

Nel periodo di Gennaio - Febbraio, a seguito di aumenti di portata fluviale sia dal bacino padano che dai bacini minori, si sono sviluppate in tutta l'area costiera fioriture microalgali. Analogamente a quanto si è verificato negli anni scorsi nel medesimo periodo, la fioritura microalgale è stata determinata dalla diatomea Skeletonema costatum che ha raggiunto valori superiori a 15.000.000 cellule/L. L'elevata biomassa microalgale ha determinato valori di sovrassaturazione di ossigeno disciolto in superficie, anomale colorazioni delle acque e riduzione della trasparenza. Le basse temperature (4,8 °C) e la struttura della colonna d'acqua instabile sono stati gli elementi che hanno limitato gli effetti della fioritura sull'ecosistema costiero.

Agli inizi di Febbraio, a seguito di forti mareggiate, il fenomeno eutrofico si è dissolto ma dalla seconda decade si è avuta una nuova intensificazione con livelli di biomassa microalgale elevati dovuti sempre alla diatomea Skeletonema costatum. I valori più elevati di biomassa microalgale si sono registrati nella parte meridionale della costa con 20,3 µg/L di clorofilla "a".

Nel mese di Marzo tale condizione di trofia si è progressivamente ridotta come estensione localizzandosi nella parte settentrionale della costa emiliano-romagnola, in particolare nell'area prossima al delta padano direttamente influenzata dagli aumenti di portata del fiume Po.

Fino alla seconda decade di Aprile apporti di acqua dolce dai bacini costieri e soprattutto dal bacino padano hanno investito la parte settentrionale della costa che ha presentato di conseguenza bassi valori di salinità, ridotta trasparenza ed indici di biomassa microalgale elevati. Solo l'instaurarsi di condizioni meteo-marine, caratterizzate da venti spiranti in prevalenza dai quadranti meridionali e da un accentuato idrodinamismo, hanno operato un ricambio delle acque costiere favorendo la progressione di acque profonde dal bacino meridionale, con un generale rialzo dei valori di salinità e dissolvimento della condizione eutrofica. A fine mese, a seguito di consistenti immissioni fluviali dal delta padano, si sono generati nuovi aumenti di biomasse microalgali, con predominanza di diatomee. A differenza dei mesi precedenti, la fioritura microalgale che si è manifestata con colorazione verde marrone delle acque superficiali, è stata determinata prevalentemente dalla Chaetoceros sp. Nella zona compresa tra il delta del Po e Ravenna le concentrazioni di clorofilla "a" hanno raggiunto un valore medio di 91,8 µg/L. A seguito di una fase di attenuazione dei fenomeni, favorita dallo spirare di venti dai quadranti meridionali si sono registrate dalla prima decade di Maggio, in concomitanza a picchi di portata fluviale padana, intense fioriture microalgali che hanno interessato soprattutto

l'area settentrionale. La formazione di marcate stratificazioni aline, indotte dalla presenza superficiale di acque fluviali e da un discreto incremento della temperatura delle acque superficiali ha provocato nelle acque di fondo della zona settentrionale i primi casi di sottosaturazione dell'ossigeno disciolto. Le mareggiate del periodo hanno contribuito più volte ad attenuare il fenomeno eutrofico.

Anche nel mese di Giugno le fioriture microalgali si sono sviluppate prevalentemente a ridosso del delta padano e nell'area settentrionale. Le rimanenti zone (centrale e meridionale) sono state in genere caratterizzate da buone condizioni chimico-fisiche, con elevata trasparenza e salinità e bassi indici di biomassa microalgale, evidenziando una tendenza al miglioramento Nord-Sud.

In generale nel mese di Luglio si sono evidenziate buone condizioni chimico-fisiche e biologiche. Gli incrementi di biomassa microalgale associati a riduzione della trasparenza sono rimasti circoscritti nelle zone limitrofe al delta padano. Nelle medesime si sono verificati casi di ipossia/anossia. Un ruolo rilevante nel ripristinare buone condizioni è stato svolto più volte, ad inizio e fine mese, dallo spirare di venti in prevalenza da Est-Nord Est e dal conseguente discreto idrodinamismo.

Anche nel mese di Agosto il perdurare di condizioni meteo-marine favorevoli, quali lo spirare di venti dai quadranti meridionali ed il conseguente discreto idrodinamismo che ne è conseguito (in concomitanza allo scarso apporto fluviale) ha contribuito a mantenere nelle acque costiere buone condizioni fisico chimiche e biologiche, con elevata salinità, bassi indici di biomassa microalgale e valori di ossigeno disciolto nella norma.

Nella prima decade di Settembre aumenti di portata fluviale dal bacino padano e dai fiumi minori hanno determinato l'abbassamento della salinità in particolare nell'area settentrionale. In quest'ultima si sono sviluppate fioriture microalgali dovute in prevalenza a diatomee e si è generata una diffusa condizione di ipossia. Solo lo spirare di venti dai quadranti meridionali ha contribuito al ricambio delle acque costiere, con un rientro nella norma dei valori dell'ossigeno disciolto.

Ad inizio Ottobre sono ricomparsi nella zona settentrionale della costa localmente, in corrispondenza dei porti-canale e degli sbocchi fluviali, incrementi di biomassa microalgale. Solo dopo la ultima decade del mese, a seguito di apporti fluviali dal bacino padano, tutta la fascia costiera è stata interessata da un'intensa condizione di eutrofizzazione, con fioriture microalgali sostenute prevalentemente dalla diatomea Chaetoceros. Tali fioriture si sono manifestate con colorazioni verde-marrone delle acque superficiali ed hanno interessato anche le stazioni al largo con casi diffusi di ipossia nella

zona settentrionale e stati localizzati di anossia nella zona centrale della costa. L'instaurarsi a fine mese di condizioni meteo-marine, caratterizzate da venti spiranti dai quadranti meridionali e da forte moto ondoso, ha contribuito al dissolvimento della condizione eutrofica ed al ricambio delle acque costiere con acque di fondo (di provenienza dal bacino meridionale) a più elevata salinità e più calde.

