

2.2 Gestione integrata della fascia costiera e del mare

La tutela dell'ambiente marino e l'equilibrio idrogeologico delle aree costiere rientrano tra gli impegni prioritari assunti negli ultimi anni dalla Regione Toscana. L'attività prevista nel PRAA 2007-2010 è stata incentrata sull'attuazione del Piano di tutela delle acque, di cui il monitoraggio ambientale della fascia marino-costiera (Legge n. 979/82, D.Lgs.n.152/06, Direttiva 2000/60/CE) rappresenta uno degli aspetti di maggior rilievo, e sull'aggiornamento dei quadri conoscitivi del Piano stesso, in riferimento ai nuovi standard previsti dalla Direttiva "acque" 2000/60/CE. Tale attività di monitoraggio è indirizzata alla raccolta dei parametri chimico-fisici e biologici necessari a garantire sia la balneazione che il controllo ambientale della fascia marino-costiera, la più soggetta agli impatti antropici. Le fasi di aggiornamento previste dalla normativa (tipizzazione, individuazione e caratterizzazione dei corpi idrici) hanno portato all'attivazione di un nuovo sistema di monitoraggio i cui primi risultati saranno presto disponibili.

Una nuova sfida per la tutela dell'ambiente marino è rappresentata, inoltre, dal recepimento della Direttiva 2008/56/CE "Direttiva quadro sulla strategia dell'ambiente marino", che offre l'opportunità di inserire il tema della tutela delle acque marine nell'ambito di un quadro coordinato di azioni. Tra queste ricordiamo la conservazione della biodiversità, il controllo delle specie non indigene, la riduzione dell'eutrofizzazione e degli effetti da essa indotti, il mantenimento dell'integrità dei fondali, il controllo degli inquinanti nelle acque e nel biota, l'assenza di modifiche permanenti delle condizioni idrografiche. Tale Direttiva si pone quindi in stretto collegamento con la Direttiva 2000/60/CE e con il Piano di tutela delle acque, e ne costituisce il quadro di riferimento generale sul mare.



2.2.1 Qualità delle acque marine. Stato trofico attraverso l'indice TRIX

OBIETTIVO GENERALE PAER			Gestire in maniera integrata la fascia costiera e il mare					
INDICATORE	UNITÀ DI MISURA	DPSIR	FONTI DEI DATI	DISPONIBILITÀ DEI DATI	COPERTURA TEMPORALE DATI	STATO ATTUALE	TREND	LIVELLO MASSIMO DISAGGREGAZIONE DISPONIBILE
Qualità delle acque marine. Stato trofico attraverso l'indice TRIX	TRIX	S	ARPAT	+++	2001-2010			Corpo idrico significativo

Descrizione dell'indicatore

Il D.Lgs. n. 152/99 prevedeva che per la classificazione dello stato ecologico delle acque marine venisse utilizzato, in prima approssimazione, l'indice di stato trofico TRIX, che considera le principali componenti degli ecosistemi marini che caratterizzano la produzione primaria: nutrienti e biomassa fitoplanctonica.

$$\text{TRIX} = [\log_{10} (\text{Cha} \times \text{D}\% \text{O} \times \text{N} \times \text{P}) - (-1,5)] \div 1,2$$

Cha = clorofilla "a" [$\mu\text{g}/\text{dm}^3$]

D%O = ossigeno disciolto come deviazione % assoluta della saturazione [100-O₂D%]

N = azoto inorganico disciolto come somma di N-NO₂, N-NO₃ e N-NH₄ [$\mu\text{g}/\text{dm}^3$]

P = fosforo totale [$\mu\text{g}/\text{dm}^3$]

L'indice TRIX riassume in un valore numerico una combinazione di 4 variabili (ossigeno disciolto, clorofilla "a", fosforo totale e azoto inorganico disciolto) che definiscono, in una scala di valori da 1 a 10, le condizioni di trofia e il livello di produttività delle aree costiere.

I valori numerici di TRIX sono raggruppati in classi alle quali corrispondono delle condizioni di trofia e, conseguentemente, di trasparenza, ossigenazione, ecc. dell'ambiente marino costiero:

Elevato 2 - 4	Buono 4 - 5	Mediocre 5 - 6	Scadente 6 - 8
---------------	-------------	----------------	----------------

Nonostante che nel 2006 sia subentrata la nuova normativa in materia di tutela ambientale (D.Lgs. 152/06), che non contempla più questo indice, il Decreto 8 novembre 2010, n.260, inserisce nuovamente l'indice TRIX per utilizzarlo non

solo ai fini della valutazione del rischio eutrofico (acque costiere con elevati livelli trofici e importanti apporti fluviali), ma anche per segnalare scostamenti significativi dalle condizioni di trofia tipiche di aree naturalmente a basso livello trofico.

Ai fini dell'applicazione di tale indice, nella classificazione dello stato ecologico delle acque marino-costiere vengono riportati i valori di TRIX (espressi come valore medio annuo), ossia i limiti di classe tra lo stato buono e quello sufficiente, per ciascuno dei macrotipi individuati su base idrologica.

Macrotipo	Limiti di classe TRIX (Buono/Sufficiente)
1: Alta stabilità	5,0
2: Media stabilità	4,5
3: Bassa stabilità	4,0

Nella procedura di classificazione dello stato ecologico, il giudizio espresso per ciascun EQB (Elemento di Qualità Biologica) deve perciò essere congruo con il limite di classe di TRIX: in caso di stato ecologico "buono" il corrispondente valore di TRIX deve essere minore della soglia riportata in tabella per ciascuno dei tre macrotipi individuati. Qualora il valore del TRIX sia conforme alla soglia individuata dallo stato biologico, nell'esprimere il giudizio di stato ecologico si fa riferimento al giudizio espresso sulla base degli elementi di qualità biologica.

Nella tabella che segue si riportano i valori del TRIX rilevati nelle acque marine toscane dal 2007 al 2010: da evidenziare come nel 2010 i dati siano molto più numerosi rispetto agli altri anni perché calcolati nei punti previsti dalla Regione in base alla nuova normativa.



Punto	Codice	2007	2008	2009	2010
MARINA DI CARRARA	MC05		4,3	2,7	3,4
NETTUNO	NT05	4,1	4,2	5,2	4,9
FOCE ARNO	FA05	4,6	5,6	5,1	
FIUME MORTO	FM05				4,3
LIVORNO	LV02				3,3
ANTIGNANO	AT01	3,1	3,7	3,1	3,2
ROSIGNANO LILLATRO	RL05				3,2
MARINA DI CASTAGNETO	CS05	3,4	3,5	3,2	3,3
CARBONIFERA	CR05	3,5	4,0	3,4	3,2
FOCE BRUNA	FB02				3,3
FOCE OMBRONE	FO05	3,4	4,0	3,8	3,1
CALA DI FORNO	CF05				3,1
FOCE ALBEGNA	AL02				3,1
ANSEDONIA	AS05	3,4	4,1	4,6	3,5
ELBA NORD	EB01	3,7	3,2	2,7	
MONTECRISTO	MS01		3,2	3,8	

Tabella 1 Valori dell'indice di stato trofico TRIX rilevati nelle acque marine toscane dal 2007 al 2010

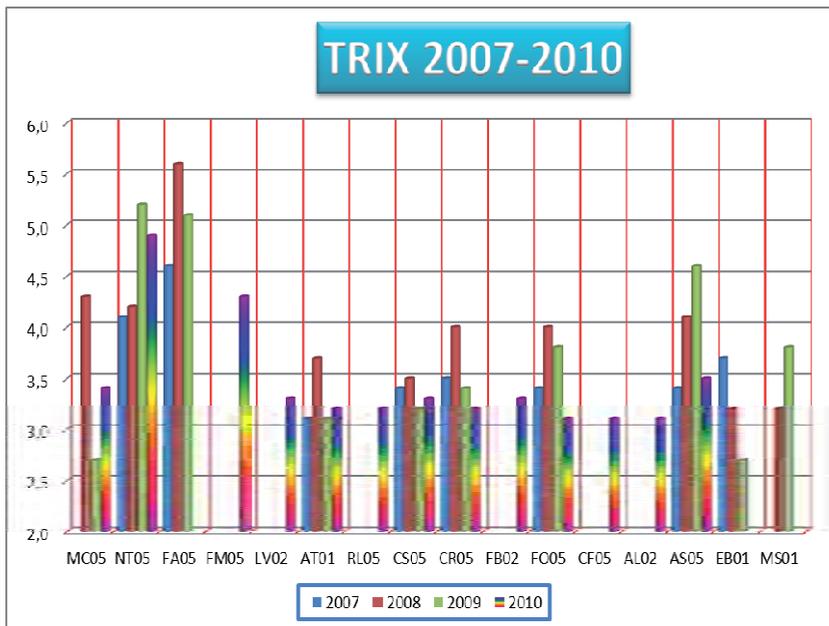


Figura 1 Andamento spaziale delle medie annuali dell'indice di stato trofico TRIX dal 2007 al 2010

Commento alla situazione e al trend

Sulla base dei risultati del monitoraggio effettuato dal 1997 al 2000 erano state individuate 14 aree della costa toscana, 12 delle quali critiche e 2 di riferimento. Nel corso del tempo, sia per novità normative, sia per adattamenti di tipo operativo e tecnico, il loro numero e la loro localizzazione è notevolmente variata.

Recentemente la Regione Toscana, con DGRT n.100 dell'08/02/2010, ha identificato per le acque costiere i 14 corpi idrici significativi sui quali basare le proprie politiche di tutela e gestione delle acque e, pertanto, è opportuno ricondurre comunque l'analisi a queste entità.

Per il periodo 2007-2010 l'andamento spaziale delle medie annuali dell'indice di stato trofico TRIX evidenzia che tutta la zona settentrionale tra le aree di Nettuno e Livorno, influenzata dagli apporti dell'Arno, è in uno stato trofico tra buono (TRIX 4-5) e mediocre (TRIX 5-6). Per tutta la restante costa, dal porto di Livorno ad Ansedonia, i valori di TRIX sono inferiori a 4, tipici di uno stato trofico elevato, con la sola eccezione della zona influenzata dalla laguna di Orbetello che per due anni (2008-2009) si è posizionata nello stato buono. Queste caratteristiche, tutte ben riconoscibili nei diversi anni considerati, mostrano andamenti sovrapponibili, come evidenziato nella Figura 2.

Nell'anno 2010 in tutte le stazioni monitorate si è riscontrato un valore di TRIX corrispondente a uno stato elevato (TRIX <4) o buono (TRIX <5).

