

Acque marine costiere del Lazio: qualità, impatti, balneabilità





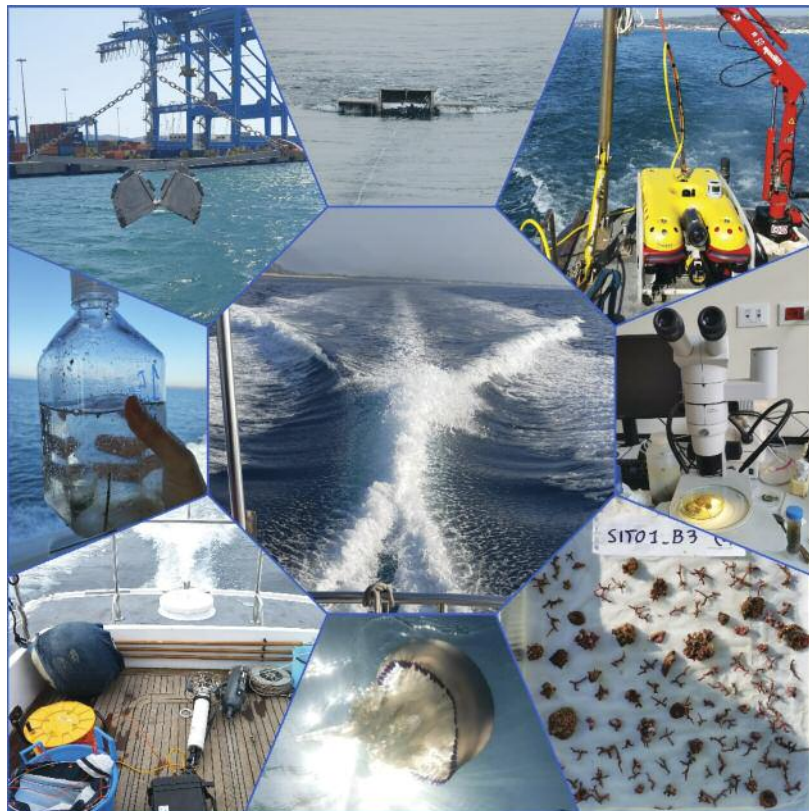
ARPALAZIO

AGENZIA REGIONALE PROTEZIONE AMBIENTALE DEL LAZIO



Sistema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente

Acque marine costiere del Lazio: qualità, impatti, balneabilità



2019

Acque marine costiere del Lazio: qualità, impatti, balneabilità

Rapporto a cura di:

ARPA Lazio, Dipartimento Stato dell'Ambiente – Servizio monitoraggio delle risorse idriche

Laura Aguzzi, Valentina Amorosi, Andrea Bonifazi, Simona Calvanella, Sergio Ceradini, Ornella Chiapponi, Caterina Cossio, Giulia Durante, Gaia Foti, Maurizio Giganti, Marco Le Foche, Elena Madeo, Antonio Malara, Marcella Pieri, Vera Sangiorgi, Emanuela Viaggiu

ABSTRACT

This publication has the aim to give a general picture of the ecological state of marine and coastal waters in Lazio region, focusing on some aspects which contribute to its defining. The topics are briefly discussed without any reporting of dates, which can be available on specific report published on ARPA Lazio website; moreover, some detailed studies with technical and biological focuses on those themes of public interest related to water bathing and rising marine emergencies are deeply discussed. The first chapter describes briefly the normative framework, defining the general protocol for the marine and coastal water protection and for the management of bathing water quality. In the second chapter, the general characteristics of the coastal basin in Lazio region are summarized and the principal pressures on coastal and marine environment are provided. In the third chapter, the environmental monitoring programme for the evaluation of chemical and ecological quality state of marine and coastal waters, in accordance with Directive 2000/60/EC (WFD, Water framework Directive) and the measurement's description to reach a Good Environmental Status (GES) within the 2020 in accordance with Directive 2008/56/EC (MSFD, Marine Strategy Framework Directive) are discussed. A focus is dedicated to the management of bathing water for which an overrunning of the limits established in d.lgs. 116/2008 occurred. The principal potential impacts on coastal area in Lazio region are described in the fourth chapter, focusing particularly on microbial and organic marine pollution, eutrophication, phytoplankton blooms with potential appearance of lathers and unexpected colouring of marine waters, marine pollution (beach litter and microplastics in the sea). Finally, in the fifth chapter, some topics of great interest are developed in detail, both from the point of view of negative impact on environmental balance, and for the consequences on two important drivers of regional economy such as fishery and tourism. About them, the proliferation of potentially toxic species and their related risks for human health, and the rising emergencies of alien species are deepened.

Keywords: marine waters, monitoring, pollution, chemical quality, ecological quality, water bathing, non indigenous species, beach litter, microplastics, Lazio

RIASSUNTO

Il lavoro presentato ha lo scopo di fornire un quadro generale dello stato dell'ecosistema marino costiero del Lazio, ponendo l'attenzione su alcuni dei numerosi aspetti che contribuiscono alla sua definizione. Gli argomenti sono trattati in modo sintetico, volutamente senza riportare i dati, che sono comunque reperibili nei report specifici pubblicati sul sito dell'Arpa Lazio, oppure consultando il sito del SIRA (Sistema Informativo Regionale Ambientale del Lazio). Qualche approfondimento tecnico - biologico è dedicato ai temi più "caldi" per l'opinione pubblica, legati alla balneabilità delle acque e alle tematiche emergenti, come ad esempio microplastiche e specie aliene. Nel primo capitolo è descritto in breve l'inquadramento normativo che definisce la disciplina generale per la tutela delle acque marine costiere e per la gestione della qualità delle acque di balneazione. Nel secondo capitolo sono sintetizzate le caratteristiche generali del bacino costiero della regione Lazio e le pressioni principali che insistono sull'ambiente marino, sia nella porzione più costiera, sia in mare aperto. Il terzo capitolo è dedicato alle attività di monitoraggio ambientale per la valutazione dello stato di qualità chimico ed ecologico delle acque marine costiere in funzione della direttiva quadro sulle acque 2000/60/CE e alla descrizione dei programmi di misure finalizzate al raggiungimento, entro il 2020, del buono stato ambientale (GES, Good Environmental Status) per le acque marine sulla base della direttiva quadro sulla strategia marina 2008/56/CE; un focus è dedicato alle modalità di gestione dei superamenti dei limiti fissati dal d.lgs. 116/08 relativi alla balneabilità delle acque marine. Nel quarto capitolo sono descritti i principali impatti che interessano la fascia costiera della regione Lazio quali, ad esempio, l'inquinamento organico e microbiologico, l'eutrofizzazione, la fioritura di alghe con la comparsa di schiume e di colorazioni anomale delle acque, i rifiuti, sia spiaggiati, sia come microplastiche in mare. Infine, nel quinto capitolo sono sviluppati più in dettaglio alcuni temi di particolare interesse, sia dal punto di vista degli impatti negativi sugli equilibri ambientali, sia per le conseguenze su due importanti settori dell'economia regionale come il turismo e la pesca, ovvero, specie potenzialmente tossiche e potenziali rischi per la salute umana, specie aliene (NIS - Non Indigenous Species).

Contatti autori:

laura.aguzzi@arpalazio.gov.it, valentina.amorosi@arpalazio.gov.it, andrea.bonifazi@arpalazio.gov.it
simona.calvanella@arpalazio.gov.it, sergio.ceradini@arpalazio.gov.it, ornella.chiapponi@arpalazio.gov.it
caterina.cossio@arpalazio.gov.it, giulia.durante@arpalazio.gov.it, gaia.foti@arpalazio.gov.it
maurizio.giganti@arpalazio.gov.it, marco.lefoche@arpalazio.gov.it, elena.madeo@arpalazio.gov.it
antonio.malara@arpalazio.gov.it, marcella.pieri@arpalazio.gov.it, vera.sangiorgi@arpalazio.gov.it
emanuela.viaggiu@arpalazio.gov.it

ARPA Lazio – 2019



Quest'opera è distribuita con Licenza
[Creative Commons Attribuzione 3.0 Italia](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/it/)

Coordinamento editoriale: ARPA Lazio – Area sistemi operativi e gestione della conoscenza

Foto di copertina: Momenti di attività in campo e in laboratorio - Foto di Andrea Bonifazi, ARPA Lazio

Tutte le fotografie pubblicate, laddove non diversamente riportato, sono dell'Archivio fotografico dell'ARPA Lazio

Progetto grafico e stampa: Revelox - Roma

INDICE

LEGENDA	4
INTRODUZIONE	5
1. INQUADRAMENTO NORMATIVO	7
2. QUADRO CONOSCITIVO	9
2.1. Morfologia costiera	9
2.2. Territorio	10
2.3. Pressioni	10
2.3.1 Fascia costiera	13
2.3.2 Mare aperto	22
3. ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO ACQUE MARINE	25
3.1 Monitoraggio stato ambientale	25
3.1.1 Stato ecologico	27
3.1.2 Stato chimico	28
3.2 Balneazione	29
3.2.1 Monitoraggio microbiologico	30
3.2.2 Monitoraggio di <i>Ostreopsis ovata</i> (anni 2010 – 2018)	35
3.3 Strategia marina	39
4. PRINCIPALI IMPATTI	43
4.1 Apporti bacini costieri	43
4.1.1 Depurazione	43
4.1.2 Eutrofizzazione	45
4.2 Fioriture algali	48
4.2.1 Schiume	49
4.2.2 Colorazioni anomale	50
4.3 Rifiuti	52
4.3.1 Rifiuti spiaggiati	53
4.3.2 Rifiuti flottanti	57
4.3.3 Microplastiche	59
5. APPROFONDIMENTI	63
5.1 Monitoraggio per la sorveglianza delle alghe potenzialmente tossiche	63
5.2 Specie non indigene	65
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	71
RIFERIMENTI NORMATIVI	75
SITOGRAFIA	77
INDICE DELLE FIGURE	79
INDICE DELLE TABELLE	81
APPENDICE A	83
APPENDICE B	85

LEGENDA

Acronimo	Definizione
AE	Abitanti Equivalenti
AdSP	Autorità di Sistema Portuale
BOD	Biochemical Oxygen Demand
CARLIT	CARtografia LITorale
CORINE	Coordination of Information on the Environment
CUS	Carta di Uso del Suolo
d.lgs.	decreto legislativo
d.m.	decreto ministeriale
EQB	Elementi di Qualità Biologica
EQR	Enviromental Quality Ratio
GES	Good Environmental Status
M-AMBI	Multivariate-Azti Marine Biotic Index
MARPOL	MARitime POLLution
MATTM	Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare
MPN	Most Probable Number
MSFD	Marine Strategy Framework Directive
NAS	Non indigenous Aquatic Species
NIS	Non Indigenous Species
PDF	Probability Density Function
POA	Piano Operativo delle Attività
PSR	Programma di Sviluppo Rurale
PREI	Posidonia Rapid Easy Index
Ptot	Fosforo totale
SIRA	Sistema Informativo Regionale Ambientale del Lazio
TRIX	Trofix Index (Indice trofico)
WFD	Water Framework Directive

INTRODUZIONE

L'ambiente marino costituisce un patrimonio prezioso che deve essere protetto e salvaguardato al fine di preservarne la vitalità, mantenere la biodiversità e garantirne l'utilizzo a un livello sostenibile, salvaguardando il potenziale per gli usi e le attività delle generazioni presenti e future.

Le aree marine costiere, in particolare, sono sede di ecosistemi molto complessi, caratterizzati da elevata diversità e produttività biologica, oltre che da una accentuata variabilità spaziale e temporale dei processi fisici e biogeochimici. I mari e l'ambiente costiero rappresentano, di fatto, importanti risorse economiche ed ecologiche e la conservazione dell'integrità di questi ambienti e dei loro equilibri interni è oggi l'obiettivo prioritario delle politiche di sviluppo sociale ed economico di ogni paese nel mondo.

Per secoli, enormi quantità di rifiuti e sostanze inquinanti prodotte dalle attività umane (rifiuti solidi, fanghi di fognatura, acque di scarico portate dai fiumi, petrolio e ricadute atmosferiche), veicolate attraverso i corsi d'acqua superficiali, le acque di falda, il dilavamento dei terreni e gli scarichi, sono finite nei mari, che hanno rappresentato il recettore finale sia di quanto viene "rilasciato" in maniera più o meno naturale sulla terraferma sia di quanto è immesso in maniera volontaria o accidentale. Molto di questo materiale si è diluito e disperso nelle profondità degli oceani, ma la salute ecologica delle acque costiere e delle zone marine scarsamente o nient'affatto collegate con il mare aperto può risultare gravemente pregiudicata dalla presenza di questo materiale. Forte urbanizzazione, sviluppo industriale costiero, espansione turistica, sovrasfruttamento delle risorse della pesca sono le principali forzanti antropiche che, non solo in Italia, hanno provocato, negli ultimi decenni, il degrado della qualità ambientale della fascia costiera.

Nel corso di questi ultimi decenni è emersa la consapevolezza che le pressioni sulle risorse marine naturali e la domanda di servizi ecosistemici marini sono spesso troppo elevate e che, quindi, si manifesta l'esigenza di ridurre il loro impatto sulle acque marine, indipendentemente da dove si manifestino i loro effetti (Fonte: <http://www.strategiamarina.isprambiente.it/>).

Gli enti preposti al controllo e alla salvaguardia ambientale di queste aree devono essere in grado di prevedere o, al più tardi, di riconoscere le situazioni di pericolo connesse alle attività antropiche, ma per fare ciò è necessario che essi abbiano a disposizione idonei strumenti e metodologie di indagine. Il lavoro presentato ha lo scopo di fornire un quadro generale dello stato dell'ecosistema marino costiero del Lazio, ponendo l'attenzione su alcuni dei numerosi aspetti che contribuiscono alla sua definizione e informando un pubblico vasto sull'impegno dell'ARPA Lazio per garantire la salvaguardia dell'ambiente marino costiero nel rispetto delle direttive comunitarie.

Tra i potenziali fruitori di una informazione aggiornata e attendibile sulle tematiche ambientali marine si può citare come esempio il personale delle Capitanerie di Porto, fondamentale supporto per le attività in mare al fianco degli operatori tecnici dell'Agenzia, spinto dalla necessità di conoscere, anche sul piano tecnico scientifico, l'origine e l'evoluzione delle criticità ambientali rinvenibili in mare. Portatori di interesse sono, ancora, gli operatori del settore turistico-ricreativo, sempre più sensibili alle tematiche ambientali e tra i primi interlocutori dei fruitori dei servizi turistici. Non ultimi vengono gli amministratori pubblici e gli addetti alla comunicazione, che necessitano di un orientamento sui problemi e sulle prospettive di un contesto ambientale così complesso, molto spesso non compreso per insufficiente o incompleta informazione.



1. INQUADRAMENTO NORMATIVO

In questo capitolo è illustrato in breve il quadro legislativo di riferimento, condiviso a livello europeo, per le politiche di tutela e di uso sostenibile delle acque superficiali e in particolare delle acque marine costiere.

Il caposaldo delle politiche ambientali in materia di risorse idriche è la direttiva quadro sulle acque 2000/60/CE (WFD - Water Framework Directive); essa sancisce l'impegno dei paesi comunitari a far sì che tutte le acque raggiungano un "buono stato" entro il 2015 mediante l'elaborazione dei cosiddetti piani di gestione dei bacini idrografici e di specifici programmi di monitoraggio di indicatori ecologici e chimico-fisici. La direttiva 2000/60/CE disegna una riforma fondamentale della legislazione europea in materia di acque, sia dal punto di vista ambientale sia dal punto di vista amministrativo-gestionale. L'obiettivo fondamentale della direttiva 2000/60/CE è quello di istituire un quadro normativo per la protezione delle acque che ne impedisca un ulteriore deterioramento qualitativo e quantitativo e consenta il raggiungimento del "buono stato" per tutti i corpi idrici, entro un limite temporale, avendo come riferimento parametri e indicatori ecologici, idrologici e chimico-fisici.

A livello nazionale la direttiva 2000/60/CE ha trovato recepimento con il decreto legislativo 152/2006, Testo Unico in materia ambientale, integrato con successivi decreti ministeriali attuativi, che alla parte terza ha ridefinito l'intera normativa in materia di tutela delle acque dall'inquinamento, abrogando, tra l'altro, il decreto legislativo 152/99.

In particolare, il regolamento emanato con decreto ministeriale 16 giugno 2008, n. 131 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) che modifica gli allegati 1 e 3 alla parte terza del d.lgs. 152/06, stabilisce i criteri per la classificazione dei corpi idrici superficiali e sotterranei, delle acque marine costiere e delle acque di transizione da effettuarsi attraverso una metodologia comune, concordata dal MATTM e dalla Conferenza Stato-Regioni sulla base delle indicazioni della WFD. A tale regolamento ha fatto seguito il decreto ministeriale 14 aprile 2009 n. 56, che sostituisce l'allegato 1 e parte dell'allegato 3 del d.lgs. 152/2006, recante criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento.

Alle integrazioni del testo unico ambientale sopra riportate fa da corollario il decreto ministeriale 8 novembre 2010, n. 260 del MATTM, che costituisce il regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali. Tale decreto definisce le linee guida e costituisce un supporto tecnico-applicativo per l'esecuzione del monitoraggio delle acque superficiali e la gestione del flusso di dati da esso derivanti e finalizzati alla classificazione dei corpi idrici individuati.

Successivamente, nel 2015, viene emanato il d.lgs. 13 ottobre 2015, n. 172 di attuazione della direttiva 2013/39/UE, che modifica la direttiva 2000/60/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque.

Nella direttiva 2000/60/CE è ben chiaro che le acque marine sono trattate come parte di un sistema che comprende anche l'acqua dolce di origine terrestre, perché il conseguimento degli obiettivi di qualità e di salvaguardia degli ecosistemi può essere perseguito solo utilizzando strategie complessive e non limitatamente al settore di stretta competenza.

In ambito marino la direttiva 2000/60/CE è, quindi, integrata da direttive più specifiche, mirate a particolari settori di applicazione, tra cui la direttiva 2006/7/CE sulle acque di balneazione, recepita in Italia con il d.lgs. 116/08.

Recenti normative europee hanno contribuito a creare una maggiore consapevolezza delle acque marine come un sistema complesso, che richiede l'attenzione di molteplici aspetti e a vari livelli; in particolare la direttiva 2008/56/CE (Strategia Marina), recepita col d.lgs. 13 ottobre 2010, n. 190, che

istituisce il quadro normativo per l'adozione di misure basate su un approccio ecosistemico alla gestione delle attività umane per il raggiungimento e il mantenimento di un buono stato ecologico dell'ambiente marino entro il 2020.

Nella "Strategia Marina" i criteri e le norme metodologiche per perseguire il buono stato ecologico dell'ambiente marino si sviluppano attraverso un numero rilevante di indicatori, non limitati al campo della biologia marina (biodiversità, reti trofiche, eutrofizzazione) ma che comprendono anche le condizioni idrografiche e le fonti di inquinamento antropogeniche (contaminanti, rifiuti).

2. QUADRO CONOSCITIVO

In questo capitolo sono descritte le caratteristiche morfologiche generali del bacino costiero della regione Lazio e, in estrema sintesi, le dimensioni e la tipologia delle fonti di pressioni più significative dovute alle attività economiche del settore primario e secondario, che determinano la vulnerabilità degli ecosistemi della fascia costiera e del mare aperto della regione: scarichi urbani, acquacoltura e agricoltura, porti commerciali e turistici, poligoni militari, centrali termoelettriche, opere realizzate per salvaguardare le coste dai fenomeni di erosione e allagamento, contaminazione da trasporto marittimo, rifiuti e microplastiche.

2.1 Morfologia costiera

La costa laziale, escluse le isole pontine, ha una estensione di circa 350 km, di cui oltre il 70% costituita da fondali medio bassi e litorale sabbioso, alternato con tratti di costa rocciosa a costituire, talora, veri e propri promontori come Capo Linaro, Capo d'Anzio e monte Circeo e il promontorio di Gaeta.

L'elemento morfologico caratterizzante l'intero litorale è il delta del fiume Tevere; tale struttura consente di suddividere la costa laziale in tre unità aventi diverse caratteristiche.

L'unità settentrionale si estende verso sud fino a Palo Laziale, che costituisce il limite settentrionale del delta tiberino ed è caratterizzata da un lungo e continuo arco sabbioso, con spiagge comprese tra i 10 e i 70 m, interessato dalle foci del Fiora, del Marta e del Mignone; la linea di costa prosegue verso sud con caratteristiche sassose o di roccia alta da Torre Sant'Agostino a Capo Linaro di Santa Marinella e come arenile sabbioso tra Santa Marinella e Ladispoli.

L'unità centrale è costituita dal delta del fiume Tevere; la linea di costa si presenta come una amplissima estensione, quasi tutta formata da arenile piatto, sabbioso e profondo che prosegue verso sud fino a Capo d'Anzio. La costa è sottoposta, soprattutto tra Focene e la foce del Tevere, al fenomeno dell'erosione, causato certamente dalla netta diminuzione di apporti detritici da parte del fiume Tevere, che ne è l'unico importante alimentatore. Più a sud, invece, il litorale di Anzio e quello antistante l'abitato di Nettuno sono caratterizzati da una costa ora sabbiosa, ora rocciosa. Oltre Nettuno, la costa prosegue bassa fino a Torre Astura.

L'unità meridionale si distingue dalle precedenti per la quasi totale mancanza di apporti fluviali, tranne che per il contributo del fiume Garigliano che segna il limite sud-orientale del litorale laziale, e per la presenza di cordoni dunari che si frappongono fra il mare e i laghi costieri di Fogliano, Monaci, Caprolace, Sabaudia e Lago Lungo. Seguono, verso sud, coste alte e frastagliate, come il promontorio del Circeo, lo sperone roccioso di monte Giove, interrotte da piccole spiagge all'interno delle insenature. L'ultimo tratto è dominato dai monti Aurunci, che si affacciano sulla striscia costiera con rilievi anche elevati (m 1535). Notevoli fenomeni erosivi sono in atto anche lungo le coste di Formia e Minturno, le cui spiagge sono alimentate dai detriti del fiume Garigliano che ha visto ridursi enormemente il suo apporto per effetto degli impianti idroelettrici.

Le isole e gli isolotti dell'arcipelago pontino (Ponza, Palmarola, Zannone, Ventotene, S. Stefano, Gavi, Botte) sono caratterizzati dalla presenza di baie e spiaggette, alternate a scogli e faraglioni che circondano le isole maggiori, in particolare quelle di Ponza e Palmarola. Le isole pontine sono di origine vulcanica e rappresentano l'ultima propaggine del vulcano partenopeo. I fondali circostanti le isole di Palmarola, di Zannone, di Gavi e di S. Stefano rappresentano riserve naturali di grande valore e interesse.

Le acque continentali che si riversano nel mare del Lazio esercitano una notevole influenza sulle condizioni del litorale, per effetto del trasporto in mare di sedimenti e di nutrienti o di sostanze inquinanti di altra natura prodotte dalle attività antropiche. I quantitativi trasportati dai corsi d'acqua rappresentano un elemento fondamentale per poter comprendere i fenomeni e le criticità delle acque costiere e degli ecosistemi marini.

La stima della portata media annua complessiva dei fiumi che sfociano nel mare antistante le coste laziali è di 526 m³/s, di cui il 224,8 m³/s riferiti al Tevere e 141,8 m³/s al Garigliano. Il Volturno, che pur non appartenendo alla regione Lazio influenza le acque del golfo di Gaeta, contribuisce con una portata media di 84,0 m³/s (Boni et al., 1996).

La corrente superficiale principale del Tirreno, che con andamento antiorario (SE-NO) risale lungo le coste, risente fortemente delle variazioni stagionali. Nel periodo invernale e primaverile parte delle acque atlantiche, portate dalla corrente nord africana, avvicinandosi alla Sicilia entrano nel Tirreno seguendo un ampio percorso ciclonico a cui si sovrappongono alcune circolazioni minori cicloniche e anticicloniche. La più forte e stabile si trova nel Tirreno settentrionale, un'altra occupa la parte sud orientale e un'ultima si trova tra la Sardegna e la Sicilia. In estate la circolazione del Tirreno è molto più complessa di quella invernale e varia da un anno all'altro.

2.2 Territorio

Il Lazio nel suo complesso presenta una differenziazione delle dinamiche economiche, evidenziando una crescita del settore terziario concentrato nell'area della città di Roma, che rappresenta l'80% dei servizi pubblici resi all'intero sistema nazionale; il settore secondario è sviluppato nella parte meridionale della regione; mentre il Viterbese e l'area pontina presentano una rilevante incidenza dell'agricoltura.

Nel settore primario si è da tempo consolidata l'economia della fascia costiera che presenta aree a coltivazione intensiva, con aziende di crescenti dimensioni e tecnologicamente avanzate, soprattutto nell'Agro Romano e Pontino e nel Viterbese. L'incremento maggiore è stato registrato per l'agricoltura biologica, la produzione cerealicola e orticola, che ha beneficiato dell'aumento delle superfici in serra, nelle zone del Viterbese (Pescia Romana e Tarquinia), a ovest di Roma (Maccarese), nella pianura pontina e nella Piana di Fondi; mentre la floricoltura e la vivaistica sono andate concentrandosi nella zona di Santa Marinella. Il vigneto specializzato, tipico dei Colli Albani, si estende verso la pianura pontina, e in modo più limitato a ovest di Roma (Maccarese, Cerveteri), nei pressi di Terracina e nelle isole Ponziane. L'allevamento non ha più grande rilievo, a eccezione dell'agro-pontino che tra le sue specialità annovera la produzione lattiero-casearia, così come la pesca. L'utilizzo delle risorse minerarie del Lazio è limitato alle pietre da costruzione quali tufo, peperino e travertino nei dintorni di Roma e nel Viterbese e della bentonite a Ponza. Numerose invece le acque minerali, con impianti bene attrezzati e di notevole richiamo turistico (Fiuggi).

Il settore secondario è legato essenzialmente al comparto chimico-farmaceutico e al sistema delle piccole e medie imprese che operano nelle industrie alimentari e di produzione della carta. Rilevante risulta ancora la produzione di energia elettrica, grazie alle centrali termoelettriche presenti sul territorio alle quali si sono affiancate negli ultimi anni impianti che utilizzano fonti rinnovabili, come i parchi eolici di Paliano (FR), Viticuso (FR) e Piansano (VT) e quelli fotovoltaici.

Il terziario si fonda, oltre che sui servizi della pubblica amministrazione, sul turismo balneare che rappresenta una cospicua fonte di ricchezza; oltre a Latina e a Roma, costituiscono poli di gravitazione Pescia Romana, Fondi, Formia, Priverno e Terracina. Il traffico marittimo ha come polo centrale Civitavecchia (Fonte: <https://www.treccani.it>).

Tutto il litorale è caratterizzato dalla presenza ininterrotta di insediamenti urbani e residenziali e solo piccoli tratti incolti, o adibiti ad agricoltura o a parchi o occupati da installazioni militari, ne interrompono la continuità.

2.3 Pressioni

Per "pressione" si intende l'effetto diretto sull'ambiente di una attività di origine antropica. La direttiva 2000/60/CE (WFD) richiede la raccolta di informazioni sul tipo e sull'ampiezza delle pressioni antropo-

geniche significative e le divide in quattro grandi categorie:

- pressione da fonte puntuale
- pressione da fonte diffusa
- alterazioni dovute all'estrazione o regolazione delle acque
- alterazioni morfologiche

Qualsiasi altro tipo di pressione non ricadente in queste categorie deve comunque essere identificato. L'analisi, la caratterizzazione e la quantificazione delle pressioni sono fondamentali per la progettazione e l'aggiornamento di reti e programmi di monitoraggio delle acque; tali operazioni debbono consentire di individuare le pressioni ritenute significative per lo stato dei corpi idrici, cioè quelle che possono pregiudicare il raggiungimento/mantenimento degli obiettivi di qualità ambientale secondo le tempistiche previste dalla direttiva comunitaria. I programmi di monitoraggio, infatti, sono strettamente correlati alle pressioni insistenti sui corpi idrici per la selezione degli elementi di qualità da monitorare tra quelli previsti dalla WFD (chimici, biologici, idromorfologici) (Fiorenza A. et al. 2018).

L'analisi delle pressioni fornisce, altresì, gli elementi conoscitivi per l'individuazione delle misure di tutela e ripristino volte a garantire il raggiungimento o il mantenimento degli obiettivi ambientali della WFD.

Seguendo le indicazioni della Linea guida *Analysis of Pressures and Impacts 2003* (Fonte: <https://circabc.europa.eu/faces/jsp/extension/wai/navigation/container.jsp>), sul litorale laziale è possibile identificare le seguenti tipologie di pressione incidenti sulle acque marine costiere (Tabella 2.3.1):

PRESSIONI		ESEMPI
PUNTUALI	Scarichi urbani e sfioratori di piena	
	Porti commerciali e turistici	Civitavecchia, Fiumicino, Ponza, ...
	Poligoni militari	Loc. Pian di Spille (Tarquinia), Nettuno
	Centrali elettriche	Torre Valdaliga Nord e Sud (Civitavecchia)
	Impianti di acquacultura	
DIFFUSE	Insedimenti urbani	Ostia Lido, Pomezia, Latina, ...
	Agricoltura	Maremma laziale, Agro-Romano, Agro-Pontino
	Trasporti/navigazione	Le vie del mare
ALTERAZIONI MORFOLOGICHE	Interventi e opere per la difesa costiera	Pennelli, frangiflutti, rinascimenti

Tabella 2.3.1 - Tipologia di pressioni incidenti sul litorale laziale

Le diverse tipologie di pressioni agiscono lungo il litorale con un campo di azione non limitato alla fascia strettamente costiera, ma con una incidenza spesso rilevante anche in mare aperto.