Per quasi tutto il mese di Novembre, a causa di continui e cospicui sversamenti fluviali dal delta padano, in particolare e dai bacini costieri minori, i valori di salinità si sono mantenuti bassi in tutta l'area costiera. Il permanere di marcate stratificazioni aline (per la presenza di acque dolci in superficie) in concomitanza a stabilità meteo-marina ha determinato isolamento delle acque di fondo con la formazione di una diffusa condizione di anossia nella zona prossima al delta padano e stati ipossici nelle rimanenti aree. A livello di fauna bentonica tali condizioni hanno indotto sofferenze degli organismi di fondo poco mobili con episodi di morie di vongole (Chamelea gallina) sono stati segnalati dal comparto della mitilicoltura. Solo a fine Novembre, a seguito di forte moto ondoso, si è avuto rimescolamento della colonna d'acqua e riattivazione della corrente Nord-Sud .

Fino alla prima decade di Dicembre, malgrado locali incrementi di biomassa microalgale, non si sono sviluppate fioriture microalgali. La salinità è rimasta su valori medio-bassi a causa principalmente degli apporti derivanti dal delta padano. I controlli dell'ossigeno disciolto non hanno rilevato anomalie. La trasparenza in tutto il periodo si è mantenuta bassa sia a causa del moto ondoso (risospensione del materiale sedimentario fine) sia per gli apporti fluviali.

Le osservazioni con telecamera filoguidata hanno evidenziato scarse presenze di materiale mucillaginoso. Questo è per lo più apparso nelle acque profonde ed al largo con conformazione a "neve marina" ed a macrofiocchi. Le maggiori densità si sono osservate nel mese di Luglio con la presenza di macrofiocchi a livello del termocline ed in prossimità del fondo e successivamente nel mese di Ottobre.

Da un'apposita elaborazione dei dati sulla qualità delle acque marine di balneazione effettuata a cura del Ministero della Sanità risulta che, per la regione Emilia-Romagna, la lunghezza di costa (in Km) giudicata idonea alla balneazione per effetto di deroga ai valori limite del parametro ossigeno disciolto è, per l'anno 1999, Km 45,1 di cui Km 26 in provincia di Ravenna, Km 1,9 in provincia di Forlì e Km 17,2 in provincia di Ferrara.

REGIONE TOSCANA

Il litorale toscano interessato dall'ampliamento dei valori limite del parametro ossigeno disciolto e quindi dal programma di sorveglianza è stato quello versiliense-pisano.

Le strutture coinvolte nel programma di sorveglianza sono state le Unità operative di biotossicologia e di chimica ambientale dei Dipartimenti Provinciali ARPAT di Lucca e Pisa.

Provincia di Pisa

L'area di studio è rappresentata come negli anni passati dal tratto di litorale pisano delimitato, a Nord dal fosso della Bufalina ed a Sud dal canale Scolmatore.

Sono stati effettuati campionamenti lungo 3 transetti siti alla foce del fiume Serchio, alla foce del fiume Arno e Tirrenia-Bagno Imperiale. I campioni sono stati prelevati da Aprile a Settembre, per un totale di dieci campagne.

I valori della percentuale di saturazione dell'ossigeno disciolto si sono situati, da Maggio a Settembre, nell'intervallo 80,2 % - 101,9 %. La concentrazione dello ione fosfato ha oscillato tra 0,23 e 1,25 Moli/L per le stazioni poste a 200 m dalla costa. Alla foce del fiume Arno, come nella precedente stagione, sono state rilevate concentrazioni medie più elevate di ione fosfato con un valore medio di 1,25 Moli/L ed un valore massimo di 2,60 Moli/L nel mese di Settembre. A 3000 m si sono osservate differenze minime per le stazioni alla foce del fiume Serchio e località Tirrenia Bagno Imperiale rispetto alle corrispondenti stazioni poste a 200 m, mentre si è osservato una netta riduzione della concentrazione media riscontrata, alla foce dell'Arno (0,21 Moli/L). Per il fosforo totale i valori medi si sono attestati intorno a 0,42-2,36 Moli/L per le stazioni poste a 200 m e tra 0,35 e 0,39 Moli/L per quelle poste a 3000 m; la stazione alla foce del fiume Arno si è confermata quella con valore medio di fosforo totale più elevato (2,36 Moli/L ed un massimo di 4,40 Moli/L). Si è evidenziato generalmente per il fosforo totale ed i fosfati un andamento sovrapponibile in primavera ed in tarda estate, mentre si sono osservati picchi significativi relativi al fosforo totale, nel periodo da fine Giugno a fine Agosto, in tutte le stazioni. Il diverso andamento della concentrazione dei fosfati e del fosforo totale è stato probabilmente legato alla presenza di materiale organico solubile contenente specie fosforate. La concentrazione di azoto nitrico ha presentato valori medi variabili tra 6,83 e