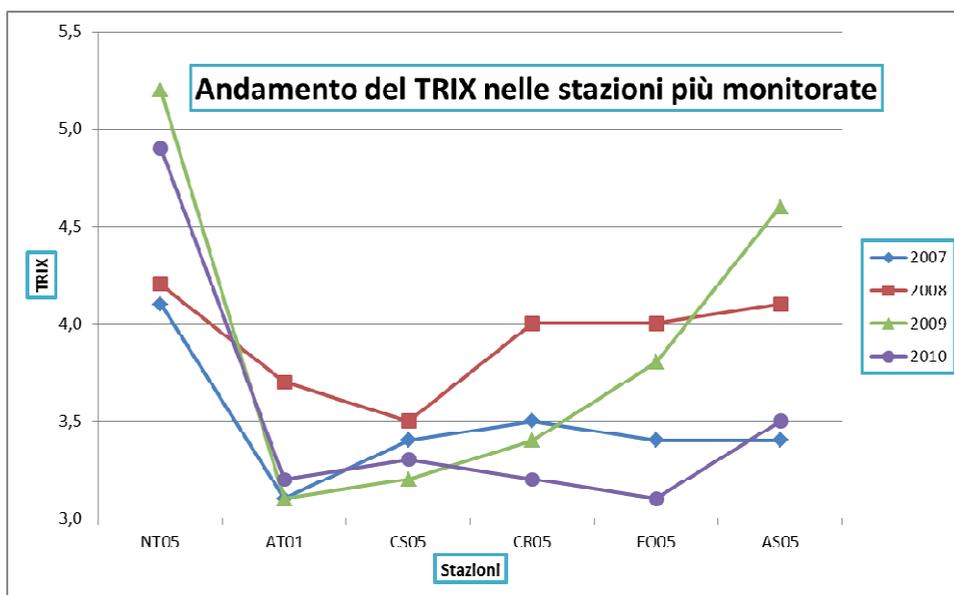


Figura 2 Andamento dell'indice di stato trofico TRIX per stazione dal 2007 al 2010

2.2.2 Qualità delle acque marine. Stato ecologico e stato chimico

OBIETTIVO GENERALE PAER				Gestire in maniera integrata la fascia costiera e il mare				
INDICATORE	UNITÀ DI MISURA	DPSIR	Fonte DEI DATI	DISPONIBILITÀ DEI DATI	COPERTURA TEMPORALE DATI	STATO ATTUALE	TREND	LIVELLO MASSIMO DISAGGREGAZIONE DISPONIBILE
Qualità delle acque marine. Stato ecologico	Classe	S	ARPAT	+++	2010		-	Stazione monitoraggio
Qualità delle acque marine. Stato chimico	Classe	S	ARPAT	+++	2010		-	Stazione monitoraggio

Descrizione degli indicatori

Si tratta di indicatori previsti dal DM 260/2010, che ha modificato il D.Lgs. 152/2006 in coerenza con la Direttiva 2000/60/CE, applicati per la prima volta in Toscana nel corso della campagna di monitoraggio 2010.

Stato ecologico: si ottiene dalla combinazione delle classificazioni ottenute dalla valutazione degli Elementi di Qualità Biologica (fitoplancton, macroinvertebrati bentonici, macroalghe, angiosperme) facendo prevalere il peggiore, dalla valutazione degli elementi fisico-chimici (TRIX) e idromorfologici, dalla valutazione delle concentrazioni medie rilevate di inquinanti chimici specifici che superano i valori limite nelle acque (Tab. 1/B del DM 260/2010) e nei sedimenti (Tab. 3/B del DM 260/2010).

Prevede 5 classi: elevato, buono, sufficiente, scarso, cattivo.

Stato chimico: deriva dagli esiti del monitoraggio (valori medi o massimi di soglia) delle sostanze prioritarie nelle acque (Tab. 1/A del DM 260/2010) e nei sedimenti (Tab. 2/A del DM 260/2010). Ogni stazione ha un proprio profilo di monitoraggio in base a quanto emerso dall'analisi del rischio. I gruppi di sostanze richieste risultano essere: composti aromatici, cloro benzeni, clorofenoli, cloro nitrobenzeni, ftalati, metalli, cloro alcani, cloro aniline, nonilfenoli, organo alogenati, organo stannici, poliBrDifenileteri, pesticidi.

Prevede due sole classi: buono e non buono.

Commento alla situazione e al trend

Acque marino costiere - Toscana - Classificazione e presentazione dello stato ecologico e dello stato chimico			Fitoplancton	Macroinvertebrati	Macroalghe (CARLIT)	Angiosperme (BiPo)	Coralligeno (ESCA)	TRIX	INQ. SPEC. (TAB 1B/3B)	STATO ECOLOGICO	STATO CHIMICO	INQUINANTE ELENCO PRIORITA' (TAB 1A/2A) OLTRE SOGLIA	
classif.	corpo idrico	stazione	RQE				CLASSE	STATO	SOSTANZA				
R	Costa Versilia	Marina di Carrara	E	B				B	S	Cr	S	NB	Hg, PBDE
PR	Costa del Serchio	Nettuno	B	B				S	S	Cr	S	NB	Hg, Ni, TBT
R	Costa Pisana	Fiume Morto	B	B				S	S	Cr	S	NB	Hg, Ni, TBT, PBDE
PR	Costa Livornese	Antignano	E	E			B	B	S	As, Cr	S	NB	Hg, Ni, Cd, TBT, BaP, PBDE
PR	Costa Livornese	Livorno	E	E	B	B	B	B	B		B	NB	Hg, Ni, TBT, β HCH, PBDE
R	Costa Follonica	Carbonifera	E	E				B	S	As, Cr	S	NB	Hg, Cd, Ni, TBT
PR	Costa del Cecina	Marina Castagneto	E	E				B			E	NB	Hg
PR	Costa del Cecina	Rosignano Lillatro	E	E			B	B	S	As, Cr	S	NB	Hg, Cd, Ni
PR	Costa Punt'Ala	Foce Bruna	E	E				B	S	As, Cr	S	NB	Hg, Cd, Ni
PR	Costa Ombrone	Foce Ombrone	E	E				B	S	As, Cr	S	NB	Hg, Cd, Ni, β HCH
PR	Costa Uccellina	Cala di Forno	E	E				B	S	As, Cr	S	NB	Hg, Cd, Ni
PR	Costa Albegna	Foce Albegna	E	E				B	S	As, Cr	S	NB	Hg, Cd, Ni
PR	Costa Burano	Ansedonia	E	E	E		B	B	S	Cr	S	NB	Hg, Cd
NR	Arcipelago	Montecristo	E		E		E						
NR	Costa Piombino	Salivoli				B							

Tabella 2 Sintesi della classificazione e presentazione dello stato ecologico e dello stato chimico delle acque marino costiere. Anno 2010

PBDE= Difenilieterebromato, TBT=Tributilstagno, BaP=benzo[a]pirene, β HCH=Beta-esaclorocicloesano. Classificazione R= a rischio ; PR= probabilmente a rischio; NR= non a rischio

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

Rappresentazione cromatica dello stato di qualità delle acque marino costiere

Gli elementi di qualità biologica risultano per tutta la costa Toscana in stato elevato/buono.

Per i corpi idrici Costa del Serchio e Costa Pisana i risultati sopra soglia degli elementi fisico chimici (TRIX) non confermano lo stato indicato dagli elementi di qualità biologica.

I risultati sopra soglia degli inquinanti chimici specifici identificano per tutti i corpi idrici indagati una classificazione di stato ecologico “sufficiente”.

Per i corpi idrici a rischio (R) 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.

Per i corpi idrici probabilmente a rischio (PR), trattandosi di monitoraggio di sorveglianza, la classificazione si basa sul valore medio dell’anno indagato. Alla luce dei risultati ottenuti, tutti i corpi idrici inizialmente classificati “PR” sulla base dell’analisi delle pressioni e degli impatti, sono da classificare “a rischio” e quindi da sottoporre a monitoraggio operativo.

Nella maggior parte dei casi, la classificazione di stato ecologico “sufficiente” dei corpi idrici indagati è condizionata dalla presenza “sopra soglia” di arsenico e cromo nei sedimenti. 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.

Lo stato chimico risulta “non buono” per tutti i corpi idrici indagati.

Anche in questo caso tutti i corpi idrici sono da classificare a rischio e quindi da sottoporre a monitoraggio operativo.

Per 5 corpi idrici indagati (Costa Versilia, Cecina, Punta Ala, Albegna, Burano) la classificazione è condizionata dalla presenza “sopra soglia” di mercurio, nichel e cadmio nei sedimenti e di mercurio nelle acque. 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) potrà essere riconsiderata a seguito di studi scientifici che possano dimostrare tale tesi.

2.2.3. Qualità delle acque marine. Fitoplancton e zooplancton

OBIETTIVO GENERALE PAER			Gestire in maniera integrata la fascia costiera e il mare					
INDICATORE	UNITÀ DI MISURA	DPSIR	FONTE DEI DATI	DISPONIBILITÀ DEI DATI	COPERTURA TEMPORALE DATI	STATO ATTUALE	TREND	LIVELLO MASSIMO DISAGGREGAZIONE DISPONIBILE
Qualità delle acque marine. Fitoplancton	Cell/L	S	ARPAT	+++	2001-2010		↔	Corpo idrico significativo
Qualità delle acque marine. Zooplancton	Ind./m ³	S	ARPAT	+++	2001-2010		↔	Corpo idrico significativo

Descrizione degli indicatori

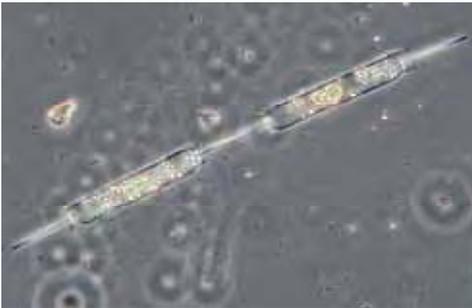
Il termine *plancton* significa “ciò che vaga” e indica tutti quegli organismi vegetali (fitoplancton) e animali (zooplancton) che vengono trasportati dalla corrente passivamente perché troppo piccoli o troppo deboli per opporvisi.

La crescita delle microalghe è connessa alla concentrazione dei nutrienti, azoto e fosforo, presenti nel mare: nel caso di un apporto importante di nutrienti si possono determinare le condizioni favorevoli per le fioriture (blooms), ovvero lo sviluppo di organismi appartenenti a una o più specie, tanto da determinare un cambiamento nella colorazione dell’acqua.

Queste fioriture, talvolta, possono avere gravi conseguenze sia per la salute dell’uomo, a causa della produzione di tossine, sia per l’ambiente, a causa di un eccessivo consumo di ossigeno successivo alla morte delle microalghe depositate sul fondo, o per lo sviluppo di mucillaggine.

