | Records |
|----------|-----------------------|------------------|--------|---------|------------|--------|---------|---------|
| | | medio | minimo | massimo | medio | minimo | massimo | |
| ML11 | Set. – nov 2011 | 20,6 | 18,7 | 23,6 | 93,5 | 0 | 861,1 | 2521 |
| EB03 | Giu. 2010 – gen. 2011 | 20,7 | 14,4 | 27,3 | 49,8 | 0 | 1076,4 | 20051 |
| SS11 | Set. – nov. 2011 | 19,9 | 14,9 | 24,9 | 34,7 | 0 | 775 | 3589 |

5.1.6 Elementi di qualità fisico-chimica a sostegno

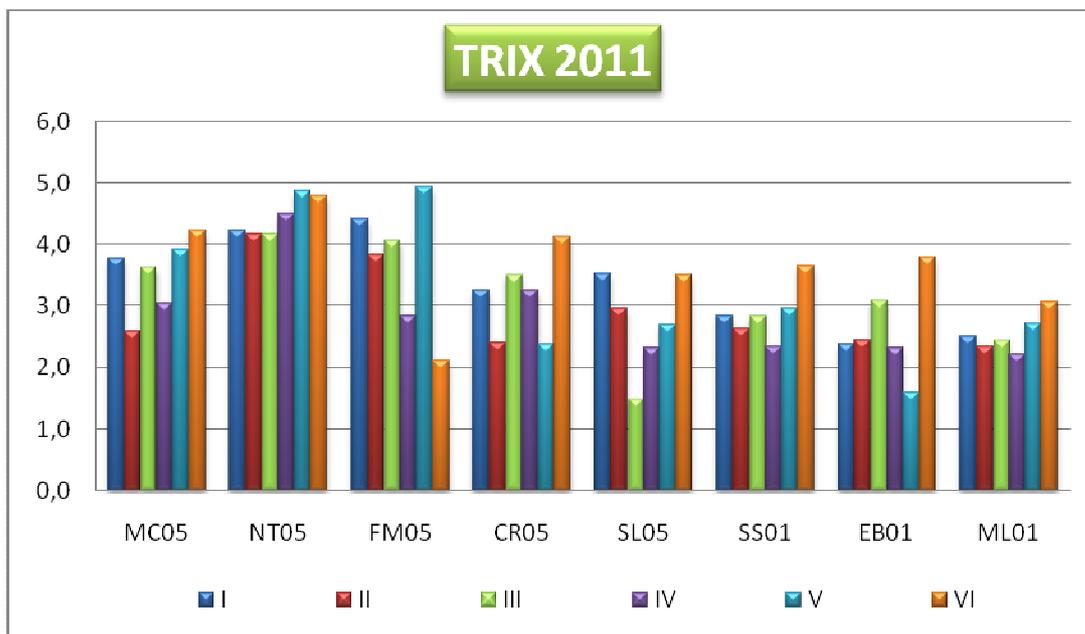
Utilizzando gli elementi di qualità fisico chimici (ossigeno e nutrienti e clorofilla *a*) è stato calcolato l'indice TRIX (Tabella 5.8). La stazioni di Nettuno presenta valori di TRIX elevati o comunque al di sopra del valore soglia indicato per il macrotipo 3, secondo il quale tali valori non devono superare 4.

Tabella 5.8- Dati di TRIX 2011

| Monitoraggio | Corpo idrico | Codice | Descrizione | TRIX medio annuo |
|--------------|-----------------------|----------|--------------------|------------------|
| O | Costa Versilia | MAR_MC05 | Marina di Carrara | 3,5 |
| S | Costa del Serchio | MAR_NT05 | Nettuno | 4,5 |
| O | Costa Pisana | MAR_FM05 | Fiume Morto | 3,7 |
| S | Costa Piombino | MAR_SL05 | Marina di Salivoli | 2,7 |
| O | Costa Follonica | MAR_CR05 | Carbonifera | 3,2 |
| S | Costa dell'Argentario | MAR_SS01 | Porto S. Stefano | 2,9 |
| S | Costa dell'Arcipelago | MAR_EB01 | Elba Nord | 2,6 |
| S | Costa dell'Arcipelago | MAR_ML01 | Mola (Elba sud) | 2,5 |

Nella figura Figura 5.8 è riportato l'andamento stagionale dell'indice trofico: si noti come le stazioni di Nettuno e Fiume Morto siano ampiamente al di sopra del valore 4 per la maggior parte dei rilevamenti effettuati.