La Carta di Uso del Suolo (CUS) costituisce un ausilio indispensabile alla ricerca applicata nell'ambito delle scienze naturali e territoriali, alla programmazione, alla pianificazione e gestione dei vari livelli territoriali; in questo contesto, l'analisi sull'uso del suolo è ritenuta fondamentale per l'individuazione delle aree in cui sono localizzate pressioni specifiche.

La CUS è una carta tematica di base che rappresenta lo stato di utilizzo del territorio e si fonda su cinque classi principali (superfici artificiali, superfici agricole utilizzate, superfici boscate e ambienti seminaturali, zone umide, corpi idrici) e si sviluppa per successivi livelli di dettaglio in funzione della scala di rappresentazione, secondo un linguaggio condiviso e conforme alle direttive comunitarie.

L'attuale CUS della regione Lazio costituisce un naturale prodotto di approfondimento dell'originario rilievo eseguito dall'UE con il progetto CORINE Land Cover (vedi Box: Programma Europeo CORINE: <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>) agli inizi degli anni Novanta ed è stata realizzata nell'ambito della redazione del Piano Territoriale Paesistico Regionale. La CUS articola la lettura dell'intero territorio della regione Lazio al IV livello di dettaglio, per un totale di 72 classi di uso del suolo con una unità minima cartografata di un ettaro.

BOX: Programma Europeo CORINE

Il Programma europeo CORINE (Coordination of Information on the Environment) è stato approvato il 27 giugno 1985, come programma sperimentale per la raccolta, il coordinamento e la messa a punto delle informazioni sullo stato dell'ambiente e delle risorse naturali della comunità. All'interno dei progetti che compongono la totalità del programma CORINE (biotopi, emissioni atmosferiche, vegetazione naturale, erosione costiera etc.) il Land Cover costituisce il livello di indagine sull'occupazione del suolo. Obiettivo primario è la creazione di una base dati vettoriale omogenea, relativa alla copertura del suolo classificato sulla base di una nomenclatura unitaria per tutti i Paesi della Unione Europea. Il rilievo, effettuato all'inizio degli anni Novanta dalla UE sul territorio di tutti gli stati membri (rappresentato alla scala 1:100.000), ha prodotto una classificazione secondo una legenda di 44 classi suddivisa in 3 livelli gerarchici con una unità minima cartografata di 25 ettari.

Si riportano di seguito gli indicatori di uso del suolo, derivati dalla CUS Lazio (aggiornamento 2016) per i bacini idrografici recapitanti in mare (Tabella 2.3.2) con i valori percentuali e la relativa mappa (Figura 2.3.1):

USO del SUOLO nei bacini incidenti sulle AREE COSTIERE (Elaborazione da CUS Lazio 2016)		
Classe	Livelli di dettaglio	Area (kmq)
1. Superfici artificiali	- Zone urbanizzate di tipo residenziale	- 486
	- Zone industriali, commerciali e infrastrutturali	- 261
	- Zone estrattive, cantieri, discariche	- 38
	- Zone verdi artificiali non agricole	- 56
2. Superfici agricole utilizzate	- Seminativi	- 3669
	- Colture permanenti	- 994
	- Prati stabili	- 249
	- Zone agricole eterogenee	- 115
3. Territori boscati e ambienti semi-naturali	- Zone boscate	- 1893
	- Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea	- 520
	- Zone aperte con vegetazione rada o assente	- 141
4. Zone umide	- Zone umide interne	- 1
	- Zone umide marittime (saline)	- 3
5. Corpi idrici	- Acque continentali	- 203
	- Acque marine	- 13

Tabella 2.3.2 - Principali indicatori di uso del suolo per i bacini laziali recapitanti in mare (CUS 2016)

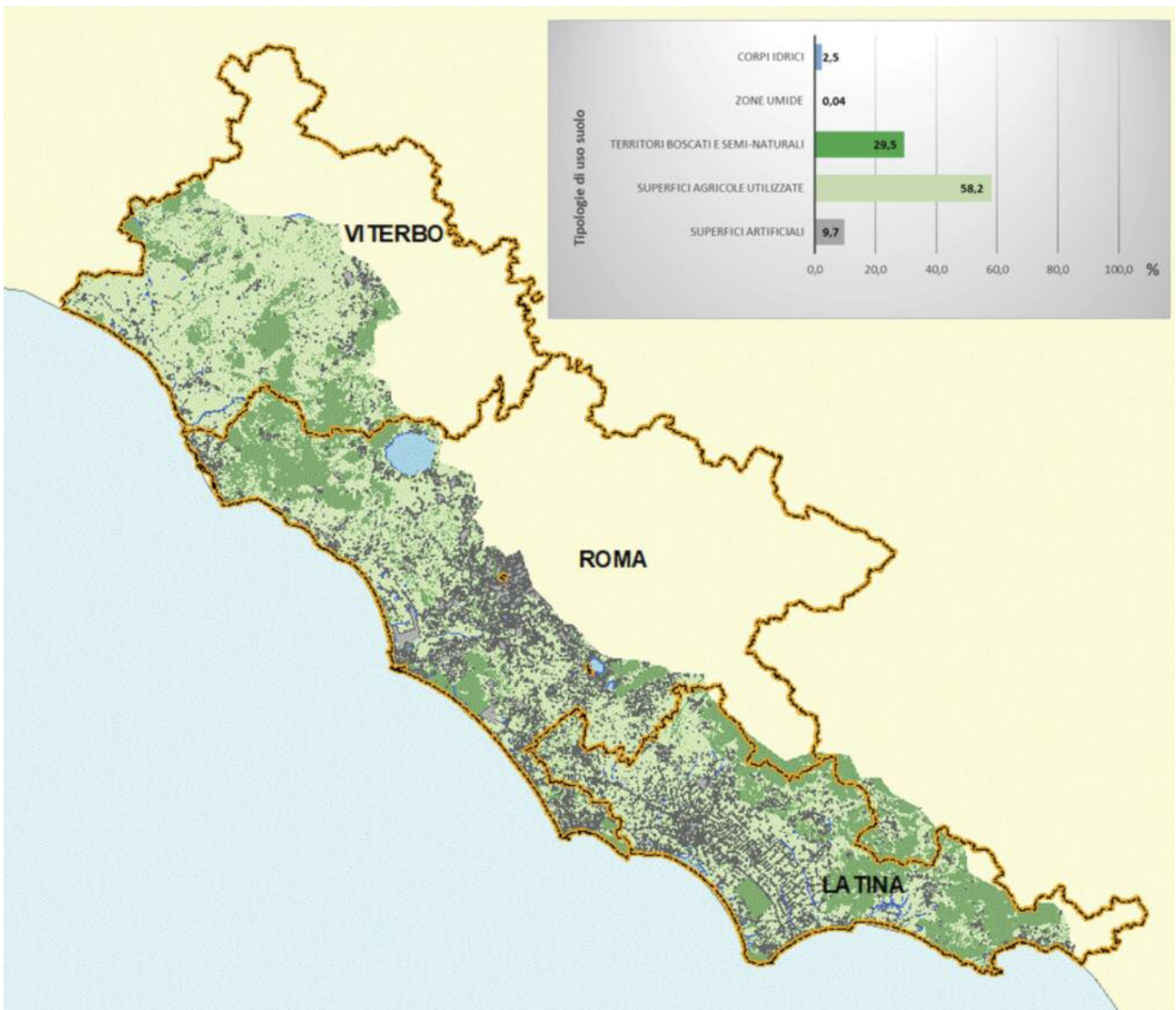


Figura 2.3.1 - Quadro d'insieme e percentuale di incidenza degli indicatori di uso del suolo

2.3.1 Fascia costiera

La fascia costiera rappresenta l'area in cui risultano maggiormente incidenti le pressioni antropiche; lungo la linea di costa si sommano, infatti, gli effetti derivanti dallo sviluppo delle attività socio economiche presenti lungo il litorale e nei bacini afferenti alle diverse acque marine costiere.

Di seguito sono riportati alcuni esempi di pressioni incidenti principalmente lungo la fascia più costiera.

Scarichi urbani

Le acque reflue, prima di essere restituite all'ambiente, devono essere sottoposte a processi di depurazione che le rendono compatibili con la capacità auto-depurativa dei mari, dei laghi e dei fiumi. Le acque reflue urbane sono acque reflue domestiche o il miscuglio di acque reflue domestiche, industriali e meteoriche di dilavamento convogliate in reti fognarie, anche separate, e provenienti da un'area in cui attività produttive e popolazione sono in misura tale da giustificare la raccolta e il convogliamento delle acque verso un sistema di trattamento o verso un punto di recapito finale.

La dimensione di un impianto di depurazione può essere misurata in metri cubi trattati al giorno o all'ora e in quantità di Abitanti Equivalenti trattati (AE): l'abitante equivalente è il carico organico bio-

degradabile avente una richiesta biochimica di ossigeno a 5 giorni (BOD5, Biochemical Oxygen Demand) pari a 60 grammi di ossigeno al giorno.

In tabella 2.3.3 sono riportati i depuratori urbani presenti lungo la linea di costa, che recapitano direttamente in mare.

COMUNE	LOCALITA'	AE TRATTATI	CORPO IDRICO RECETTORE
Montalto di Castro	Strada Litoranea	30.000	Bacino Fiora
Ladispoli	Torre Flavia	90.000	Da Rio Fiume a Pratica di Mare
Pomezia	San Paolo	30.000	Da Pratica di Mare a Rio Torto
Pomezia	Via Zara	60.000	Da Pratica di Mare a Rio Torto
Anzio	Colle Cocchino	75.000	Da Lido dei Pini a Grotte di Nerone
Anzio	Cavallo Morto	40.000	Da Lido dei Pini a Grotte di Nerone
Nettuno	La Perla	90.000	Da Grotte di Nerone a Torre Astura
Sabaudia	Belsito	30.000	Da Torre Astura a Torre Paola
San Felice Circeo	Torre Olevola	25.000	Da Porto S.F.Circeo a punta Stendardo
Sperlonga	Salette	22.000	Da Porto S.F.Circeo a punta Stendardo
Formia	Mamurrano	55.000	da Vindicio a bacino Garigliano
Ponza	Cala Feola	N.A.	Zannone
Ponza	Santa Maria	10.000	Zannone
Ventotene	Faro	2.000	Isola di Ventotene

Tabella 2.3.3 - Depuratori urbani che recapitano direttamente in mare

Impianti di acquacoltura

L'acquacoltura è considerata un'attività di impatto per le acque marine in quanto le produzioni possono comportare numerose pressioni differenti, come riportato in tabella 2.3.4.

PRESSIONE	ORIGINE
Sedimentazione	Carico del particolato organico - materiale fecale - mangime non consumato - detriti di organismi incrostanti - organismi morti in decomposizione Carico della sostanza organica solubile - decomposizione del mangime non consumato
Cambiamenti dei processi biochimici	Azoto e Fosforo dai prodotti di escrezione Elementi in traccia e micronutrienti da materiale fecale e mangime non consumato
Interazioni con le popolazioni selvatiche	Fughe accidentali di pesci allevati Rilascio involontario di gameti Scambio di parassiti e patogeni Rilascio volontario di pesci allevati per ripopolamento
Prelievo di forme selvatiche	Prelievo in natura di larve, giovanili e sub-adulti e adulti di diverse specie
Trasmissione di patogeni	Parassiti ed agenti patogeni indigeni Parassiti ed agenti patogeni esotici
Diffusione di specie aliene	Introduzioni volontarie o accidentali di specie esotiche e di organismi associati
	Parassiti ed agenti patogeni esotici
Controllo dei predatori	Popolazioni di uccelli ittiofagi, mammiferi marini
Utilizzo di risorse della pesca per mangimi (farina e olio)	Aumento della pressione della pesca sulle popolazioni selvatiche
Uso di prodotti chimici	Aumento della pressione della pesca sulle popolazioni selvatiche Composti dello Zinco nel materiale fecale e nel mangime non consumato Composti del Rame nei trattamenti antifouling Disinfettanti e chemioterapici

Tabella 2.3.4 - Pressioni derivanti dagli impianti di acquacoltura

Se il flusso di questi composti rilasciati nell'ambiente supera la capacità naturale di assimilazione di un corpo idrico, possono verificarsi delle alterazioni ecologiche sia nella colonna d'acqua che nel sedimento e, come estrema conseguenza, fenomeni di eutrofizzazione, riduzione dell'ossigeno disciolto, aumento della torbidità e alterazioni delle comunità macrobentoniche nel sedimento.

Le pressioni hanno importanza diversa in funzione del sistema di produzione, del sito, della specie allevata e della sensibilità dell'ecosistema ricevente.

Lungo la costa Laziale gli allevamenti più importanti si registrano a Civitavecchia e a Gaeta e le specie trattate sono principalmente spigole, orate e mitili.

Porti commerciali e turistici

Le infrastrutture portuali e il complesso delle attività che in esse si svolge producono un impatto sul territorio circostante la cui significatività è legata a numerosi fattori come la collocazione geografica del porto, la tipologia (turistico, commerciale) e la dimensione (movimentazione merci, passeggeri).

I porti si trovano storicamente a essere inseriti in aree urbane densamente popolate e questo determina inevitabili criticità alle quali si associano effetti sull'ambiente.

I principali impatti riguardano la qualità delle acque e l'alterazione degli habitat derivanti da:

- presenza di un intenso traffico di navi
- operazioni di dragaggio dei fondali
- scarico in mare delle acque di zavorra, spesso causa di introduzione di specie non autoctone (vedi cap. 5.2)
- dilavamento delle banchine
- attività di movimentazione merci
- rifiuti
- consumo di suolo (superficie portuale) e utilizzo della superficie di maree con conseguente modifica della costa

La classificazione dei porti italiani è contenuta nella legge 84/94 (vedi Box: Classificazione dei porti art. 4 - legge 84/94), emanata con l'obiettivo di adeguare i criteri d'individuazione degli scali al mutato quadro socio-economico in cui necessità di difesa ed esigenze economiche sono andate scindendosi; la competenza statale sui porti è stata gradualmente affiancata dalla competenza regionale (competenze concorrenti Stato-Regioni).

BOX: Classificazione dei porti (art. 4 - legge 84/94)

I porti marittimi nazionali sono ripartiti nelle seguenti categorie e classi:

- a) categoria I: porti, o specifiche aree portuali, finalizzati alla difesa militare e alla sicurezza dello Stato
- b) categoria II, classe I: porti, o specifiche aree portuali, di rilevanza economica internazionale
- c) categoria II, classe II: porti, o specifiche aree portuali, di rilevanza economica nazionale
- d) categoria II, classe III: porti, o specifiche aree portuali, di rilevanza economica regionale e interregionale

I porti, o le specifiche aree portuali di cui alla categoria

- I sono individuate dal Ministro della difesa, con proprio decreto, emanato di concerto con i ministri dei trasporti e della navigazione e dei lavori pubblici
- II classi I, II e III, hanno le seguenti funzioni:
 - a) commerciale
 - b) industriale e petrolifera
 - c) di servizio passeggeri
 - d) peschereccia
 - e) turistica e da diporto

Il decreto di "Riorganizzazione, razionalizzazione e semplificazione delle autorità portuali", approvato dal Consiglio dei ministri il 28 luglio 2016, ha dato il via a una nuova governance individuando 58 porti

di rilevanza nazionale coordinati da sole 15 Autorità di Sistema Portuale (AdSP) con sedi nelle realtà maggiori ovvero nei porti definiti core dalla Comunità Europea.

Ricadono nel territorio della regione Lazio:

- 1 AdSP - Autorità di Sistema Mar Tirreno Centro-Settentrionale, con sede di coordinamento nel porto di Civitavecchia
- 1 porto di rilevanza internazionale - Civitavecchia (Figura 2.3.1 identificato con colore arancio)
- 2 porti di rilevanza nazionale - Fiumicino e Gaeta (Figura 2.3.1 identificati con colore arancio)

Il sistema portuale laziale è inoltre costituito da porti turistici dislocati lungo tutta la costa e le isole (Figura 2.3.2 identificati con colore blu e rade in verde).

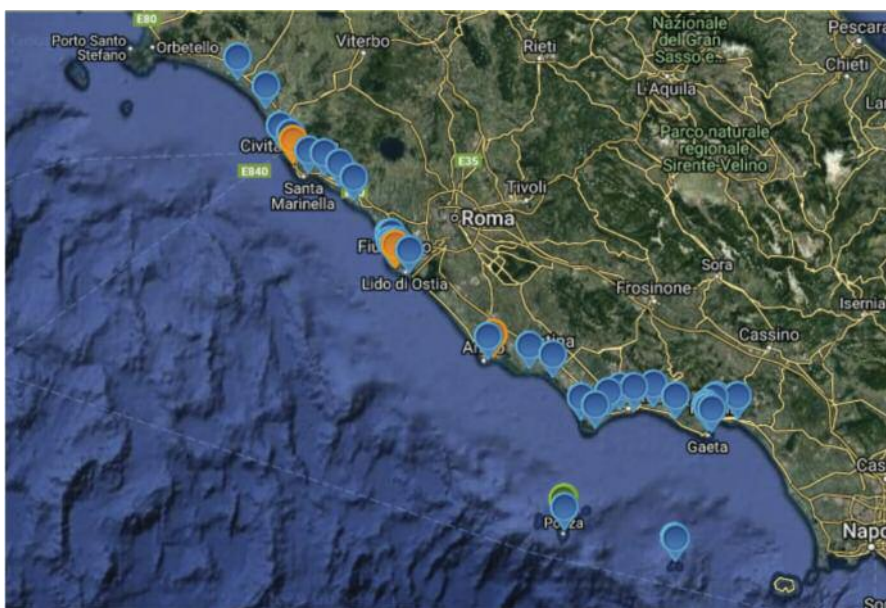






Figura 2.3.2 - Localizzazione porti lungo le coste laziali
(<https://www.pagineazzurre.com/elenco-porti-del-lazio-2/>)

In Tabella 2.3.5 sono descritte le caratteristiche dei principali porti del Lazio.

Autorità di Sistema Mar Tirreno Centro-Settentrionale	
Civitavecchia <i>Categoria II, classe I</i>	È la principale infrastruttura portuale del Lazio e rappresenta un nodo fondamentale della piattaforma logistica dell'Italia centrale. In relazione al traffico passeggeri, ha sviluppato una posizione leader con volumi di passeggeri trasportati (somma di imbarchi, sbarchi e transiti) intorno ai 2 milioni annui così come per il trasporto delle merci, questo porto tende a rafforzare il ruolo di hub per le autostrade del mare e a sviluppare il general cargo (segmento del freddo, ciclo del carbone e merci speciali).
Fiumicino <i>Categoria II, classe II</i>	Si inserisce in un'area logistica e commerciale che vede la presenza dell'aeroporto internazionale "Leonardo da Vinci" con la relativa Cargo City, della Commercity, dell'interporto di Fiumicino (per ora gomma-gomma), della nuova Fiera di Roma, del nodo autostradale tra corridoio tirrenico e GRA. Gli esiti degli interventi passati e le tendenze in atto non attribuiscono al porto una destinazione per merci, tranne che per quanto riguarda i prodotti petroliferi. Lo scalo potrà rafforzare il suo ruolo come polo per la cantieristica e per la marineria locale.
Gaeta <i>Categoria II, classe II</i>	Rimane uno scalo minore al servizio delle imprese localizzate nelle aree di Latina, Frosinone, Cassino e Caserta, sia dal punto di vista del loro approvvigionamento che da quello della commercializzazione delle loro produzioni. Ci si attende un consolidamento nel segmento della movimentazione dei settori petroliferi.

Tabella 2.3.5 - Caratteristiche generali dei principali porti del Lazio

In Tabella 2.3.6 sono sintetizzate le informazioni sui principali porti turistici del Lazio.

Denominazione	N° posti barca	Denominazione	N° posti barca
Anzio	400	Isola di Ponza	
Civitavecchia		- Cala dell'Acqua	Approdo rada
- Civitavecchia	nd	- Cala di Feola	Approdo rada
- Lega navale	nd	- Ponza	nd
- Riva di Traiano	1182	Isola di Ventotene	
- Ulisse cantieri navali	nd	- Cala Rossano (Porto Nuovo)	40 
Fiumicino		- Porto Romano (Porto Vecchio)	40 
- Darsena Traiano	200	Ladispoli	nd
- Porto Canale	25	Marina di Nettuno	1000
Fiumicino Isola Sacra		Marina di Santa Marinella	285
- Darsena Netter	60	Ostia	
- Porto Romano	200	- Canados International	25
- Fiumara Grande	nd 	- Canale dei Pescatori	120
Foce del Fiora	100	- Cantieri Tornado	20
Foce del Marta	82	- Porto Turistico di Roma	833 
Foce Sisto	1000	Porticciolo di Furbara	nd
Foce Verde	nd	Porticciolo il Faro	nd
Formia		Porto Badino	800
- Porto Nuovo	130	Rio Martino	100
- Caposele	500	Salto I° di Fondi	
Gaeta		- Canale di S. Anastasia	50
- Santa Maria	30	San Felice Circeo	250
- Darsena San Carlo	100	Santa Severa	nd
- B.N. Flavio Gioia	200	Scauri	90
- Porto Salvo	Nd		
- Sant'Antonio	nd		

 Porto nelle vicinanze di un'area marina protetta

nd = dato non disponibile

Tabella 2.3.6 - Principali porti turistici del Lazio

Poligoni militari

Le aree militari presenti lungo il litorale della regione Lazio sono:

- Pian di Spille nel comune di Tarquinia
- Furbara nel comune di Santa Marinella
- Torre Astura nel comune di Nettuno

I poligoni militari potrebbero rappresentare una forma di impatto per le acque marine costiere in quanto durante le esercitazioni di tiro vengono rilasciate in mare munizioni contenenti metalli pesanti.

Centrali

Lungo la fascia costiera laziale sono presenti tre centrali termoelettriche:

- centrale Alessandro Volta, ricadente nel comune di Montalto
- centrali di Torrevaldaliga nord e Torrevaldaliga sud, ricadenti nel comune di Civitavecchia (Figura 2.3.3).

L'impatto che queste centrali hanno sulle acque marine costiere deriva principalmente dall'uso dell'acqua come liquido di raffreddamento: la maggior parte dell'acqua prelevata viene restituita in forma di salamoia e presenta una temperatura differente rispetto all'acqua di mare nella quale viene

reimmessa rappresentando, quindi, uno scarico di tipo termico.

È da considerare anche come fonte di inquinamento il possibile rilascio di acque di dilavamento a seguito di piogge.

Tutta l'area antistante le centrali è comunque una zona permanentemente interdetta alla balneazione.



Figura 2.3.3 - Centrale di Torrevaldaliga

Interventi e opere per la difesa costiera

La difesa del litorale va inquadrata nel contesto di un'azione integrata a medio e lungo termine, che deve considerare gli effetti diretti dell'erosione costiera e dei cambiamenti climatici (innalzamento del livello medio marino, estremizzazione degli eventi meteo-marini ecc.) e quelli indiretti che riducono in generale la resilienza delle spiagge (edificazione sul demanio marittimo, processi di "litoralizzazione" ecc.).

Gli interventi di difesa costiera, realizzati per salvaguardare le coste dai fenomeni di erosione e allagamento, possono ostacolare la libera propagazione del moto ondoso e causare alterazioni nelle aree costiere limitrofe determinando impatti, quali l'alterazione del trasporto litoraneo, tipicamente caratterizzati da accumuli nella zona protetta e perdite nelle aree limitrofe, intrusione del cuneo salino, alterazione degli habitat preesistenti ecc.

A grandi linee è possibile distinguere le strutture di difesa di una costa in naturali e artificiali. Fra le prime vanno ricordate le spiagge e le dune, le seconde sono a loro volta classificabili in: opere la cui princi-

pale funzione è quella di impedire l'azione erosiva del moto ondoso mediante il rivestimento e il sostegno del terreno a tergo (difese aderenti, come paratie a mare, muri di sponda, rivestimenti); opere di rifornimento artificiale di sabbia della spiaggia, per controbilanciare le perdite causate dai processi naturali o da interventi dell'uomo; opere trasversali (pennelli) e, infine, opere parallele distaccate (scogliere, barriere frangiflutti ecc.) (Tabella 2.3.7)





Tipo di difesa artificiale		Dove
Muri di sponda		porto di Civitavecchia
Rivestimenti		porto di San Felice Circeo
Barre		loc. San Giorgio (Tarquinia)
Pennelli		loc. Sant'Antonio (Terracina)
Ripascimenti		lido di Tarquinia (Osservatorio Regionale dei Litorali, Regione Lazio, 2004)

Tabella 2.3.7 - Opere e interventi di difesa costiera nel Lazio

Tutte le Regioni dispongono di un catasto degli interventi eseguiti, sia con opere di difesa costiera sia con ripascimenti. I dati, anche piuttosto aggiornati (2006-2015), sono disponibili su mappe cartografiche e in alcuni casi organizzati in geodatabase, alla scala di rappresentazione tipica delle carte tecniche regionali. La Regione Lazio dispone di uno storico degli interventi a partire dal 1943.

In tabella 2.3.8 si riporta un quadro riepilogativo dei dragaggi nel Lazio.

Sito a largo di prelievo	SIGLA	Profondità (m)	Tecnica di Dragaggio	Anno	Volumi dragati (m3)	Destinazione
Anzio	D1	45-50	Trailer/suction	1999	895.000	Ostia (RM)
Anzio	D1	45-50	Trailer/suction	2003	130.500	Ostia centro (RM)
Anzio	D1	45-50	Trailer/suction	2003	306.500	Ostia levante (RM)
Anzio	D1	45-50	Trailer/suction	2003	227.900	Anzio (RM)
Anzio	D1	45-50	Trailer/suction	2003	407.942	Focene nord (RM)
Anzio	D1	45-50	Trailer/suction	2003	540.000	Ladispoli (RM)
Anzio	D2	45-50	Trailer/suction	2003	85.000	Lido di Latina (LT), sx foce del Mascarello
Anzio	D1	45-50	Trailer/suction	2003	290.000	Terracina (LT) sx e dx foce Sisto
Anzio	D1	45-50	Trailer/suction	2007	249.100	Terracina (LT) porto Badino - F. Sisto
Anzio	D1	45-50	Trailer/suction	2007	528.500	Minturno (LT)
Anzio	D1	45-50	Trailer/suction	2007	412.400	San Felice Circeo (LT)
Anzio	D1	45-50	Trailer/suction	2007	729.000	Fondi nord (LT)
Anzio	D1	45-50	Trailer/suction	2007	215.000	Formia (LT)
Anzio	D1	45-50	Trailer/suction	2012	350.000	Ostia levante (RM)
Montalto di Castro	A2	45-50	Cutter/suction	2004	570.000	Tarquinia (VT)
Montalto di Castro	A2	45-50	Cutter/suction	2004	30.000	Montalto di Castro (Pagliete)
Montalto di Castro	A2	45-50	Trailer/suction	2005	270.000	Ostia (RM) Levante
Montalto di Castro	A3	45-50	Trailer/suction	2005	60.000	Ostia (RM) Ponente
Montalto di Castro	A2	45-50	Trailer/suction	2005	70.000	lido di Latina (LT), sx Foce del Mascarello
Torvaianica	C2	95-100	Trailer/suction	2006	345.800	Terracina (LT) porto Badino - Centro
Torvaianica	C2	95-100	Trailer/suction	2006	400.000	Terracina (LT) porto Badino - F. Sisto
Torvaianica	C2	95-100	Trailer/suction	2006	34.000	Fondi (LT)

Tabella 2.3.8 - Dati dragaggi effettuati nel Lazio (Fonte: MATTM-Regioni, 2018)

Agricoltura

Il 17 novembre 2015 la Commissione Europea ha approvato il Programma di Sviluppo Rurale (PSR) Lazio 2014-2020 che rappresenta il principale strumento operativo di programmazione e finanziamento per gli interventi nel settore agricolo, forestale e rurale sul territorio regionale.

La Regione, in conformità all'Accordo di Partenariato, ha provveduto alla classificazione dei 378 comuni, individuando le seguenti tipologie di aree rurali:

- poli urbani (A): 17 comuni
- aree rurali ad agricoltura intensiva e specializzata (B): 18 comuni
- aree rurali intermedie (C): 241 comuni
- aree con problemi complessivi di sviluppo (D): 102 comuni

Complessivamente il 95% dei comuni ricadono in aree rurali (zone B, C e D).