32,34 Moli/L per le stazioni poste a 200 m e tra 5,97 e 7,24 Moli/L per quelle poste a 3000 m; i valori più alti sono stati registrati alla stazione posta alla foce del fiume Arno. Rispetto al 1998, i valori medi sono aumentati in tutte le stazioni e il valore massimo è stato registrato alla foce del fiume Arno (203,4 Moli/L). La concentrazione di azoto nitroso ha presentato incrementi poco significativi rispetto alla precedente stagione attestandosi su valori medi compresi nell'intervallo 0,37 - 4,75 Moli/L per le stazioni poste a 200 m e nell'intervallo 0,39-1,02 Moli/L per quelle poste a 3000 m. La stazione alla foce dell'Arno ha presentato un valore medio di 4,75 Moli/L ed un massimo di 9,00 Moli/L. L'azoto ammoniacale ha presentato valori medi superiori a quelli registrati nel corso della stagione 1998; tali valori si sono attestati tra 1,58 e 17,77 Moli/L per le stazioni poste a 200 m. Il valore medio più elevato (17,77 Moli/L) si è riscontrato alla foce dell'Arno che si è distaccata nettamente dalle altre stazioni con un valore massimo di 62,40 Moli/L. A 3000 m le differenze tra le stazioni, pur mantenendosi, si attenuano notevolmente ed i valori si sono mantenuti tra 2,22 e 3,05 Moli/L.

Per quanto attiene l'andamento del fitoplancton è risultata evidente la differenza tra le stazioni poste a 200 m rispetto a quelle situate a 3000 m. Le prime sono state caratterizzate generalmente sia da concentrazioni algali più elevate che da una maggiore concentrazione di clorofilla "a". Inoltre a tale distanza sono risultate più evidenti le differenze tra le stazioni. La stazione che si è distinta per caratteristiche eutrofiche è stata quella posta a 200 m dalla foce del fiume Arno. Essa è stata caratterizzata da imponenti fioriture algali (>40 milioni di cellule/L) ed un picco massimo di clorofilla "a" di 14,7 µg/L. Queste fioriture sono state caratterizzate da cellule nanoplanctoniche (forme coccoidi) che generalmente non si sono riscontrate nelle altre stazioni. Per le stazioni situate a 200 m si è evidenziato un imponente bloom monospecifico davanti alla foce del fiume Arno sostenuto da Cyclotella sp., si sono osservate inoltre fioriture non monospecifici nel mese di Aprile e di Luglio alla stazione posta davanti alla foce del fiume Serchio. La stazione Tirrenia Bagno Imperiale ha evidenziato valori di concentrazione algale inferiori a 4.000.000 cellule/L durante l'intero periodo di indagine pur presentando i suoi massimi in estate. L'unica stazione che ha evidenziato una fioritura non monospecifica imponente è stata la stazione al largo del fiume Serchio nel mese di Aprile. Si è confermata la presenza di Dinophysis rotundata e Dinophysis caudata. Le concentrazioni più elevate sono state rinvenute alle stazioni corrispondenti all'immissione del fiume Arno (Dinophysis caudata 80 cellule/L). La componente delle diatomee ha acquistato importanza in piena estate in tutte le stazioni; per le stazioni fluviali inoltre il fenomeno si è evidenziato anche nel mese di

Aprile, particolarmente evidente alla foce del fiume Serchio. Le peridinee hanno costituito una minima parte della componente fitoplanctonica, raggiungendo tuttavia circa il 14% alla fine del mese di Giugno alla stazione alla foce del fiume Serchio. In generale i valori massimi di concentrazione algale si sono osservate alle stazioni poste a 200 m, dove si sono manifestate fioriture che non sono state evidenti nelle corrispondenti stazione a 3000 m. L'eccezione a questa regola si è manifestata soprattutto in primavera alla stazione al largo del fiume Serchio, dove si è evidenziata una concentrazione maggiore di fitoflagellati rispetto alla corrispondente stazione a 200 m. Le concentrazioni maggiori di fitoflagellati si sono evidenziate in primavera ed in estate, le cellule sono diminuite fino a raggiungere concentrazioni minime in tarda estate. La stazione alla foce del fiume Arno ha presentato un picco imponente in Settembre. Le diatomee hanno manifestato picchi di concentrazione in estate, particolarmente evidenti alle stazioni alla foce dell'Arno e del Serchio; le stazioni poste davanti alla foce del fiume Serchio hanno presentato concentrazioni elevate anche nel mese di Aprile. Le peridinee hanno prevalso in estate (Luglio-Agosto) in tutte le stazioni presentando un picco all'inizio dell'estate particolarmente evidente alla stazione alla foce del Serchio. Le cellule nanoplanctoniche (forme coccoidi) sono state presenti (50% dei campionamenti) alla stazione posta davanti alla foce dell' Arno a 200 m da fine Luglio a fine Settembre in concentrazione elevate nel 30% dei campionamenti effettuati.

Per quanto riguarda la concentrazione dei nutrienti rispetto alla stagione 1998 si è evidenziato un aumento della concentrazione dei fosfati, della concentrazione di azoto ammoniacale, nitroso e nitrico. La stazione posta davanti alla foce dell' Arno ha continuato a presentare mediamente valori più alti di concentrazione per tutti i nutrienti. Un dato che è emerso rispetto al 1998 è la conferma di fioriture di diatomee significative (>10.000.000 cellule/L), che in questa indagine sono stati evidenziati alle stazioni fluviali poste a 200 m ed anche alla stazione posta a 3000 m del fiume Serchio.