Figura 5.8 - Dati TRIX anno 2011



5.1.7 Elementi chimici a sostegno: sostanze non appartenenti all’elenco di priorità

Nella colonna d’acqua le concentrazioni medie annue rimangono per ogni corpo idrico indagato al di sotto dei valori di SQA-MA (Tabella 5.9); diverso il risultato dei **sedimenti che presentano una diffusa presenza di Arsenico e di Cromo con valori eccedenti la soglia standard di qualità ambientale.**

I casi di superamento della soglia prevista, tenuto conto del “margine di tolleranza del 20%” previsto dal DM 260/2010 sono evidenziati in rosso. Riguardo a le altre sostanze chimiche organiche, appartenenti alla lista di Tabella 1/B DM 260/2010, indagate nella matrice acqua, non si registrano superamenti della soglie previste.

Tabella 5.9 - Metalli non appartenenti all’elenco di priorità

| Monitoraggio | Corpo idrico | Codice | Colonna d’acqua (Tab. 1/B) | | | Sedimento (Tab. 3/B) | | | |
|--------------|-------------------|--------------------|----------------------------|--------|--------|----------------------|----------|--------|--------|
| | | | n° | As | Cr | n° | As | Cr tot | Cr VI |
| | | | | µg/L | | | mg/kg ss | | |
| | | | | SQA-MA | | | SQA-MA | | |
| 5 | 4 | 12 | 50 | 2 | | | | | |
| O | Costa Versilia | Marina di Carrara | 6 | 2 | 1 | 1 | 17 | 90 | c.n.p. |
| S | Costa del Serchio | Nettuno | 6 | 2 | 1 | 1 | 15 | 109 | c.n.p. |
| O | Costa Pisana | Fiume Morto | 6 | 3 | 1 | 1 | 14 | 110 | c.n.p. |
| S | Costa Livornese | Livorno | 0 | c.n.p. | c.n.p. | 1 | 21 | 76 | <0,5 |
| S | Costa Livornese | Antignano | 0 | c.n.p. | c.n.p. | 1 | 24 | 92 | <0,5 |
| S | Costa del Cecina | Rosignano Lillatro | 0 | c.n.p. | c.n.p. | 1 | 18 | 61 | 1,4 |
| S | Costa Piombino | Marina di Salivoli | 2 | 2 | <0,1 | 1 | 84 | 134 | c.n.p. |
| O | Costa Follonica | Carbonifera | 6 | 3 | 1 | 1 | 30 | 85 | c.n.p. |

| Monitoraggio | Corpo idrico | Codice | Colonna d'acqua (Tab. 1/B) | | | Sedimento (Tab. 3/B) | | | |
|--------------|-----------------------|------------------|----------------------------|--------|--------|----------------------|----------|--------|--------|
| | | | n° | As | Cr | n° | As | Cr tot | Cr VI |
| | | | | µg/L | | | mg/kg ss | | |
| | | | | SQA-MA | | | SQA-MA | | |
| 5 | 4 | 12 | 50 | 2 | | | | | |
| S | Costa Punt'Ala | Foce Bruna | 0 | c.n.p. | c.n.p. | 1 | 22 | 82 | 1,4 |
| S | Costa Ombrone | Foce Ombrone | 0 | c.n.p. | c.n.p. | 1 | 20 | 85 | <0,5 |
| S | Costa dell'Uccelina | Cala di Forno | 0 | c.n.p. | c.n.p. | 1 | 25 | 75 | 1,6 |
| S | Costa Albegna | Foce Albegna | 0 | c.n.p. | c.n.p. | | 27 | 85 | c.n.p. |
| S | Costa dell'Argentario | Porto S. Stefano | 2 | 2 | <0,1 | 1 | 31 | 78 | c.n.p. |
| S | Costa Burano | Ansedonia | 0 | c.n.p. | c.n.p. | 1 | 34 | 48 | c.n.p. |
| S | Costa dell'Arcipelago | Elba Nord | 2 | 3 | <0,1 | 1 | 36 | 115 | <0,5 |
| S | Costa dell'Arcipelago | Mola (Elba sud) | 2 | 3 | <0,1 | 1 | 166 | 139 | 1,5 |