La distribuzione dei comuni sul territorio regionale, secondo l'appartenenza alle quattro aree, è riportata in figura 2.3.4

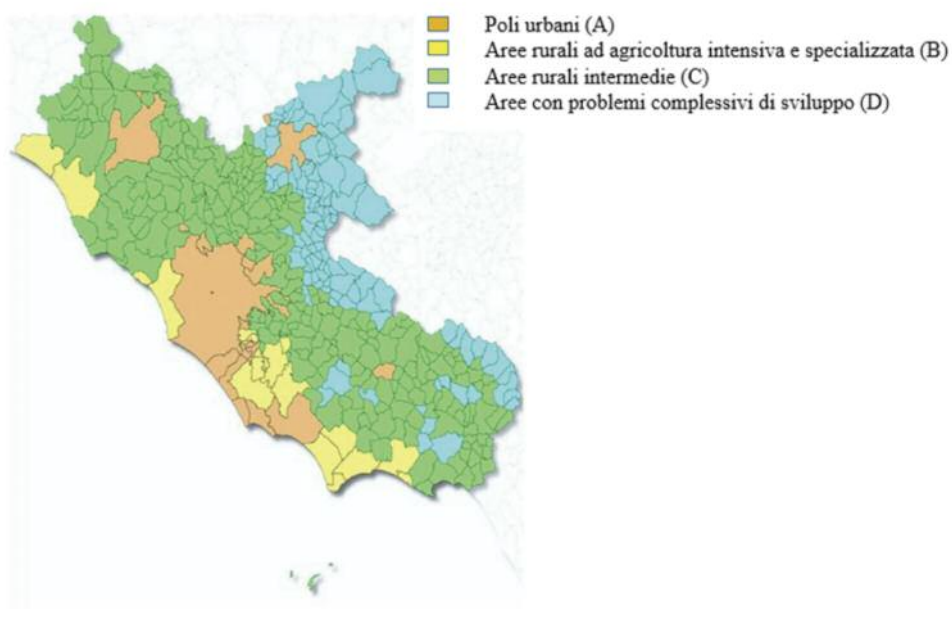


Figura 2.3.4 - Classificazione del territorio regionale nelle 4 tipologie di aree rurali (PSR Lazio)

Si riportano in tabella 2.3.9 le aree classificate come rurali ad agricoltura intensiva e specializzata, raggruppate nella zona B, che si configurano a maggiore rischio di impatto sulle acque marine costiere.

Zone agricole	Provincia	Comuni
Maremma laziale	Viterbo	- Montalto di Castro - Tarquinia
Agro-Romano	Roma	- Ladispoli - Fiumicino
Agro-Pontino	Latina	- Fondi - Pontinia - Sabaudia - San Felice Circeo - Sperlonga - Terracina

Tabella 2.3.9 - Zone rurali a maggiore impatto

Nelle zone della Maremma laziale, Agro Romano e Agro Pontino dove è possibile l'uso di macchinari agricoli prevalgono i seminativi. Il frumento costituisce la coltura fondamentale sia per produzione che per estensione; le colture orticole, in prevalenza carciofi e pomodori, vengono praticate nel litorale.

Gli impatti attesi per la tipologia di pressione diffusa in agricoltura sono legati a:

- inquinamento da nutrienti (aumento di concentrazione di fosforo totale, clorofilla "a", numero di bloom microalgali in un anno)
- inquinamento organico (% saturazione di ossigeno disciolto <70% o >130%)
- inquinamento chimico (numero riscontri annuo per pesticidi)

2.3.2 Mare aperto

Contaminazione da trasporto marittimo

La direttiva 2008/56/CE "Strategia Marina", recepita in Italia con il d.lgs. del 13 ottobre 2010 n. 190, prevede il monitoraggio dei contaminanti dell'ambiente marino compresi quelli collegati al trasporto marittimo. Questo tipo di monitoraggio prevede l'analisi delle caratteristiche granulometriche del sedimento e la ricerca di alcuni contaminanti appartenenti all'elenco di priorità di cui al d.lgs. 172/2015.

I siti di campionamento sono posizionati nell'area di rada del porto di Civitavecchia che, per la regione Lazio, rappresenta il sito con maggior traffico marittimo sia di merci che di passeggeri. Nell'area di indagine sono poste tre stazioni per il campionamento, eseguito con cadenza annuale, la cui posizione è definita sulla base dell'influenza del traffico marittimo dominante dell'area portuale (figura 2.3.5); una quarta stazione, considerata di riferimento, è posta in un'area senza traffico marittimo, nelle vicinanze dell'Area Marina Protetta (AMP) delle secche di Tor Paterno.

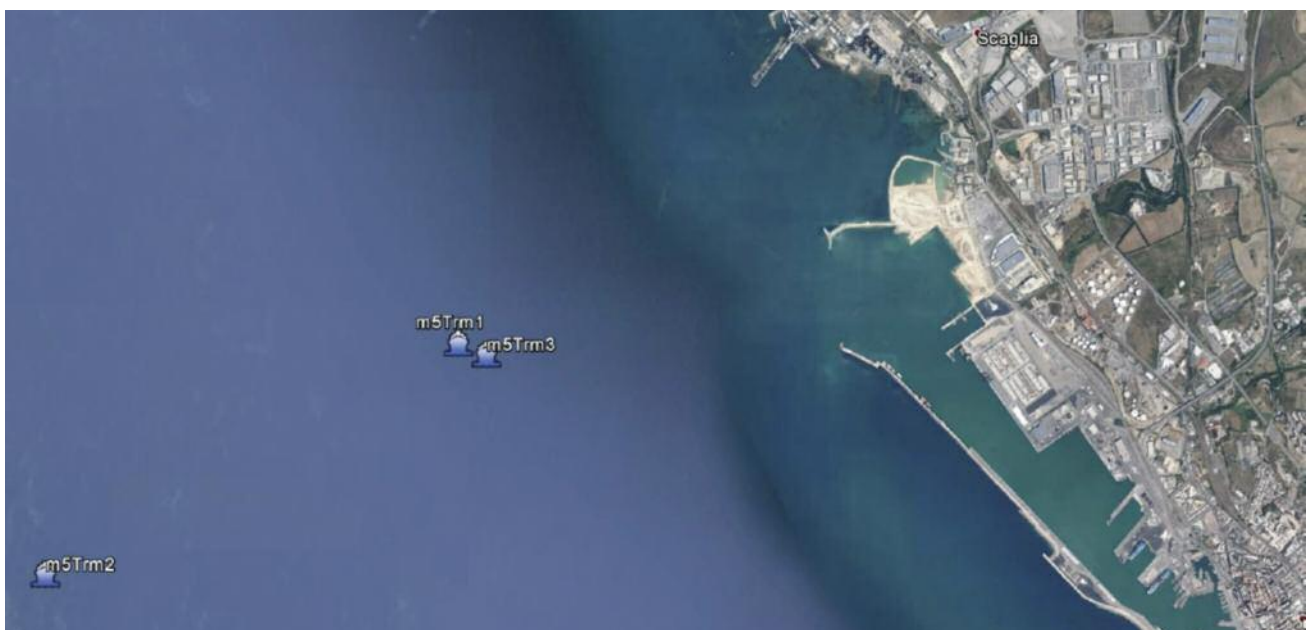


Figura 2.3.5 - Ubicazione delle stazioni di campionamento dei sedimenti per la ricerca dei contaminanti

Nella tabella 2.3.10 sono riportati i contaminanti che devono essere ricercati nei sedimenti.

Metalli	cadmio, mercurio, piombo, arsenico, cromo totale, cromo VI
Organo metalli	tributilstagno
Policiclici Aromatici	benzo(a)pirene, benzo(b)fluorantene, benzo(k)fluorantene, benzo(g,h,i)perilene, indeno(1,2,3-cd)pirene, antracene, fluorantene, naftalene
Pesticidi	Aldrin Alfa esaclorocicloesano, Beta esaclorocicloesano, Gamma esaclorocicloesano (lindano), DDT, DDD, DDE, Dieldrin, esaclorobenzene
PCB e Diossine	Sommat. T.E. PCDD, PCDF (Diossine e Furani) e PCB diossina simili ⁽¹⁾ , PCB totali ⁽²⁾

Tabella 2.3.10 - Contaminanti da ricercare nei sedimenti marini

Le vie del mare: inquinamento causato da navi

La convenzione internazionale per la prevenzione dell'inquinamento causato da navi, "convenzione MARPOL (MARitime POLLution)", stabilisce i divieti generali relativi agli scarichi delle navi in mare, ma disciplina altresì le condizioni alle quali alcuni tipi di rifiuti possono essere scaricati nell'ambiente marino.

Le navi possono contaminare l'ambiente marino lungo le loro tratte (Figura 2.3.6) o nei porti, sia nelle operazioni di routine che accidentalmente, con:

- oli minerali
- sostanze liquide nocive trasportate alla rinfusa
- sostanze inquinanti trasportate per mare in imballaggi
- liquami scaricati dalle navi (sea Wage)
- rifiuti solidi scaricati dalle navi (Tabella 2.3.11)
- scarichi dei motori marini (SOx - ossidi di zolfo - e NOx - ossidi di azoto)



Figura 2.3.6 - Esempio di traffico marittimo simultaneo (da <https://www.vesselfinder.com/it>)

Gli effetti dell'inquinamento marino sulla fauna e sulla flora possono essere devastanti.

Le comunità turistiche costiere devono sostenere costi enormi per il ripristino delle proprie attività, senza parlare dei danni causati all'industria della pesca.

Il maggior pericolo proviene dalla plastica, che può galleggiare e persistere in mare per anni, causando danni incalcolabili all'ecosistema; i pesci e i mammiferi marini possono, in alcuni casi, confondere la plastica con il cibo. Per questo è prevista la totale proibizione dello scarico della plastica e severe restrizioni per lo scarico in mare degli altri rifiuti solidi sia nelle zone costiere che nelle Aree Speciali.

RIFIUTO	DISCARICA NELLE AREE SPECIALI	DISCARICA FUORI DALLE AREE SPECIALI	COLORE DEL CONTENITORE
RIFIUTI DA CIBO - TRITURATI - NON TRITURATI	Più di 12 miglia dalla costa più vicina	Più di 3 miglia dalla costa più vicina Più di 12 miglia dalla costa più vicina	BLU
PLASTICA Inclusi cavi sintetici, reti da pesca, sacchetti di plastica	Discarica proibita	Discarica proibita	ROSSO
CARTA-STRACCI-METALLI-VETRO BOTTIGLIE-TERRACOTTE - TRITURATI - NON TRITURATI	Discarica proibita	Più di 3 miglia dalla costa più vicina Più di 12 miglia dalla costa più vicina	NERO
LEGNO-MATERIALI PER PACCHI	Discarica proibita	Più di 25 miglia dalla costa più vicina	GIALLO

Tabella 2.3.11 - Discarica dei rifiuti in mare secondo la convenzione MARPOL

Hotspot di plastica nel Mar Tirreno

In Italia uno studio dell'ISMAR-CNR di Lerici (Suaria G. et al. 2016) ha individuato, a nord ovest dell'isola d'Elba tra il corno della Corsica e Capraia, un'isola di rifiuti di plastica composta da frammenti più piccoli di 2 millimetri e densa come nessun altro vortice di rifiuti nel Mediterraneo occidentale.

In questo tratto di mare, per una convergenza di correnti che nel nord-ovest del Mediterraneo portano l'acqua a risalire lungo la costa italiana, si crea un *hotspot* di plastica che si estende in uno spazio di alto valore naturalistico per la presenza di numerose specie di cetacei e rappresenta una vera minaccia per l'ecosistema marino (Figura 2.3.7).

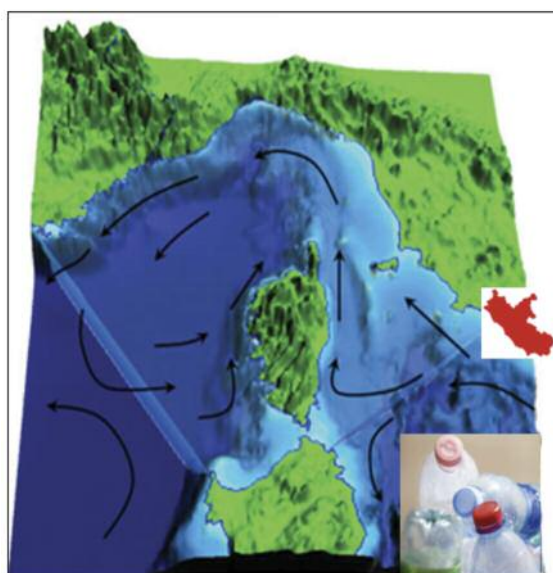


Figura 2.3.7 - Rifiuti plastici laziali trasportati dalle correnti verso nord-ovest (Circolazione correnti marine da <https://www.sanctuaire-pelagos.org/It/specie-it/il-mediterraneo>)

3. ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO ACQUE MARINE

In questo capitolo sono descritti i principali programmi di monitoraggio eseguiti dall'Arpa Lazio nell'ambito delle acque marine. Attraverso le attività di monitoraggio è possibile ottenere un'indicazione sull'andamento dei processi naturali e sulle eventuali pressioni di origine antropica al fine di predisporre interventi di recupero della qualità degli ecosistemi naturali e di prevenire i fattori di degrado che potrebbero avere conseguenze dirette o indirette sulla salute umana.

Per valutare lo stato della qualità ambientale delle acque marine costiere l'ARPA Lazio verifica con una frequenza mensile, bimestrale, stagionale o annuale, in funzione della tipologia di indagine (d.m. 260/10), la presenza nelle acque di inquinanti chimici e lo stato di salute di alcuni elementi biologici (fitoplancton, macroinvertebrati bentonici, macrofite, angiosperme). La rete di monitoraggio regionale ai sensi del d.m. 260/10 comprende 17 corpi idrici marini costieri e un totale di 22 stazioni.

Durante la stagione balneare (dal 1 maggio al 30 settembre), in base al d.lgs 116/08, l'ARPA Lazio effettua, con frequenza mensile, il campionamento dello strato superficiale delle acque marine per verificarne l'idoneità alla balneazione. Le aree monitorate sono 128 per un totale di circa 360 km di costa, isole comprese.

Infine, dal 2014 l'ARPA Lazio è impegnata nel programma di monitoraggio dell'ambiente marino costiero tra le 0.5 e le 12 miglia dalla costa, istituito dalla direttiva 2008/56/CE (Strategia Marina), recepita col d.lgs. 190/2010, basato sulla valutazione di 11 descrittori.

3.1 MONITORAGGIO STATO AMBIENTALE

Il monitoraggio ambientale è lo strumento fondamentale di indagine che permette di definire lo stato della qualità delle matrici ambientali (aria, acqua e suolo) al fine di prevenire l'insorgere di fenomeni critici, predisporre azioni di risanamento, indirizzare le politiche di tutela e rivalutazione del territorio e implementare la serie storica dei dati ambientali.

Insieme al controllo dei fattori di pressione il monitoraggio ambientale è uno dei principali compiti istituzionali delle ARPA.

La qualità delle acque marine costiere è definita mediante gli indicatori previsti dal d.lgs. 152/06 e dai decreti del MATTM 131/08, 56/09 e 260/10, che recepiscono gli obiettivi introdotti dalla direttiva quadro sulle acque (WFD/2000/60/EC). La direttiva ha richiesto agli Stati membri di classificare le acque superficiali in 5 classi di qualità (elevato, buono, sufficiente, scarso e cattivo) in funzione del loro grado di alterazione, dovuta a pressioni di origine antropica, e di portare i corpi idrici, che non sono fortemente modificati, allo stato ecologico almeno buono (entro il 2015).

Ai fini della classificazione la direttiva 2000/60/CE ha adottato un criterio basato sulla determinazione del rapporto di qualità ambientale (EQR, *Environmental Quality Ratio*), ovvero sul confronto delle condizioni biotiche e abiotiche osservate nel corpo idrico oggetto del monitoraggio e le condizioni biotiche e abiotiche di riferimento tipiche di un corpo idrico in cui non sono presenti pressioni di origine antropica o, se presenti, risultano poco rilevanti.

I valori delle condizioni di riferimento per ciascuna tipologia di corpo idrico sono riportate in tabelle nel d.m. 260/10 mentre i criteri tecnici per il monitoraggio e le definizioni di tali condizioni sono state definite nel d.m. 56/09.

La classificazione dei corpi idrici segue lo schema riportato in Figura 3.1.1 ed è determinata dalla valutazione dello *stato ecologico* e dello *stato chimico*.

Lo stato ecologico è valutato attraverso lo studio degli elementi biologici supportati da quelli fisico-chimici, chimici e idromorfologici ed è classificato in base alla classe più bassa risultante dai dati di monitoraggio.

Lo stato chimico invece è definito in base agli standard di qualità dei microinquinanti appartenenti alla tabella 1/A del d.m. 260/2010 ed è espresso in due classi: **buono** stato chimico, se gli standard sono rispettati, e **non buono** in caso contrario.

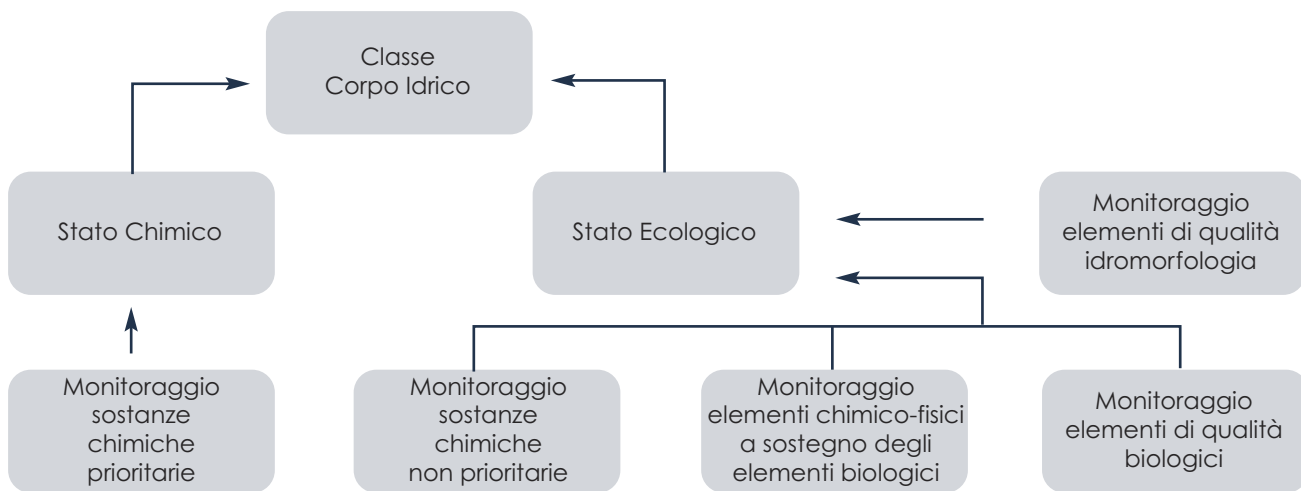


Figura 3.1.1- Classificazione dei corpi idrici

Le attività di monitoraggio, condotte sui corpi idrici individuati sulla base del loro stato di qualità e delle pressioni esistenti sul territorio, hanno una valenza sessennale e concorrono a predisporre i piani di gestione e di tutela delle acque. La rete di monitoraggio è pianificata in accordo con la Regione Lazio e attualmente comprende 17 corpi idrici e un totale di 22 stazioni di campionamento (Tabella 3.1.1).

Nome Corpo Idrico	Codice Stazioni
Bacino Fiora	M5.39
Bacino Garigliano	M2.48
Da bacino Fiora a F.Mignone	M5.42
Da f. Chiarone a Bacino Fiora	M5.70
Da f. Mignone a rio Fiume	M4.32 - M4.35
Da Grotte di Nerone a Torre Astura	M4.59
Da lido dei Pini a Grotte di Nerone	M4.56
Da porto S.F.Circeo a p. Stendardo	M2.45 - M2.57
Da Pratica di Mare a rio Torto	M4.50
Da Punta Stendardo a Vindicio	M2.73
Da rio Fiume a Pratica di Mare	M4.38 - M4.44 - M4.47
Da rio Torto a lido dei Pini	M4.53
Da Torre Astura a Torre Paola	M2.42 - M2.71
Da Torre Paola a porto S.F.Circeo	M2.72
Da Vindicio a bacino Garigliano	M2.74
Ventotene	M2.75
Zannone	M2.51

Tabella 3.1.1 - Corpi idrici monitorati dalla regione Lazio

I campionamenti in mare sono effettuati a bordo delle imbarcazioni dell'Arpa Lazio e/o della Guardia Costiera con l'ausilio del personale delle Capitanerie di Porto operativo in ciascuna area di indagine.

3.1.1 Stato ecologico

Lo stato ecologico descrive la qualità delle acque attraverso la valutazione degli Elementi di Qualità Biologici (EQB) (fitoplancton, macrofite, angiosperme, macroinvertebrati bentonici), degli elementi chimico fisici e idromorfologici a supporto degli EQB e degli inquinanti chimici non prioritari.

La direttiva 2000/60/CE attribuisce un'importanza prioritaria allo studio dei parametri biologici e in particolare a quelli particolarmente sensibili alle variazioni delle condizioni abiotiche che fungono da indicatori del degrado della qualità ambientale. Studiando la composizione delle comunità di questi organismi, caratteristici di diversi livelli trofici dell'ecosistema acquatico, e valutandone lo scostamento dalle condizioni naturali di riferimento è possibile evidenziare le zone in cui "lo stress ambientale" ha raggiunto livelli critici. Dalle informazioni raccolte in campo e dallo studio degli organismi in laboratorio vengono elaborati degli indici numerici specifici per i diversi bioindicatori che consentono di quantificare e rappresentare cartograficamente la risposta biologica.

Gli elementi biologici indagati per le acque marine costiere sono:

Fitoplancton: la biomassa fitoplanctonica è stimata in funzione della quantità di clorofilla a misurata sulla superficie dell'acqua ed è valutata mediante l'analisi quali-quantitativa del popolamento. La classificazione di un corpo idrico secondo questa metrica deve tener conto della variazione, in un periodo di almeno un anno, della clorofilla a. Ogni corpo idrico viene monitorato con frequenza bimestrale.

Macroinvertebrati bentonici: si applica l'indice multivariato M-AMBI (Multivariate-Azti Marine Biotic Index). Il valore dell'M-AMBI varia tra 0 e 1 e corrisponde al Rapporto di Qualità Ecologica. Ogni corpo idrico viene esaminato con cadenza triennale.

Macrofite: il monitoraggio prevede lo studio delle comunità superficiali di macroalghe del substrato roccioso con il metodo CARLIT (CARtografia LITorale). Ogni corpo idrico viene monitorato con frequenza triennale.

Angiosperme: le praterie a Posidonia oceanica vengono monitorate nel piano infralitorale non influenzato da apporti d'acqua dolce significativi. Il giudizio di qualità ecologica è calcolato mediante l'indice PREI (Posidonia Rapid Easy Index) elaborando i dati relativi alla densità fogliare per fascio, biomassa degli epifiti, biomassa fogliare, profondità e tipologia del limite inferiore. Il valore del PREI varia tra 0 e 1 e corrisponde al Rapporto di Qualità Ecologica. Ogni corpo idrico viene monitorato con frequenza triennale.

Una volta analizzati gli EQB e calcolati i loro indici, si procede ad assegnare una prima classificazione che dovrà essere confermata o modificata, mediante l'utilizzo degli elementi di qualità fisico-chimica e degli inquinanti chimici non prioritari.

Elementi chimico fisici a sostegno degli elementi biologici: gli elementi di qualità fisico-chimica ossigeno disciolto e nutrienti contribuiscono alla determinazione dello stato ecologico, a differenza degli elementi di qualità idromorfologica (regime correntometrico, esposizione al moto ondoso, profondità e composizione del substrato), che tuttavia contribuiscono a interpretare meglio lo stato ecologico.

La temperatura e la salinità, determinando la densità dell'acqua di mare, contribuiscono a definire la stabilità della colonna d'acqua, parametro su cui è basata la tipizzazione delle acque costiere su base idrologica. Dalla stabilità della colonna d'acqua discende la tipo-specificità delle metriche e degli indici utilizzati per la classificazione degli EQB. Il parametro trasparenza è utilizzato per integrare e migliorare l'interpretazione del monitoraggio degli EQB in modo da pervenire all'assegnazione di uno stato ecologico certo.

Inoltre, viene determinato l'indice trofico TRIX (Trophic Index) che descrive lo stato trofico del sistema sulla base della presenza di clorofilla *a*, della percentuale di saturazione di ossigeno (la differenza rispetto al 100%), del contenuto in specie azotate disciolte e in fosforo totale.

Inquinanti chimici non prioritari: il d.lgs. 172/2015 sostituisce la tabella 1/B del d.m. 260/2010 con un elenco aggiornato di sostanze da ricercare non appartenenti all'elenco di priorità.

3.1.2 Stato chimico

Lo stato chimico descrive la qualità delle acque in base alla presenza di sostanze chimiche prioritarie nella colonna d'acqua, nel biota e nei sedimenti (tabella 1/A del d.lgs. 172/2015).

Tra le sostanze prioritarie sono inclusi gli inquinanti chimici che rappresentano un potenziale rischio per l'ambiente acquatico, dovuto ai loro volumi di vendita o di utilizzo, a caratteristiche intrinseche della sostanza (chimico-fisiche, ecotossicologiche o di bioaccumulo) e sulla base di monitoraggi pregressi che ne hanno evidenziato la capacità di provocare effetti significativi sull'ambiente. Sono sostanze chimiche prioritarie i metalli pesanti, i pesticidi, gli inquinanti industriali, gli interferenti endocrini ecc. Per ognuna di esse sono fissati degli Standard di Qualità Ambientale (SQA) distinti per le matrici di analisi. Il non superamento degli SQA comporta l'assegnazione di un giudizio di stato chimico "buono", diversamente al corpo idrico sarà assegnata la classe "non buono".

In figura 3.1.2 è mostrata a titolo di esempio la classificazione delle aree monitorate nel triennio 2015-2017 nel Lazio Meridionale.

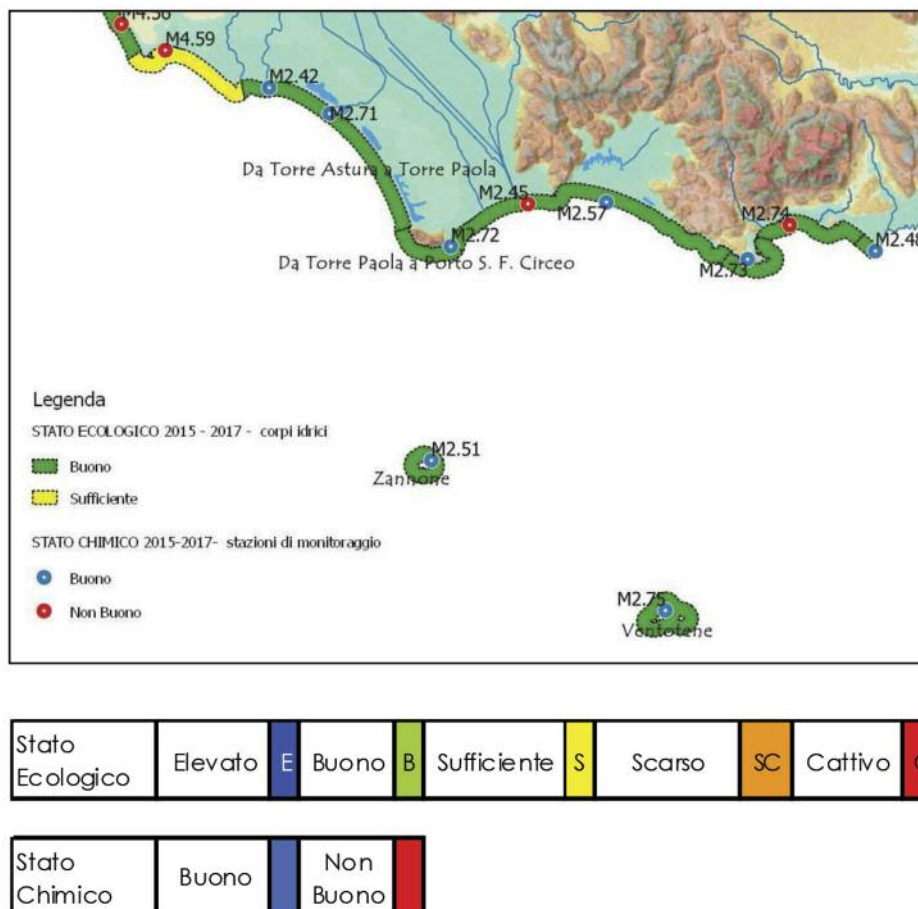


Figura 3.1.2 - Classificazione delle aree monitorate nel triennio 2015-2017 nel Lazio Sud

3.2 BALNEAZIONE

Con il termine "Acque di Balneazione" vengono indicate le acque dolci superficiali, correnti o di lago e le acque marine nelle quali la balneazione è espressamente autorizzata o non vietata.


L'entrata in vigore della direttiva europea 2006/7/CE ha introdotto un sistema omogeneo e confrontabile per la valutazione della qualità delle acque di balneazione sull'intero territorio europeo. Il quadro normativo di riferimento nazionale è rappresentato dal decreto legislativo 30 maggio 2008, n°116, di attuazione della direttiva, e dal decreto ministeriale 30/3/2010, che definisce le modalità e le specifiche tecniche per l'attuazione del d.lgs 116/08. Tale normativa è finalizzata alla protezione della salute umana, attraverso il monitoraggio delle acque destinate alla balneazione e all'attuazione di azioni indirizzate alla riduzione delle possibili cause di inquinamento.

Il d.lgs. 116/2008 e relativo decreto attuativo d.m. 30/3/2010 prevedono siano effettuate su ogni punto di prelievo rilevazioni di parametri ambientali (temperatura aria, temperatura acqua, vento corrente, onde ecc.), ispezioni di natura visiva (residui bituminosi, vetro, plastica, gomme, altri rifiuti) e prelievi di campioni di acqua per l'analisi batteriologica in laboratorio (*Escherichia coli* ed Enterococchi intestinali).