Provincia di Massa Carrara e di Lucca

L'area di studio nella provincia di Lucca si estende da Torre del Lago, al confine con la provincia di Pisa, fino alla foce del fosso Motrone nel comune di Pietrasanta; nella provincia di Massa Carrara da Cinquale, in prossimità del fiume Versilia, a Carrione, in prossimità del torrente Magra. La fascia litorale, lunga circa 36 km, è stata monitorata a livello di transetti localizzati davanti a Cinquale e a Carrione nella provincia di Massa

Carrara; davanti al fosso Motrone (località Marina di Pietrasanta), alla foce del canale Burlamacca (sulla riva destra del porto di Viareggio) e alla rotonda di Torre del Lago (4 km a nord della foce del fiume Serchio), nel litorale della provincia di Lucca. La dislocazione dei transetti è stata dedotta dalle conoscenze acquisite sull'influenza delle principali fonti d'inquinamento : a Nord del litorale versiliese il fiume Versilia, i fossi Fiumetto, Motrone e Abate; al centro il canale Burlamacca e a sud i fiumi Serchio ed Arno; nella provincia di Massa Carrara, a Sud di Cinquale, il fiume Versilia e a Nord del Carrione, il torrente Magra al confine con la Liguria.

La temperatura dell'acqua è variata in parallelo con quella dell'aria. I valori massimi compresi tra 25°C e 26°C si sono riscontrati in superficie nel mese di Agosto quando la temperatura dell'aria è stata prossima a 30°C; mentre quelli minimi (circa 10°C) si sono raggiunti in Gennaio nelle acque superficiali a 1000 m dalla costa, dove alla bassa temperatura dell'aria si è aggiunto l'effetto raffreddante degli apporti idrici di acque interne più fredde. Sul fondo la temperatura dell'acqua è rimasta più alta con valori minimi non inferiori a 12°C. Tra Maggio e Giugno si è osservato un notevole sbalzo di temperatura, più evidente in superficie e in prossimità della costa, attribuibile alla variabilità delle condizioni meteorologiche annuali. La mancanza di una netta differenza di temperatura tra la superficie e il fondo ha permesso una costante circolazione verticale delle acque con un conseguente maggior equilibrio dell'ecosistema. Non si è osservata una correlazione significativa tra la temperatura dell'acqua e le precipitazioni mensili. La media annuale del pH non è variata in maniera significativa, mentre quelle stagionali hanno rivelato valori più bassi in estate quando la riduzione dei nutrienti ha rallentato l'assorbimento dell'anidride carbonica abbassando pH. E' stato osservato che durante le fioriture algali di Fibrocapsa japonica nel periodo fine estate, il pH si è elevato notevolmente al di sopra del valore medio stagionale raggiungendo anche valori superiori a 9, mentre in inverno il pH ha raggiunto i valori più alti quando la respirazione e la decomposizione ossidativa dei composti organici ha rallentato per la riduzione della temperatura dell'acqua. Si è osservato inoltre il pH più elevato a 3000 m, perché in prossimità della costa le acque dolci che galleggiano su quelle di mare hanno abbassato il pH della superficie. Tuttavia non si è evidenziata una correlazione significativa tra il pH e le piogge, poiché queste si sono accompagnate in genere ad un incremento del moto ondoso e del vento che ha interferito sugli equilibri chimico-fisici. Le ridotte variazioni stagionali dell'ossigeno disciolto a diverse profondità e distanze dalla costa hanno indicato in generale un buon equilibrio trofico. Nel periodo invernale tuttavia l'ossigeno disciolto ha presentato valori medi più elevati rispetto

a quelli delle altre stagioni. In corrispondenza del transetto Nettuno si sono rilevati valori medi di ossigeno disciolto inferiori a quelli valutati negli altri transetti delle stazioni di prelievo influenzate dalle acque del fosso Burlamacca proveniente dal lago di Massaciuccoli fortemente eutrofizzato che prima di raggiungere il mare riceve anche le acque reflue degli impianti di depurazione di Viareggio e Massarosa. Il carico organico, così come il contenuto di fosforo e azoto solubile, essendo molto elevati hanno influito positivamente sulla produttività fitoplanctonica, determinando anche un maggiore assorbimento di ossigeno necessario alla mineralizzazione delle sostanze organiche. La correlazione tra l'ossigeno disciolto e le piogge mensili non è stata significativa. Ciò non significa che gli apporti idrici in mare conseguenti alle piogge non influiscono sull'ecosistema, ma che questo reagisce in un tempo biologico più lungo di quello del periodo di pioggia, impedendo così il rilevamento della correlazione. Si rileva, tuttavia che sul fondo si assiste ad una maggiore richiesta di ossigeno. La maggiore concentrazione dei cloruri è stata registrata nelle acque del transetto Nettuno con una graduale riduzione da 3000 m a 500 m dalla costa; la minore concentrazione si è rilevata a Torre del Lago, transetto più vicino alle foci dei fiumi Serchio ed Arno, e la concentrazione media si è evidenziata in corrispondenza del transetto Motrone. Le più elevate concentrazioni di cloruri sono state misurate in estate ed in autunno, le più basse in inverno e primavera con differenze tra le medie annuali minime ed andamento stagionale inverso a quello delle piogge. I valori stagionali della trasparenza hanno mostrato un debole decremento dall'autunno all'inverno e un forte incremento in primavera e in estate. In autunno l'elevata quantità di piogge ha influito sfavorevolmente sulla trasparenza a causa del materiale in sospensione veicolato dalle acque interne, in inverno l'ulteriore riduzione è attribuibile alla variabilità delle condizioni meteorologiche e marine di questa stagione. Durante la primavera l'incremento del fitoplancton, tipico di questo periodo, non ha rappresentato un fattore determinante nel limitare la trasparenza che è risultata abbastanza elevata. Nel periodo estivo si sono verificate contemporaneamente due situazioni che hanno favorito l'aumento della trasparenza dell'acqua: la scarsità delle piogge, e quindi degli apporti idrici interni, il mare calmo e la riduzione del fitoplancton. Nelle acque del transetto Motrone i valori medi della trasparenza sono stati più elevati rispetto a quelli determinati nelle altre stazioni di monitoraggio. Nello stesso transetto si è anche rilevata una maggior quantità d'ossigeno disciolto. Questi due parametri indicano una minor quantità di materiale in sospensione nella zona centro Nord del litorale versiliense rispetto a quella centro Sud. Gli studi effettuati negli anni antecedenti hanno confermato infatti in corrispondenza del