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

C.n.p.: campionamento non previsto

Nella matrice acqua in generale si hanno valori inferiori ai limiti di quantificazione e solo sporadiche presenze a valori molto inferiori alle soglie per alcuni clorofenoli, IPA e PCB.

Nei sedimenti i valori dei PCB totali e degli IPA totali risultano essere ampiamente sotto i valori soglia fatta eccezione per la stazione di Livorno porto che presenta una quantità elevata di IPA totali (Tabella 5.10).

Tabella 5.10 - Sostanze non appartenenti all'elenco di priorità: IPA totali e PCB totali

| Monitoraggio | Corpo idrico | Codice | Sedimento (Tab. 3/B) | |
|--------------|-----------------------|--------------------|----------------------|------------|
| | | | IPA totali | PCB totali |
| | | | µg/kg ss | |
| | | | SQA-MA | |
| | | | 800 | 8 |
| O | Costa Versilia | Marina di Carrara | 164 | 0 |
| S | Costa del Serchio | Nettuno | 128 | 0 |
| O | Costa Pisana | Fiume Morto | <80 | 3 |
| S | Costa Livornese | Livorno | 2188 | 9 |
| S | Costa Livornese | Antignano | 428 | 9 |
| S | Costa del Cecina | Rosignano Lillatro | <80 | 4 |
| S | Costa Piombino | Marina di Salivoli | 314 | 2 |
| O | Costa Follonica | Carbonifera | 266 | 1 |
| S | Costa Punt'Ala | Foce Bruna | 180 | 4 |
| S | Costa Ombrone | Foce Ombrone | 118 | 1 |
| S | Costa dell'Uccelina | Cala di Forno | 85 | 2 |
| S | Costa Albegna | Foce Albegna | 91 | 1 |
| S | Costa dell'Argentario | Porto S. Stefano | 123 | 1 |
| S | Costa Burano | Ansedonia | 89 | 1 |
| S | Costa dell'Arcipelago | Elba Nord | 182 | 4 |
| S | Costa dell'Arcipelago | Mola (Elba sud) | 258 | 8 |

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

5.2 Stato Chimico

5.2.1 Sostanze chimiche appartenenti all'elenco di priorità

I metalli presenti nell'elenco delle sostanze prioritarie sono piombo, cadmio, mercurio e nichel, e nel 2011 si sono rilevati (Tabella 5.11):

- per il **mercurio** numerose eccedenze dei valori soglia, sia in acqua sia nel sedimento, con due casi (Marina di Carrara e Elba Nord) di superamento sia come media di valori (MA) sia come concentrazione massima (CMA) in acqua;
- significative eccedenze dei valori soglia per **nichel** e **cadmio** nei sedimenti.