Negli ecosistemi acquatici il fitoplancton ricopre un ruolo fondamentale. La produzione primaria fitoplanctonica costituisce un importante anello della catena alimentare nelle acque dolci e marine, garantendo il flusso di materia ed energia necessario per il mantenimento degli eterotrofi, che si nutrono a spese di sostanze organiche già elaborate da altri organismi. Il fitoplancton costituisce il cibo dello zooplancton erbivoro, il quale a sua volta è attivamente predato dallo zooplancton carnivoro e da pesci planctivori. Questi ultimi, a loro volta, sono preda dei grandi piscivori. Le dimensioni dello zooplancton sono estremamente varie, di grandezza compresa tra la frazione di millimetro e alcuni metri: il mesozooplancton comprende organismi di dimensioni comprese tra 0,2 e 20 mm. Può essere suddiviso anche in oloplancton, vale a dire quegli organismi che compiono tutto il loro ciclo vitale nell'ambiente pelagico (es. Copepodi), e in meroplancton, ovvero plancton temporaneo, generalmente composto da larve di organismi bentonici e particolarmente abbondante in acque costiere.

Lo zooplancton costituisce un anello importante nelle reti trofiche marine perché è il primo utilizzatore delle energie accumulate con i processi di fotosintesi e, al tempo stesso, rappresenta una rilevante fonte di cibo per il necton (pesci).



Fitoplancton



Zooplancton

Figura 3 *Fitoplancton diatomea Ditylum brightwellii*; *Zooplancton Copepode Isias clavipes*

Commento alla situazione e al trend

Nel periodo 2001-2010 il plancton totale presenta un andamento piuttosto irregolare, caratterizzato da due importanti diminuzioni di concentrazione negli anni 2003 e 2008 (Figura 4). Nel 2001 si osservano valori alti di densità per fitoplancton, dovuti essenzialmente alla presenza di fitoflagellati. In seguito i valori si assestano a concentrazioni più basse con minori oscillazioni.

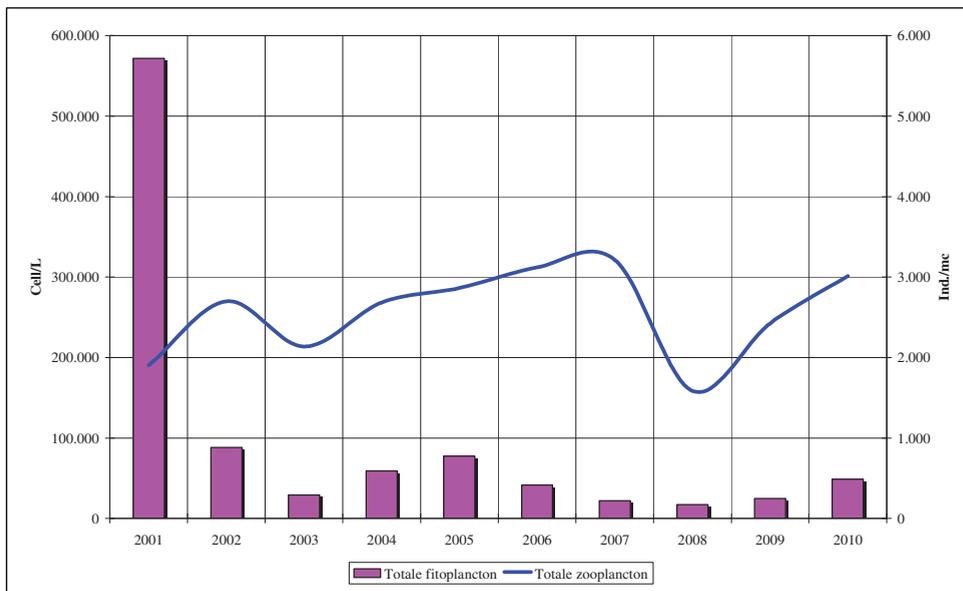


Figura 4 Andamento delle concentrazioni planctoniche lungo la costa Toscana. Anni 2001 -2010

Le componenti prevalenti per il fitoplancton (Figura 5) sono l'altro fitoplancton, caratteristico delle zone a nord della Toscana, e le diatomee, presenti tutto l'anno con picchi stagionali in tarda primavera e inizio autunno. I dinoflagellati sono presenti in concentrazioni molto basse che aumentano solo nel periodo estivo. Una maggior densità microalgale, per quanto notevolmente ridotta nel corso degli anni (Figura 6), caratterizza il tratto di mare compreso tra Costa del Serchio e Costa pisana. In particolare la stazione di Nettuno (Costa del Serchio) situata nei pressi dell'imboccatura del porto di Viareggio, allo sbocco del canale Burlamacca, nel corso degli anni ha sempre avuto una concentrazione algale media più alta di tutte le altre stazioni: la presenza di particolari raggruppamenti di Cyanophyceae di diatomee appartenenti al genere *Synedra* è probabilmente dovuta al fatto che in questa zona confluiscono le acque del canale Burlamacca, emissario del Lago di Massaciuccoli, indicato già in passato come sorgente di eutrofizzazione del mare antistante. Questo è confermato dall'inusuale e sporadico ritrovamento di *Prymnesium parvum*, un organismo produttore di ittiotossine e proveniente dal Lago di Massaciuccoli.

Per il mesozooplankton la componente prevalente (Figura 5) è data dai Copepodi, mentre i Cladoceri sono molto abbondanti solamente nei periodi estivi.

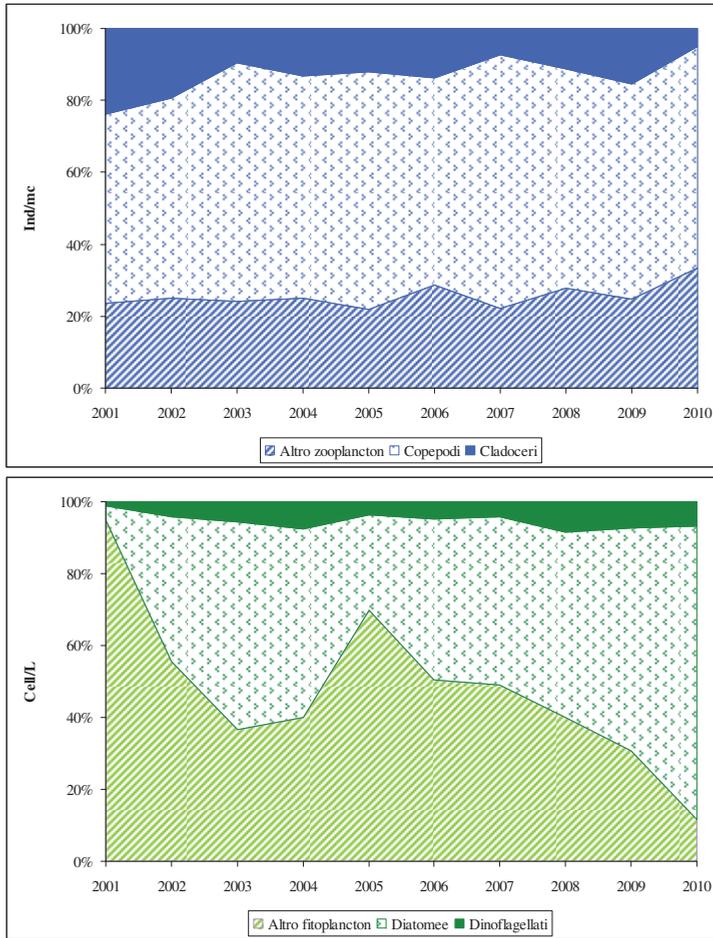


Figura 5 *Composizione del popolamento zooplanctonico (sopra) e fitoplanctonico (sotto)*

L'altro zooplankton, gruppo eterogeneo in cui afferisce tutto il meroplancton, presenta un andamento oscillante negli anni ma entro un *range* di valori piuttosto ristretto.

Considerando del tutto naturali le variazioni numeriche del periodo in esame, si può affermare che la situazione per le acque costiere toscane sia stabile o in leggero miglioramento.

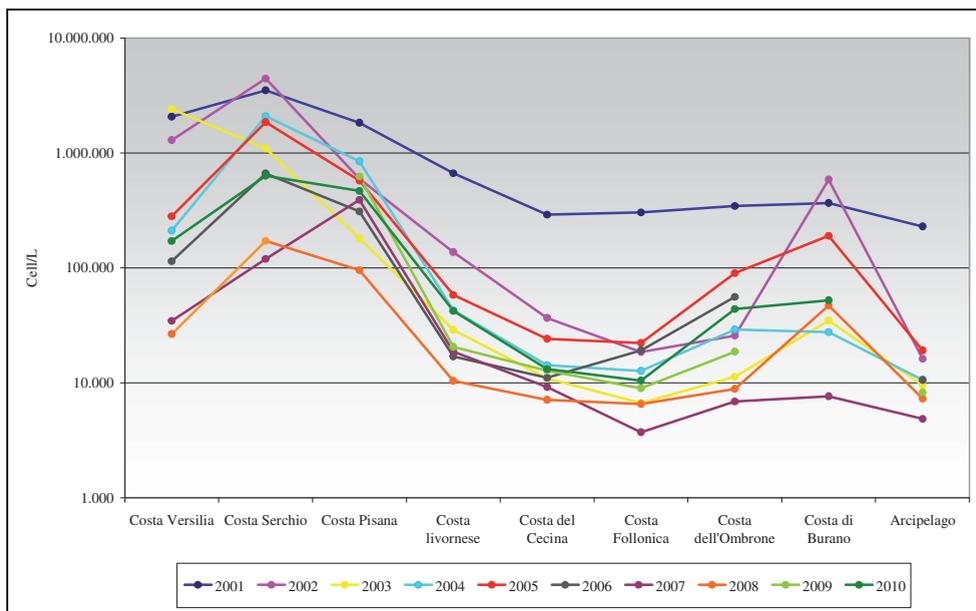
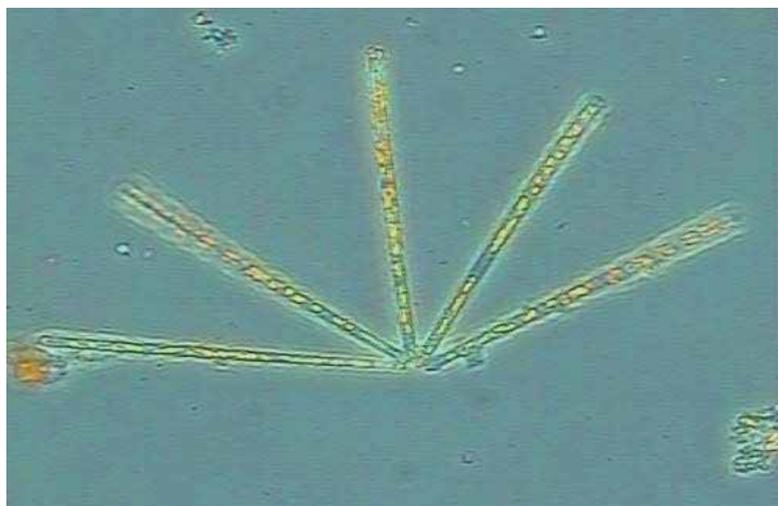


Figura 6 *Andamento del fitoplancton nelle diverse aree costiere toscane. Anni 2001-2010*



2.2.4 Qualità delle acque marine. Macroalghe e coralligeno

OBIETTIVO GENERALE PAER			Gestire in maniera integrata la fascia costiera e il mare					
INDICATORE	UNITÀ DI MISURA	DPSIR	FONTE DEI DATI	DISPONIBILITÀ DEI DATI	COPERTURA TEMPORALE DATI	STATO ATTUALE	TREND	LIVELLO MASSIMO DISAGGREGAZIONE DISPONIBILE
Qualità delle acque marine. Macroalghe e coralligeno	EQB	S	ARPAT	++	2008-2010			5 corpi idrici marini

Descrizione dell'indicatore

Il piano circalitorale del Mediterraneo è caratterizzato da un peculiare habitat noto come coralligeno, costituito da formazioni calcaree di origine biogenica, prodotte dall'accumulo di alghe rosse incrostanti appartenenti alla famiglia delle Corallinaceae. Tale habitat, estremamente produttivo, rappresenta un hotspot di biodiversità, ospitando sul proprio substrato una vasta gamma di organismi come alghe e invertebrati bentonici.