transetto Nettuno titoli più elevati dei solidi sospesi associati a valori più bassi di trasparenza e di ossigeno disciolto. La concentrazione della clorofilla "a" ha mostrato un picco autunnale nel mese di Ottobre, uno primaverile osservato nel mese di Maggio ed uno alla fine dell'estate nel mese di Settembre. La maggiore concentrazione della clorofilla "a" (valori medi annuali a 500 m 1,73 µg/L; a 1000 m 1,46 µg/L; a 3000 m 0,70 µg/L) si è rilevata in corrispondenza del transetto Nettuno, la minima su quello di Torre del Lago (valori medi annuali a 500 m 1,00 µg/L; a 1000 m 1,02 µg/L).

Le alghe diatomee, peridinee e le cellule algali con diametro medio 7 µm hanno prevalso a 500 m dalla costa, dove è risultata essere più elevata la concentrazione di nutrienti. Soltanto il transetto Motrone ha presentato un numero medio di diatomee e di cellule algali con diametro medio 7 µm, maggiore a 1000 m rispetto che a 500 m. In alcune stazioni (Bagno Nettuno) parte di queste cellule derivano dalle acque interne (Lago di Massaciuccoli). La popolazione fitoplanctonica ha mostrato un picco autunnale ed uno maggiore primaverile; le fioriture delle diatomee hanno rappresentato la componente principale del fitoplancton in fine inverno e in primavera; le peridinee hanno mostrato moderate fioriture a fine autunno, fine primavera ed estate; le cellule algali con diametro medio 7 µm hanno prevalso invece in autunno. La concentrazione più bassa del fitoplancton si è trovata nel transetto Nettuno a 3000 m. Viceversa nel transetto Cinquale la concentrazione delle cellule algali a 3000 m è stata maggiore di quella osservata a 500 m. Questa situazione ha dimostrato che le acque del fiume Versilia a Nord della foce si distribuiscono maggiormente a 3000 m che non a 500 m. La prima fioritura di Fibrocapsa japonica si è manifestata ad Agosto con circa 500.000 cellule/L nelle acque adibite alla balneazione della località Bagno Nettuno (a Nord del molo di Viareggio) e di 1.000.000 cellule/L nelle acque della località Bagno Cavalluccio Marino del Lido di Camaiore. A fine Agosto è stata segnalata un'abbondante presenza di Fibrocapsa japonica nelle acque litorali di Massa Carrara che ha determinato un evidente cambiamento di colore (giallo-marrone) delle acque. Successivamente gli stessi cambiamenti di colore e della trasparenza dell'acqua si sono spostati presso il pontile di Forte dei Marmi dove Fibrocapsa japonica ha raggiunto il numero di 10.000.000 cellule/L presso il pontile e 50.000.000/cellule/L davanti al bagno Graziella. Nei campioni prelevati successivamente nella zona di balneazione, è stata rilevata costantemente la presenza della stessa microalga con fioritura massicce di 13.000.000 e 20.000.000 cellule/L tra il fosso Abate e il Porto di Viareggio e 40.000.000 cellule/L presso il Bagno Nettuno. Il fenomeno sopra descritto è associato a particolari condizioni meteo-marine che hanno favorito un aumento

dei nutrienti e conseguenti fioriture microalgali. Le acque dei fossi, infatti, che direttamente o per infiltrazione giungono al mare, in condizioni di mare calmo, si stratificano formando lamine ricche di nutrienti presso la riva, dove la specie Fibrocapsa japonica trova un ambiente ideale per riprodursi. Situazioni favorevoli alle fioriture, si presentano prevalentemente nei periodi di "bonaccia" tipici dei mesi di Agosto e Settembre. Durante le fioriture della Fibrocapsa japonica non sono state segnalate morie di pesci o di molluschi lamellibranchi, né processi irritativi sulla cute dei bagnanti. Le diatomee Skeletonema costatum e Thalassiosira nitzschioide hanno raggiunto valori notevoli, rispettivamente 4.905.000 cellule/L e 2.160.000 cellule/L, nei mesi di Gennaio - Febbraio. Da Marzo a Giugno Skeletonema costatum ha avuto un andamento crescente raggiungendo valori di 11.952.620 cellule/L (Marzo-Aprile) a 3.601.630 cellule/L (Maggio-Giugno). Si è osservata inoltre una notevole quantità di Pseudonitzschia delicatissima e Pseudonitzschia seriata complex (rispettivamente 2.241.453 cellule/L e 2.326.785 cellule/L). Nel periodo Luglio-Agosto, si è osservata una riduzione della quantità di Skeletonema costatum (1.458.000 cellule/L) e l'assenza di Pseudonitzschia. In Settembre la flora fitoplanctonica si è differenziata dal periodo precedente per la predominanza della specie Pseudonitzschia closterium (250.000 cellule/L). Pur essendo state rilevate, almeno in passato, le seguenti alghe possibili riproduttrici di biotossine Dinophysis sacculus, Dinophysis caudata, Dinophysis rotundata, Dinophysis parvula, Alexandrium minutum, le analisi effettuate nei campioni di molluschi prelevati in inverno, primavera ed estate non hanno messo in evidenza quantità di tossine PSP e DSP significative. In un campione prelevato nel periodo invernale è stata tuttavia evidenziata la presenza di ASP in quantità prossima al limite stabilito dalla normativa.