In figura 3.2.1 sono sintetizzate le fasi principali della procedura di campionamento delle acque di balneazione ai sensi dell'allegato D al d.m. 30/3/2010.

Il campionamento deve essere effettuato ad una profondità di circa **30 centimetri** sotto il pelo libero dell'acqua ad una distanza dalla battigia tale che il fondale abbia una profondità tra gli **80 e i 120 cm**; in corrispondenza di scogliere a picco o di fondali rapidamente degradanti i prelievi vengono effettuati vicino alla scogliera o alla battigia.

Il prelievo deve essere effettuato **dalle ore 9,00 alle ore 16,00**.



Il campionamento deve prevedere la rilevazione dei seguenti parametri meteo-marini da riportare nel verbale di campionamento:

- temperatura dell'aria
- temperatura dell'acqua
- vento: direzione e intensità
- stato del mare
- direzione di provenienza delle onde
- stima visuale dell'altezza d'onda
- corrente superficiale: intensità e direzione
- condizioni meteorologiche

Figura 3.2.1 - Procedura di campionamento acque di balneazione

Inoltre, qualora per le acque di balneazione sia definito un rischio potenziale di proliferazione cianobatterica, di macroalghe e/o fitoplancton, viene effettuato un monitoraggio specifico per consentire un'individuazione tempestiva di rischi per la salute.

Per le acque marine costiere la gestione del rischio di potenziale proliferazione di fitoplancton potenzialmente tossico è associato al monitoraggio della specie fitoplanctonica *Ostreopsis ovata* (vedi capitolo 3.2.2) alla quale viene dedicato un approfondimento nel capitolo 5.1.

3.2.1 Monitoraggio microbiologico

Durante il periodo di campionamento, in ogni area di balneazione sono previsti dei controlli con una frequenza non superiore a un mese (controlli "ordinari"). Le date di tali controlli sono comunicate, prima dell'inizio della stagione balneare, al Ministero della Salute e i campionamenti non devono discostarsi più di 4 giorni dalla data prefissata.

In caso di esito sfavorevole di un'analisi è prevista la chiusura dell'area di balneazione e l'effettuazione di ulteriori controlli, controlli "aggiuntivi", fino al riscontro di un esito di analisi favorevole che permetta la riapertura dell'area alla balneazione.

Il Portale delle Acque del Ministero della Salute (Figura 3.2.2), nella sezione acque di balneazione, offre la possibilità di visualizzare tutte le aree di balneazione a livello nazionale, con i dati relativi al monitoraggio della stagione balneare in corso, lo stato di balneabilità in tempo reale e le informazioni ambientali riguardanti il profilo di costa di ogni singola area.

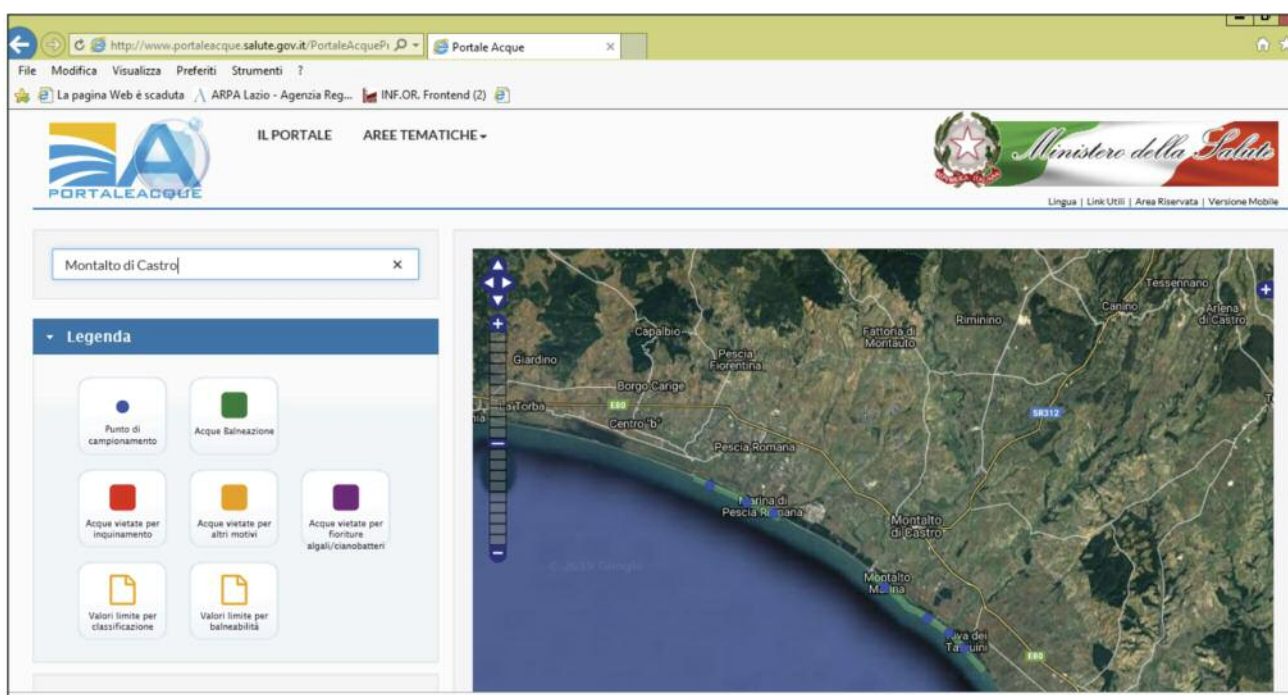


Figura 3.2.2 - Portale delle Acque del Ministero della Salute:
<http://www.portaleacque.salute.gov.it/PortaleAcquePubblico/>

Requisiti di qualità per la balneabilità

I parametri d'indagine delle acque di balneazione marine e relativi valori limite di legge (allegato A del d.m. 30/03/2010) per la valutazione dell'idoneità durante il periodo di campionamento sono riportati nella seguente tabella (Tabella 3.2.1).

Valori limite parametri microbiologici per un singolo campione		
Parametri	Corpo idrico	Valori
Enterococchi intestinali	Acque marine	200n/100ml
Escherichia coli	Acque marine	500n/100ml

Tabella 3.2.1 - Valori limite per singolo campione con n = UFC (Unità Formanti Colonie) o MPN (Most Probable Number)

Nel Lazio le aree destinate alla balneazione sono distribuite lungo le coste del litorale e delle isole pontine (Figura 3.2.3) per circa 360 Km e comprendono le provincie di Latina, Roma e Viterbo; sono aree che presentano caratteristiche idonee a tale attività e, pertanto, sono escluse le aree portuali, le aree marine protette (zona A), le aree direttamente interessate dagli scarichi etc.

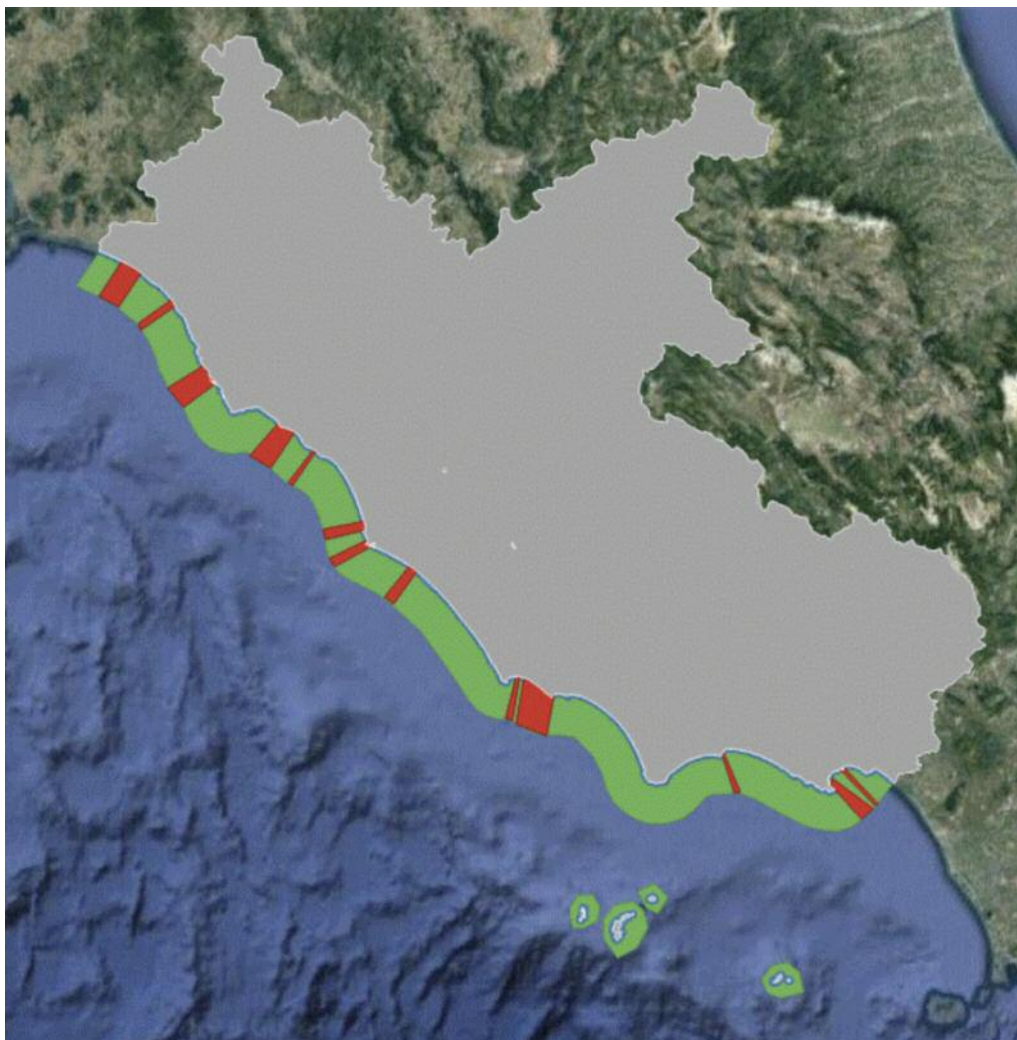


Figura 3.2.3 - Mappa acque marine costiere destinate alla balneazione. In verde le aree adibite alla balneazione, in rosso le aree chiuse alla balneazione

Monitoraggio ai fini della classificazione di qualità delle aree di balneazione

La classificazione delle acque di balneazione viene effettuata sulla base delle serie di dati relative alle ultime quattro stagioni balneari. L'ultima classificazione disponibile è quella dell'anno in corso riferita ai dati delle quattro stagioni precedenti (2015-2018).

Il giudizio di qualità è basato sul calcolo statistico che prevede la valutazione del 95° percentile (o 90° percentile) della normale funzione di densità di probabilità (PDF, Probability Density Function) log 10 dei dati microbiologici: la classificazione ha validità fino all'esito del primo controllo dell'anno successivo.

Le classi di qualità sono quattro: eccellente, buona, sufficiente e scarsa. La segnaletica che indica la classificazione delle acque, secondo la simbologia sotto riportata (Figura 3.2.4), deve essere presente nelle immediate vicinanze di ciascuna acqua di balneazione, in un'ubicazione facilmente accessibile.



Figura 3.2.4 – Simbologia per la classificazione delle acque di balneazione

Si riportano di seguito i grafici inerenti la classificazione delle acque per gli anni 2012-2019.

I grafici mostrano l'andamento nei vari anni delle distribuzioni percentuali delle quattro classi di qualità (eccellente, buono, sufficiente, scarso) dei vari siti monitorati aggregati per province, Viterbo (Figura 3.2.5), Roma (Figura 3.2.6), Latina (Figura 3.2.7) con le isole pontine (Figura 3.2.8),

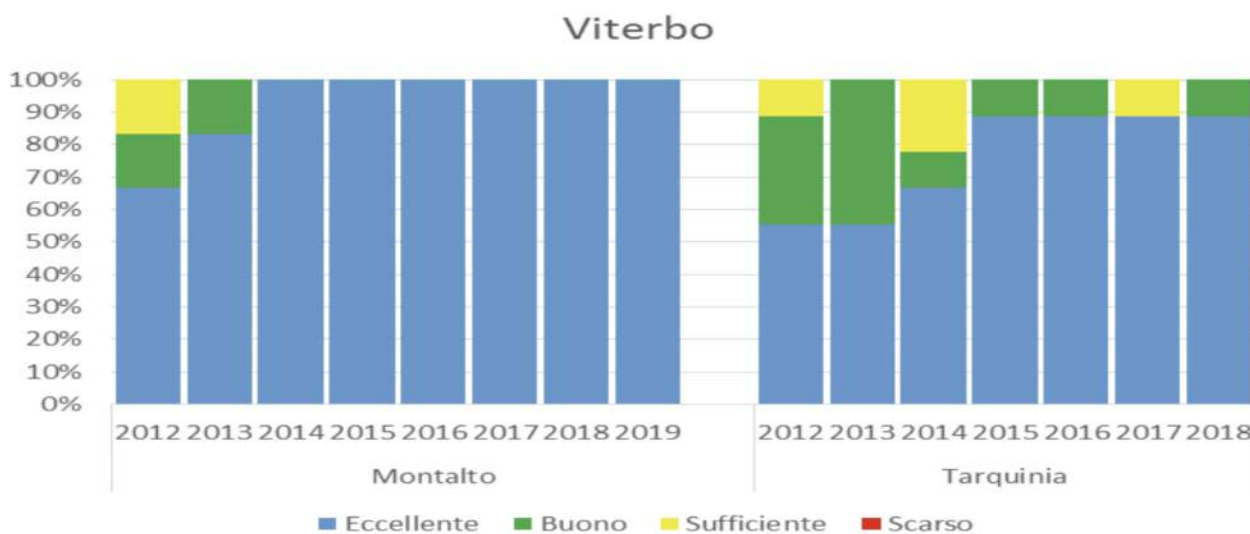


Figura 3.2.5 - Classificazione delle acque di balneazione provincia di Viterbo, anni 2012-2019

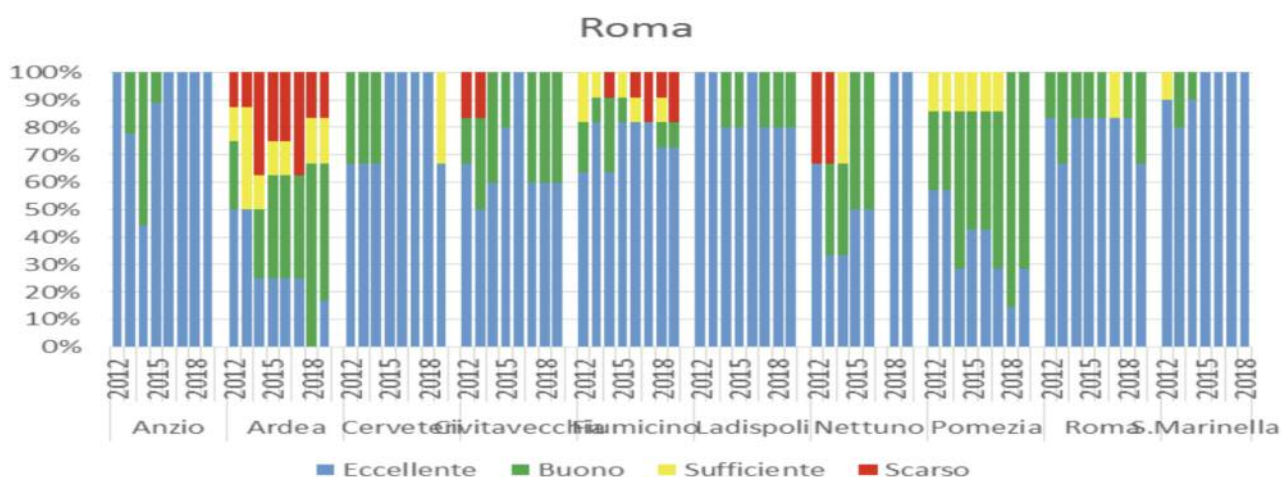


Figura 3.2.6 - Classificazione delle acque di balneazione provincia di Roma, anni 2012-2019

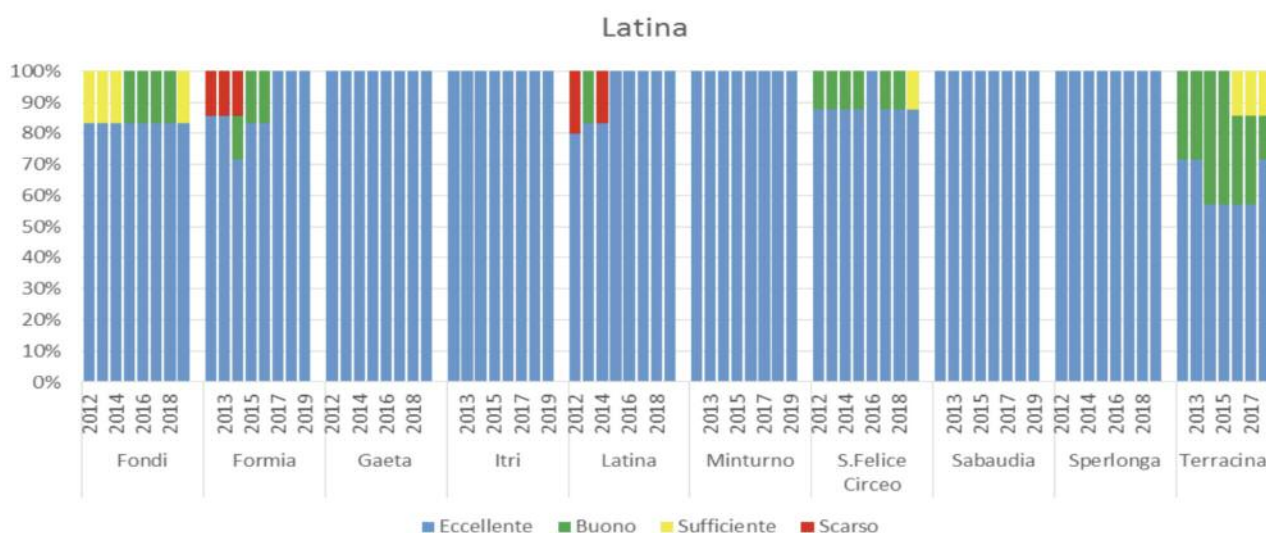


Figura 3.2.7 - Classificazione delle acque di balneazione provincia di Latina, anni 2012-2019

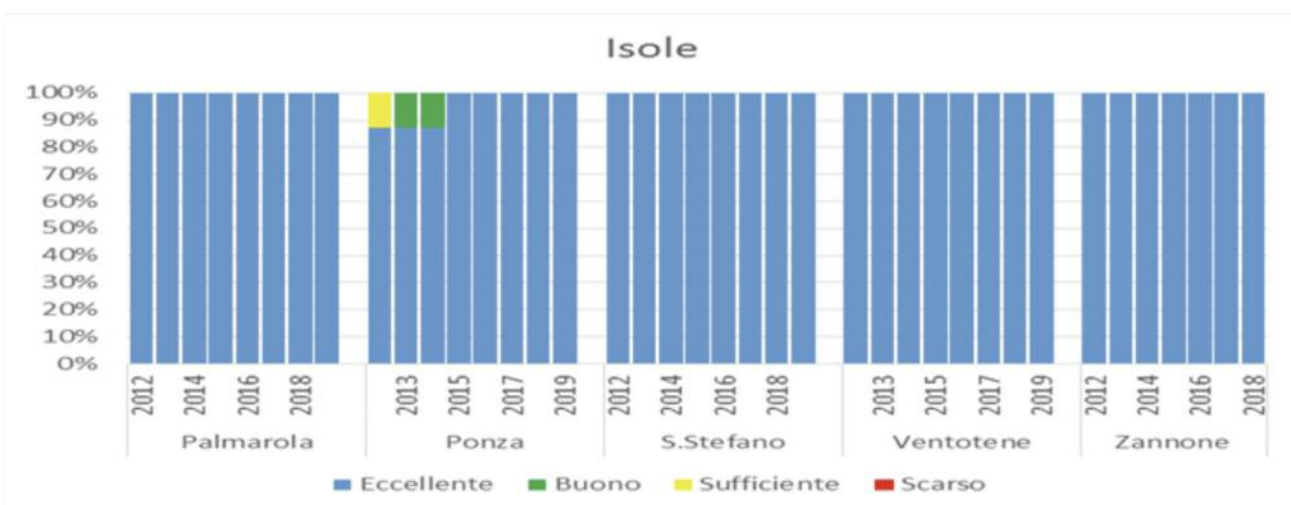


Figura 3.2.8 - Classificazione delle acque di balneazione delle Isole Pontine (Latina), anni 2012-2019

Si riporta di seguito, nel dettaglio, la distribuzione delle aree di balneazione per classe di qualità riferita alla classificazione anno 2019, elaborata sulla base dei monitoraggio effettuati nelle quattro stagioni balneari precedenti (2015-2018), lungo la costa (Tabella 3.2.2) e nelle isole pontine (Tabella 3.2.3).





Distribuzione delle aree per classe di qualità						
Provincia	Comune	Numero aree di balneazione	 Eccellente	 Buona	 Sufficiente	 Scarsa
Viterbo	Montalto	6	6		0	0
	Tarquini	9	8	1	0	0
Roma	Civitavecchia	5	3	2	0	0
	S. Marinella	10	10	0	0	0
	Cerveteri	3	2	0	1	0
	Ladispoli	5	4	1	0	0
	Fiumicino	11	8	1	0	2
	Roma	6	4	2	0	0
	Pomezia	7	2	5	0	0
	Ardea	6	1	3	1	1
	Anzio	9	9	0	0	0
	Nettuno	2	2	0	0	0
	Latina	Latina	5	5	0	0
Sabaudia		5	5	0	0	0
S. Felice Circeo		8	7	0	1	0
Terracina		7	5	1	1	0
Fondi		6	5	0	1	0
Sperlonga		3	3	0	0	0
Itri		1	1	0	0	0
Gaeta		5	5	0	0	0
Formia		5	5	0	0	0
Minturno	4	4	0	0	0	

Tabella 3.2.2 - Distribuzione delle aree di balneazione della fascia costiera (classificazione – 2019)

Distribuzione delle aree per classe di qualità							
	Provincia	Comune	Numero aree di balneazione	 Eccellente	 Buona	 Sufficiente	 Scarsa
Isola di Palmarola	Latina	Ponza	2	2			
Isola di Ponza	Latina	Ponza	8	8			
Isola di Santo Stefano	Latina	Ventotene	1	1			
Isola di Ventotene	Latina	Ventotene	3	3			
Isola di Zannone	Latina	Ponza	1	1			

Tabella 3.2.3 - Distribuzione delle aree di balneazione delle isole pontine (classificazione – 2019)

In figura 3.2.9 sono indicate le stazioni di monitoraggio suddivise per provincia; la colorazione dei punti indica la rappresentazione per classi di qualità.

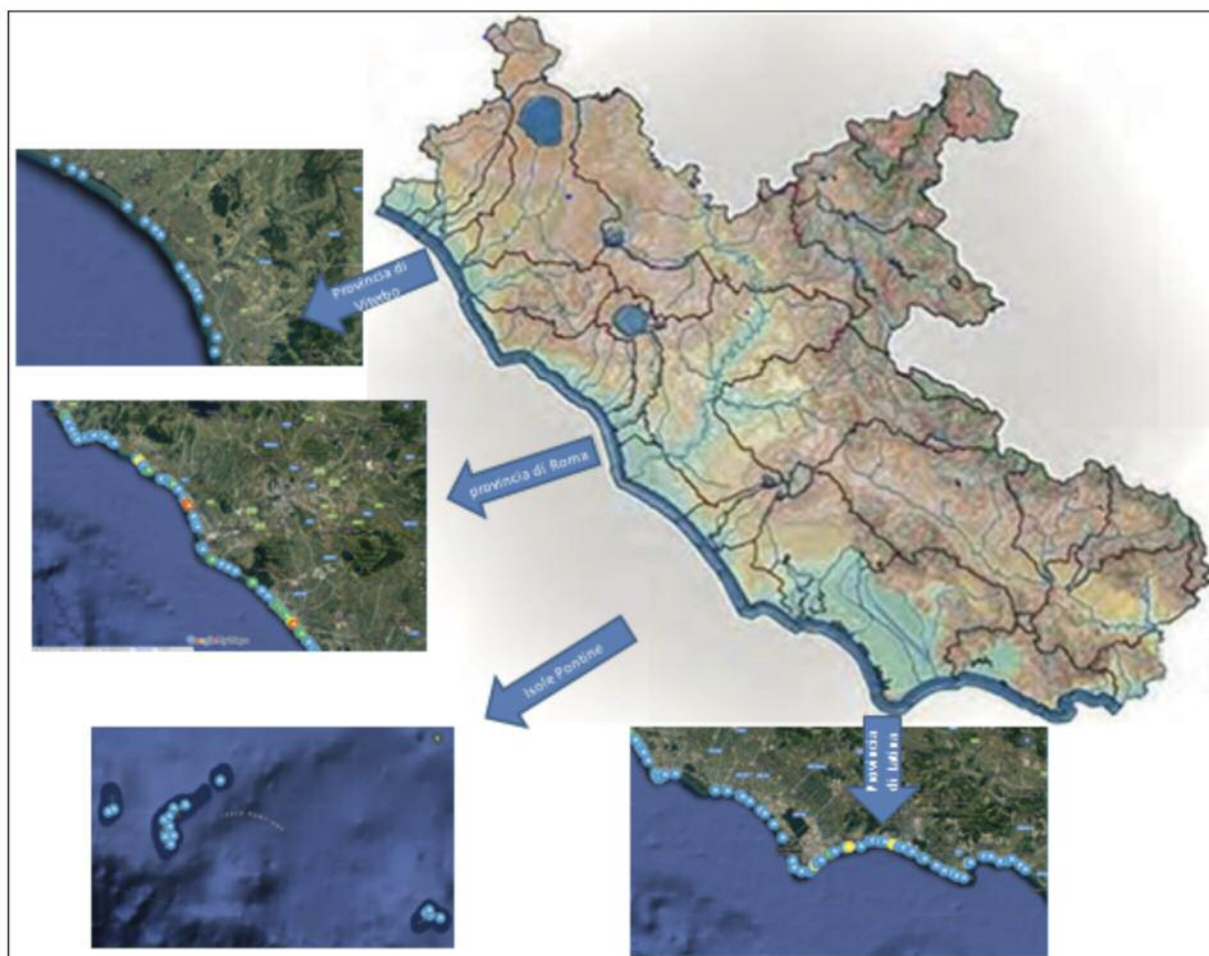


Figura 3.2.9 - Stazioni di monitoraggio suddivise per provincia
(la colorazione dei punti indica la rappresentazione per classi di qualità)

3.2.2 Monitoraggio di *Ostreopsis ovata* (anni 2010 – 2018)

Il monitoraggio di *Ostreopsis ovata* viene effettuato dal 2010 nell'ambito dei controlli delle acque destinate alla balneazione, in conformità al d.lgs. 116/08, al decreto interministeriale del 30/03/2010 (decreto attuativo della balneazione) e all'allegato "Monitoraggio per la sorveglianza delle alghe potenzialmente tossiche" pubblicato annualmente nel decreto del Presidente della Regione Lazio.

Le fioriture *O. ovata*, in associazione ad altri dinoflagellati bentonici (*Coolia monotis* e *Prorocentrum lima*) sono monitorate lungo il litorale laziale, inizialmente nella zona pontina, dal 1999, anno in cui si è verificata un'ingente moria di organismi marini (molluschi, crostacei, echinodermi e pesci) associata alla fioritura. In un primo momento, il monitoraggio, condotto tra gli anni 1999 e 2006, ha permesso di individuare due siti in cui i fenomeni sopra descritti sono risultati particolarmente intensi: Faro di Torre Cervia (S. Felice Circeo) e Porto Romano (Formia). In seguito a ulteriori rilievi lungo la costa laziale, sono state aggiunte altre stazioni in aree considerate favorevoli alla fioritura di *Ostreopsis ovata*. Attualmente i siti indagati sono nove, tutti caratterizzati dall'elevata probabilità del ripetersi di fioriture delle specie d'interesse.

Nella tabella 3.2.4 è riportato l'elenco dei punti di campionamento, i codici di identificazione regionali e la descrizione delle località.

Comune	Codice Punto	Descrizione
Civitavecchia	407	Torre Sant' Agostino
Civitavecchia	29	Stabilimento Bagni Pirgo
S. Marinella	38	Capo Linaro
Anzio	128	350 m sx molo est Anzio
S. Felice Circeo	162	550m sx Faro di Torre Cervia
S. Felice Circeo	176	Colonia Marina
Terracina	360	Foce Acque Alte
Sperlonga	208	Località Bazzano
Formia	233	Porto Romano

Tabella 3.2.4 - Punti di campionamento di *Ostreopsis ovata*

La localizzazione dei punti di monitoraggio di *Ostreopsis ovata* è riportata nella figura 3.2.10, con la descrizione morfologica dei siti.



Figura 3.2.10 - Stazioni di monitoraggio di *Ostreopsis ovata*

L'attività di monitoraggio di *Ostreopsis ovata* viene effettuata durante tutta la stagione balneare. La frequenza di campionamento è stabilita in base ai risultati delle analisi effettuate sull'acqua di balneazione, prelevata in prossimità del substrato in cui si sviluppa la microalga bentonica.