La classificazione dello stato ecologico del popolamento coralligeno si ottiene mediando i valori di EQR (Environmental Quality Ratio - Rapporto di Qualità Ecologica) dei Sensitivity level, numero di specie ed eterogeneità del sito.

Similmente, lungo la fascia costiera, viene realizzato il monitoraggio delle macroalghe con la tecnica del "Carlit".

I dettagli della metodologia usata sono riportati nella pubblicazione *The assessment of the ecological quality of coastal water through the concurrent use of different biological indicators*¹.

Commento alla situazione e al trend

La situazione del coralligeno è definita attraverso l'utilizzo dell'indice E.S.C.A. (Ecological Status Coralligenous Assemblages) che suddivide la qualità dello stato ecologico del coralligeno nelle cinque categorie riportate in Tabella 3, in cui il disturbo ambientale causato dalla pressione antropica è quantificato tramite il parametro EQB.

¹ Mancusi C., Cecchi E., Piazzì L., Ria M., Silvestri R., 2010. *The assessment of the ecological quality of coastal water through the concurrent use of different biological indicators*. Biol. Mar. Mediterr., 17(1): 171-172

EQB	Categoria ecologica	Disturbo
0,76-1	Elevato	Assente
0,61-0,75	Buono	Piccolo
0,41-0,60	Sufficiente	Moderato
0,21-0,4	Scarso	Alto
0-0,20	Pessimo	Severo

Tabella 3 *Suddivisione della qualità dello stato ecologico del coralligeno in cinque categorie*

Dai dati in possesso è risultato che l'area che presenta il valore di qualità dello stato ecologico del coralligeno più basso rispetto alle altre studiate è quella corrispondente al Romito, a Sud della città di Livorno.

Corpo idrico	Stazione	RQE	Categoria
Costa Livornese	Romito	0,68	Buono
Costa Livornese	Meloria	0,71	Buono
Costa del Cecina	Vada	0,70	Buono
Costa dell'Argentario	Argentario	0,58	Buono
Arcipelago toscano	Montecristo	0,95	Elevato

Tabella 4 *Stato ecologico dei corpi idrici esaminati (RQE=Rapporto della Qualità Ecologica) e corrispondente categoria ecologica*

Le analisi effettuate negli anni 2008-2010 evidenziano una tendenza positiva (Figura 7) che può essere associata a un reale miglioramento della qualità dello stato ecologico del coralligeno oppure a una normale fluttuazione dovuta all'elevata eterogeneità che questa biocenosi presenta su piccola scala.

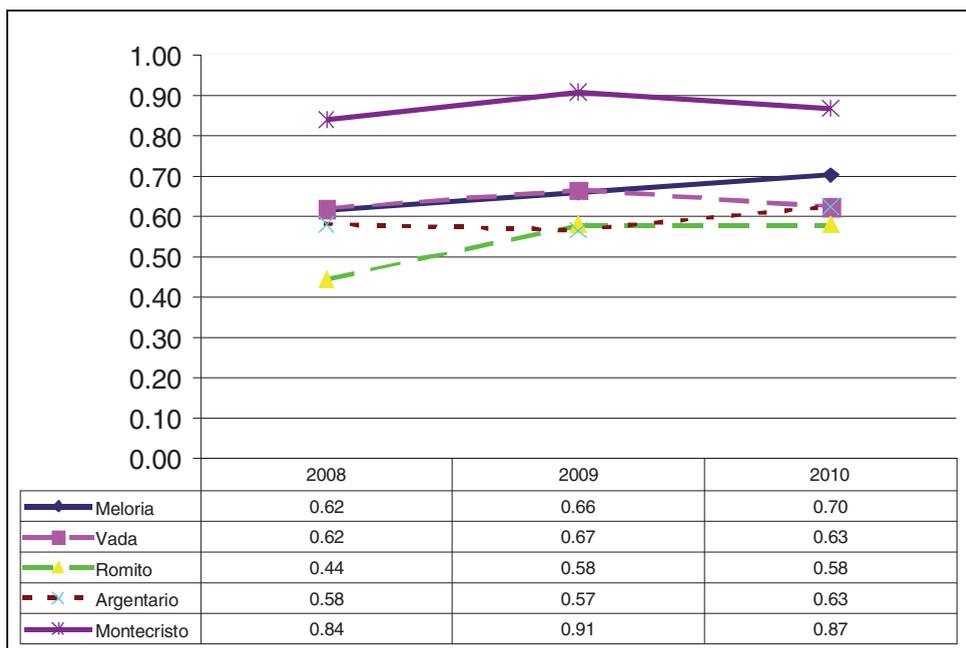


Figura 7 Analisi stato ecologico del coralligeno. Anni 2008-2010

L'analisi delle macroalghe tramite il Carlit è stato realizzato in tre corpi idrici marini.

Nella costa livornese l'area del Romito mostra un popolamento predominante costituito da *Cystoseira compressa*, anche se è evidente una variabilità su piccola scala all'interno dei settori, che alterna popolamenti con valori che oscillano da 6 a 12.

Nel promontorio dell'Argentario il popolamento predominante è costituito da *Lithophyllum byssoides* e *Cystoseira amentacea* 5. I valori di Sensitivity Level oscillano da 8 a 20 secondo un gradiente che segue l'asse Nord-Sud. Sembra perciò che allontanandosi dal porto di Santo Stefano i valori di popolamenti macroalgali presenti acquistino man mano in qualità ecologica.

Montecristo non presenta variazioni nei popolamenti presenti in quanto tutti sono caratterizzati dalla presenza di *Cystoseira amentacea* 5.

I risultati ottenuti evidenziano che il valore medio di sensitivity level del Romito è di 10,53, quello dell'Argentario di 16,06 mentre quello di Montecristo di 18,55. Sia nel promontorio dell'Argentario che nell'isola di Montecristo è stata segnalata la presenza costante, con formazione anche di un certo spessore, di *Lithophyllum byssoides*, alga incrostante di estremo valore ambientale, la cui distribuzione riteniamo debba continuare ad essere valutata attraverso un costante monitoraggio.

I valori di EQB finali nei tre siti monitorati sono riportati in Tabella 5. La categoria ecologica del Romito, essendo superiore al valore 0,6, corrisponde a uno stato di “buono”, mentre quella del Promontorio dell’Argentario e dell’isola di Montecristo, essendo il valore superiore a 0,8, corrisponde ad uno stato qualitativo “elevato”.

Associando i valori di stato ecologico a quelli di disturbo, si può concludere che il Romito presenta un disturbo limitato, mentre il promontorio dell’Argentario e l’isola di Montecristo hanno un disturbo pressoché assente.

Corpo idrico	Stazione	RQE	Categoria
Costa Livornese	Romito	0,68	Buono
Costa dell’Argentario	Argentario	1,05	Elevato
Arcipelago toscano	Montecristo	1,21	Elevato

Tabella 5 Valori di RQE (Rapporto della Qualità Ecologica) finali nei tre siti Costa livornese, Costa dell’Argentario, Arcipelago toscano e corrispondente categoria ecologica

2.2.5 Qualità delle acque marine. Macroinvertebrati bentonici

OBIETTIVO GENERALE PAER			Gestire in maniera integrata la fascia costiera e il mare					
INDICATORE	UNITÀ DI MISURA	DPSIR	FORNTE DEI DATI	DISPONIBILITÀ DEI DATI	COPERTURA TEMPORALE DATI	STATO ATTUALE	TREND	LIVELLO MASSIMO DISAGGREGAZIONE DISPONIBILE
Qualità delle acque marine. Macroinvertebrati bentonici	IDS	S	ARPAT	+++	2002-2010		-	Area di monitoraggio secondo normativa

Descrizione dell’indicatore

I fondali marini sono per la maggior parte coperti da sedimenti e costituiscono i fondi molli o mobili (sabbie, fanghi ecc.), mentre solo una piccola parte è costituita da rocce (fondi duri). La successione dei tipi di fondale è condizionata dalla diversa granulometria dei materiali che li compongono: ad esempio i granelli di sabbia hanno un diametro (e quindi un peso) superiore a quello delle particelle di fango e,

per questo, quando il detrito viene trasportato dal moto ondoso o dalle correnti, la sabbia si deposita sul fondo prima del fango. Procedendo quindi dalla costa verso il largo, in genere si ritrovano roccia, ciottoli, sabbia, fango, argilla, intervallati da fondi in cui due di queste componenti sono presenti in proporzioni diverse.

I fondi molli costituiscono dei sistemi di estremo interesse per la loro ampia distribuzione e per l'importanza e la varietà dei popolamenti bentonici che li colonizzano.

La composizione e la struttura delle comunità bentoniche di fondi mobili può essere utilizzata per caratterizzare le condizioni ambientali di aree da indagare e per classificare l'estensione di eventuali impatti ambientali. La caratterizzazione delle condizioni ambientali, generalmente, è basata su metodi quantitativi, mettendo in relazione il numero di specie e di individui prelevati con un'area di fondale conosciuta.

Per l'EQB Macroinvertebrati bentonici si applica l'Indice M-AMBI: si tratta di un indice multivariato che deriva da un'evoluzione dell'AMBI integrato con l'Indice di diversità di Shannon-Wiener e il numero di specie (S). La modalità di calcolo dell'M-AMBI prevede l'elaborazione delle suddette tre componenti con tecniche di analisi statistica multivariata. Per il calcolo dell'indice è stato utilizzato il software AMBI AZTI's Marine Biotic Index (version 4.0), applicato con l'ultimo aggiornamento disponibile della lista delle specie.

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.

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

Tabella 6 *Limiti di classe e valori di riferimento per i macroinvertebrati bentonici: macrotipo 3*

Commento alla situazione e al trend

La campagna di prelievo per i macroinvertebrati bentonici è stata eseguita nei mesi di luglio e agosto 2010. Le comunità macrozoobentoniche di tutte le stazioni monitorate sono caratterizzate da biocenosi delle Sabbie Fini Ben Calibrate.