Tabella 5.11 – *Metalli appartenenti all'elenco di priorità*

| Monitoraggio | Corpo idrico | Codice | Colonna d'acqua (Tab. 1/A) | | | | | | Sedimento (Tab. 2/A) | | | | | |
|--------------|-------------------|--------------------|----------------------------|--------|------|-----|--------------|-------------|----------------------|------------|------------|-----------|------------|--|
| | | | n° | Cd | Ni | Pb | Hg | Hg | n° | Cd | Ni | Pb | Hg | |
| | | | | µg/L | | | | | | mg/kg ss | | | | |
| | | | | SQA-MA | | | SQA-CMA | | | SQA-MA | | | | |
| 0,2 | 20 | 7,2 | 0,010 | 0,06 | 0,3 | 30 | 30 | 0,3 | | | | | | |
| O | Costa Versilia | Mar. di Carrara | 6 | <0,1 | 1,4 | <1 | 0,057 | 0,24 | 1 | 0,2 | 67 | 18 | <0,2 | |
| S | Costa del Serchio | Nettuno | 6 | <0,1 | 2,0 | 1,2 | 0,016 | 0,04 | 1 | 0,2 | 75 | 20 | <0,2 | |
| O | Costa Pisana | Fiume Morto | 6 | 0,1 | 1,0 | <1 | 0,022 | 0,04 | 1 | 0,2 | 80 | 21 | <0,2 | |
| S | Costa Livornese | Livorno | 6 | cnp | cnp | cnp | 0,014 | 0,02 | 1 | 0,3 | 49 | 23 | 0,3 | |
| S | Costa Livornese | Antignano | 6 | cnp | cnp | cnp | 0,016 | 0,05 | 1 | 0,3 | 77 | 29 | 1,7 | |
| S | Costa del Cecina | Rosignano Lillatro | 6 | cnp | cnp | cnp | 0,013 | 0,01 | 1 | 0,4 | 44 | 12 | 0,8 | |
| S | Costa del Cecina | Mar. Castagneto | 6 | cnp | cnp | cnp | 0,022 | 0,05 | 0 | cnp | cnp | cnp | cnp | |
| S | Costa Piombino | Mar. di Salivoli | 2 | 0,1 | 4,4 | 0,5 | <0,01 | <0,01 | 1 | 0,6 | 79 | 46 | 0,3 | |
| O | Costa Follonica | Carbonifera | 6 | 0,1 | 0,9 | 0,6 | 0,022 | 0,05 | 1 | 0,3 | 55 | 27 | 0,6 | |
| S | Costa Punt'Ala | Foce Bruna | 6 | cnp | cnp | cnp | cnp | cnp | 1 | 0,3 | 53 | 20 | 0,4 | |
| S | Costa Ombrone | Foce Ombrone | 6 | cnp | cnp | cnp | 0,016 | 0,03 | 1 | 0,2 | 56 | 21 | 0,3 | |
| S | Costa Uccellina | Cala di Forno | 6 | cnp | cnp | cnp | 0,013 | 0,02 | 1 | 0,3 | 54 | 21 | 0,6 | |
| S | Costa Albegna | Foce Albegna | 0 | cnp | cnp | cnp | cnp | cnp | 1 | 0,2 | 54 | 22 | 1,2 | |
| S | Costa Argentario | Porto S. Stefano | 2 | 0,1 | 1,7 | <1 | 0,017 | 0,03 | 1 | 0,4 | 50 | 29 | 1,1 | |
| S | Costa Burano | Ansedonia | 0 | cnp | cnp | cnp | cnp | cnp | 1 | 0,4 | 27 | 31 | 1,2 | |
| S | Costa Arcipelago | Elba Nord | 2 | 0,1 | 0,8 | <1 | 0,058 | 0,11 | 1 | 0,5 | 80 | 33 | <0,2 | |
| S | Costa Arcipelago | Mola (Elba sud) | 2 | 0,1 | 12,8 | <1 | 0,020 | 0,04 | 1 | 1,2 | 113 | 72 | 0,4 | |

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

C.n.p.: campionamento non previsto

Come già rilevato nel capitolo 5.1.7 la stazione Livorno porto presenta superamenti dei valori soglia degli IPA totali nei sedimenti (Tabella 5.10); in particolare si individuano alti livelli di benzo[a]pirene, benzo[b]fluorantene, benzo[ghi]perilene, benzo[k]fluorantene, fluorantene, indeno[1,2,3-cd]pirene (Tabella 5.12).