Da un'apposita elaborazione dei dati sulla qualità delle acque marine di balneazione effettuata a cura del Ministero della Sanità risulta che, per la regione Toscana, la lunghezza di costa (in Km) giudicata idonea alla balneazione per effetto di deroga ai valori limite del parametro ossigeno disciolto è, per l'anno 1999, Km 31,2 di cui 27,4 in provincia di Pisa e Km 6,5 in provincia di Lucca.

REGIONE LAZIO

La Regione Lazio nel 1999 ha messo in atto il programma di sorveglianza di II livello. Per l'attuazione dei programmi di indagine la Regione si è avvalsa della collaborazione dei Presidi Multizonali di Prevenzione di Roma, Latina e Viterbo.

Sono state considerate, per le acque marine, 25 zone di campionamento nei comuni di Civitavecchia, S. Marinella, Fiumicino ed Anzio, ricadenti nella provincia di Roma, e una sola stazione (foce emissario lago Lungo) in comune di Sperlonga, provincia di Latina.

I laghi sottoposti a monitoraggio sono stati: lago di Bolsena (VT), lago di Bracciano e di Albano (RM) e lago di S. Puoto (LT).

Provincia di Latina**Mare**

Il monitoraggio è stato effettuato in corrispondenza della stazione "Foce emissario Lago Lungo". Nel periodo Gennaio-Febbraio-Marzo non sono state rilevate anomalie dei caratteri fisici e chimici, nè in prossimità della foce, nè presso la stazioni poste a 500 m ed a 3000 m dalla costa: i valori di ossigeno disciolto sono risultati vicini al 100% della saturazione e la concentrazione della clorofilla "a" non ha evidenziato anomalie dello stato trofico delle acque che si sono mantenute entro i limiti caratteristici di un bacino oligotrofico. L'osservazione microscopica del fitoplancton non ha rilevato presenza significativa di specie potenzialmente produttrici di biotossine. Anche le concentrazioni dell'azoto nitrico, nitroso, ammoniacale e del fosforo totale ed ortofosfato si sono mantenute nei limiti della normalità.

Nel trimestre Aprile-Maggio-Giugno sono state registrate le concentrazioni di clorofilla "a" più elevate dell'anno, sia presso le stazioni poste sulla costa, sia alle stazioni a 500 e a 3000 m in queste ultime le densità di fitoplancton hanno raggiunto i valori più elevati dell'intero periodo di monitoraggio nel mese di Aprile con valori prossimi a 4.000.000 cellule/L. Il valore massimo di clorofilla "a" si è registrato alla foce dell'emissario ove sono state osservate, nel mese di Giugno, concentrazioni pari a 9,9 µg/L. In concomitanza con tale episodio è stato registrato il valore di ossigeno disciolto più alto

dell'anno con il 165% della saturazione. I limiti del D.P.R. 470/82 sono stati superati anche nel campionamento di Maggio.

Tra Luglio e Settembre i valori dei nutrienti si sono mantenuti nell'ambito della normalità e quelli della clorofilla "a" sono diminuiti sensibilmente rispetto al trimestre precedente. Tale tendenza è stata nettamente avvertibile sia presso le stazioni poste in prossimità della foce, sia presso quelle poste a 500 e 3000 dalla costa.

Nel periodo Ottobre-Novembre-Dicembre non sono stati osservati valori anormali dei parametri chimico-fisici. I nutrienti e la clorofilla "a" hanno mostrato valori caratteristici di acque oligotrofiche. Solo nel mese di Ottobre, limitatamente alla foce dell'emissario, sono stati registrati valori relativamente elevati sia di clorofilla "a" (6,1 µg/L), sia della densità del fitoplancton (oltre 5.000.000 cellule/L). Non sono state osservate fioriture algali o fenomeni biologici anormali rilevanti.

Il monitoraggio ha permesso di rilevare che le acque eutrofiche del lago influenzano solo le aree prossime alla foce dell'emissario e solo nei periodi di bassa marea.

Da un'apposita elaborazione dei dati sulla qualità delle acque marine di balneazione effettuata a cura del Ministero della Sanità risulta che, per la regione Lazio, provincia di Latina, nessun tratto di costa è stato giudicato idoneo alla balneazione per effetto di deroga ai valori limite del parametro ossigeno disciolto.

Lago di S. Puoto

Il lago ha profondità media di 19 m e profondità massima di 34 m, la sua superficie è pari a 0,304 km².

Nel periodo Gennaio-Febbraio-Marzo i valori della temperatura sono stati omogenei lungo tutta la colonna, in particolare nel mese di Febbraio, mentre nel mese di Marzo si è reso evidente un progressivo aumento della temperatura negli strati superficiali rispetto a quelli profondi. Sono risultate omogenee anche le condizioni di ossigenazione ed in questo periodo dell'anno lo strato profondo ha mostrato valori di ossigeno relativamente elevati, superiori all'80% della saturazione. In questo stesso trimestre si sono osservati i valori più bassi dell'anno per il fosforo e l'azoto. Anche la densità del fitoplancton è stata relativamente bassa, con valori mediamente inferiori ai 5.000.000 di cellule/L. Fra le diatomee, il genere Cyclotella è stato dominante ed è stato l'unico genere rappresentato

con numeri significativi. Tra le cloroficee si sono registrate presenze significative dei generi Chlorella, Ankistrodesmus, Tetraedon, Scenedesmus.

In Aprile la stratificazione termica è stata già abbastanza evidente, con valori massimi di ossigeno disciolto pari al 144% in superficie contro il 24,5% in profondità.