I popolamenti sono caratterizzati, in particolar modo, dalla predominanza dei molluschi *Acanthocardia tuberculata*, *Neverita josephinia*, *Nassarius mutabilis*, *Spisula subtruncata*, *Tellina pulchella*, *Tellina fabula* e *Pharus legumen*, dei policheti *Euclymene oerstedii*, *Nephtys hombergii*, *Owenia fusiformis*, *Paradoneis armata*, *Prionospio caspersi* e *Spiophanes bombyx*, dei crostacei *Liocarcinus vernalis* e *Diogenes pugilator* e dell'echinoderma *Echinocardium cordatum*.

La stazione di Nettuno presenta invece molti più individui che però appartengono quasi esclusivamente a 2 specie di molluschi bivalvi, *Donax semistriatus*, *Venus casina*, denunciando una situazione di bassa ricchezza e diversità.

Nella stazione di Foce Ombrone, particolarmente significativa appare la presenza dell'Anfiosso (*Branchiostoma lanceolatum*), specie tipica della biocenosi delle Sabbie Grossolane e ghiaie fini sotto l'influenza di Correnti di Fondo e unica specie vivente nei mari italiani appartenente al subphylum dei Cefalocordati. Questa specie è considerata di particolare interesse, non solo per la sua posizione filogenetica, ma anche, e soprattutto, per le sue esigenze ecologiche. La sua presenza nel Mediterraneo è poco segnalata, molto spesso in aree di particolare interesse naturalistico e con marcato idrodinamismo.



	MC05	NT05	FM05	LV02	CS05	CR05	FB02	FO05	CF05	AL05	AS05
Acanthocardia tuberculata	0	0	0	3	0	0	3	0	3	0	3
Acteon tomatis	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	0
Ampelisca diadema	227	40	0	37	63	63	0	0	0	30	7
Amphipholis squamata	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
Amphiura filiformis	13	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0
Aonides oxycephala	0	0	13	0	0	0	7	0	0	0	0
Apeudes latreillii	183	3	247	123	67	0	30	30	0	80	0
Aricidea capensis bansei	7	0	37	0	0	0	7	3	10	3	0
Aspidosiphon muelleri	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0
Bela nebula	3	0	0	0	0	3	3	7	0	3	10
Branchiostoma lanceolatum	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0
Chamelea gallina	3	7	7	10	0	0	27	17	180	17	3
Cylichna cylindracea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
Dentalium vulgare	0	0	0	10	3	0	0	3	7	3	0
Diogenes pugilator	0	3	7	0	0	20	3	0	3	27	17
Donax semistriatus	0	2176	7	3	13	3	0	0	0	0	10
Dosinia lupinus	0	0	0	20	0	3	0	40	0	0	0
Echinocardium cordatum	0	0	0	3	0	3	7	0	0	0	13
Euclymene oerstedii	0	0	0	0	10	0	0	3	0	10	0
Gammarus sp.	93	0	173	0	10	43	30	0	23	13	160
Glycera alba	57	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0
Glycera rouxi	0	0	17	0	0	0	7	7	0	3	0
Glycera tridactyla	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	7
Iphinoe tenella	0	10	0	0	0	0	7	0	10	0	20
Isopoda indet.	0	10	43	0	0	47	10	0	7	0	57
Jasmineira elegans	43	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
Liocarcinus vernalis	0	0	0	0	0	0	3	0	3	20	3
Lucinella divaricata	3	0	0	37	23	43	0	27	7	103	113
Mactra stultorum	20	13	0	0	0	0	20	13	0	0	0
Mysella bidentata	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Mysta picta	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
Nassarius mutabilis	3	0	0	7	0	3	0	0	0	3	0
Nassarius pygmaeus	13	0	0	67	0	3	0	7	0	23	0
Natica hebraea	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Neverita josephinia	0	3	3	0	0	0	0	3	0	0	10
Nothria conchylega	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0
Ophiura ophiura	0	0	0	17	0	0	3	0	0	13	43
Owenia fusiformis	17	43	50	27	67	47	17	27	53	23	37
Pandora inaequalis	0	0	3	0	0	0	0	0	3	0	0
Paradoneis armata	0	0	40	13	0	0	7	0	0	0	0
Pectinaria koreni	0	33	0	0	7	0	0	0	0	0	10
Pharus legumen	100	73	17	7	43	3	23	3	7	0	0
Phascolion strombi	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
Philine aperta	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0	0
Pisa armata	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
Prionospio caspersi	0	27	0	0	3	0	0	0	0	0	7
Processa canaliculata	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	13
Smaragdia viridis	0	0	0	0	3	0	0	0	3	3	0
Solen marginatus	17	3	0	0	0	3	0	0	0	0	3
Spiophanes bombyx	0	30	0	0	3	0	0	0	0	0	3
Spisula subtruncata	40	0	0	57	0	40	57	3	0	17	0
Tellina fabula	33	17	3	67	23	137	7	43	13	47	123
Tellina pulchella	3	0	0	20	7	7	3	3	3	3	7
Thracia papyracea	0	0	7	3	0	7	0	0	0	10	33
Turbonilla rufa	0	0	0	0	3	3	3	0	0	0	0
Upogebia tipica	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Venus casina	0	2483	0	0	0	0	0	0	0	0	33

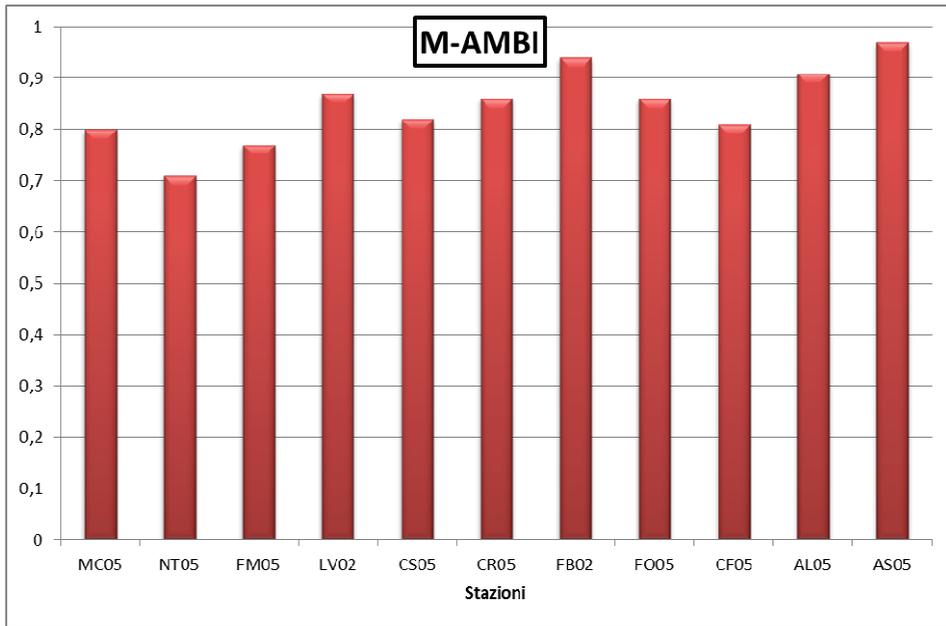


Figura 8 *M-AMBI dei macroinvertebrati bentonici. Anno 2010*

Dall'analisi dei risultati si evidenzia che tutti i corpi idrici monitorati ricadono, ai sensi del Decreto n. 260/2010, nella classe di stato ecologico ELEVATA/BUONA (RQE > 0,61) e che la maggior parte di essi (8 su 11) risulta classificata 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 forcella 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.

2.2.6 Inquinanti specifici in acque, sedimento e biota

OBIETTIVO GENERALE PAER			Gestire in maniera integrata la fascia costiera e il mare					
INDICATORE	UNITÀ DI MISURA	DPSIR	FONTE DEI DATI	DISPONIBILITÀ DEI DATI	COPERTURA TEMPORALE DATI	STATO ATTUALE	TREND	LIVELLO MASSIMO DISAGGREGAZIONE DISPONIBILE
Inquinanti specifici in acque, sedimento e biota	Concentrazione	S	ARPAT	++	2008-2010		-	13 corpi idrici marini

Descrizione dell'indicatore

La matrice acqua è stata indagata per numerosi gruppi di sostanze chimiche scelte in base allo studio di pressioni svolto precedentemente da ARPAT per l'individuazione dei tipi di monitoraggio da applicare ai vari corpi idrici.

Le sostanze indagate risultano essere: fitofarmaci, aromatici, cloroaniline, clorobenzeni, clorofenoli, ftalati, nonil-ottil fenolo, poli brdifenileteri, organoalogenati, TBT, IPA, Metalli (As, Cr, Ni, Hg, Pb, Cd), PCB totali, PCDD, PDF e PCBDS. Nel 2010 la campagna di campionamento dei sedimenti ha coinvolto 12 stazioni in cui le concentrazioni osservate sono state rapportate ai valori soglia. Lo standard di qualità del biota viene rilevato nei tessuti (con riferimento al peso umido); l'organismo bioaccumulatore di riferimento per le acque marino costiere è il mitilo (*Mytilus galloprovincialis*, Lamark, 1819).

Commento alla situazione e al trend

In tutti i corpi idrici risulta che i valori analitici delle sostanze prioritarie (P) e prioritarie pericolose (PP) - disciolte nella matrice acqua - sono al di sotto del limite soglia riportato nelle Tabelle 1/A e 1/B del DM 260/10: fa eccezione solo il mercurio, la cui presenza è una costante lungo tutta la costa toscana. Si evidenzia che i valori più alti del mercurio si hanno nei corpi idrici di Costa pisana e nelle due stazioni di Costa del Cecina: in particolare Rosignano Lillatro risulta avere una concentrazione di mercurio pari a 0,85 µg/L.

Dai risultati dei campionamenti di sedimento si evidenzia come i metalli ricercati siano al disopra del valore SQA-MA indicato dal DM 260/10, pur considerando uno scostamento pari al 20% dello stesso valore soglia. La stazione Antignano, inoltre, presenta valori al di sopra dello standard di qualità sia per il Benzo(a) pirene che per il TBT. Tutti gli altri parametri risultano con valori ampiamente all'interno degli standard di qualità.

Le analisi delle sostanze inquinanti relative alla matrice biota (mitili) sono state effettuate in 2 campionamenti, a marzo e a settembre 2010, in concomitanza con

i campionamenti per le acque a specifica destinazione funzionale di cui al D.Lgs.152/06 e s.m.i. (acque destinate alla vita dei molluschi, all.2 sezione C). Il dato riportato nella seguente Tabella è frutto della media dei due campionamenti. I valori rilevati per il mercurio sono tutti al di sopra del SQA-MA indicato per questo elemento; le concentrazioni di Esaclorobenzene sono invece sempre significativamente inferiori alla soglia.