Il monitoraggio viene strutturato, sulla base delle concentrazioni cellulari di *O. ovata*, in tre livelli di indagine: routine, allerta, emergenza.

Ogni livello è caratterizzato da frequenza di campionamento, tipologia di analisi e azioni specifiche da intraprendere, in conformità a quanto previsto dal d.lgs. 116/2008 e all'allegato C del d.m. 30/03/2010, come esplicitato nella sottostante tabella 3.2.5 (struttura del monitoraggio anno 2018).

Fase	Concentrazione minima	Concentrazione massima	Frequenza di campionamento	Altre analisi
Routine	0	10.000	quindicinale	-
Allerta	10.000	30.000	settimanale	bentos mensile
Emergenza	30.000	-	settimanale	- bentos mensile - valutazione dell'estensione fioritura

Tabella 3.2.5 – Modalità di monitoraggio *Ostreopsis ovata*

Di seguito (Figura 3.2.11) è riportata la sintesi dei risultati del monitoraggio delle fioriture di *Ostreopsis ovata* lungo il litorale laziale, ottenuta dall'analisi dei dati raccolti dal 2010 al 2018.

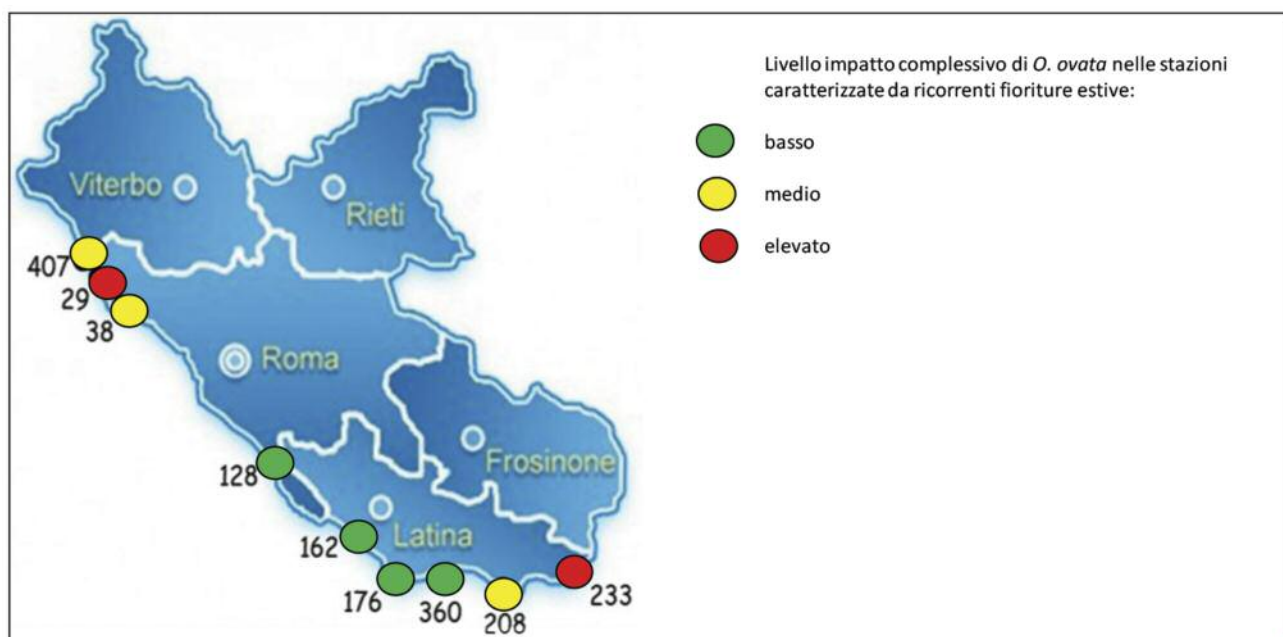


Figura 3.2.11 – Livello di impatto di *Ostreopsis ovata*

Il risultato, riportato in corrispondenza di ogni stazione sulla cartina, è indicato con tre colori che rappresentano il livello di "impatto complessivo" crescente di *Ostreopsis ovata* (verde, giallo e rosso). Per definire tale livello sono stati valutati un insieme di fattori: il calendario delle fioriture algali, il numero medio annuale di eventi nelle diverse fasi di monitoraggio (routine, allerta ed emergenza), le concentrazioni cellulari e l'esito della sorveglianza ambientale (presenza di flocculi, schiume, copertura marrone fondale).

Le stazioni monitorate sono, di base, caratterizzate da fioriture ricorrenti e negli ultimi quindici anni *Ostreopsis ovata* è sempre stata costantemente presente lungo la costa laziale e due stazioni hanno avuto un livello di impatto complessivo elevato (cerchio rosso sulla cartina), uno a nord (punto 29 – Bagni Pirgo) e uno a sud della costa laziale (punto 233 – Porto Romano).

Il punto 29, situato nel comune di Civitavecchia, è caratterizzato da un arenile con muretti perpendicolari alla costa che si prolungano in mare delimitando piccole baie. Il fondale in prossimità della riva è composto da grossi ciottoli e rocce su cui crescono numerose macroalghe. Il sito è spesso caratterizzato dalla presenza di schiume bianche persistenti.

Il punto 233 si trova invece nel comune di Formia ed è situato all'interno del parco suburbano di Giannola, nel promontorio di Monte d'Oro. La stazione è localizzata in una baia caratterizzata da un manufatto di roccia che delimita una porzione del sito e conferisce a esso un basso idrodinamismo. Il substrato è misto sabbioso-roccioso. Le concentrazioni bentoniche di *Ostreopsis ovata* in questo sito raggiungono valori estremamente elevati e il monitoraggio ambientale ha più volte evidenziato fenomeni macroscopici di entità importante quali la presenza di ingenti quantità di materiale aggregato in superficie spesso accompagnata da schiume.

In tutte le aree indagate la presenza di questi organismi nel microfitobentos e il fenomeno di fioritura sono esclusivamente estivi. La loro comparsa avviene al raggiungimento di 23°-24°C di temperatura delle acque, condizione che da noi si verifica generalmente in giugno e la loro presenza si protrae fino a novembre con temperature dell'acqua che possono raggiungere valori inferiori ai 17°C. In questi anni si è osservato che la fase di maggior sviluppo della fioritura si verifica nei mesi di luglio e agosto ed è caratterizzata dalla formazione di aggregati mucillaginosi marroni che ricoprono i fondali e gli organismi bentonici. Alcuni flocculi, distaccandosi dal fondale per effetto meccanico (moto ondoso, calpestio dei bagnanti ecc.), si aggregano in superficie, in zone riparate, compromettendo l'uso ricreazionale delle acque. I flocculi si trovano spesso associati a schiume di colore bianco o marrone chiaro.

L'intensità dei fenomeni rilevati lascia presupporre la presenza delle specie d'interesse anche in altre zone presenti lungo il litorale, caratterizzate da substrato roccioso. Tale supposizione è stata confermata dall'osservazione microscopica di campioni di macroalghe prelevati con l'intento di definire l'estensione reale del fenomeno. L'analisi del materiale bentonico ha confermato la presenza di elevate concentrazioni di *Ostreopsis ovata*, inoltre il popolamento microfitobentonico è spesso risultato costituito da altre microalghe quali *Prorocentrum lima*, *Coolia monotis* e saltuariamente da *Amphidinium spp.*

Allo scopo di comprendere e gestire meglio il fenomeno, sono state svolte alcune analisi supplementari nel corso di questi anni di monitoraggio. I risultati ottenuti hanno confermato mediante analisi di tipo biomolecolare, svolte dal dipartimento di scienze biomolecolari, sezione biologia ambientale dell'università di Urbino, l'appartenenza di *Ostreopsis* alla specie *ovata* nei campioni di Faro Torre Cervia (San Felice Circeo), Porto Romano (Formia) e Bagni Pirgo (Civitavecchia). Inoltre, è stata confermata la produzione di tossine dal Centro Ricerche Marine di Cesenatico, in campioni naturali.

3.3 STRATEGIA MARINA

L'ambiente marino costituisce un patrimonio prezioso che deve essere protetto e salvaguardato. Per far fronte a tali esigenze il 17 giugno 2008 il Parlamento Europeo ed il Consiglio dell'Unione Europea hanno emanato la direttiva quadro 2008/56/CE denominata Marine Strategy Framework Directive (MSFD), recepita in Italia con il d.lgs. n. 190 del 13 ottobre 2010. La direttiva rappresenta un importante e innovativo strumento per la protezione dei nostri mari in quanto costituisce il primo contesto normativo che considera l'ambiente marino in un'ottica di ecosistema, ponendo come obiettivo agli Stati membri di raggiungere entro il 2020 il buono stato ambientale (GES, "Good Environmental Status") per le proprie acque marine attraverso 11 descrittori qualitativi dell'ambiente marino che fanno riferimento a molteplici aspetti degli ecosistemi marini, tra cui la biodiversità, l'inquinamento e l'impatto delle attività produttive (Tabella 3.3.1)

Descrittore 1	La biodiversità è mantenuta la qualità e la presenza di habitat nonché la distribuzione e l'abbondanza delle specie sono in linea con le prevalenti condizioni fisiografiche, geografiche e climatiche
Descrittore 2	Le specie non indigene introdotte dalle attività umane restano a livelli che non alterano negativamente gli ecosistemi
Descrittore 3	Le popolazioni di tutti i pesci, molluschi e crostacei sfruttati a fini commerciali restano entro limiti biologicamente sicuri, presentando una ripartizione della popolazione per età e dimensioni indicativa della buona salute dello stock
Descrittore 4	Tutti gli elementi della rete trofica marina, nella misura in cui siano noti, sono presenti con normale abbondanza e diversità e con livelli in grado di assicurare l'abbondanza a lungo termine delle specie e la conservazione della loro piena capacità riproduttiva
Descrittore 5	È ridotta al minimo l'eutrofizzazione di origine umana, in particolare i suoi effetti negativi, come perdite di biodiversità, degrado dell'ecosistema, fioriture algali nocive e carenza di ossigeno nelle acque di fondo
Descrittore 6	L'integrità del fondo marino è a un livello tale da garantire che la struttura e le funzioni degli ecosistemi siano salvaguardate e gli ecosistemi bentonici non abbiano subito effetti negativi
Descrittore 7	La modifica permanente delle condizioni idrografiche non influisce negativamente sugli ecosistemi marini
Descrittore 8	Le concentrazioni dei contaminanti presentano livelli che non danno origine a effetti inquinanti
Descrittore 9	I contaminanti presenti nei pesci e in altri prodotti della pesca in mare, destinati al consumo umano, non eccedono i livelli stabiliti dalla legislazione comunitaria o da altre norme pertinenti
Descrittore 10	Le proprietà e le quantità di rifiuti marini non provocano danni all'ambiente costiero e marino
Descrittore 11	L'introduzione di energia, comprese le fonti sonore sottomarine, sia a livelli tali da non avere effetti negativi sull'ambiente marino

Tabella 3.3.1: Allegato I, direttiva 2008/56/EC; decisione 477/2010/EU; d.lgs. 190/2010

Le acque marine italiane, tutte appartenenti alla regione del Mar Mediterraneo sono state suddivise in tre sottoregioni:

- Mediterraneo occidentale (Liguria, Toscana, Lazio, Campania, Sardegna)
- Mar Adriatico (Friuli Venezia Giulia, Veneto, Emilia Romagna, Marche, Abruzzo, Molise, Puglia)
- Mar Ionio e Mediterraneo centrale (Calabria, Basilicata, Sicilia).

Nella figura a seguire si riporta la mappa comprensiva della regione Lazio con i siti monitorati nell'ambito di questo progetto di competenza dell'ARPA Lazio (Figura 3.3.1).

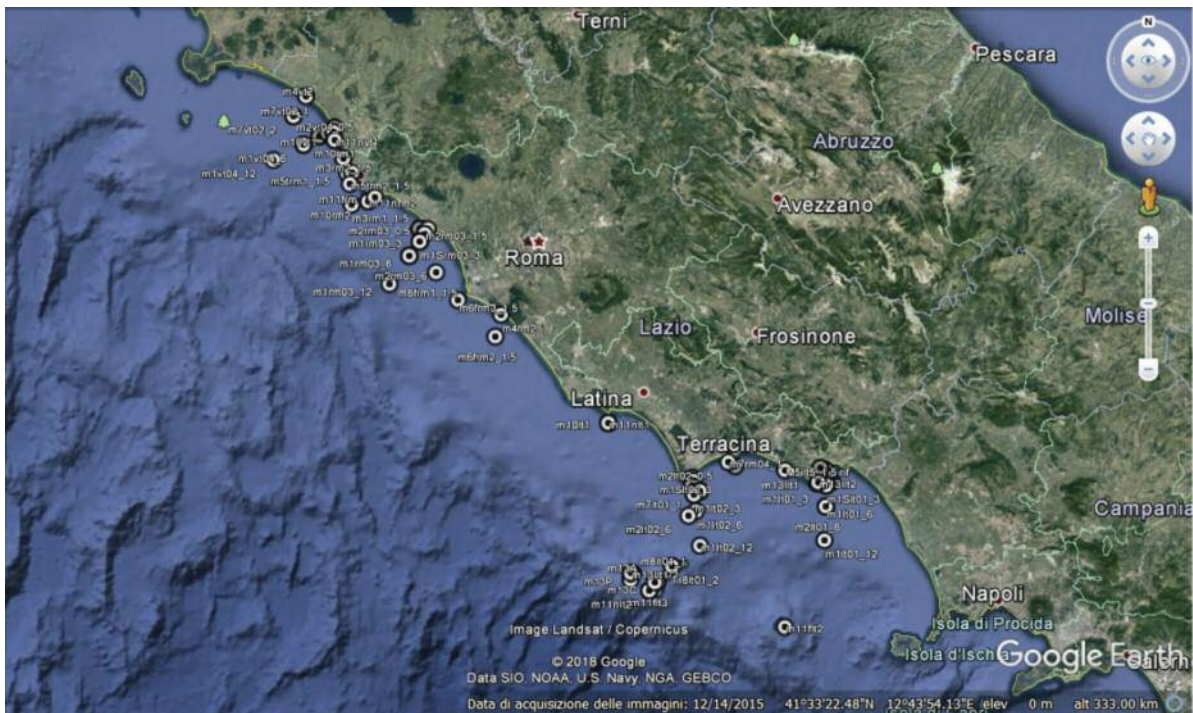


Figura 3.3.1 - Siti monitorati dall'ARPA Lazio nell'ambito del Progetto "Strategia Marina"

Dal 2014 l'ARPA Lazio è impegnata nel programma di monitoraggio dell'ambiente marino costiero istituito da tale direttiva (Figura 3.3.2), in virtù di un accordo di programma tra il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), le Regioni e il sistema agenziale con un significativo contributo del mondo universitario e della ricerca.



Figura 3.3.2 - Immagini di attività in campo e in laboratorio connesse al progetto "Strategia Marina" (foto realizzata da Andrea Bonifazi)

L'ARPA Lazio è impegnata nella costante verifica dei vari descrittori con una serie di attività di monitoraggio che prevedono:

- prelievo di campioni di acqua di mare in superficie e in profondità a 3, 6, 12 Mn per determinare in laboratorio la concentrazione e la determinazione di nutrienti e contaminanti in acqua e sedimenti, nonché la composizione quali-quantitativa delle comunità planctoniche (fitoplancton e mesozooplancton)
- *visual census* di macrozooplancton (presenza di specie di meduse, ctenofori, taliacei)
- raccolta di dati morfobatimetrici, dati-immagine georeferenziati, informazioni sulla estensione e distribuzione di:
 - habitat coralligeni
 - fondi a rodoliti e letti a Maërl
- attività di monitoraggio di specie bentoniche protette (*Pinna nobilis* e *Patella ferruginea*), mammiferi marini (Tursiope), avifauna marina (Gabbiano corso, Berta maggiore, Berta minore e Marangone dal ciuffo)
- ricerca della presenza e dell'abbondanza delle NIS (Non Indigenous Species), specie non indigene o specie aliene, negli ambienti con pressioni ambientali aventi rischio maggiore di probabilità di immissione di specie invasive, quali porti, impianti di acquacoltura e aree marine protette; la ricerca viene effettuata attraverso la composizione quali-quantitativa delle comunità planctoniche (fitoplancton e mesozooplancton) e bentoniche (di fondo mobile e/o di fondo duro)
- rilevazione in colonna d'acqua delle variabili chimico-fisiche e biologiche (profondità, temperatura, salinità, ossigeno, trasparenza, clorofilla "a", pH)
- valutazione dell'impatto della pesca sugli *habitat* di fondo mobile e monitoraggio delle specie indicatrici sensibili al disturbo della pesca mediante determinazione della composizione del macrozoobenthos e dell'epimegabenthos
- ricerca nel sedimento e nel biota (mitili e pesci di contaminanti contenuti nell'elenco di priorità di cui al d.lgs. 172 del 13 ottobre 2015, prelevati in aree ad alto rischio di contaminazione)
- attività di valutazione dei rifiuti marini:
 - analisi quali-quantitativa delle microplastiche
 - analisi quali-quantitativa dei rifiuti spiaggiati
 - *visual census* dei rifiuti flottanti.

Il primo triennio di monitoraggio effettuato nella regione Lazio, 2015-2017, ha consentito, unitamente al programma pilota del 2014, la completa messa a punto dei metodi di monitoraggio e una corretta, ancorché complessa, gestione delle attività di monitoraggio in mare, finalizzata alla realizzazione di un'articolata raccolta delle informazioni da gestire in collaborazione con le altre Regioni italiane e con il MATTM, promotore dell'attività (www.strategiamarina.isprambiente.it).

Complessivamente sono stati raccolti oltre 1.000 campioni biologici, caratterizzando più di 90 *taxa* fitoplanctonici e zooplanctonici, oltre 200 specie di *benthos* sui fondali a diverse profondità e individuando circa 15 NIS.

Sono state altresì svolte più di 4.000 analisi chimiche per la ricerca di sostanze nutrienti e di contaminanti nelle matrici acqua, sedimenti e biota.

Ampie aree di fondali della regione sono state esplorate e documentate mediante realizzazione di numerose ore video e centinaia di fotografie.

L'insieme dei dati raccolti nel primo triennio, sia a livello regionale che nazionale, ha pertanto gettato le basi per effettuare una prima valutazione dello stato degli ecosistemi marini.



4. PRINCIPALI IMPATTI

In questo capitolo sono descritti i principali impatti potenziali che interessano la fascia costiera della regione Lazio e in particolare l'inquinamento organico e microbiologico e l'eutrofizzazione localizzata nelle aree interessate direttamente dagli apporti dei bacini costieri. Inoltre, sono trattati alcuni dei problemi associati all'eutrofizzazione come la fioritura di alghe con la potenziale comparsa di schiume e di colorazioni anomale delle acque, l'esaurimento dell'ossigeno (ipossia/anossia) come pure i potenziali rischi per la salute umana relativi allo sviluppo di alghe tossiche o all'ingestione di alimenti marini contaminati da patogeni. Per quanto riguarda il monitoraggio dei rifiuti marini sono illustrati in breve la natura e le dimensioni dell'impatto dei rifiuti spiaggiati e delle microplastiche (solidi di dimensione inferiore ai 5 mm) campionate dalla superficie del mare nel corso delle campagne di monitoraggio condotte dall'ARPA Lazio tra il 2015 e il 2019 previste dalla Strategia Marina (d.lgs. 190/10).

4.1 APPORTI BACINI COSTIERI

L'apporto di sostanze da parte dei bacini costieri provoca sia il fenomeno dell'eutrofizzazione, a causa dell'immissione di composti fertilizzanti, sia l'aumento di alcune sostanze inquinanti derivanti dal processo stesso della depurazione a carico degli impianti che immettono le acque reflue nei corsi d'acqua del bacino o che recapitano direttamente in mare (vedi sezione 2.3.1).

4.1.1 Depurazione

La depurazione è un processo chimico, fisico e biologico che si realizza in appositi impianti e permette di eliminare le sostanze inquinanti rendendo l'acqua idonea per la sua immissione in un corpo idrico. Tutte le sostanze rimosse vengono concentrate in fanghi che a loro volta devono essere trattati per poter essere smaltiti. Il processo di depurazione delle acque avviene in fasi differenti:

- **Pretrattamento:** è un trattamento fisico che prevede la rimozione di sedimenti e solidi sospesi dall'acqua tramite grigliatura o sedimentazione nonché la rimozione di oli e grassi
- **Trattamento biologico:** consiste nell'azione combinata di popolazioni microbiche che, grazie alle loro esigenze metaboliche, degradano le sostanze inquinanti trasformandole in sostanze più semplici. La reazione è molto simile al fenomeno dell'autodepurazione dei corpi idrici ma è molto più veloce
- **Trattamento chimico:** si tratta della disinfezione, dell'eliminazione di quelle sostanze che non vengono rimosse dalla depurazione biologica o di altri trattamenti chimici che per vari motivi è necessario eseguire sulle acque.

Gli impianti di depurazione (Figura 4.1.1), quando non adeguatamente funzionanti, possono immettere nel corpo idrico recettore acque non depurate e contenenti sostanze al di sopra dei limiti stabiliti dalla legge (vedi la tab. 3 dell'all. 5 alla parte III del d.lgs.152/06) che provocano, o contribuiscono ad incrementare un inquinamento microbiologico e chimico, nonché il fenomeno di eutrofizzazione. Inoltre, se non adeguatamente dosato, l'ipoclorito di sodio utilizzato nella fase di trattamento chimico può liberare dei sottoprodotti tossici, come i trialometani e gli acidi acetici alogenati.



Figura 4.1.1 - Il depuratore di Cavallo Morto nel comune di Anzio (immagine da Google Earth)

Un altro esempio di impatto che può essere ricondotto a un depuratore è quello della recente dispersione in mare dei "filtri a biomassa adesiva"; i filtri fanno parte di un sistema di depurazione biologica che prevede che questi vengano ricoperti da uno strato di biomassa in grado di metabolizzare le sostanze organiche del liquame.

44

La dispersione dei filtri è avvenuta nel marzo del 2018, a causa del cedimento di una vasca di un depuratore situato in prossimità della foce di un fiume in Campania; le correnti marine hanno disperso i filtri che sono stati ritrovati in grandi quantità sulle spiagge del golfo di Napoli, del Lazio e parte della Toscana, contribuendo all'inquinamento da rifiuti spiaggiati, già consistente lungo i litorali (Figura 4.1.2).



Figura 4.1.2 - Filtri a biomassa adesiva dispersi su una spiaggia (da https://corriere.delmezzogiorno.corriere.it/napoli/cronaca/18_marzo_22/dischetti-plastica-mar-tirreno-risolto-mistero-sono-filtri-rilasciati-un-impianto-depurazione-407090ae-2dbc-11e8-80a3-97c3e8e28064.shtml)

4.1.2 Eutrofizzazione

Input di nutrienti dal fiume Tevere

La direttiva 2008/56/CE "Strategia Marina" istituisce il quadro per l'azione comunitaria nel campo della politica di conservazione dell'ambiente marino e prevede il monitoraggio dei fenomeni di eutrofizzazione causati dall'arricchimento in nutrienti, in particolare azoto e fosforo. L'eutrofizzazione può determinare un aumento della produzione primaria e della biomassa algale con conseguente alterazione delle comunità e diminuzione della qualità dell'acqua.

Nella regione Lazio un'importante fonte di immissione di nutrienti e sedimenti in mare è il fiume Tevere: secondo fiume italiano per estensione di bacino con una portata media pari a 240 m³/s e terzo per lunghezza con i suoi 405 km, il Tevere contribuisce per circa il 20% agli apporti fluviali nel Mar Tirreno. La foce del Tevere è un delta costituito da due rami: uno che sfocia nei pressi di Ostia e che rappresenta la foce naturale del fiume e l'altro che sfocia nel comune di Fiumicino costituito da un canale artificiale realizzato in epoca romana. I due rami delimitano una porzione di territorio che forma un'isola detta Isola Sacra (Figura 4.1.3).

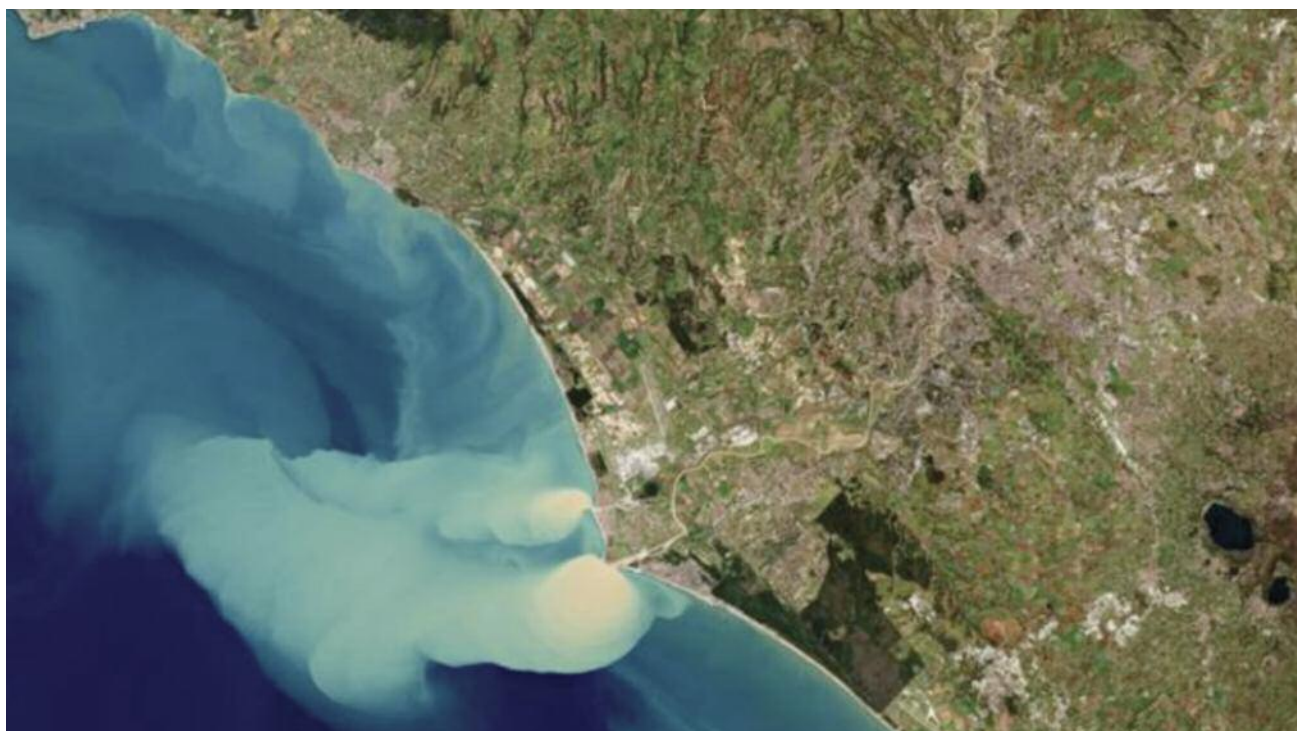


Figura 4.1.3 - Immagine del pennacchio della foce del Tevere in seguito a forti piogge (acquisita il 5.02.2019 dal satellite Sentinel-2B del programma Copernicus)
(http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2019/02/Sediment_plume_at_sea)

Il pennacchio della foce del Tevere viene monitorato ai sensi della Strategia Marina con tre stazioni di campionamento (Tabella 4.1.1; Figura 4.1.4), poste a oltre 1.5 miglia dalla costa, dove viene eseguito mensilmente il prelievo in superficie delle acque per la quantificazione di fosforo totale (TP) e azoto totale (TN); contemporaneamente vengono rilevati i principali parametri chimico – fisici in colonna d'acqua mediante l'impiego di una sonda multiparametrica.