Nel mese di Maggio si è osservato un discreto aumento del numero delle microalghe nello strato superficiale, mentre nel mese successivo il massimo assoluto del fitoplancton, con oltre 19.000.000 di cellule/L è stato rilevato a 5 m di profondità (in prossimità del termoclino) con dominanza delle cloroficee appartenenti al genere Chlorella e diatomee centriche del genere Cyclotella. Il fenomeno dell'aumento del numero di alghe e dei valori di clorofilla "a" intorno alla profondità di 5 m è stato osservato in tutti i campionamenti effettuati sia nei periodi con acque stratificate sia nei periodi di completo rimescolamento. Nel mese di Aprile si è reso apprezzabile un picco nel numero di criptoficee (Cryptomonas e Chroomonas) con oltre 500.000 cellule/L. Anche le cianoficee del genere Oscillatoria sono state massimamente rappresentate nel mese di Aprile. Con l'intensificarsi della stratificazione delle acque è aumentato l'accumulo di azoto in prossimità del fondo, dovuto probabilmente alla decomposizione della materia organica nei sedimenti: il valore massimo di azoto nitrico si è osservato negli strati profondi (primo campionamento di Giugno) con 67,7 $\mu\text{Moli/L}$, quello dell'azoto ammoniacale (secondo campionamento di Giugno) con 17 $\mu\text{Moli/L}$, mentre l'azoto nitroso ha raggiunto il valore massimo di 17,5 $\mu\text{Moli/L}$.

Nel periodo Luglio-Agosto-Settembre le acque del lago hanno subito la massima stratificazione con differenze rilevanti di temperatura fra lo stato superficiale ed il fondo (in media 15°C). I valori della clorofilla "a" sono diminuiti progressivamente fino a raggiungere il valore minimo di 2,6 $\mu\text{g/L}$ del primo campionamento di Settembre; corrispondentemente è aumentata la trasparenza, che nel mese di Settembre ha raggiunto 2,5 m. Per quanto riguarda il fitoplancton si è osservato in questo periodo un aumento delle cloroficee, rappresentate in larga parte dal genere Chlorella.

Tra Ottobre e Dicembre i valori dei nutrienti si sono mantenuti costanti lungo la colonna d'acqua non mostrando la presenza di un gradiente significativo, in conseguenza della diminuita stratificazione delle acque; infatti la differenza di temperatura tra le acque superficiali e quelle profonde si è sempre mantenuta entro i 5°C.

Nel mese di Ottobre è stato rilevato il massimo annuale nel numero delle alghe fitoplanctoniche nello stato superficiale, presso la stazione "Banchina". Degna di nota è

stata la presenza di un picco nella densità delle criptoficee registrato presso la stazione "Centro lago" a 10 e 15 m di profondità.

I dati emersi dal monitoraggio hanno evidenziato che le acque del lago di San Puoto tendono all'eutrofia soprattutto nel periodo tardo primaverile ed autunnale. Infatti il valore della clorofilla "a" nelle acque superficiali ha presentato una crescita progressiva nei mesi autunnali, culminante con un massimo assoluto nel mese di Novembre. I valori assoluti più alti della clorofilla "a" si sono registrati sempre nello strato corrispondente ai 5 m di profondità ove si è localizzato nel periodo diurno la maggiore concentrazione del fitoplancton fotosintetico che ha raggiunto densità superiori 19.000.000 cellule/L nel mese di Giugno (stazione "Centro lago").

Le condizioni delle acque lacustri hanno mostrato tendenza invece all'oligotrofia nel tardo periodo estivo.

Durante l'intero periodo di monitoraggio non sono stati rilevati fenomeni distrofici, né sono state segnalate fioriture di specie potenzialmente produttrici di biotossine.

Dall'apposita elaborazione dei dati sulla qualità delle acque lacustri di balneazione effettuata dal Ministero della Sanità, risulta che, per il 1999, l'unico punto di campionamento ricadente nel lago di San Puoto è stato giudicato idoneo alla balneazione per effetto di deroga ai valori limite del parametro ossigeno disciolto.

Lago di Bolsena

Per la stazione Fosso Rigo è stato condotto il programma di sorveglianza per la rilevazione di alghe aventi possibili implicazioni igienico sanitarie di I livello. I valori dell'ossigeno disciolto per tale stazione sono rientrati nei limiti. Non sono stati rilevati fenomeni di colorazione atipica e di trasparenza atipica. I valori dei nutrienti sono stati costantemente bassi. Il valore di azoto nitrico ha raggiunto un massimo di 2,16 mg/L a Settembre. I valori di clorofilla "a" rilevati hanno oscillato da un minimo di 0,35 µg (Luglio) ad un massimo di 5,90 µg (Maggio). Le cianophyceae Microcystis, Phormidium e Merismopedia, spesso assenti, sono state rilevate in quantità modeste e con concentrazioni quasi sempre non eccedenti 100.000 cellule/L. Le cloroficee hanno oscillato tra un minimo di 279.459 cellule/L ed un massimo 656.780 cellule/L. Le microflagellate sono state rilevate con concentrazioni che vanno da un minimo di 68.976 cellule/L ad un massimo di 1.650.612 cellule/L. Le dinoficee sono state irrilevabili o hanno

raggiunto un massimo di 36.954 cellule/L. Le criptoficee sono state irrilevabili o hanno raggiunto un massimo di 3.793.9000 cellule/L.