Biota (<i>Mytilus galloprovincialis</i> , Lamark, 1819)			Mercurio	Esaclorobenzene
			SQA-MA: 20µg/kg	SQA-MA: 10µg/kg
O	Costa Versilia	Marina di Carrara	215	0,12
O	Costa Pisana	Fiume Morto	722	0,15
PR	Costa del Serchio	Nettuno	232	0,07
PR	Costa Livornese	Antignano	440	0,07
PR	Costa del Cecina	Marina di Castagneto	1.740	0,15
O	Costa Follonica	Carbonifera	356	0,07
PR	Costa Punt'Ala	Foce Bruna	478	0,98
PR	Costa Ombrone	Foce Ombrone	5.661	0,36
PR	Costa dell'Uccellina	Cala di Forno	1.253	0,12
PR	Costa Albegna	Foce Albegna	1.146	0,09
NR	Costa dell'Argentario	Porto S. Stefano	32.582	0,08
PR	Costa Burano	Ansedonia	875	0,05
NR	Arcipelago	Portoferraio	761	0,05

Tabella 7 Valori medi dei due campionamenti 2010 effettuati sulla matrice biota (polpa dei mitili)

2.2.7 Qualità delle acque marine. Designazione delle acque per la vita dei molluschi

OBIETTIVO GENERALE PAER			Gestire in maniera integrata la fascia costiera e il mare					
INDICATORE	UNITÀ DI MISURA	DPSIR	FONTE DEI DATI	DISPONIBILITÀ DEI DATI	COPERTURA TEMPORALE DATI	STATO ATTUALE	TREND	LIVELLO MASSIMO DISAGGREGAZIONE DISPONIBILE
Qualità delle acque marine. Designazione delle acque per la vita dei molluschi	Concentrazione	S	ARPAT	+++	2005-2010			corpo idrico significativo

Descrizione dell'indicatore

I criteri che seguono si applicano alle acque costiere e salmastre, sedi di banchi e popolazioni naturali di molluschi bivalvi e gasteropodi, designate come richiedenti protezione e miglioramento per consentire la vita e lo sviluppo dei

molluschi e per contribuire alla buona qualità dei prodotti della molluschicoltura destinati al consumo umano.

Le acque designate ai sensi dell'art. 87 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. si considerano conformi quando i campioni di tali acque, prelevati nello stesso punto per un periodo di dodici mesi secondo la frequenza minima prevista nella Tab. 1/C dell'Allegato 2 alla parte III del D.Lgs.152/06 e s.m.i., rispettano i valori e le indicazioni di cui alla medesima tabella per quanto riguarda:

- a) il 100% dei campioni prelevati per i parametri sostanze organo alogenate e metalli;
- b) il 95% dei campioni per i parametri di salinità ed ossigeno disciolto;
- c) il 75% dei campioni per gli altri parametri indicati.

Qualora la frequenza dei campionamenti, a eccezione di quelli relativi ai parametri sostanze organo alogenate e metalli, sia inferiore a quella indicata nella Tab. 1/C, la conformità ai valori e alle indicazioni deve essere rispettata nel 100% dei campioni.

Il superamento dei valori tabellari o il mancato rispetto delle indicazioni riportate nella Tabella 1/C non sono presi in considerazione se avvengono a causa di eventi calamitosi.

Commento alla situazione ed al trend

La Tabella 8 descrive il calcolo delle conformità per gli anni 2005 ÷ 2010, ed è stata elaborata tenendo conto di tutti i parametri analizzati, conformemente a quanto previsto dal D.Lgs. 152/06, art. 87, Tabella 1/C dell'Allegato 2 alla parte terza.

Sulla base dei risultati relativi al mercurio e ai coliformi fecali nell'anno 2010, il trend è da considerarsi negativo.



Nome	2005			2006			2007			2008			2009			2010					
	CF	Hg	Pb	Tot	CF	Hg	Pb	Tot	CF	Hg	Pb	Tot	CF	Hg	Pb	Tot	CF	Hg	Pb	Tot	
Pontile di Marina di Massa	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	NP	1
Nettuno - Molo Burlamacca	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	NP	1
Foce Fiume Morto	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	NP	1
Foce Arno sponda sud	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0		
Livorno porto Molo Piloti	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0		
Antignano - Il Boccale	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NP	1
Pontile Solvada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Marina di Cecina	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	NP	1
Carbonifera	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NP	1
Foce Bruna	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	NP	1
Foce Ombrone	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	NP	1
Cala di Forno																	1	1	0	NP	1
Foce Albegna																	0	1	0	NP	1
Porto Santo Stefano																	1	1	0	NP	1
Ansedonia - Canale Laguna	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	NP	1
Portoferraio - Terme di S. Giovanni									0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	NP	1

Tabella 8 Calcolo delle conformità per gli anni 2005 ÷ 2010

Legenda: 0 = conforme; 1 = non conforme; NP = parametro non eseguito

2.2.8 Densità dei fasci fogliari di *Posidonia oceanica*

OBIETTIVO GENERALE PAER			Gestire in maniera integrata la fascia costiera e il mare					
INDICATORE	UNITÀ DI MISURA	DPSIR	FONTE DEI DATI	DISPONIBILITÀ DEI DATI	COPERTURA TEMPORALE DATI	STATO ATTUALE	TREND	LIVELLO MASSIMO DISAGGREGAZIONE DISPONIBILE
Densità dei fasci fogliari di <i>Posidonia oceanica</i>	numero fasci/m ²	S	ARPAT	++	2001-2010			3 siti di rilevamento

Descrizione dell'indicatore

Il descrittore sintetico più utilizzato per definire una prateria è la densità, intesa come numero dei fasci fogliari al metro quadro ovvero, in termini intuitivi, il numero di piante per metro quadro. La misura della densità è effettuata contando i fasci presenti all'interno di quadrati di 40x40 cm di lato alla profondità di 15m e in corrispondenza del limite inferiore della prateria.

Commento alla situazione e trend

L'andamento della densità delle stazioni monitorate si è mostrato pressochè costante negli anni.

I risultati di densità della prateria di posidonia non mostrano una differenza significativa tra le praterie, in relazione sia alla dinamica del limite che delle variabili fenologiche.

I dati del monitoraggio delle praterie di posidonia sono stati analizzati soprattutto in relazione ai due siti di Livorno (Antignano) e Isola d'Elba (LI). Il terzo sito di Carbonifera risulta invece altamente impattato dall'attività di pesca; molti balise sono stati spostati o addirittura rimossi dagli attrezzi da pesca, come anche la sonda per il rilevamento dei dati di luce e temperatura. La densità della prateria registrata varia tra $339,7 \pm 27,2$ fasci/m² (media±errore standard, n=3) e $239,5 \pm 12,6$ fasci/m².

La valutazione dello stato ecologico, così come richiesto dalla Direttiva Europea 2000/60, implica l'impiego di diversi indicatori biologici. Lo stato ecologico deve essere valutato come un rapporto (Ecological Quality Ratio, EQR) tra i valori degli elementi biologici osservati. Intervalli di questi rapporti corrispondono a cinque classi di stato ecologico (elevato, buono, sufficiente, scarso e cattivo).

In via preliminare, sono stati utilizzati anche alcuni indici sviluppati più di recente, che forniscono una descrizione più esaustiva dello stato delle praterie di posidonia. Per le praterie di *P. oceanica* è stato utilizzato l'indice BiPo (Biotic index for Posidonia oceanica; Lopez y Rojo *et al.*, 2010).

Il sistema di classificazione BiPo, sviluppato nel laboratorio EqEL dell'Università di Corsica, si basa su 4 parametri: profondità del limite inferiore, tipo di limite inferiore, densità a 15m e superficie fogliare a 15m. Ogni parametro è valutato in base a una scala definita; le valutazioni sono poi normalizzate e integrate.



Nei lavori di intercalibrazione del tavolo tecnico su Posidonia tenuti da ISPRA (Olbia 2008, Roma 2009), l'indice BiPo era stato ritenuto uno dei sistemi utili (insieme all'indice Posware, sviluppato dal laboratorio di ecologia del Benthos della Stazione Zoologica di Napoli) alla definizione dello stato ecologico.

L'indice PREI (Posidonia oceanica Rapid Easy Index) risulta di più complessa applicazione e richiede il rilevamento del valore "biomassa degli epifiti", attualmente non disponibile.

Nella tabella seguente sono riportati i valori di EQR per la prateria di Posidonia oceanica secondo l'indice BiPo nelle due stazioni esaminate nel 2010.

Località	EQR
Isola d'Elba	0.60 (buono)
Antignano (Livorno)	0.65 (buono)

L'indice PREI dovrebbe essere applicato sistematicamente nei prossimi anni, una volta raccolti, a partire da agosto-settembre 2011, tutti i dati necessari per il suo calcolo durante i prossimi campionamenti di *P. oceanica*.

Nella Figura 9 è rappresentata la densità dei fasci fogliari di Posidonia oceanica rilevata presso le stazioni di Elba (E1, E2, E3) ed Antignano (A1, A2, A3) a 15 m di profondità.

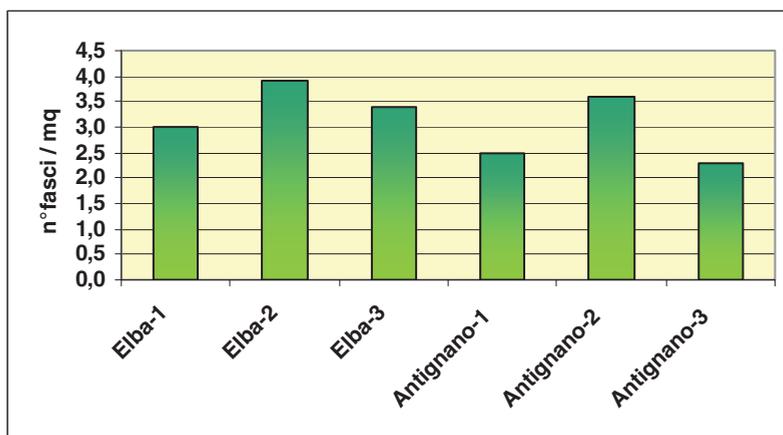


Figura 9 Densità dei fasci fogliari di *Posidonia oceanica* rilevata a 15 m di profondità presso le stazioni di Elba e Antignano. Fonte: ARPAT

2.2.9 Qualità delle acque di balneazione. Livello di idoneità alla balneazione e classificazione

OBIETTIVO GENERALE PAER			Gestire in maniera integrata la fascia costiera e il mare					
INDICATORE	UNITÀ DI MISURA	DPSIR	FORNTE DEI DATI	DISPONIBILITÀ DEI DATI	COPERTURA TEMPORALE DATI	STATO ATTUALE	TREND	LIVELLO MASSIMO DISAGGREGAZIONE DISPONIBILE
Qualità delle acque di balneazione. Livello di idoneità alla balneazione	%	S	ARPAT	+++	1990-2009	😊	↔	Comune
Qualità delle acque di balneazione. Classificazione	Classe di qualità	S	ARPAT	+++	2010 ²	😊	-	Area di balneazione

Descrizione degli indicatori

Nel corso del 2010, con il DM 30/3/10, è stato completato il recepimento della Direttiva 2006/7/CE e, a partire da giugno 2010, la Toscana ha applicato il D.Lgs.