Nome stazione	Coordinate WGS84	Comune	Distanza dalla costa (miglia nautiche)	Profondità metri
IT_m6frm1	41°48.958 N	Fiumicino	4.5	40
	12°06.034 E			
IT_m6frm2	41°40.593N	Roma	5	100
	12°10.785 E			
IT_m6frm3	41°44,154' N	Roma	2	15
	12°11,205' E			

Tabella 4.1.1 - Stazioni di campionamento monitorate per l'input da nutrienti da fonti fluviali

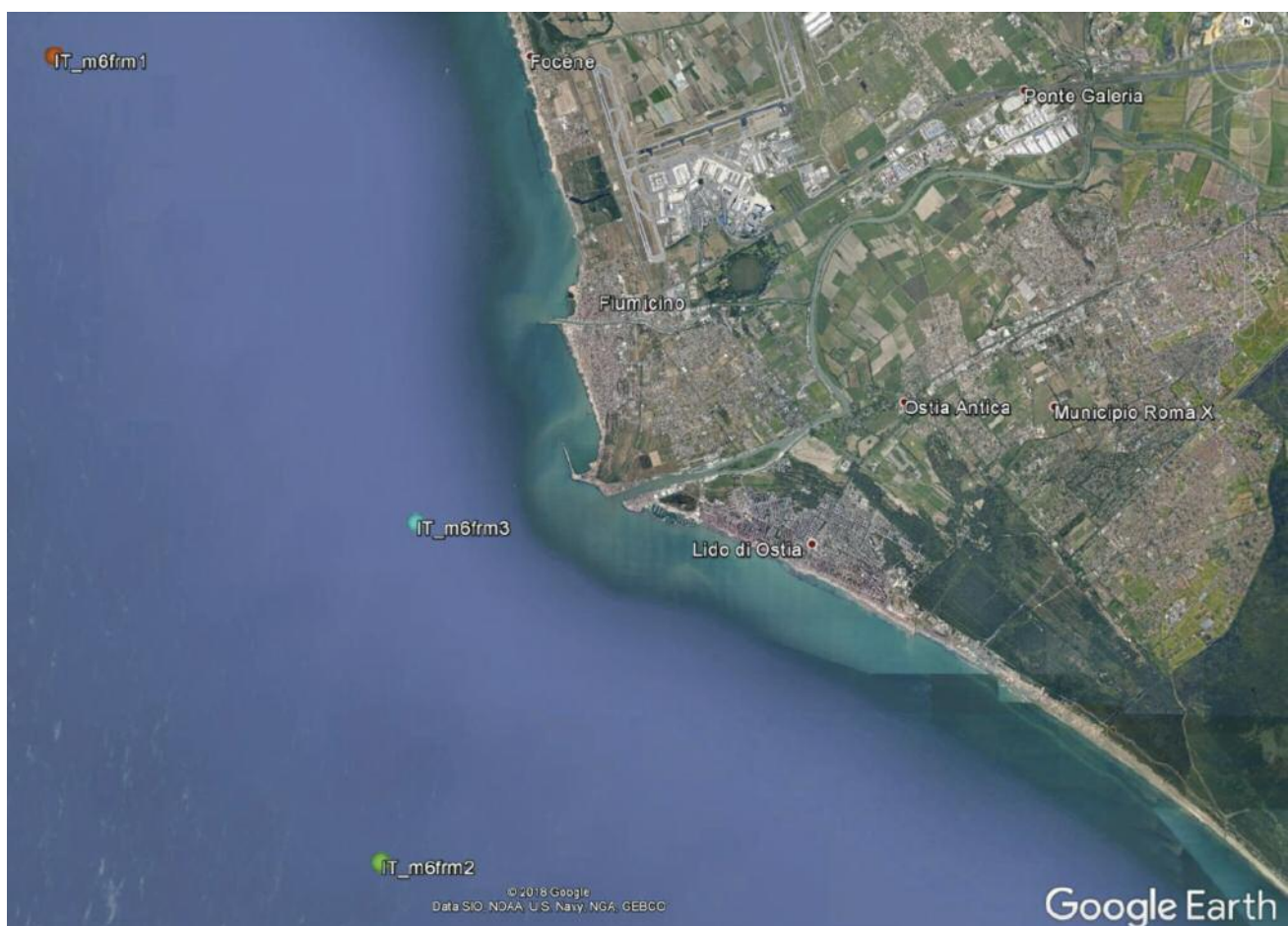


Figura 4.1.4 - Ubicazione delle stazioni di campionamento per l'input dei nutrienti

Di seguito sono riportati i grafici in cui è illustrato l'andamento delle concentrazioni di azoto totale (Figura 4.1.5) e fosforo totale (Figura 4.1.6) da agosto 2015 a dicembre 2018.

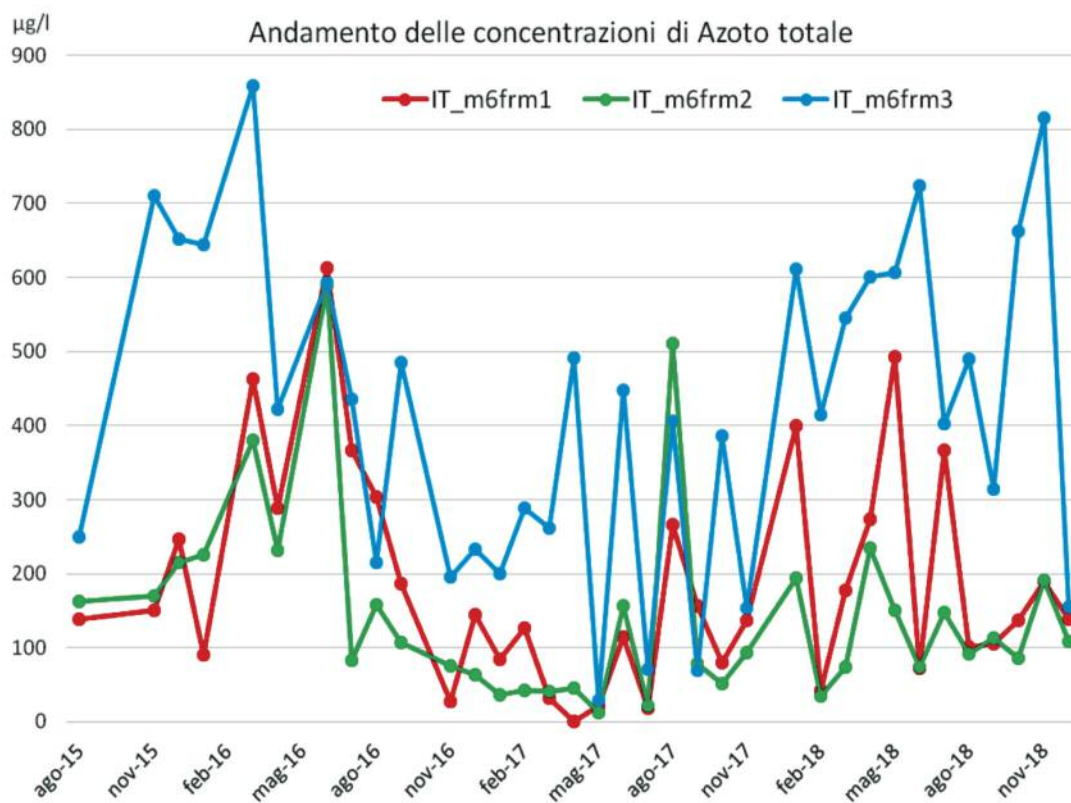


Figura 4.1.5 - Modulo 6F: andamento delle concentrazioni di azoto totale

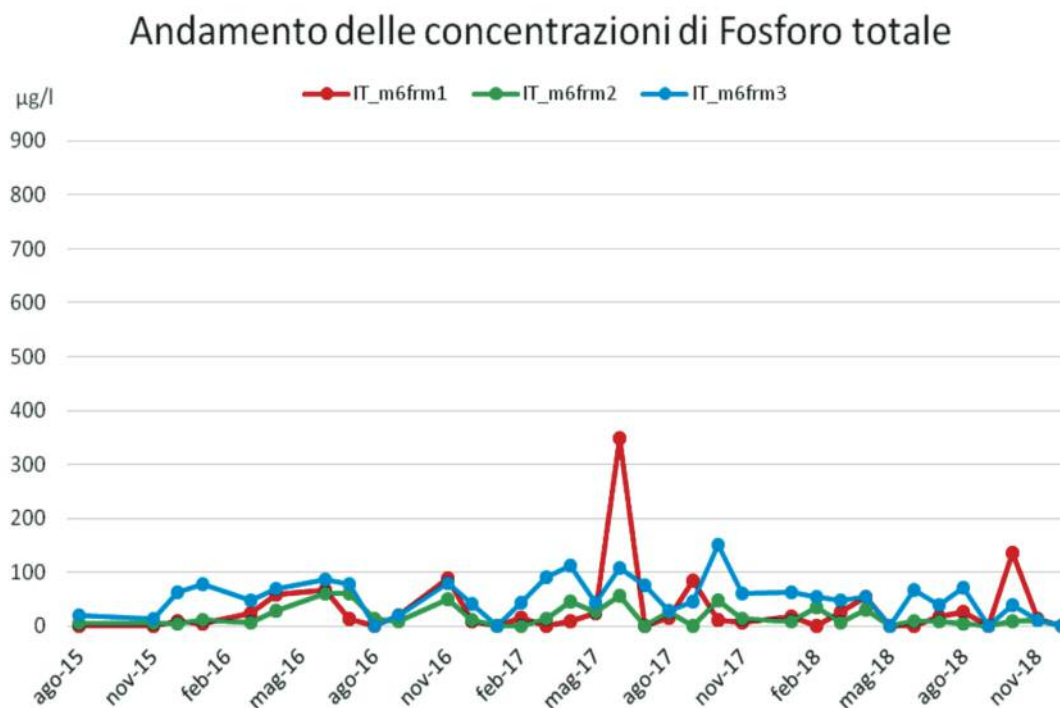


Figura 4.1.6 - Modulo 6F: andamento delle concentrazioni di fosforo totale

I livelli maggiori di azoto totale e fosforo totale si raggiungono nella *Stazione 3*, prospiciente la foce del Tevere, seguita in termini di concentrazione di nutrienti dalla *Stazione 1*, che risente delle dinamiche legate alle correnti superficiali presenti nell'area di studio le quali sono prevalentemente direzionate verso N – NW. La *Stazione 2*, meno influenzata dagli input del Tevere, presenta generalmente valori di nutrienti più bassi.

4.2 FIORITURE ALGALI

Periodicamente, durante l'anno, alcuni laghi, estuari e tratti di mare vengono interessati da un fenomeno che prende il nome di *bloom algale* o fioritura. Questo fenomeno si manifesta come un aumento della densità della popolazione algale causato generalmente da un incremento della temperatura e da un'elevata concentrazione di nutrienti, quali azoto e fosforo, che determinano un rapido sviluppo di microalghe. Tale fenomeno può dare origine alla comparsa di colorazioni anomale delle acque, le cosiddette "maree colorate", che possono assumere diverse gradazioni, giallo-bruno, rosso o verde intenso.

Generalmente le fioriture hanno una breve durata, circa due settimane, successivamente le concentrazioni algali tendono a diminuire ma, in condizioni ambientali favorevoli, il fenomeno può protrarsi nel tempo e il susseguirsi di più fioriture può apparire come un unico evento. Questi fenomeni possono essere causa di diversi effetti negativi, soprattutto in acque destinate alla balneazione, come la formazione di schiume o la presenza di cattivi odori generati dalla degradazione degli organismi o da morte della fauna acquatica in condizioni di anossia; ma l'aspetto più preoccupante delle fioriture algali è rappresentato dalla potenziale produzione di biotossine, le quali determinano un serio rischio per la salute umana. Le biotossine sono sostanze chimiche resistenti alla cottura e, attraverso il consumo di molluschi filtratori che tendono ad accumularle nei tessuti, possono arrivare sino all'uomo, creando problemi di salute, a volte anche gravi.

Come descritto nel paragrafo 3.2.2, tra gli organismi responsabili di fioriture troviamo *Ostreopsis ovata*, microalga appartenente al gruppo delle Dinoflagellate, costituita da un'unica cellula avente la forma di una goccia d'acqua. Le fioriture di *Ostreopsis ovata* si verificano quando il numero di cellule aumenta rapidamente raggiungendo concentrazioni molto elevate. Durante un'intensa fioritura di *O. ovata* l'acqua di mare appare generalmente torbida e si possono osservare aggregati mucilluginosi in sospensione; a livello del fondale le fioriture determinano la formazione di una pellicola di mucillagine dal tipico color ruggine depositata su scogli, macroalghe o altri substrati che, staccandosi, raggiungono la superficie a formare aggregati marroni (Figura 4.2.1).

Ad *Ostreopsis ovata* e al suo monitoraggio, in quanto specie potenzialmente tossica, è dedicato anche un paragrafo specifico nella sezione "Approfondimenti" (Capitolo 5.1).



Figura 4.2.1 - Fenomeno di fioritura di *Ostreopsis ovata*

4.2.1 Schiume

Spesso, durante la stagione balneare, è possibile osservare chiazze o strisce di schiume che si muovono lungo la costa, raggiungendo in alcuni casi la battigia. La loro formazione è dovuta principalmente alla degradazione della materia organica proveniente da organismi vegetali che, soprattutto nei periodi più caldi, si riproducono in abbondanza.

La formazione di strie e chiazze è il risultato delle correnti superficiali che tendono ad aggregare tutto ciò che galleggia, comprese le schiume, i frammenti di materiale organico provenienti dai fiumi, le plastiche ecc.

In figura 4.2.2 è riportato un esempio di formazione ed evoluzione delle schiume, frequentemente osservabili lungo le coste, in particolare durante le stagioni primaverili ed estive (Figura 4.2.3).



Figura 4.2.2 - Esempio di formazione ed evoluzione delle schiume



Figura 4.2.3 - Schiume in mare

Il problema delle schiume in mare è particolarmente sentito dalla popolazione, soprattutto durante la stagione balneare, e spesso viene interpretato come un evento di grave inquinamento delle acque, principalmente a causa delle caratteristiche morfologiche con cui il fenomeno si manifesta.

In Appendice A si riporta un esempio di pannello informativo, relativo alla formazione e natura delle schiume, che l'ARPA Lazio ha predisposto ai sensi della normativa sulle acque di balneazione (d.lgs. 116/08), riguardo l'informazione al pubblico.

4.2.2 Colorazioni anomale

Le alghe sono organismi microscopici che vivono in ambienti acquatici e usano la fotosintesi per produrre energia dalla luce solare, proprio come le piante. L'eccessiva crescita delle alghe, o fioritura algale, diventa visibile a occhio nudo quando le acque assumono diversa colorazione, ad esempio verde o marrone, a seconda delle specie algali coinvolte (Figura 4.2.4). Tale evento può essere innescato da particolari condizioni meteo climatiche, come le temperature dell'acqua più calde in estate, o dalla presenza di un eccesso di sostanze nutritive di varia origine nelle acque marine.



Figura 4.2.4 - Fioritura della microalga rafdoficea *Fibrocapsa japonica*

Una recente fioritura della microalga rafdoficea *Fibrocapsa japonica* (Figura 4.2.5), avvenuta nell'agosto del 2018 sulla costa meridionale del Lazio (comuni di Ardea, Anzio, Fondi, Sperlonga e Sabaudia), ha determinato una colorazione rosso-marrone delle acque marine costiere, dovuta ai pigmenti caratteristici della specie, che si è protratta per alcuni giorni, generando allarme tra i cittadini e determinando la chiusura del tratto interessato alla balneazione da parte dei comuni.



Figura 4.2.5 - Cellule di *Fibrocapsa japonica* al microscopio

La fioritura di *Euglena sanguinea*, organismo flagellato unicellulare, ha determinato in varie occasioni negli ultimi anni una colorazione rossa del canale Rio Martino (provincia di Latina), con conseguente influenza sulle acque marine costiere prospicienti la foce del canale (Figura 4.2.6).



Figura 4.2.6 - Fioritura di *Euglena sanguinea*

Euglena sanguinea è un organismo unicellulare che possiede un complesso di pigmenti rossi, l'ematochroma, che ha funzione di protezione degli organuli cellulari da elevate intensità luminose. Nelle ore diurne i pigmenti dell'ematochroma si distribuiscono in posizione periferica nelle cellule, a proteggere il loro interno. Quindi le acque, nelle quali si sviluppa una fioritura di *Euglena sanguinea*, appaiono durante le ore a più intensa illuminazione interessate da una pellicola rossa in superficie. Nelle ore serali e notturne i granuli di pigmento si concentrano al centro della cellula ed *E. sanguinea* assume colore verde. Le fioriture a carico di *E. sanguinea* avvengono in estate, prevalentemente in acque dolci poco profonde e stagnanti e in concomitanza di elevate temperatura e forte insolazione.

4.3 RIFIUTI

Significative quantità di rifiuti hanno ormai occupato l'ambiente marino costiero comportando gravi danni alla flora e alla fauna marina attraverso imbrigliamento, ingestione e soffocamento dei fondali. Negli ultimi anni il problema delle microplastiche in mare e della presenza crescente di rifiuti galleggianti o depositati sulle coste dalle mareggiate ha acquisito sempre maggiore interesse da parte della comunità scientifica, delle istituzioni, degli enti preposti al controllo e alla tutela dell'ambiente e dell'opinione pubblica, mettendo in luce le implicazioni ambientali legate alla loro massiccia diffusione nei mari. Tuttavia, fino a pochi anni fa non esistevano ancora strumenti di valutazione condivisi a livello comunitario per la quantificazione degli impatti legati alla presenza di microplastiche, rifiuti flottanti e spiaggiati nei mari.

Dal 2015, in seguito all'applicazione del d.lgs. 190/2010 "Attuazione della direttiva 2008/56/CE che istituisce un quadro per l'azione comunitaria nel campo della politica per l'ambiente marino" (Marine Strategy Framework Directive – MSFD), è stata avviata a livello nazionale un'attività di monitoraggio per una prima valutazione dello stato ambientale dei mari italiani, delle pressioni e degli impatti che ne determinano il degrado, nonché per la determinazione del buono stato ambientale (GES, dall'acronimo inglese Good Environmental Status) e per la definizione dei traguardi ambientali.

Un elemento di novità della direttiva è sicuramente rappresentato dal descrittore 10 - rifiuti marini (*marine litter*) e dalla introduzione di elementi quali microplastiche, rifiuti spiaggiati e macroplastiche flottanti come variabili da monitorare nella valutazione dello stato di salute dei mari.

Per definizione il *marine litter* è rappresentato da un qualsiasi materiale solido persistente, fabbricato o trasformato e in seguito scartato, eliminato, abbandonato o perso in ambiente marino e costiero. Costituiscono il *marine litter* oggetti o pezzi di essi in plastica, legno, metallo, vetro, gomma, fibre tessili e carta.

Le vie di diffusione sono rappresentate dall'abbandono, dalla dispersione lungo la linea di costa e in mare, nonché dalla confluenza a mare dei rifiuti attraverso fiumi, vento, acque di dilavamento e scarichi urbani.

L'impatto che può derivare dalla presenza di microplastiche e rifiuti spiaggiati o flottanti in ambiente marino si distingue in tre categorie principali:

1. impatto ecologico, con conseguenze dannose per le reti trofiche marine ed effetti letali o sub letali su fauna e flora marina quali intrappolamento, danni fisici e ingestione, accumulo di sostanze chimiche che caratterizzano il rifiuto, aumento della dispersione di specie aliene, che sui rifiuti trovano un valido supporto (Figura 4.3.1)
2. impatto economico, con riduzione del turismo, danni meccanici alle imbarcazioni e alle attrezzature da pesca, riduzione del pescato e costi di bonifica
3. impatto sociale, con riduzione del valore estetico e della bellezza del paesaggio naturalistico e conseguente riduzione dell'uso pubblico dell'ambiente.

I requisiti di "buono stato ambientale" delle acque marine, di cui all'art. 9, comma 3 del d.lgs. 190/2010, sono determinati nell'allegato I del d.m. del 15 febbraio 2019 "Aggiornamento della determinazione del buono stato ambientale delle acque marine e definizione dei traguardi ambientali", per cui il raggiungimento del buono stato ambientale per il descrittore 10 - rifiuti marini si realizza quando la composizione e la quantità dei rifiuti marini sul litorale, nello strato superficiale della colonna d'acqua, sul fondo marino, dei microrifiuti nello strato superficiale della colonna d'acqua e dei rifiuti marini ingeriti dagli animali marini sono tali da non provocare rilevanti impatti sull'ecosistema costiero e marino.

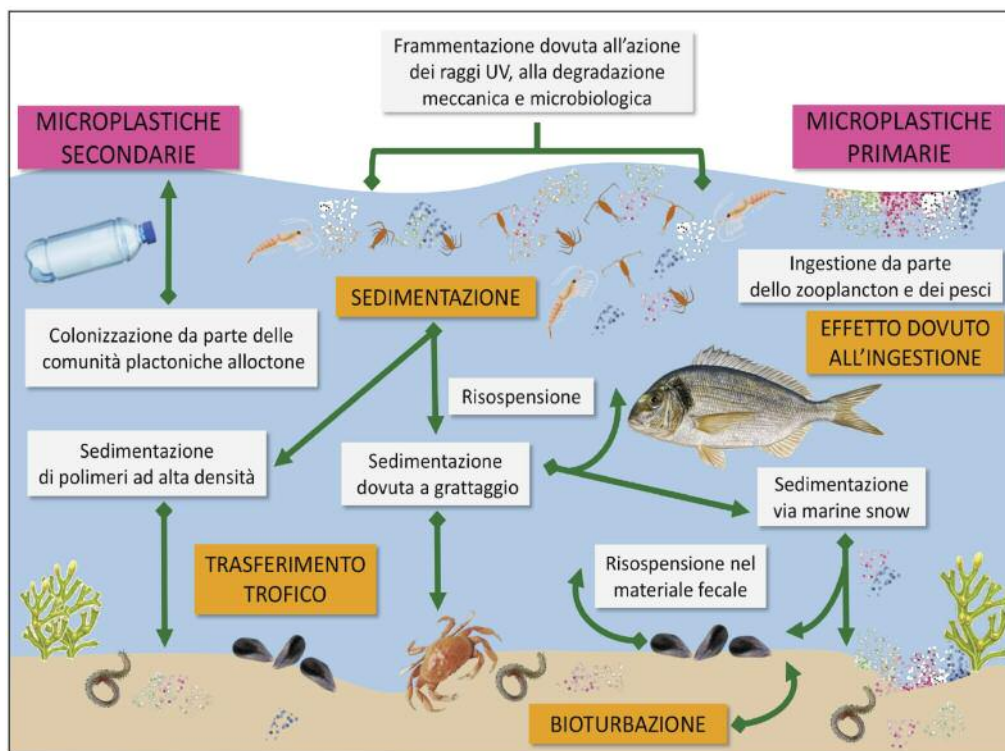


Figura 4.3.1 - Vie di trasporto delle microplastiche e loro interazione con le componenti biologiche (modificata da Wright et al. 2013)

Al fine di conseguire il buono stato ambientale, di cui all'art. 10, comma 1 del d.lgs. 190/2010, nell'allegato II del d.m. 15 febbraio 2019 sono definiti i traguardi ambientali (*target*), che per il descrittore 10 - rifiuti marini sono rappresentati da:

- tendenza a diminuire del numero/quantità dei rifiuti marini presenti sui litorali, nello strato superficiale della colonna d'acqua, sul fondo marino e riduzione del tasso di incremento dei rifiuti marini e dei microrifiuti nello strato superficiale della colonna d'acqua riducendo l'immissione e aumentando la raccolta di rifiuti a mare e sui litorali
- tendenza decrescente nella quantità dei rifiuti ingeriti dagli animali marini
- riduzione delle lacune conoscitive sull'origine, stato, composizione, dispersione e impatti dei rifiuti in mare attraverso l'incremento di programmi di indagine.

4.3.1 Rifiuti spiaggiati

L'analisi dei rifiuti spiaggiati è basata sulla loro catalogazione, qualitativa e quantitativa, lungo spiagge sabbiose o ghiaiose esposte al mare aperto, in aree portuali, urbane, foci e remote.

Le aree di studio per la regione Lazio sono state individuate in modo tale che la loro distribuzione spaziale fosse rappresentativa dell'estensione costiera regionale (Tabella 4.3.1). Per ogni spiaggia sono state identificate tre porzioni da campionare, tali da coprire l'intera larghezza (dalla battigia fino al sistema dunale o alla vegetazione e/o ai manufatti), da avere lunghezza pari a 33 m e da essere separate, l'una dall'altra, non più di 50 m. La presenza di rifiuti spiaggiati è stata rilevata mediante tecnica di censimento visivo (*visual census*), procedendo ortogonalmente alla linea di costa (Figura 4.3.2).

STAZIONE DI CAMPIONAMENTO	AREA DI CAMPIONAMENTO	LAT_WGS84	LONG_WGS84
m4vt1	Lido di Tarquinia	42,233446	11,69722
m4vt2	Lido di Montalto di Castro	42,32345	11,58299
m4rm2	Tenuta di Castel Porziano	41,69451	12,35565
m4lt1	Spiaggia di Vindicio (Formia)	41,24878	13,58842

Tabella 4.3.1 - Localizzazione punti prelievo per il modulo 4 – Rifiuti Spiaggiati della Strategia Marina nella regione Lazio



Figura 4.3.2 - Mappa punti prelievo per il modulo 4 – Rifiuti Spiaggiati della Strategia Marina nella regione Lazio. (I poligoni rossi rappresentano le unità campionarie della lunghezza di 33 m; le linee rosse rappresentano la distanza di 50 m tra due unità campionarie);
Visual census - operatori sul campo

Le spiagge di riferimento sono state monitorate con frequenza semestrale, nelle stagioni primaverile e autunnale.

Per ogni punto di prelievo vengono riportate all'interno di una "Scheda identificativa della spiaggia" le caratteristiche fisiche e geografiche della spiaggia e altre informazioni riguardanti eventuali fonti di inquinamento circostanti, quali fiumi, centri abitati ecc.

Fatta eccezione per i mozziconi di sigaretta, vengono identificati e conteggiati per ogni singola categoria di rifiuto spiaggiato tutti gli elementi visibili sull'arenile di dimensioni superiori a 2,5 cm, distinguendo tre categorie di origine: spiaggiato, deposto e di origine indeterminata.

L'elenco delle categorie di rifiuti spiaggiati è riportato in appendice B.

La quantità di rifiuti spiaggiati viene calcolata considerando il n° di oggetti per metro lineare, per ogni categoria (Figura 4.3.3).



Figura 4.3.3 - Rifiuti spiaggiati fotografati durante le attività di campionamento

A livello regionale, la quantità totale dei rifiuti spiaggiati (periodo di campionamento: 2015-2019) risulta composta dal 52% di oggetti in plastica e polistirene mentre nel restante 48% rientrano tutte le altre categorie di rifiuto. La ripartizione risulta più o meno uguale anche nei singoli siti, tranne nella Tenuta di Castel Porziano (RM), dove i rifiuti in plastica sono il doppio di quelli non plastici (Figura 4.3.4).

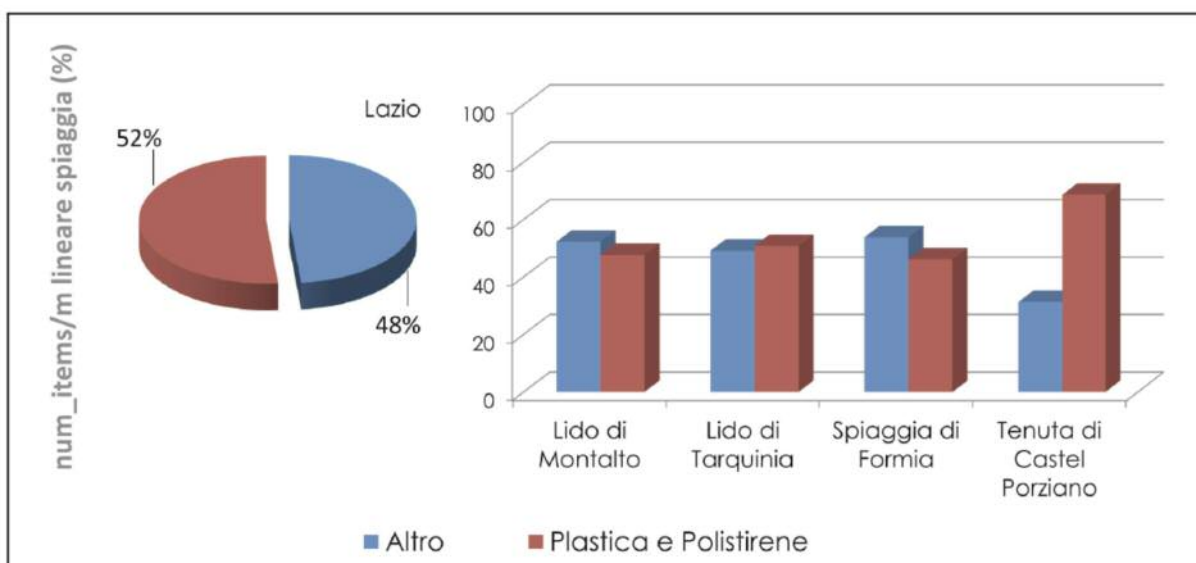


Figura 4.3.4 - Ripartizione del rifiuto spiaggiato tra plastico e non plastico (% del n° totale di items per metro lineare di spiaggia – anni 2015-2019)

La composizione del rifiuto spiaggiato non plastico è costituita principalmente da rifiuti sanitari, che rappresentano quasi la metà del totale, seguiti da carta/cartone e vetro/ceramica. A eccezione di Formia, dove il rifiuto non plastico è costituito principalmente da carta/cartone, nelle altre aree di studio i rifiuti sanitari si confermano il rifiuto non plastico maggiormente riscontrabile (Fig. 4). Tra i rifiuti sanitari, i cotton fioc bastoncini risultano la componente principale anche su scala annuale e stagionale (Figura 4.3.5).