Le stazioni interessate dal programma di sorveglianza di II livello sono state le seguenti: Fosso Val di Lama, Fosso Cantina, 1500 m dalla riva della località Fosso Cantina, Fosso Val di Gara, 1500 m dalla riva della località Fosso Val di Gara. I valori dell'ossigeno disciolto sono rientrati nei limiti. Non sono stati rilevati fenomeni di colorazione atipica e di trasparenza atipica. I valori dei nutrienti sono stati costantemente bassi. Il valore di azoto nitrico ha raggiunto un massimo di 1,18 mg/L ad Agosto. I valori di clorofilla "a" rilevati hanno oscillato da un minimo di 0,05 µg/L (Giugno) ad un massimo di 5,70 µg/L (Settembre). Le *Cyanophyceae*, spesso assenti, rappresentate dai generi *Microcystis*, *Phormidium*, *Crocococcus*, *Merismopedia*, *Anabaena*, *Gomphosphoeria* e *Oscillatoria*, sono state rilevate con concentrazioni non eccedenti 86.220 cellule/L. Le *Chlorophyceae* sono state presenti in concentrazioni comprese tra un minimo di 237.105 cellule/L ed un massimo di 8.467.250 cellule/L. Le *Microflagellate* sono state rilevate con concentrazioni comprese tra 7.838 cellule/L e 1.120.938 cellule/L. Le *Bacillariophyceae* hanno oscillato tra un minimo di 110.853 cellule/L ed un massimo di 3.242.260 cellule/L. Le *Dinophyceae* e *Cryptophyceae*, spesso sotto il limite di rilevabilità, hanno raggiunto un massimo di, rispettivamente, 129.330 cellule/L e 4.345.740 cellule/L. In nessun campione è stato riscontrato il genere *Peridinium*. I valori del parametro clorofilla "a" indicano una condizione di bassa mesotrofia molto prossima alla oligotrofia.

Dall'apposita elaborazione dei dati sulla qualità delle acque lacustri di balneazione effettuata dal Ministero della Sanità, risulta che per il lago di Bolsena, per il 1999, il numero dei punti di campionamento giudicati idonei alla balneazione per effetto di deroga ai valori limite del parametro ossigeno disciolto è pari a 3 su 49.

Provincia di Roma

Mare

Il programma di sorveglianza algale della provincia di Roma ha interessato, per le acque marine, un totale di 43 punti, suddivisi in I livello (7 stazioni in Comune di S Marinellà, 4 in quello di Cerveteri, 3 in quello di Ladispoli, 4 in quello di Fiumicino - Isola

Sacra e 2 in quello di Pomezia), Il livello (3 punti in Comune di Fiumicino ed uno ad Anzio) e III livello (un punto in Comune di Civitavecchia, 2 a S Marinella ed 1 a Fiumicino).

I risultati delle analisi chimiche non hanno mostrato oscillazioni significative durante tutto il periodo considerato. L'ossigeno disciolto ha presentato valori minimi di 78% , registrati a Fiumicino (Settembre) e Civitavecchia (Settembre) ed il valore massimo di 156% registrato a S.Marinella (Giugno). Solo l'11% dei campioni ha presentato valori di concentrazione maggiori del 120% di ossigeno disciolto mentre l'89% dei campioni ha presentato valori compresi nell'intervallo fra 78% e 120%. La clorofilla "a" ha presentato nel 75% dei campioni valori compresi tra 0,5 e 2,9 µg/L, mentre nel 25% ha presentato valori superiori, compresi tra 2,9 e 5 µg/L. L'azoto ammoniacale è risultato assente nell'80% dei campioni. Anche l'azoto nitroso è risultato assente nel 69% dei campioni, mentre ha presentato nel 31% dei casi valori compresi tra 0,14 e 1,78 µMoli/L. L'azoto nitrico ha presentato valori compresi tra concentrazioni minime di 0,71 µMoli/L e valori massimi pari a 9,7µMoli/L. L'82% dei campioni ha presentato valori di ortofosfati al di sotto di 0,96 µMoli/L e solo l' 1% ha mostrato valori compresi tra 2 e 5,16 µMoli/l. La silice reattiva ha fatto registrare valori compresi tra 20 µg/L 288 µg/L. Non sono mai stati rilevati fenomeni di trasparenza e colorazione anomala, ad eccezione della località Fiumicino Isola Sacra ad Agosto.

Per quanto riguarda la rilevazione di alghe aventi possibili implicazioni igienico - sanitarie, per le località interessate dal programma di I livello il genere Alexandrium è risultato diffuso nelle acque antistante tutta la costa monitorata ma con concentrazioni medie da 1.300 a 57.000 cellule/L. Il genere Lingulodinium è risultato particolarmente diffuso nella acque antistanti la costa di Fiumicino - Isola Sacra e Pomezia (concentrazioni medie da 1.500 a 2.700 cellule/L), mentre è risultato praticamente assente nelle restanti acque monitorate. Il genere Oscillatoria è risultato presente in un solo punto di prelievo a S. Marinella (concentrazione media 600 cellule/L). Sono state effettuate prove biotossicologiche su 6 campioni contenenti Alexandrium con esito negativo.

Nei punti di prelievo interessati dal programma di II livello la concentrazione media delle alghe Bacillariophyceae, Microflagellate, Dinophyceae, Euglenophyceae e Cyanophyceae, sia a riva che a 500 m di distanza è risultata di 3.000.000 cellule/L. Il genere Alexandrium è risultato presente solo in un campione prelevato a Maggio nelle acque antistanti Fiumicino, sia in quelle prospicienti la riva che a 500 m di distanza. Le rispettive concentrazioni (35.000 e 28.000 cellule/L), comunque, sono risultate di gran lunga inferiori a quelle della popolazione algale determinata nello stesso giorno (6.000.000