² La classificazione viene fatta ogni anno a partire dal 2010 sulla base di elaborazioni statistiche dei dati di 4 anni (2007-2010)

116/08, che introduce significativi cambiamenti nel controllo delle acque di balneazione (parametri, limiti, frequenze di prelievo, valutazioni, aree, adempimenti, ecc.), introducendo, tra l'altro, una gestione integrata delle aree di balneazione e una classificazione delle acque, sulla base di andamenti statistici pluriennali. Dalla stagione balneare 2010, quindi, non è più possibile definire una idoneità alla balneazione, come definita dal DPR 470/82 e s.m.i., e neppure fare riferimento all'indicatore utilizzato finora (percentuale di punti risultati idonei ai sensi del DPR 470/82 e s.m.i. sul totale di quelli controllati alla fine di ogni stagione balneare³).

Del resto, però, la classificazione ai sensi del D.Lgs. 116/08 effettuata al termine del 2010 (utilizzando i dati, opportunamente elaborati, di 4 anni) può rappresentare solo una fotografia dell'attuale, non consentendo confronti con il passato. Per questo motivo si forniscono entrambe le informazioni (idoneità 2000-2009 e classificazione 2010).

Infine, a partire dalla stagione 2011, la Regione Toscana ha modificato tutto il sistema di controllo delle acque di balneazione, ridefinendo aree e punti di controllo, in accordo con ARPAT e Comuni, per meglio conciliare le esigenze gestionali (valutazione del rischio) con la tutela della salute e la protezione dell'ambiente.

Commento alla situazione e al trend

Idoneità alla balneazione

Dall'elaborazione dei risultati analitici dei campionamenti effettuati durante la stagione 2009 sono risultati idonei alla balneazione 363 punti su 370 (98,1%), e solo 7 non idonei per l'inizio della stagione 2010.

Tra i punti non idonei, si devono distinguere quelli localizzati in prossimità della foce del fiume Ombrone (punti n. 470 e 472), la cui idoneità, nel corso degli anni, è stata compromessa da alterazioni della colorazione e trasparenza delle acque, dovute prevalentemente a fattori di tipo naturale, piuttosto che a contaminazione batterica. Gli altri divieti temporanei sono determinati da situazioni di inquinamento che, come a San Vincenzo (Botro dei Marmi) e a Piombino (Canaletto), si sono verificate spesso negli ultimi anni, segnalando problemi non risolti di depurazione e collettamento, mentre episodi saltuari riguardano S. Andrea (Fosso dei Marconi) all'Elba e Orbetello (Traliccio ENEL e La Tagliata).

³ La stagione balneare inizia il 1° maggio e termina il 30 settembre di ogni anno, con prelievi preliminari anche ad aprile

Provincia	Punti di controllo idonei a fine stagione									
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Massa Carrara	90.5%	95.2%	90.5%	85.7%	90.5%	95.0%	90.0%	95.0%	95.0%	100.0%
Lucca	100.0%	93.8%	93.8%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
Pisa	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
Livorno	96.4%	98.0%	97.9%	99.0%	98.5%	100.0%	97.9%	100.0%	99.0%	98.4%
Grosseto	100.0%	100.0%	98.2%	97.3%	98.3%	98.3%	97.4%	98.3%	96.6%	96.6%
Firenze	NP	NP	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	85.7%	100.0%	100.0%
TOTALE	97.6%	98.4%	97.6%	97.8%	98.1%	99.2%	97.6%	98.9%	98.1%	98.1%

Tabella 9 *Punti idonei alla balneazione (DPR 470/82) alla fine di ogni stagione balneare dal 2000 al 2009.* Fonte: ARPAT

Da notare che alla fine della stagione 2009 il litorale apuano aveva raggiunto, per la prima volta, la completa idoneità, cosa che, insieme alla conferma della Versilia fino a Marina di Pisa, rendeva la costa settentrionale tutta balneabile.

In uno sguardo d'insieme, pur con qualche lieve variazione nel corso degli anni, il bilancio regionale sul controllo delle acque di balneazione è costantemente più che soddisfacente con una percentuale di zone balneabili sempre superiore al 97% in tutta la Toscana.

Classificazione delle acque di balneazione

Come già sottolineato, l'applicazione della nuova normativa in materia (europea e nazionale) ha comportato varie modifiche, sostituendo i parametri da controllare con 2 di tipo microbiologico (*Escherichia coli* ed enterococchi intestinali), modificando i limiti e introducendo una nuova elaborazione (90° o 95° percentile su 4 anni) per arrivare a una suddivisione in 4 possibili classi di qualità delle acque: eccellente, buona, sufficiente, scarsa. Utilizzando, quindi, i dati della stagione 2010 insieme a quelli equivalenti (coliformi fecali e streptococchi fecali) dei 3 anni precedenti (2007-2009), è stato possibile attribuire una classe di qualità a tutti i punti controllati nel 2010.

Come già risultava dall'idoneità alla balneazione, la classificazione evidenzia una qualità "eccellente" in circa il 93% delle acque di balneazione della Toscana e tale percentuale arriva a oltre il 98% se consideriamo quelle di "buona" qualità. Solamente 5 punti risultano in classe "sufficiente" e 2 in "scarsa", uno in Versilia, nei pressi del Fosso dell'Abate (tra Camaiore e Viareggio) e uno a Piombino (Canaletto); quest'ultimo è in via di miglioramento.

Provincia	Classe di qualità (D.Lgs 116/08)			
	Eccellente	Buona	Sufficiente	Scarsa
Massa Carrara	95.0%	5.0%	0.0%	0.0%
Lucca	81.3%	12.5%	0.0%	6.3%
Pisa	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Livorno	93.7%	3.7%	2.1%	0.5%
Grosseto	92.3%	6.8%	0.9%	0.0%
Firenze	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%
TOTALE	93.2%	4.9%	1.4%	0.5%

Tabella 10 *Classificazione ai sensi del D.Lgs. 116/08 delle acque di balneazione in Toscana alla fine della stagione balneare 2010 (dati 2007-2010). Fonte: ARPAT*

2.2.10 Qualità delle acque di balneazione. Indice di qualità batteriologica (IQB)

OBIETTIVO GENERALE PAER			Gestire in maniera integrata la fascia costiera e il mare					
INDICATORE	UNITÀ DI MISURA	DPSIR	FONTE DEI DATI	DISPONIBILITÀ DEI DATI	COPERTURA TEMPORALE DATI	STATO ATTUALE	TREND	LIVELLO MASSIMO DISAGGREGAZIONE DISPONIBILE
Qualità delle acque di balneazione. Indice di qualità batteriologica (IQB)	IQB	S	ARPAT	+++	1990-2009			Comune

Descrizione dell'indicatore

È un indice di tipo indiretto, ovvero che non misura direttamente il livello qualitativo della risorsa acque di balneazione ma ne fornisce una lettura attraverso gli effettivi livelli di stress a cui questa è sottoposta.

I parametri che determinano la qualità delle acque di balneazione sono prevalentemente quelli batteriologici, che servono per valutare la potenziale pericolosità delle acque per la salute pubblica, attraverso la presenza di indicatori

(batteri) di contaminazione fecale delle acque. L'indice di qualità batteriologica (IQB) viene elaborato considerando, appunto, le concentrazioni di questi indicatori, in riferimento ai limiti normativi, alla frequenza di distribuzione e alla eventuale compresenza. Pesando opportunamente i diversi aspetti si ottiene, per ciascun punto, comune o provincia in un anno, un punteggio (compreso tra -65 e +150), che viene, a sua volta, tradotto in classe di qualità (nulla a che vedere con la "classificazione" ex D.Lgs 116/08) delle acque di balneazione.



Considerando, però, le modifiche normative intervenute, tale indice può essere elaborato solo fino al 2009, dovendo tenere in considerazione i cambiamenti negli indicatori fecali e nei limiti di riferimento. Inoltre, essendo stata introdotta per legge (D.Lgs. 116/08) una classificazione delle acque di balneazione, l'utilizzo dell'IQB potrebbe generare confusione e, per certi aspetti, a partire dalla stagione 2010 può essere ritenuto superfluo.

Commento alla situazione e al trend

Il quadro sintetico dei risultati aggiornati al 2009 mostra una tendenza, a partire dal 2005, a un peggioramento della qualità delle acque di balneazione per quel che riguarda la qualità batteriologica, dopo che nei primi anni 2000 si erano raggiunti i livelli di miglior qualità.

Questa tendenza, più evidente per il litorale di Lucca e Pisa, fa sì che nessun tratto raggiunga il livello incontaminato nel 2009.

Il tratto versiliese conferma il dato negativo del 2008, collocandosi, insieme a quello apuano (MS), tra le acque "contaminate", dove, cioè, le pressioni antropiche (abitanti, industrie, turismo, ecc.) non sono sufficientemente mitigate dal sistema depurativo.

Il litorale pisano peggiora decisamente nell'ultimo anno, raggiungendo la costa livornese (isole escluse) nel livello mediocre, mentre sostanzialmente invariati negli ultimi anni sono il litorale grossetano e le isole dell'Arcipelago (sufficiente).

Le differenze tra l'IQB e gli altri indicatori per le acque di balneazione sono dovute, principalmente, al significato più ambientale che sanitario dell'IQB, non avendo a riferimento dei limiti normativi (di tutela della salute), ma partendo dal fatto che la presenza, anche minima, di batteri fecali nelle acque costiere sia da considerare come estranea all'ambiente e indicativa di contaminazione.