Anche Antignano presenta nei sedimenti superamenti della soglia del benzo[a]pirene, mentre Ansedonia e Porto Santo Stefano presentano dei livelli leggermente superiori ai valori soglia di γ -HCH.

Anche in questo caso, a causa dell'inadeguata sensibilità del metodo di analisi per il β -HCH in acqua e per il tributilstagno in acqua, i valori medi annui risultanti da varie misure "negative" (<

Limite di quantificazione) sono risultati eccedenti i valori soglia corrispondenti. Trattandosi pertanto di “valori medi” del tutto aleatori, non sono stati considerati per le valutazioni dello stato chimico.

Tabella 5.12 – Altre sostanze appartenenti all’elenco di priorità

| Monitoraggio | Corpo idrico | Codice | Sedimento (Tab. 2/A) | | | | | | | | |
|--------------|-----------------------|--------------------|----------------------|------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-------------|--------------------------|-----------------------|--|
| | | | n° | Benzo [a] pirene | Benzo [b] fluorantene | Benzo [ghi] perilene | Benzo [k] fluorantene | Fluorantene | Indeno [1,2,3-cd] pirene | γ-esacloro cicloesano | |
| | | | | µg/kg | | | | | | | |
| | | | | SQA-MA | | | | | | | |
| | | | 30 | 40 | 55 | 20 | 110 | 55 | 0,2 | | |
| O | Costa Versilia | Marina di Carrara | 1 | <10 | 23 | 11 | <10 | 17 | 17 | <0,1 | |
| S | Costa del Serchio | Nettuno | 1 | <10 | <10 | <10 | 15 | 16 | 16 | <0,1 | |
| O | Costa Pisana | Fiume Morto | 1 | <10 | 13 | <10 | <10 | 14 | 16 | <0,1 | |
| S | Costa Livornese | Livorno | 1 | 227 | 244 | 160 | 120 | 300 | 196 | 0,18 | |
| S | Costa Livornese | Antignano | 1 | 39 | 44 | 33 | 21 | 56 | 42 | 0,11 | |
| S | Costa del Cecina | Rosignano Lillatro | 1 | <10 | 11 | <10 | <10 | 13 | 14 | <0,1 | |
| S | Costa Piombino | Marina di Salivoli | 1 | 26 | 35 | 24 | 17 | 40 | 37 | 0,11 | |
| O | Costa Follonica | Carbonifera | 1 | 22 | 28 | 17 | 12 | 35 | 28 | 0,19 | |
| S | Costa Punt'Ala | Foce Bruna | 1 | 13 | 23 | 11 | <10 | 22 | 19 | 0,14 | |
| S | Costa Ombrone | Foce Ombrone | 1 | <10 | 14 | <10 | <10 | 14 | 17 | <0,1 | |
| S | Costa dell'Uccelina | Cala di Forno | 1 | <10 | 13 | <10 | <10 | 13 | 16 | 0,14 | |
| S | Costa Albegna | Foce Albegna | 1 | <10 | 12 | <10 | <10 | 12 | 14 | 0,17 | |
| S | Costa dell'Argentario | Porto S. Stefano | 1 | 11 | 15 | <10 | <10 | 16 | 18 | 0,28 | |
| S | Costa Burano | Ansedonia | 1 | 10 | 12 | <10 | <10 | 16 | 16 | 0,28 | |
| S | Costa dell'Arcipelago | Elba Nord | 1 | 14 | 25 | 15 | 11 | 21 | 28 | <0,1 | |
| S | Costa dell'Arcipelago | Mola (Elba sud) | 1 | 22 | 27 | 19 | 14 | 37 | 30 | 0,14 | |