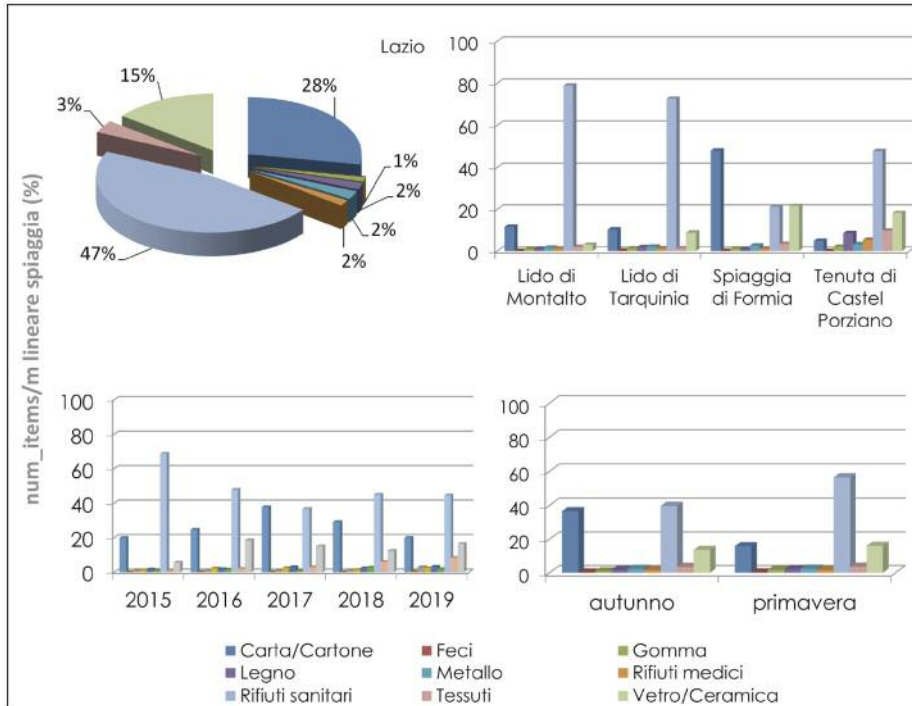


Figura 4.3.5 - Composizione del rifiuto spiaggiato non plastico (% del n° totale di items per metro lineare di spiaggia – annualità 2015-2019)

Per descrivere il ruolo delle attività domestiche e urbane sul fenomeno dello spiaggiamento dei rifiuti è stata effettuata una distinzione tra aree urbanizzate (Formia, Tarquinia e Montalto) e aree non urbanizzate (Castel Porziano).

La percentuale della plastica risulta significativamente maggiore nelle aree non urbanizzate con valori pari al 69%, tuttavia, all'interno di ogni tipologia di area, non esistono variazioni nella ripartizione del rifiuto spiaggiato su base annuale e stagionale (Figura 4.3.6).

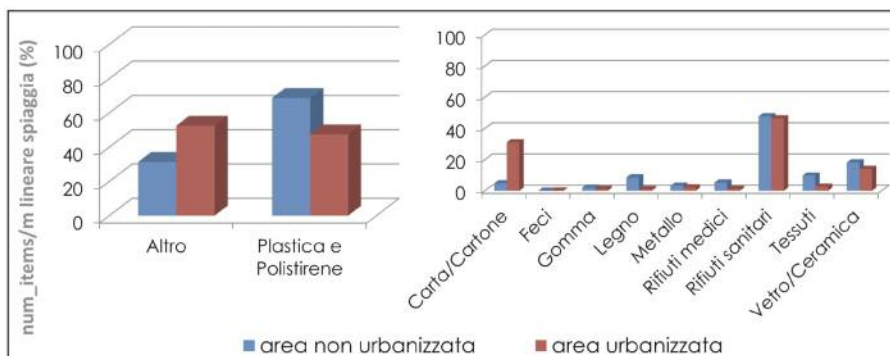


Figura 4.3.6 - Ripartizione del rifiuto spiaggiato tra plastico e non plastico (% del n° totale di items per metro lineare di spiaggia – annualità 2015-2019)

In sintesi, la composizione del rifiuto plastico sulle spiagge laziali oggetto di monitoraggio è costituita principalmente da buste, shopper, buste immondizia, sacchetti di plastica, cannucce, stoviglie in plastica, sacchetti di patatine e dolci, tappi di bottiglia e loro anelli di plastica, contenitori per alimenti e coperchi, bottiglie per bevande, imballaggi porta lattine, stecchi di lecca lecca e altri oggetti o frammenti plastici. Il rifiuto spiaggiato diverso dalla plastica è rappresentato principalmente da moz-

ziconi di sigaretta e filtri, cotton fioc bastoncini e materiale da costruzione, quale calcinacci e mattoni (vedi elenco categorie Appendice A).

4.3.2 Rifiuti flottanti

Obiettivo dell'indagine è la raccolta sistematica di dati su composizione, quantità e distribuzione territoriale dei rifiuti flottanti nello strato superficiale della colonna d'acqua (Figura 4.3.7).



Figura 4.3.7 - Rifiuti flottanti fotografati durante le attività di campionamento

Mediante monitoraggio visivo (*visual census*) all'interno di una striscia di 10 m vengono osservati gli oggetti flottanti nella porzione più vicina e più lontana dall'osservatore. Considerata l'influenza dello stato del mare sulla visibilità degli oggetti, il campionamento delle macroplastiche flottanti viene realizzato con mare calmo (massimo 2 della scala Beaufort). Il punto di osservazione di un oggetto viene registrato come mark nel GPS.

Per ogni transetto vengono registrati i dati relativi a: numero di oggetti, classe di grandezza, materiale, categoria, stato, coordinate geografiche e, laddove possibile, la sorgente.

I dati raccolti sono elaborati per fornire le seguenti misure:

1. Densità (D), intesa come numero di oggetti su area indagata secondo la seguente formula:

$$D = n / (l \times L) \quad \text{dove} \quad n = \text{numero di oggetti osservati}$$

l = larghezza della striscia campionata
 L = lunghezza del transetto (in Km)

2. Composizione, espressa come % di oggetti della specifica categoria sul totale oggetti campionati
3. Distribuzione, espressa come densità di oggetti su cella di 10 km.

Il censimento visuale dei rifiuti flottanti è iniziato nel 2018, per tale ragione il numero di dati a disposizione è ancora limitato. Tuttavia, dall'analisi dei dati in nostro possesso risulta che il 97% dei rifiuti flottanti appartengono alla categoria dei polimeri artificiali (Figura 4.3.8). La componente plastica è costituita principalmente da materiale plastico di diversa natura, cassette di polistirene e buste; mentre per la componente non plastica 2/3 sono equamente composti di oggetti di gomma e oggetti di carta e il restante 1/3 comprende rifiuto tessile e legno lavorato in uguali quantità.

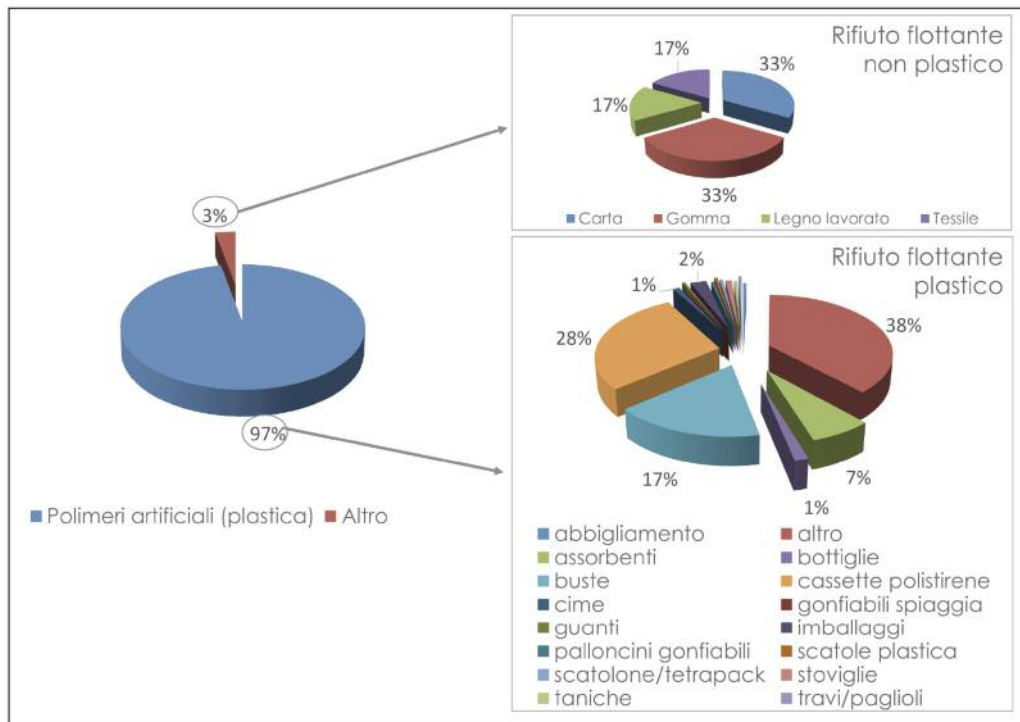


Figura 4.3.8 - Ripartizione del rifiuto flottante tra plastico (polimeri artificiali) e non plastico

Per la maggior parte dei rifiuti monitorati non è determinata la fonte, mentre per il restante, il 30% di rifiuti provengono da mare e il 5% da terra. Per quanto riguarda i rifiuti provenienti da mare, la quasi totalità risulta costituito da cassette di polistirene. Per quanto concerne i rifiuti provenienti da terra, la componente principale è rappresentata dalla categoria "buste". Infine relativamente ai rifiuti flottanti con sorgente indeterminata, più della metà appartengono alla categoria di polimeri artificiali di diversa natura, seguiti da buste e assorbenti. (Figura 4.3.9).

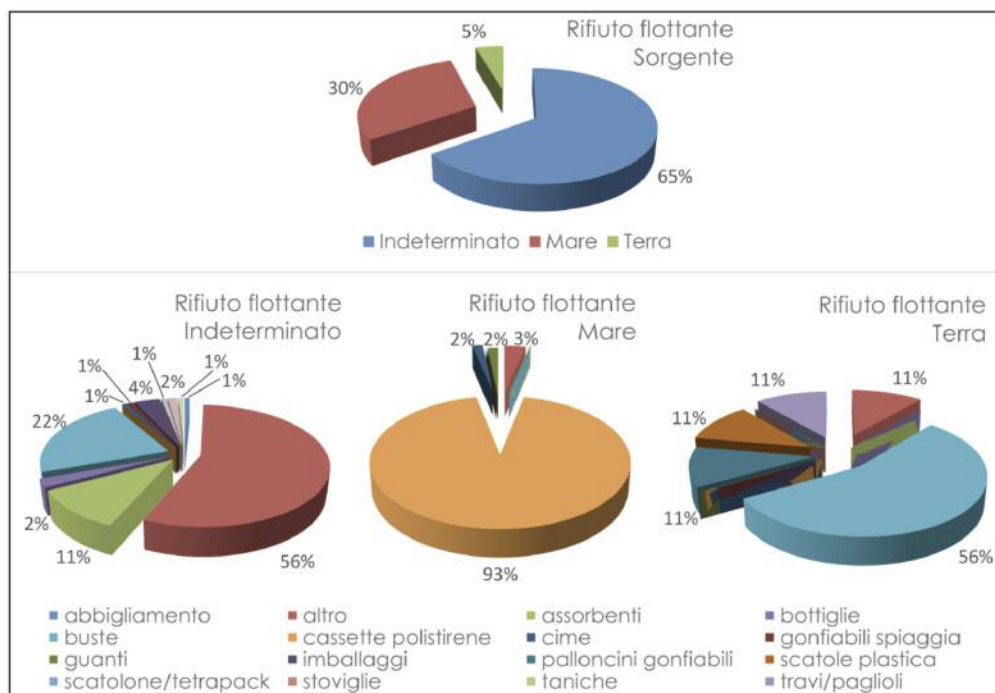


Figura 4.3.9 - Ripartizione del rifiuto flottante per sorgente

Le buste di plastica sembrano essere la maggiore componente di rifiuto flottante proveniente da terra. Per i rifiuti provenienti da mare un importante ruolo è costituito probabilmente dalle attività di pesca. I dati preliminari suggeriscono l'importanza di continuare a monitorare l'inquinamento da plastica flottante lungo il litorale laziale.

4.3.3 Microplastiche

Per definizione le microplastiche (*microlitter*) sono costituite da tutto il materiale solido di dimensioni inferiori ai 5 mm, differentemente disperso nell'ambiente, che, date le ridottissime dimensioni, peso e densità relativa, tendono ad accumularsi preferibilmente sulla superficie del mare (Figura 4.3.10)

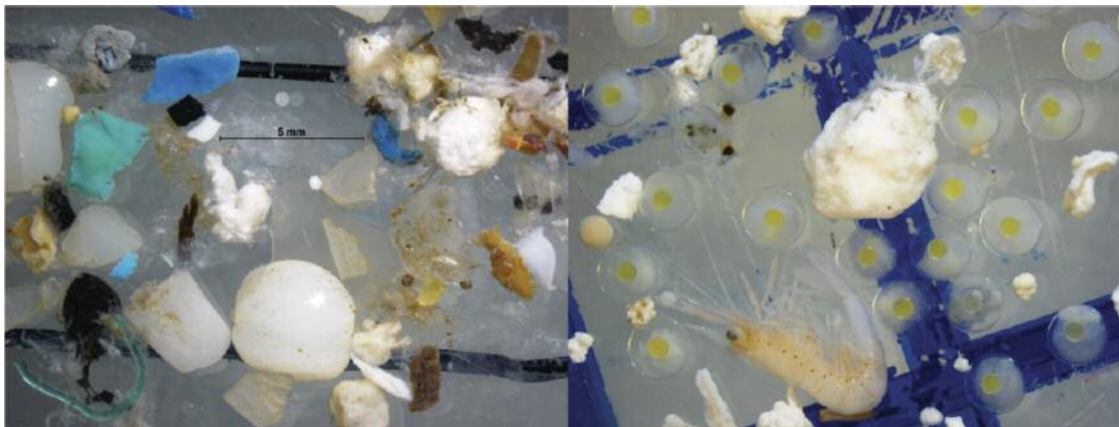


Figura 4.3.10 - Campioni di microplastiche fotografati allo stereomicroscopio durante le attività di analisi e conta

L'analisi consiste nella tipizzazione e quantificazione delle microplastiche presenti sulla superficie del mare (microparticelle/m³ di acqua campionata) entro 12 miglia nautiche dalla costa in corrispondenza di *plume* fluviali, strutture portuali di grosso cabotaggio, rilevanti insediamenti urbani e industriali.

Per il campionamento viene utilizzata una rete tipo "manta", costruita appositamente per navigare nello strato superficiale della colonna d'acqua e campionare quindi grandi volumi d'acqua. La manta si compone di una bocca rettangolare metallica (dimensioni = 0,5 m) da cui si diparte il cono di rete (vuoto di maglia della rete di 330 µm) e un bicchiere raccoglitore finale; due ali metalliche vuote, esterne alla bocca, la mantengono in galleggiamento sulla superficie (Figura 4.3.11).

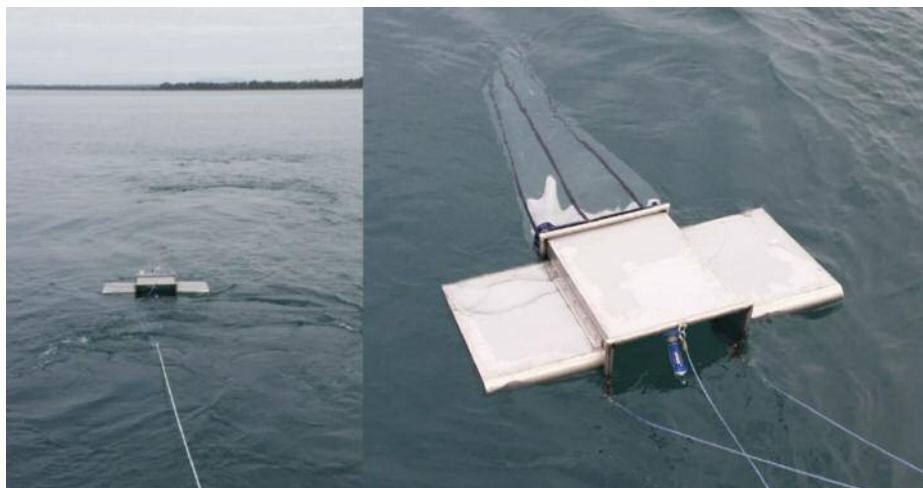


Figura 4.3.11 - Foto della rete tipo "manta" durante le attività di campionamento delle microplastiche

I prelievi condotti dall'ARPA Lazio dal 2015 a oggi sono stati effettuati in quattro diverse aree di campionamento in corrispondenza di tre stazioni poste a diversa distanza (0,5; 1,5; 6 miglia nautiche) lungo transesti ortogonali alla linea di costa (Tabella 4.3.2), selezionati in funzione delle caratteristiche dell'area di indagine, il cui numero e posizione risultano rappresentativi dell'intera regione.

STAZIONE DI CAMPIONAMENTO	AREA DI CAMPIONAMENTO	LAT_WGS84	LONG_WGS84
m2lt01_0.5	Formia - 0.5 miglia	41.242	13.61
m2lt01_1.5	Formia - 1.5 miglia	41.225	13.609
m2lt01_6	Formia - 6 miglia	41.137	13.609
m2rm03_0.5	Ladispoli - 0.5 miglia	41.941	12.067
m2rm03_1.5	Ladispoli - 1.5 miglia	41.927	12.055
m2rm03_6	Ladispoli - 6 miglia	41.864	11.996
m2lt02_0.5	San Felice Circeo - 0.5 miglia	41.214	13.1
m2lt02_1.5	San Felice Circeo - 1.5 miglia	41.199	13.092
m2lt02_6	San Felice Circeo - 6 miglia	41.113	13.08
m2vt04_0.5	Tarquinia - 0.5 miglia	42.221	11.692
m2vt04_1.5	Tarquinia - 1.5 miglia	42.219	11.669
m2vt04_6	Tarquinia - 6 miglia	42.183	11.576

Tabella 4.3.2 - Localizzazione punti prelievo per l'analisi delle microplastiche, macroplastiche e altri rifiuti flottanti della Strategia Marina nella regione Lazio

Le microplastiche campionate, comprese tra 5 mm e 0,3 mm, contate e identificate al microscopio, sono state suddivise in base alla forma (granulo, pellet, foam, filamento, frammento, foglio, vedi Tabella 4.3.3), al colore (bianco, nero, blu, verde, rosso, altro colore) e alla presenza/assenza di trasparenza.

TIPOLOGIA	DEFINIZIONE
Filamento	elemento filiforme, flessibile, di forma allungata, sottile
Foam	forma sferoidale, consistenza morbida - polistirolo (fino al 2018 in tipologia sfera)
Foglio	porzione di plastica morbida rotta spesso di forma angolare o sub angolare
Frammento	porzione di plastica dura rotta può avere contorno sub circolare, angolare, sub angolare
Granulo	forma sferica irregolare o anche liscia di consistenza dura (fino al 2018 in tipologia sfera)
Pellet	possono avere forma cilindrica, ovoidale, discoidale, sferuloide, piatta (fino al 2018 in tipologia sfera)

Tabella 4.3.3 - Tipologie e categorizzazione delle microplastiche

La concentrazione di microplastiche nel campione, per forma e per colore, è stata espressa come numero di oggetti per m² di acqua di mare campionata, dove la superficie di acqua filtrata (S) è stata calcolata mediante la seguente formula:

$$S = L \times I \quad \text{dove: } L \text{ è la lunghezza del percorso lineare campionato}$$

$$I \text{ è la larghezza della bocca della manta}$$

Nella figura 4.3.12 è riportata la composizione percentuale delle microplastiche campionate in base alla morfologia e la loro distribuzione su scala temporale, mentre in figura 4.3.13 la composizione delle microplastiche è stata analizzata aggregando i dati per località di campionamento.

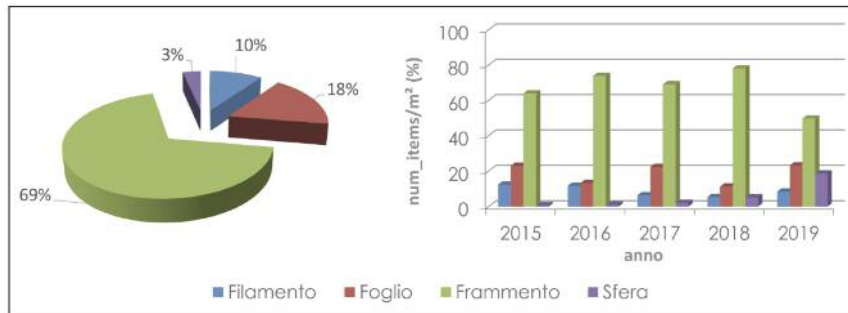


Figura 4.3.12 - Composizione percentuale delle microplastiche e ripartizione annuale (% del n° totale di items/m²; % del n° totale di items/m² per anno - annualità 2015-2019)

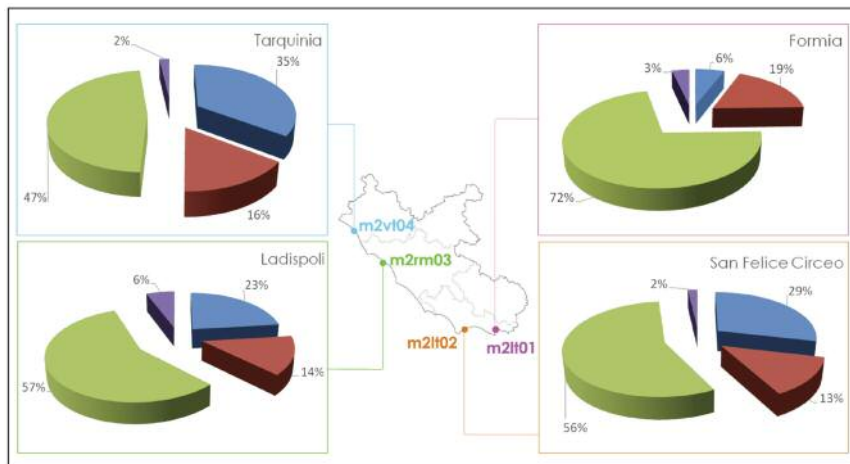


Figura 4.3.13 - Composizione delle microplastiche per località di campionamento. (% del n° totale di items/m²)

In figura 4.3.14 è mostrata la composizione spaziale delle microplastiche rispettivamente per 6, 1.5 e 0.5 Mn.

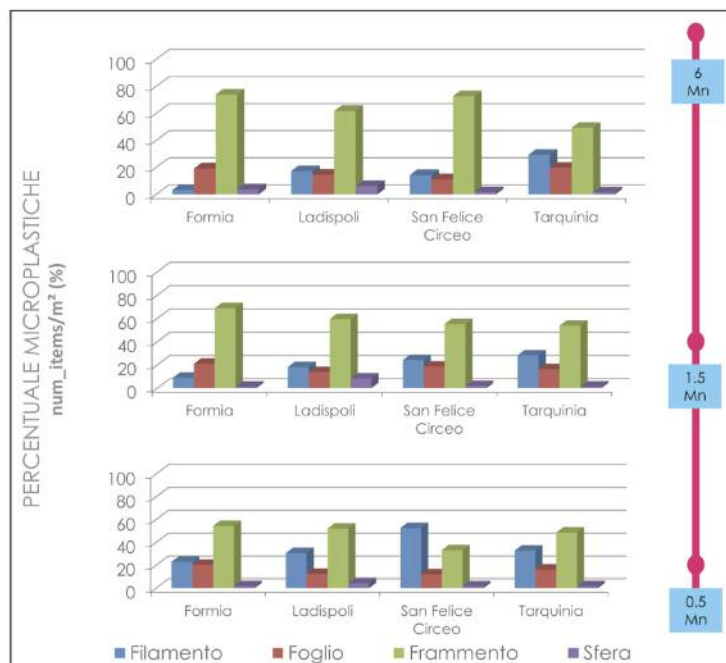


Figura 4.3.14 - Composizione delle microplastiche su scala spaziale (% del n° totale di items/m²)

Degna di una particolare attenzione è la situazione di Formia, dove si registra la più alta concentrazione di microplastiche, specialmente negli anni 2015 e 2018, in particolare nella stazione a 6 Mn (Figura 4.3.15).

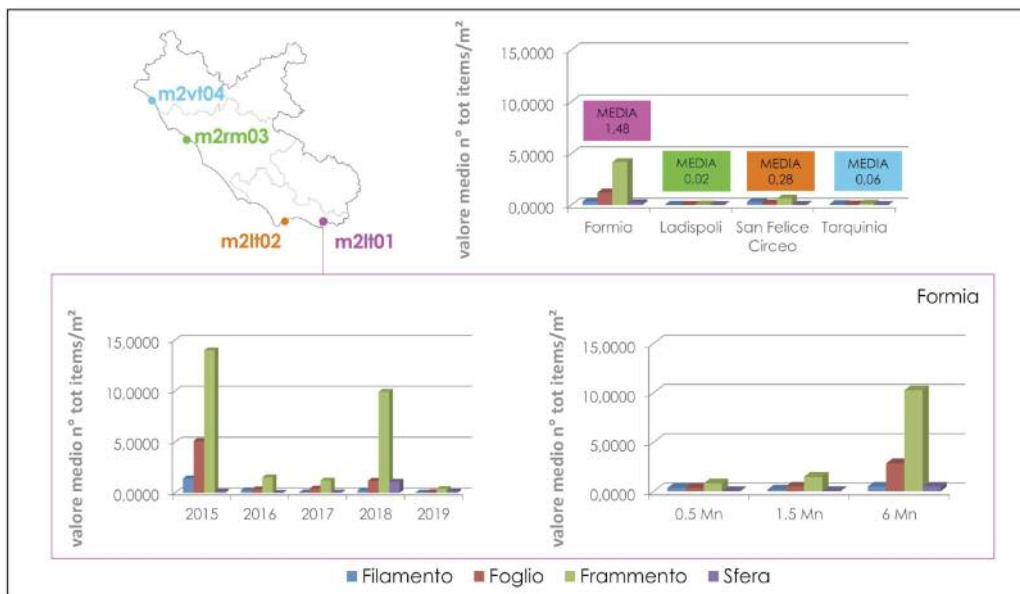


Figura 4.3.15 - Abbondanza delle microplastiche (valore medio del n° totale di items/m²): Il caso specifico di Formia

Confrontando i dati della regione Lazio con quelli nazionali, il Lazio mostra valori medi più alti sia rispetto alle regioni italiane afferenti alla stessa sottoregione (Mediterraneo Occidentale - dati ISPRA), sia rispetto alle medie delle altre sottoregioni italiane (dati ISPRA) (Figura 4.3.16).

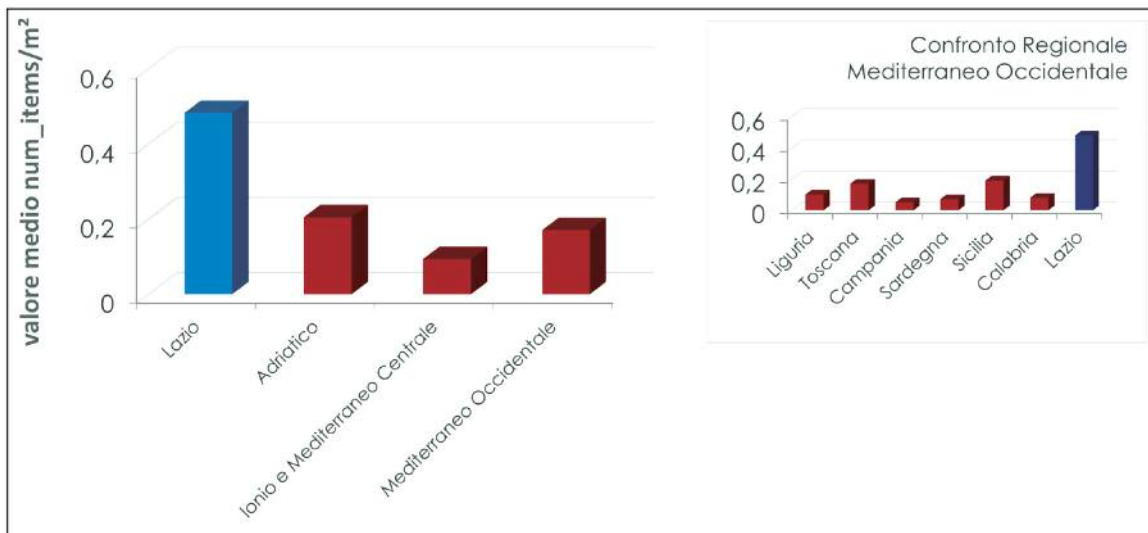


Figura 4.3.16 - Abbondanza delle microplastiche. Confronto dei dati provenienti dalla regione Lazio con i dati del programma di monitoraggio "Macrolitter MSFD"

I dati per la regione Lazio si riferiscono al periodo 2015-2019 del Programma di Monitoraggio "Macrolitter MSFD" condotto dall'ARPA Lazio, mentre i dati ISPRA per le tre sottoregioni italiane e per le regioni del Mediterraneo Occidentale si riferiscono al triennio 2015-2017.

5. APPROFONDIMENTI

In questo capitolo sono trattati più in dettaglio alcuni temi di maggior interesse dal punto di vista degli impatti negativi sugli equilibri ambientali, sulla salute umana e per le conseguenze su un importante settore dell'economia regionale come il turismo. Un paragrafo è dedicato al monitoraggio per la sorveglianza di *Ostreopsis ovata* responsabile di potenziali effetti nocivi per la salute umana, poco allarmanti nel caso di esposizione all'aerosol marino, più rischiosi nel caso di ingestione di prodotti ittici contaminati dalle tossine prodotte dall'alga. Un altro approfondimento è dedicato al ritrovamento delle specie planctoniche non indigene (*Non Indigenous Species*) ovvero quelle introdotte, accidentalmente o volontariamente, al di fuori della loro area naturale di distribuzione che rappresentano pertanto una minaccia per la diversità biologica del Mediterraneo.