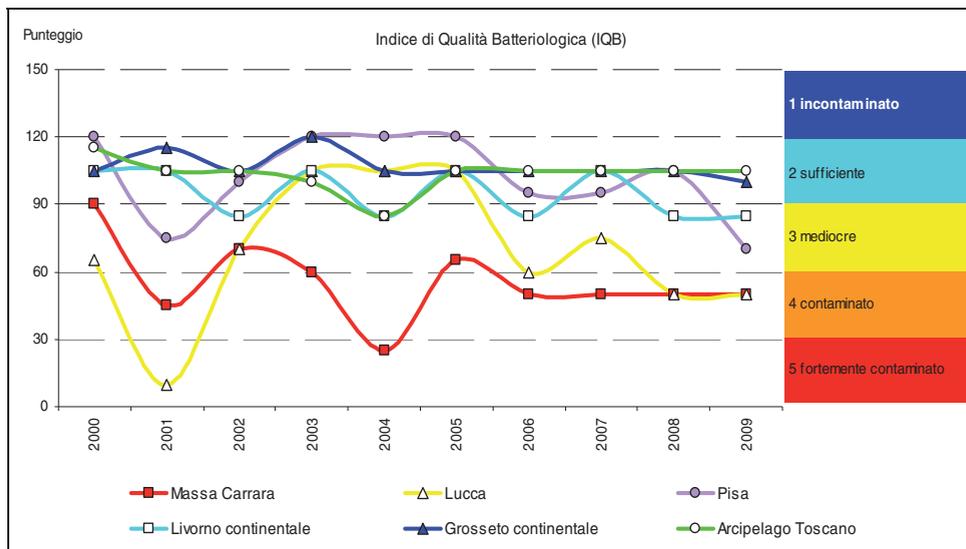


Figura 10 *Indice di Qualità Batteriologica (IQB) delle acque di balneazione in Toscana dal 2000 al 2009*

2.2.11 Lunghezza dei tratti di spiaggia in erosione

OBIETTIVO GENERALE PAER				Gestire in maniera integrata la fascia costiera e il mare				
INDICATORE	UNITA' DI MISURA	DPSIR	FOENTE DEI DATI	DISPONIBILITÀ DEI DATI	COPERTURA TEMPORALE DATI	STATO ATTUALE	TREND	LIVELLO MASSIMO DISAGGREGAZIONE DISPONIBILE
Lunghezza dei tratti di spiaggia in erosione	Km	S	Regione Toscana (CreStDiL)	++	1984-2005	😊	↔	Zone omogenee

Descrizione dell'indicatore

L'indicatore in oggetto prende in esame il trend evolutivo della costa toscana a seguito dell'analisi del fenomeno di erosione costiera, monitorando così l'eventuale aumento o diminuzione della fruibilità del litorale in rapporto alla sua evoluzione. Tale indicatore risulta strettamente legato ai km di costa interessati dagli interventi di recupero e riequilibrio del litorale.

Commento alla situazione e al trend

La Toscana ha 207 chilometri di litorale sabbioso, 16 circa dei quali sono caratterizzati da erosione con un tasso superiore a 2 m/anno.



Da questo calcolo sono esclusi circa 8 km di costa costituiti da spiagge protette da scogliere aderenti a ridosso dei centri abitati e vie di comunicazione, o che ospitano strutture portuali. I km di costa interessati da fenomeni erosivi sono circa il 41% dell'intero litorale, contro il 42% in avanzamento e il 17% stabile.

Rispetto al periodo precedente (1973-1984) si è riscontrato comunque un modesto trend positivo (aumentano i km di spiaggia stabile e diminuiscono quelli in erosione).

Questo però non garantisce un corrispettivo aumento areale della spiaggia emersa.

2.2.12 Variazione areale della spiaggia emersa

OBIETTIVO GENERALE PAER			Gestire in maniera integrata la fascia costiera e il mare					
INDICATORE	UNITA' DI MISURA	DPSIR	FORNITORE DEI DATI	DISPONIBILITÀ DEI DATI	COPERTURA TEMPORALE DATI	STATO ATTUALE	TREND	LIVELLO MASSIMO DISAGGREGAZIONE DISPONIBILE
			Variazione areale della spiaggia emersa	mq	S	Regione Toscana (CreStDiL)	++	1984-2005

Descrizione dell'indicatore

L'indicatore in oggetto prende in esame il trend evolutivo della costa toscana, suddiviso in zone omogenee, in particolare la tendenza all'erosione o all'avanzamento del litorale toscano in relazione ai rilievi della linea di riva effettuati fino al 2005 e confrontati con la situazione del 1984. La variazione areale intervenuta in questo periodo è pari a - 431.000 mq.

Commento alla situazione e al trend

Dei 207 km di spiaggia toscana le spiagge in avanzamento, in genere, registrano tassi di variazione di pochi centimetri all'anno, mentre quelle in erosione subiscono arretramenti della linea di riva che, in molti casi, superano i 2 metri all'anno.

Per questo, sebbene i tratti in avanzamento siano più estesi di quelli in erosione, complessivamente il litorale toscano nell'ultimo decennio ha perso circa 147.000 mq di spiaggia.

I tratti in cui il processo è più intenso sono quelli situati in prossimità delle foci fluviali, dove il notevole apporto sedimentario dei secoli scorsi aveva garantito la crescita di cuspidi protese in mare (delta). La drastica riduzione di questo apporto, dovuta alle riforestazione dei bacini idrografici, alla riduzione del dissesto idrogeologico, alla costruzione di dighe e briglie lungo i fiumi, nonché all'estrazione di sabbia e ghiaia dagli alvei fluviali, ha determinato l'erosione di queste cuspidi deltizie.

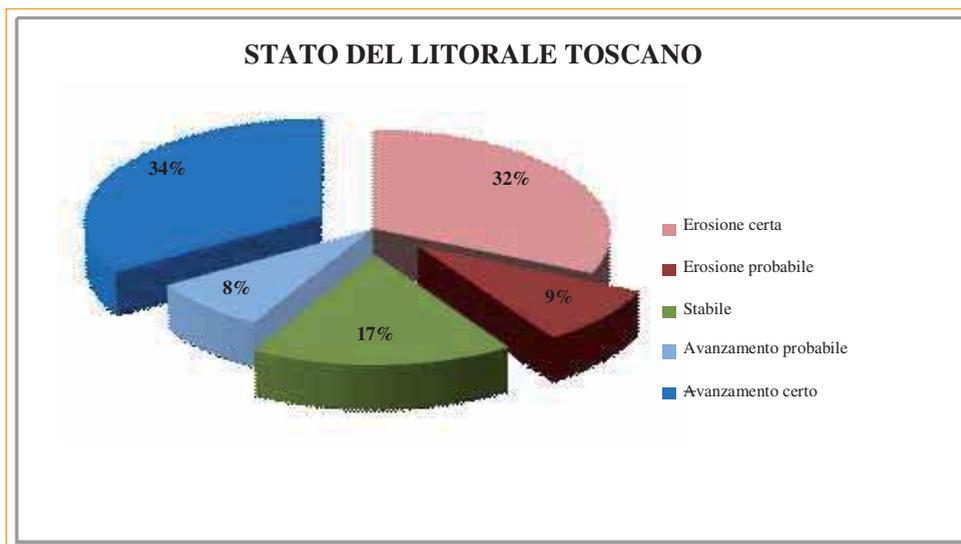


Figura 11 *Stato di erosione del litorale toscano (dato aggiornato al 2005)*

2.2.13 Km di costa interessati da interventi di protezione

OBIETTIVO GENERALE PAER			Gestire in maniera integrata la fascia costiera e il mare					
INDICATORE	UNITA' DI MISURA	DPSIR	FONTE DEI DATI	DISPONIBILITÀ DEI DATI	COPERTURA TEMPORALE DATI	STATO ATTUALE	TREND	LIVELLO MASSIMO DISAGGREGAZIONE DISPONIBILE
Km di costa interessati da interventi di protezione	Km	S/R	Regione Toscana	+++	2003-2010			Area interessata da ogni singolo intervento

Descrizione dell'indicatore

L'indicatore in oggetto prende in esame il trend evolutivo della costa toscana a seguito degli interventi di difesa. Si tratta in particolare dei km di costa che dopo tali interventi sono stati messi in sicurezza da eventuali mareggiate, e hanno altresì raggiunto l'obiettivo di una migliore fruizione dell'arenile. L'aumento dei km di costa protetti segue la tendenza dei vari interventi di difesa realizzati dal 2003 a tutto il 2010.

Commento alla situazione e al trend

Nel 2003 la Regione Toscana, con il programma straordinario degli investimenti di difesa del litorale, ha finanziato una serie di interventi di recupero e riequilibrio della costa.

Negli anni precedenti la difesa dei centri abitati e delle infrastrutture era stata affidata generalmente a scogliere aderenti, mentre dove era prioritario l'uso balneare delle costa erano stati preferiti pennelli e scogliere parallele distaccate da riva. In molti casi queste opere non hanno ottenuto i risultati sperati, mentre hanno comunque incentivato l'erosione delle spiagge sottoflutto. E' per questo che nel Programma degli interventi finanziato dalla Regione Toscana vengono privilegiati gli interventi morbidi con strutture sommerse e ripascimento artificiale, ponendo fra gli obiettivi dei progetti anche la tutela dei tratti costieri adiacenti alle zone d'intervento e la conversione delle vecchie scogliere di difesa in opere più sostenibili, oltre alla realizzazione di un programma di monitoraggio geomorfologico e sedimentologico del litorale per valutare l'efficacia degli interventi a scala di unità fisiografica.

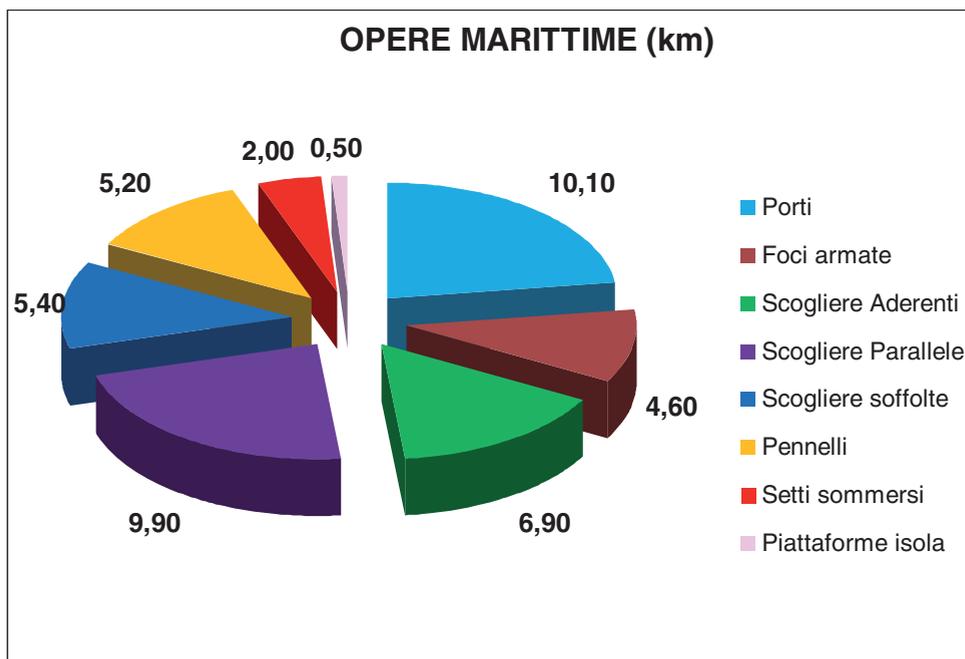


Figura 12 *Lunghezza complessiva delle opere marittime (dato aggiornato al 2010)*