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

Tabella 5.13 - Altre sostanze appartenenti all'elenco di priorità TBT DEHP e PBDE

| Monitoraggio | Corpo idrico | Codice | Colonna d'acqua (Tab. 1/A) | | | |
|--------------|-----------------------|--------------------|----------------------------|---------|--------|--------|
| | | | TBT | | DEHP | PBDE |
| | | | µg/L | | | |
| | | | SQA-MA | SQA-CMA | SQA-MA | |
| 0,0002 | 0,0015 | 1,30 | 0,0002 | | | |
| O | Costa Versilia | Marina di Carrara | 0,0034 | 0,0070 | 0,43 | 0,0005 |
| S | Costa del Serchio | Nettuno | 0,0068 | 0,0260 | c.n.p. | c.n.p. |
| O | Costa Pisana | Fiume Morto | 0,0088 | 0,0180 | 0,30 | 0,0013 |
| S | Costa Livornese | Livorno | 0,0029 | 0,0050 | c.n.p. | 0,0012 |
| S | Costa Livornese | Antignano | c.n.p. | c.n.p. | c.n.p. | 0,0009 |
| S | Costa Piombino | Marina di Salivoli | 0,0090 | 0,0130 | c.n.p. | c.n.p. |
| O | Costa Follonica | Carbonifera | < 0,005 | c.n.p. | c.n.p. | c.n.p. |
| S | Costa dell'Argentario | Porto S. Stefano | < 0,005 | c.n.p. | c.n.p. | c.n.p. |
| S | Costa dell'Arcipelago | Elba Nord | < 0,005 | c.n.p. | c.n.p. | c.n.p. |
| S | Costa dell'Arcipelago | Mola (Elba sud) | < 0,005 | c.n.p. | c.n.p. | c.n.p. |

TBT= composti del tributilstagno
DEHP = bis (2-etilesil) ftalato
PBDE= Difenileterobromato

C.n.p.: campionamento non previsto

Come già affermato lo scorso anno, le eccedenze di **TBT** (composti del tributilstagno) riguardano la sola componente acqua in modo diffuso nella parte centro settentrionale.

A causa dell'inadeguata sensibilità del metodo di analisi per il TBT in acqua, i valori medi annui risultanti da varie misure "negative" (< Limite di quantificazione) sono risultati eccedenti i valori soglia corrispondenti. Trattandosi pertanto di "valori medi" del tutto aleatori, non sono stati considerati per le valutazioni dello stato chimico.

E' rilevante, però, che i valori massimi rilevati sono tutti nettamente maggiori del concentrazione massima ammissibile SQA - CMA (standard di qualità ambientale come concentrazione massima ammissibile): tali valori sono stati utilizzati per la valutazione dello stato chimico.

Per quanto riguarda il **Difenileterobromato** si sono registrate superamenti del valore soglia in tutte e quattro le stazioni monitorate, in accordo con quanto già rilevato lo scorso anno.

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

A conferma della diffusa presenza di mercurio nelle acque e nei sedimenti si riportano in Tabella 5.14 i risultati delle analisi effettuate sul **biota**.

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

Per l'anno 2011, in concomitanza con i campionamenti per le acque destinate alla vita dei molluschi (D.Lgs. 152/06 all. 2 sezione C) sono stati effettuati 2 campionamenti, a marzo/aprile e a settembre. Il dato riportato è frutto della media dei due campionamenti effettuati.

Tabella 5.14 – Risultati monitoraggio su biota

| Biota (<i>Mytilus galloprovincialis</i> , Lamark, 1819) | | | Mercurio | |
|--|-----------------------|----------------------|-----------------|-------------|
| | | | SQA-MA: 20µg/kg | |
| | | | 2011 | 2010 |
| O | Costa Versilia | Marina di Carrara | 19 | 20 |
| S | Costa del Serchio | Nettuno | 27 | 18 |
| O | Costa Pisana | Fiume Morto | 67 | 58 |
| S | Costa Livornese | Antignano | 51 | 52 |
| S | Costa del Cecina | Marina di Castagneto | 58 | 74 |
| O | Costa Follonica | Carbonifera | 42 | 27 |
| S | Costa Punt'Ala | Foce Bruna | 37 | 34 |
| S | Costa Ombrone | Foce Ombrone | 49 | 40 |
| S | Costa Albegna | Foce Albegna | 92 | 48 |
| S | Costa dell'Argentario | Porto S. Stefano | 1565 | 1232 |
| S | Costa Burano | Ansedonia | 365 | 187 |
| S | Arcipelago | Portoferraio | 63 | 43 |

Eccetto che per la stazione di Marina di Carrara i valori medi di mercurio risultano tutti al di sopra del SQA-MA indicato per questo elemento con particolare attenzione per la stazione di Porto Santo Stefano. In generale, salvo Marina di Castagneto, si assiste ad un lieve diminuzione della concentrazione di mercurio rispetto alle indagini condotte l'anno precedente.

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

6 CONCLUSIONI

In Tabella 6.1 è riportata in estrema sintesi la proposta di classificazione dei corpi idrici indagati nel 2011 sulla base dei risultati dell'attività di monitoraggio e secondo la procedura indicata nel DM 260/2010.

Tutti gli elementi di qualità biologica indicano uno stato ambientale delle costa toscana Elevato/Buono con l'unica eccezione di Costa Versilia dove lo stato risulta essere Sufficiente. Questi valori vengono confermati dagli elementi fisico-chimici a sostegno (TRIX).

Gli elementi chimici a sostegno, ovvero gli inquinanti non appartenenti all'elenco delle priorità, identificano, per **tutti i corpi idrici indagati, una classificazione di stato ecologico "sufficiente"**. Questo dato è dovuto alla presenza sopra-soglia, nei sedimenti, di arsenico e cromo. Trattandosi di metalli che tipicamente possono presentare "valori di fondo naturali" nei sedimenti della nostra regione, superiori agli standard di qualità ambientale, la classificazione, come prevede la norma (DM 260/2010 paragrafo A.2.8 punto 6), potrà essere riconsiderata a seguito di studi scientifici che possano dimostrare tale tesi.

Per i corpi idrici in "regime operativo" la norma prevede che, ai fini della classificazione, sia utilizzato il valore peggiore della media calcolata per ciascun anno del triennio di monitoraggio. Per questa ragione la classificazione è da ritenersi provvisoria.

Negli altri casi, trattandosi di monitoraggio di sorveglianza (corpi idrici probabilmente a rischio), la classificazione si basa sul valore medio dell'anno indagato.

Alla luce dei risultati ottenuti, tutti i corpi idrici inizialmente classificati "Non a rischio" sulla base dell'analisi delle pressioni e degli impatti, sono da classificare "a rischio" e quindi da sottoporre a monitoraggio operativo.

Per quanto riguarda lo stato chimico, per i 14 corpi idrici indagati, la classificazione è condizionata dalla presenza "sopra soglia" di mercurio nei sedimenti e/o in acqua (unica eccezione Costa Piombino), nichel nei sedimenti (tranne Costa Burano) e cadmio nei sedimenti (presente in Costa Cecina, Piombino, Argentario, Burano e Arcipelago). Anche in questo caso, trattandosi di metalli che possono presentare "valori di fondo naturale" eccedenti gli standard di qualità ambientale, la classificazione, come prevede la norma (DM 260/2010 paragrafo A.2.8 punto 7) può essere riconsiderata a seguito di studi scientifici che possano dimostrare tale tesi.

Si registrano inoltre alti livelli di TBT e di PDBE nelle stazioni nel tratto centro-nord della costa toscana e di alcuni composti policiclici aromatici nella costa Livornese soprattutto nell'area portuale.

Lo stato chimico risulta "non buono" per tutti i corpi idrici indagati: pertanto, come per lo stato ecologico, tutti i corpi idrici sono da classificare a rischio e, quindi, da sottoporre a monitoraggio operativo.

Tabella 6.1 - *Classificazione dello stato ecologico e dello stato chimico delle acque marino costiere con indicazione delle sostanze che ne determinano una variazione*

| Acque marino costiere Toscana Classificazione e presentazione dello stato ecologico e dello stato chimico | | | EQB | | | | | TRIX | INQUINANTI SPECIFICI non prioritari TAB 1B/3B | | STATO ECOLOGICO | INQUINANTI SPECIFICI Prioritari | | STATO CHIMICO |
|--|-----------------------|--------------------|--------------|-------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------|--|-----------------|-----------------|---------------------------------------|--------------------------------|---------------|
| monitoraggio | Corpo idrico | stazione | Fitoplancton | Macroinvertebrati | Macroalghe (CARLIT) | Angiosperme (PREI) | Coralligeno* (ESCA) | CLASSE | STATO | SOSTANZA | | Acqua TAB 1/A | Sedimenti TAB.2/A | |
| O | Costa Versilia | Marina di Carrara | E | B | | | | B | S | Cr ,As | S | TBT, PBDE, Hg | Ni | NB |
| S | Costa del Serchio | Nettuno | S | B | | | | S | S | Cr ,As | S | TBT, Hg | Ni | NB |
| O | Costa Pisana | Fiume Morto | E | B | | | | B | S | Cr | S | TBT, PBDE, Hg | Ni | NB |
| S | Costa Livornese | Antignano | | | | | | | S | Cr ,As | S | PBDE, Hg | Ni, Hg | NB |
| | | Livorno | | | | | | | S | Cr ,As, IPA tot | S | TBT, PBDE, Hg | BaP, BbFA, BghiP, BkFA, IP, Ni | NB |
| S | Costa del Cecina | Marina Castagneto | | | | | | | S | Cr ,As | S | Hg | Dato non disponibile | NB |
| | | Rosignano Lillatro | | | | | | | S | Cr ,As | S | | Cd, Ni, Hg | NB |
| S | Costa Piombino | Salivoli | E | E | B | | S | B | S | Cr ,As | S | TBT | Cd, Ni, Pb | NB |
| O | Costa Follonica | Carbonifera | E | E | | B | | B | S | Cr ,As | S | Hg | Ni, Hg | NB |
| S | Costa Punt'Ala | Foce Bruna | | | | | | | S | Cr ,As | S | Dato non disponibile | Ni, Hg | NB |
| S | Costa Ombrone | Foce Ombrone | | | | | | | S | Cr ,As | S | Hg | Ni | NB |
| S | Costa dell'Uccellina | Cala di Forno | | | | | | | S | Cr ,As | S | Hg | Ni, Hg | NB |
| S | Costa Albegna | Foce Albegna | | | | | | | S | Cr ,As | S | Dato non disponibile | Ni, Hg | NB |
| S | Costa dell'Argentario | Porto S. Stefano | E | E | | E | S | B | S | Cr ,As | S | Hg | γHCH, Cd, Ni, Hg | NB |
| S | Costa Burano | Ansedonia | | | | | | | S | Cr ,As | S | Dato non disponibile | γHCH, Cd, Hg | NB |
| S | Costa dell'Arcipelago | Elba Nord | E | B | B | B | E | B | S | Cr ,As | S | Hg | Cd, Ni | NB |
| | | Mola (Elba sud) | E | B | | B | | B | S | Cr ,As | S | Hg | Cd, Ni, Pb, Hg | NB |

Note (*) : Indice non contemplato dalla normativa, pertanto non utilizzato ai fini della classificazione
 PBDE= Difeniletere bromato TBT=Tributilstagno γHCH = gamma-esaclorocicloesano
 BaP=benzo[a]pirene BghiP=benzo [ghi] perilene BkFA=benzo [k] fluorantene
 BbFA =benzo [b] fluorantene FA=fluorantene IP= indeno [1,2,3-cd] pirene

Legenda con rappresentazione cromatica dello stato di qualità delle acque marino costiere

| | | | | | |
|-----------------|-------------|----|---------------|-----------|----|
| STATO ECOLOGICO | ELEVATO | E | STATO CHIMICO | BUONO | B |
| | BUONO | B | | NON BUONO | NB |
| | SUFFICIENTE | S | | | |
| | SCARSO | SC | | | |
| | CATTIVO | C | | | |