5.1 MONITORAGGIO PER LA SORVEGLIANZA DELLE ALGHE POTENZIALMENTE TOSSICHE

Ostreopsis ovata è presente lungo l'area marina costiera di molte regioni italiane. Nel periodo estivo si presenta spesso con estese fioriture. Le ricorrenti fioriture di queste microalghe bentoniche e la concomitante produzione nei popolamenti naturali di tossine, oltre ai diversi casi clinici registrati in altre regioni italiane (in particolare Liguria e Sicilia), hanno reso indispensabile la realizzazione di un piano di monitoraggio nazionale. L'ARPA Lazio monitora regolarmente la costa, controllando e comunicando presenza e concentrazioni cellulari alle autorità competenti.

Ostreopsis ovata è una microalga di dimensioni di circa 30 micrometri (0,03 millimetri) appartenente alla classe delle dinofitofite. L'appartenenza a questa classe indica che siamo in presenza di cellule unicellulari rivestite di una teca di natura cellulosa, capaci di movimenti attivi e autonomi grazie alla presenza di due flagelli (Figura 5.1.1).

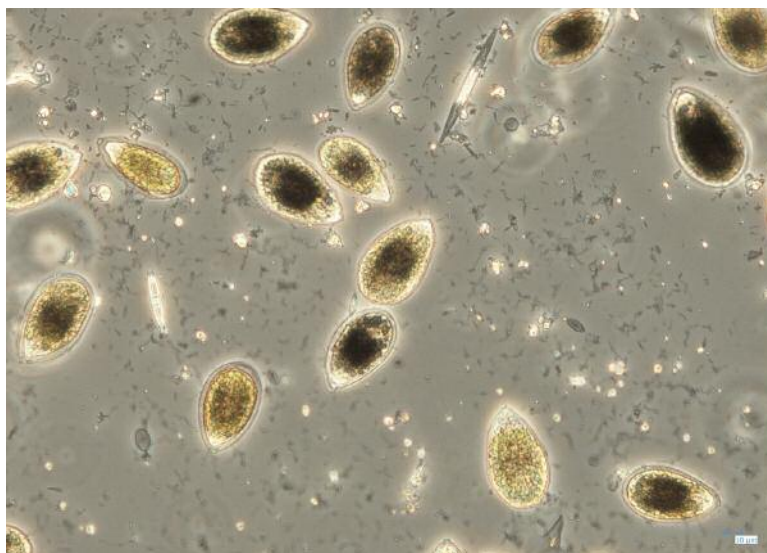


Figura 5.1.1 - Cellule di *Ostreopsis ovata* al microscopio ottico invertito (40x)

Il suo *habitat* è marino bentonico, ovvero può crescere su una varietà di substrati marini, come epifita di fanerogame marine (*Posidonia oceanica*) e talli di macroalghe, ma anche su conchiglie di mitili e altri invertebrati bentonici (ricci, briozoi ecc.), anche se è possibile trovarla su substrati rocciosi, sabbie e nelle pozze di marea (Guerrini et al., 2010; Monti et al., 2007). Predilige acque poco profonde, con basso idrodinamismo.

La maggior parte delle specie appartenenti al genere *Ostreopsis* sono distribuite principalmente nelle aree tropicali e subtropicali. Nel mar Mediterraneo solo due sono le specie presenti, identificate già negli anni Settanta e Novanta (Monti et al. 2007). Le prime segnalazioni italiane partono dalla fine degli anni Novanta e fanno riferimento alla stagione estiva della costa Toscana nord-occidentale (Sansoni et al., 2003).

L'assenza di un regolare programma di monitoraggio antecedente gli anni 2000 delle comunità microfitobentoniche lungo le coste del Mediterraneo non consente di stabilire se e quando queste specie vi siano state introdotte (ad esempio come acque di zavorra delle navi) o se fossero già presenti a basse densità. Comunque sia è evidente che negli ultimi venti anni le fioriture di *Ostreopsis ovata* sono divenute più frequenti, intense e largamente distribuite in molte aree del Mediterraneo, fino a divenire ricorrenti (Monti et al., 2007).

Tossicità

Ostreopsis ovata produce una vasta gamma di tossine, composti chimicamente simili alla palitossina (molte ovatotossine e una tossina putativa) e una tossina non appartenente a questa categoria (Ostreol-A). Nonostante le palitossine siano tra le più potenti tossine prodotte in natura, le fioriture algali di *Ostreopsis ovata* sono state associate fino a ora unicamente a effetti nocivi poco allarmanti per la salute umana. In molti casi la presenza di elevate concentrazioni di quest'alga non ha dato luogo a episodi di intossicazione. In situazioni particolari, tuttavia, la concomitanza di una presenza massiva di *Ostreopsis ovata*, forti venti direzionati verso riva e mare mosso, ha causato in numerose persone fastidi localizzati principalmente alle prime vie respiratorie (difficoltà respiratorie e tosse) e una sindrome simil-influenzale (rinorrea, dolori muscolari e articolari, febbre). In presenza di queste particolari condizioni meteo-marine si produce aerosol che trasportando cellule o frammenti di cellule favorisce l'esposizione inalatoria. In altre situazioni si sono registrati casi di congiuntiviti e irritazioni della pelle (esposizione cutanea). Si è trattato di effetti risolti per lo più spontaneamente nel giro di massimo 72 ore.

L'effetto tossico che più preoccupa quando si valutano i potenziali rischi di questo tipo di tossine è l'esposizione orale che si esplica tramite ingestione di pesci, crostacei o molluschi che accumulano la tossina nel loro organismo (bioaccumulo) cibandosi di queste microalghe. Nel bacino del Mediterraneo non sono stati riportati effetti associati all'ingestione di prodotti ittici contaminati dalle tossine prodotte da *Ostreopsis ovata*, probabilmente in ragione del fatto che nel Mediterraneo, diversamente dalle aree tropicali, *Ostreopsis ovata* produce prevalentemente ovatotossine e solo in tracce una presunta palitossina, la tossina principalmente responsabile dei casi di grave intossicazione descritti nelle aree tropicali (Simoni et al., 2004, Funari et al., 2014).

Produzione di mucillagine ed effetti sugli organismi marini

La capacità di *Ostreopsis ovata* di crescere aderendo al substrato è dovuta alla produzione di quantità variabili di mucillagine nella quale le cellule si aggregano. La struttura della mucillagine è complessa essendo formata da una rete di lunghe fibre, tricocisti estruse da particolari pori della teca e da una matrice amorfa di acidi polisaccaridici. La mucillagine aumenta durante la fioritura algale, producendo l'ormai tipico "tappeto" marroncino visibile a occhio nudo capace di rivestire completamente i substrati marini. Esperimenti di laboratorio hanno evidenziato come queste produzioni avvengano soprattutto quando, dopo aver raggiunto il massimo di crescita cellulare, il tasso di crescita algale diminuisce in conseguenza dell'esaurimento dei nutrienti. La fase può durare diverse settimane e il numero delle cellule rimanere pressoché costante (fase stazionaria). Alcune fioriture sono state associate a mortalità di organismi marini bentonici. In questi casi la situazione che spesso si osserva è proprio quella di uno sviluppo massivo della mucillagine bruna ormai tipica delle fioriture di questa microalga (Giussani et al., 2015).

Nella figura 5.1.2 vengono schematizzate le caratteristiche appena descritte supportate da foto esplicative dei fenomeni associati a *Ostreopsis ovata*.



Figura 5.1.2 - Sintesi delle caratteristiche di *Ostreopsis ovata*

5.2 SPECIE NON INDIGENE

Negli ultimi anni gli studi riguardanti le specie non indigene, note anche come aliene o alloctone, si sono moltiplicati e l'interesse della comunità scientifica è in crescita esponenziale, sebbene il problema fosse già noto da decenni. Per "Specie Non indigena" (Non Indigenous Species o NIS) si intende una specie proveniente da un areale geografico noto che, accidentalmente o volontariamente, viene introdotta in un ambiente al di fuori della sua naturale area di distribuzione. La IUCN (International Union for Conservation of Nature) le definisce come specie che "si stabilizzano in ecosistemi o habitat naturali o semi-naturali, sono agenti di cambiamento e minacciano la diversità biologica". Se le condizioni sono loro favorevoli, queste specie possono entrare in competizione con i taxa indigeni (o autoctoni), diventando pericolosamente invasive e costituendo una minaccia alla biodiversità.

Questa invasione porta l'involontaria firma dell'essere umano: infatti, molte di queste specie hanno accesso al Mare Nostrum tramite lo Stretto di Gibilterra, che apre all'Oceano Atlantico, e attraverso il Canale di Suez, che congiunge al Mar Rosso. A eccezione di alcune specie che stanno naturalmente ampliando il loro areale, la stragrande maggioranza delle specie non indigene entra in Mediterraneo come *fouling* sullo scafo delle imbarcazioni, habitat artificiale favorevole soprattutto a specie bentoniche sia sessili che vagili, o sfruttando passivamente l'acqua di zavorra delle grosse navi cargo.

Globalmente è infatti la navigazione il principale vettore di introduzione di NIS, sia per quanto concerne le grosse imbarcazioni commerciali sia per quanto concerne le più piccole barche utilizzate a scopo ricreativo (Hulme, 2009; Clarke-Murray et al., 2011). A favorire lo sviluppo delle NIS trasportate dai mezzi nautici contribuiscono i porti commerciali, le cui strutture artificiali si rivelano fondamentali nell'accelerare la loro diffusione, fungendo da substrato vitale per molte specie opportuniste, spesso rappresentando dei veri e propri hotspot di diversità di NIS (López-Legentil et al., 2015). Recenti studi (Ferrario et al., 2017) hanno tuttavia dimostrato come anche i più piccoli porti esclusivamente turistici presentino un numero elevato di specie alloctone, dimostrando come il traffico marittimo, a oggi, non possa essere considerato sostenibile in termini di biodiversità. Qualche cifra può rendere più chiara la portata del fenomeno: ogni anno oltre 100.000 imbarcazioni attraversano lo Stretto di Gibilterra, mentre circa 18.000 passano dal Canale di Suez e ognuna di loro è un potenziale vettore di NIS.

Ulteriore apporto di specie non indigene arriva dagli impianti di acquacoltura: i casi di *Crassostrea gigas* e *Ruditapes philippinarum*, specie ormai comunissime lungo le nostre coste, sono emblematici e particolarmente esplicativi di come ciò che per molti di noi rappresenta essenzialmente del buon cibo possa diventare una pericolosa minaccia per la biodiversità (Mastrototaro et al., 2004). A questi impatti direttamente causati dall'uomo bisogna sommare il riscaldamento delle acque del Mediterraneo, che di fatto catalizza i processi di diffusione e acclimatazione di specie provenienti da latitudini inferiori (Occhipinti-Ambrogi, 2007): ciò ha spesso portato a un vero e proprio collasso di numerosi ecosistemi marini, con incalcolabili danni alla biodiversità locale (Stachowicz et al., 2002; Frank et al., 2005).

La presenza e l'eventuale introduzione di nuove NIS può essere più pericolosa in Mediterraneo che in altri bacini in virtù del fatto che il Mare Nostrum, nonostante la ridotta estensione, abbia una ricchezza specifica dieci volte superiore alla media. Stando a recenti revisioni scientifiche, si stima che in Mediterraneo ci siano almeno 837 specie non indigene, molte delle quali ormai presenti con popolazioni stabili e in crescita (Zenetos et al., 2012; Zenetos et al., 2017). È tuttavia quasi impossibile fornire un numero esatto delle NIS che attualmente stanno trovando un ambiente favorevole lungo le nostre coste. Si stima mediamente che venga segnalata una nuova specie non indigena ogni nove giorni (Zenetos et al., 2008): un'avanzata quasi inarrestabile e un numero di NIS che, negli ultimi 30-40 anni, ha visto una crescita esponenziale (Adams & Lükewille, 2010). Una "diversità di NIS" estremamente eterogenea: alghe, cnidari, ctenofori, molluschi, policheti, crostacei e pesci sono solo alcuni dei taxa che annoverano più NIS.

Ma non finisce qui: parallelamente alla stesura delle liste di NIS in Mediterraneo, è necessario tener conto anche delle specie criptogeniche, cioè quei taxa che non possono essere agevolmente classificati come nativi o non nativi di una data regione, lasciando dubbi sulla loro origine geografica (Carlton, 1996). In condizioni loro favorevoli, anche le specie criptogeniche possono dimostrarsi particolarmente invasive.

Per cercare di arginare questa temibile avanzata e tentare di proteggere la nostra preziosa biodiversità è necessario conoscere il nemico, anzi i nemici. Per questo motivo, il 17 giugno 2008 il Parlamento Europeo e il Consiglio dell'Unione Europea hanno emanato la direttiva quadro 2008/56/CE sulla Strategia per l'Ambiente Marino, successivamente recepita in Italia con il d.lgs. n. 190 del 13 Ottobre 2010. La Strategia Marina, messa a regime in Italia nel 2015, si propone di indagare le varie pressioni a cui sono sottoposti i mari che bagnano le coste europee, passando dagli inquinanti chimici alla pressione delle attività di pesca e acquacoltura. Il secondo degli undici descrittori menzionati nella direttiva europea riguarda proprio le specie non indigene, indagate sia per il loro impatto che per la loro abbondanza. Le aree prese in considerazione per la valutazione delle NIS sono ambienti sottoposti a marcato impatto antropico e facilmente raggiungibili da specie provenienti da differenti areali: aree portuali, aree di scambio di acqua di zavorra e aree ad alta intensità di allevamento.

In questo contesto l'ARPA Lazio ha focalizzato le sue attività di monitoraggio delle NIS sul porto di Civitavecchia, circa 60 Km a Nord di Roma, tra i più importanti d'Italia sia per flusso di merci che per

transito di turisti. Al fine di rilevare l'effettivo apporto di specie non indigene ai preesistenti popolamenti sono state indagate le comunità bentoniche, fitoplanctoniche e zooplanctoniche. I prelievi di benthos, a cadenza semestrale, effettuati in quest'area nel triennio 2015-2017 sono stati compiuti sia su substrato duro che su substrato mobile e hanno permesso di rilevare un cospicuo numero di specie non indigene: sono state infatti identificate 10 NIS totali, un numero analogo a quello rilevato in altre regioni tirreniche (si prendano in esame i dati dell'ARPA Toscana). I taxa meglio rappresentati sono i crostacei, seguiti dai policheti e dai bivalvi.

Considerevole è anche l'apporto di specie criptogeniche, soprattutto in termini di abbondanza piuttosto che in termini di ricchezza specifica: ne sono state rilevate quattro. In quest'area è stata inoltre recentemente segnalata per la prima volta lungo le coste italiane la specie *Jassa slatteryi*, un anfipode considerato criptogenico e particolarmente invasivo (Bonifazi et al., 2018).

In tabella 5.2.1 è riportato l'elenco delle specie non indigene e criptogeniche rilevate nell'area in esame, con aggiunta della letteratura di riferimento per i taxa non presenti in lista.

Aliena/Criptogenica	Phylum	Classe	Specie	Substrato	Letteratura di riferimento
Aliena	Annelida	Polychaeta	<i>Hydroides dianthus</i>	Duro	
Aliena	Annelida	Polychaeta	<i>Hydroides dirampha</i>	Duro	
Aliena	Annelida	Polychaeta	<i>Hydroides elegans</i>	Duro	
Aliena	Annelida	Polychaeta	<i>Leiochrides australis</i>	Mobile	
Criptogenica	Arthropoda	Malacostraca	<i>Jassa slatteryi</i>	Duro	Bonifazi et al., 2018
Aliena	Arthropoda	Malacostraca	<i>Caprella scaura</i>	Duro	
Aliena	Arthropoda	Malacostraca	<i>Paracerceis sculpta</i>	Duro	
Aliena	Arthropoda	Malacostraca	<i>Mesanthura</i> sp.	Duro	Lorenti et al., 2009
Aliena	Arthropoda	Malacostraca	<i>Paranthura japonica</i>	Duro	Marchini et al., 2014
Aliena	Mollusca	Bivalvia	<i>Magallana gigas</i>	Duro	
Criptogenica	Bryozoa	Gymnolaemata	<i>Bugula neritina</i>	Duro	Fehlauer-Ale et al., 2014
Criptogenica	Arthropoda	Hexanauplia	<i>Amphibalanus amphitrite</i>	Duro	Torres et al., 2011
Aliena	Arthropoda	Hexanauplia	<i>Balanus trigonus</i>	Duro	Zullo et al., 1992
Criptogenica	Arthropoda	Malacostraca	<i>Monocorophium sextonae</i>	Colonna d'acqua	
Aliena	Arthropoda	Hexanauplia	<i>Pseudodiaptomus marinus</i>	Colonna d'acqua	
Aliena	Arthropoda	Hexanauplia	<i>Paracartia grani</i>	Colonna d'acqua	
Aliena	Ctenophora	Tentaculata	<i>Mnemiopsis leidyi</i>	Colonna d'acqua	Kideys & Niermann, 1994
Aliena	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	<i>Pseudo-nitzschia multistriata</i>	Colonna d'acqua	Orsini et al., 2002
Aliena	Miozoa	Dinophyceae	<i>Ostreopsis ovata</i>	Colonna d'acqua	

Tabella 5.2.1 - Lista delle specie non indigene e criptogeniche campionate

Tra le specie bentoniche non indigene che hanno mostrato la maggior abbondanza si segnala l'anfipode *Caprella scaura* (Figura 5.2.1). Questa specie è considerata nativa dell'Oceano Indiano ed è in netta espansione in Mar Mediterraneo, dove è stata segnalata per la prima volta nel 1994 (Sconfiatti & Danesi, 1996). Nei campionamenti effettuati nel porto di Civitavecchia questa specie è rappresentata da popolazioni molto abbondanti. L'enorme capacità adattativa di questa specie, unita alla sua invasività, hanno fatto sì che venisse inclusa anche nei database NAS (Nonindigenous Aquatic Species) (<http://nas.er.usgs.gov/>) della United States Geological Survey.



Figura 5.2.1 - Esempio intero di *Caprella scaura*

È doveroso segnalare la presenza anche di specie di recente introduzione nelle acque costiere mediterranee, ma ormai presenti con densità considerevoli anche nel porto di Civitavecchia: per tale considerazione si prenda d'esempio l'isopode *Paranthurus japonica* (Figura 5.2.2), segnalato per prima volta in Mediterraneo nel 2014 e ormai ampiamente distribuito in numerose aree costiere (Marchini et al., 2014; Tempesti et al., 2016).



Figura 5.2.2 - Esempi di *Paranthurus japonica* (a sinistra) e *Mesanthurus* sp. (a destra)

Per quanto concerne la componente zooplanctonica è stato rilevato un totale di tre NIS. Nella componente mesozooplanctonica, cioè quell'insieme di organismi marini con dimensioni generalmente comprese tra 200 µm e 2 cm, è ben rappresentata la specie *Pseudodiaptomus marinus* (Figura 5.2.3), un copepode pelagico originario della regione indo-pacifica, descritto per la prima volta nel mar del Giappone (Sato, 1913). Questa specie si è pian piano diffusa in diverse aree costiere temperate e tropicali principalmente tramite acque di zavorra. Nel 2007 è stata avvistata per la prima volta in Mediterraneo, nel Mar Adriatico (De Olazabal & Tirelli, 2011). Nel Lazio, dal 2015, sono stati ritrovati sia copepoditi che individui adulti di *P. marinus*. I ritrovamenti riguardano principalmente i campioni prelevati nel porto di Civitavecchia, anche se alcuni esemplari sono stati rinvenuti nelle aree di Roma e San Felice Circeo.



Figura 5.2.3 - Esempi di *Pseudodiaptomus marinus* giovanile (a sinistra), adulto femmina (centro), adulto maschio (a destra)

Le NIS nella componente macrozooplanctonica, quindi organismi di dimensioni comprese tra 2 e 10 cm, sono invece rappresentate dallo ctenoforo *Mnemiopsis leidyi* (Figura 5.2.4), specie originaria delle coste atlantiche del continente americano. Questa specie negli anni Ottanta fu introdotta nel Mar Nero tramite acque di zavorra di petroliere, dove trovò un ambiente favorevole al suo sviluppo e iniziò a produrre grandi aggregazioni che, alimentandosi soprattutto di uova e larve di pesce, nel giro di pochi anni decimarono gli stock ittici di quell'area; a oggi è inserita nella lista delle 1000 specie più invasive al mondo redatta dalla IUCN. Segnalata in Mediterraneo per la prima volta nel 1990 (Kideys & Niermann, 1994), ha avuto una rapida espansione, essendo attualmente diffusa in tutto il bacino, area in cui potrebbe compromettere gli stock ittici sia attraverso una competizione per le risorse sia a causa della dieta costituita prevalentemente da uova e larve di pesce.



Figura 5.2.4 - Esempio di *Mnemiopsis leidyi*

Oltre che tra gli animali, anche nella componente algale sono state rinvenute delle NIS: una diatomea e un dinoflagellato. Tra queste, la maggiore abbondanza è stata osservata nella diatomea *Pseudo-nitzschia multistriata*, (Figura 5.2.5), specie originaria delle acque giapponesi e nota per essere in grado di produrre acido domoico, una tossina che può causare una sindrome nota come ASP (Amnesic shellfish poisoning), pericolosa anche per l'essere umano in caso di sue consistenti fioriture. Osservata per la prima volta nelle acque tirreniche a partire dalla metà degli anni Novanta (Orsini et al., 2002), è oggi estremamente diffusa in gran parte del bacino mediterraneo.



Figura 5.2.5 - Esempari di *Pseudo-nitzschia multistriata*

Sebbene le NIS in Mediterraneo nella maggior parte dei casi siano di piccole dimensioni, rappresentano un problema da non sottovalutare perché costituiscono una vera minaccia per la biodiversità dei nostri mari; continuare a monitorarle per cercare di trovare soluzioni che possano arginare la loro espansione è, a oggi, l'unica via percorribile.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Adams, M., Lükewille, A., *The European Environment-state and outlook 2010*, in "European Environment Agency", (2010), pp. 55
- APAT - Manuali e linee Guida 44/2007 – *Atlante delle opere di sistemazione costiera*
- ARPALAZIO - Scheda informativa 08/2015 – *I porti del Lazio*
- Boni, C., Petitta, M., Preziosi, E., Sereni, M., *Idrogeologia*, in "Il Mare del Lazio. Oceanografia fisica e chimica, biologia e geologia marina, clima meteomarinario, dinamica dei sedimenti e apporti continentali", (1996), pp. 220-261
- Bonifazi, A., Mancini, E., Ventura, D., *First record of the invasive and cryptogenic species Jassa slatteryi (Crustacea: Amphipoda) in Italian coastal waters*, in "Journal of sea research", 136 (2018), pp. 37-41
- Carlton, J. T., *Biological invasions and cryptogenic species*, in "Ecology", 77(6) (1996), pp. 1653-1655
- Lo stato della pesca e dell'acquacoltura nei mari italiani a cura di Cataudella, S. e Spagnolo, M.* - Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali, (2011)
- Clarke Murray, C., Pakhomov, E. A., Therriault, T. W., *Recreational boating: a large unregulated vector transporting marine invasive species*, in "Diversity Distribution", 17(6) (2011), pp. 1161-1172
- De Olazabal, A., Tirelli, V., *First record of the egg-carrying calanoid copepod Pseudodiaptomus marinus in the Adriatic Sea*, in "Marine Biodiversity Records" 2011, p. 4
- Fehlauer-Ale, K. H., Mackie, J. A., Lim-Fong, G. E., Ale, E., Pie, M. R., Waeschenbach, A., *Cryptic species in the cosmopolitan Bugula neritina complex (Bryozoa, Cheilostomata)*, in "Zoologica Scripta", 43(2) (2014), pp. 193-205
- Ferrario, J., Caronni, S., Occhipinti-Ambrogi, A., & Marchini, A., *Role of commercial harbours and recreational marinas in the spread of non-indigenous fouling species*, in "Biofouling", 33(8) (2017), pp. 651-660
- Fiorenza, A., Casotti, V., Civano, V., Mancaniello, D., Marchesi, V., Menichetti, S., Merlo, F., Piva, F., Spezzani, P., Tanduo, I., Ungaro, N., Venturelli, S., Zorza, R.: *Linee guida per l'analisi delle pressioni ai sensi della direttiva 2000/60/CE – ISPRA – Manuali e Linee Guida 177/2018*. Roma, aprile 2018
- Frank, K.T., Petrie, B., Choi, J.S., Leggett, W.C., *Trophic cascades in a formerly cod-dominated ecosystem*, in "Science" 308 (2005), pp. 1621-1623
- Funari, E., Manganelli, M., Testai, E., *Ostreopsis cf. ovata: linee guida per la gestione delle fioriture negli ambienti marini costieri in relazione a balneazione e altre attività ricreative*, Rapporto ISTISAN, 14/19 (2014), pp 118
- Giussani, V., Sbrana, F., Asnaghi, V., *Active role of the mucilage in the toxicity mechanism of the harmful benthic dinoflagellate Ostreopsis cf. ovata*, in "Harmful Algae" 44 (2015), pp. 46-53
- Guerrini, F., Pezzolesi, L., Feller, A., *Comparative growth and toxin profile of cultured Ostreopsis ovata from the Tyrrhenian and Adriatic Seas.*, in "Toxicon" 55(2-3) (2010), pp. 211-220
- Hulme, P.E., *Trade, transport and trouble: managing invasive species pathways in an era of globalization*, in "Journal of Applied Ecology", 46(1) (2009), pp. 10-18
- Kideys, A.E., Niermann, U., *Occurrence of Mnemiopsis along the Turkish coasts (from northeastern Mediterranean to Istanbul)*, in "ICES Journal of Marine Science" 51 (1994), pp. 423-427
- López-Legentil, S., Legentil, M.L., Erwin, P.M., Turon, X., *Harbor networks as introduction gateways: con-*

- trasting distribution patterns of native and introduced ascidians, in "Biological Invasions", 17(6) (2015), pp. 1623-1638
- Lorenti, M., Dappiano, M., Gambi, M. C., Occurrence and ecology of *Mesanthura* (Crustacea: Isopoda: Anthuridea) in two Italian harbours, in "Marine Biodiversity Records", 2 (2009), pp. 1-5
- Mangialajo, L., Lemèe, R., Trends in *Ostreopsis* proliferation along the Northern Mediterranean coast, in "Toxicon", 57(3) (2011), pp. 408-420
- Marchini, A., Sorbe, J. C., Torelli, F., Lodola, A., Occhipinti-Ambrogi, A., The non-indigenous *Paranthura japonica* Richardson, 1909 in the Mediterranean Sea: travelling with shellfish, in "Mediterranean Marine Science", 15(3) (2014), pp. 545-553
- Mastrototaro, F., Petrocelli, A., Cecere, E., Matarrese, A., Non indigenous species settle down in the Taranto seas, in "Biogeographia–The Journal of Integrative Biogeography", 25(1) (2004), pp. 47-54
- Monti M., Minocci, M., Beran, A., Ivesa, L., First record of *Ostreopsis* cfr. *ovata* on macroalgae in the Northern Adriatic Sea, in "Marine Pollution Bulletin", 54 (2007), pp. 598-601
- Occhipinti-Ambrogi, A., Global change and marine communities: alien species and climate change, in "Marine Pollution Bulletin", 55(7-9) (2007), pp. 342-352
- Orsini, L., Sarno, D., Procaccini, G., Poletti, R., Dahlmann, J., Montresor, M., Toxic *Pseudo-nitzschia multistriata* (Bacillariophyceae) from the Gulf of Naples: morphology, toxin analysis and phylogenetic relationships with other *Pseudo-nitzschia* species, in "European Journal of Phycology", 37(2) (2002), pp. 247-257
- Programma di sviluppo rurale Lazio 2014/2020 - Regione Lazio - Direzione Regionale Agricoltura Sviluppo rurale Caccia e Pesca
- Rapporto 2010 - Regione Lazio – Osservatorio Ambientale – Centrale Termoelettrica ENEL Civitavecchia Torvaldaliga Nord – Direzione Regionale Ambiente
- Sansoni, G., Borghini, B., Camici, G., Casotti, M., Righini, P., Rustighi, C., Fioriture algali di *Ostreopsis ovata* (Gonyaulacales: Dinophyceae): un problema emergente, in "Biologia Ambientale", 17(1) (2003), pp. 17-23
- Sato, C., Free-swimming Copepoda. *Fuyusei-Tokyakurui*, in "Hokkaido Fisheries Research Laboratory", Investigation Reports, 1 (1913), pp. 1-82
- Sconfiatti, R., Danesi, P., Variazioni strutturali in comunità di Peracaridi agli estremi opposti del bacino di Malamocco (Laguna di Venezia), in "S. It. E. Atti", 17 (1996), pp. 407-410
- Simoni F. et al., Fioriture di *Ostreopsis ovata*, *Coolia monotis*, *Prorocentrum lima* nelle macroalghe del mar Tirreno settentrionale, Mediterraneo (seconda fase di studio), Biol. Ital, (2004)
- Stachowicz, J.J., Terwin, J.R., Whitlatch, R.B., Osman, R.W., Linking climate change and biological invasions: ocean warming facilitates non indigenous species invasions, in "Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America", 99 (24) (2002), pp. 15497–15500
- Suaria, G., Avio, C.G., Mineo, A., Lattin, G.L., Magaldi, M.G., Belmonte, G., Moore, C.J., Regoli, F., Aliani, S., The Mediterranean Plastic Soup: synthetic polymers in Mediterranean surface waters, in "Scientific Reports", vol. 6 (2016)
- Tempesti, J., Rossano, C., Gambineri, S., Plaiti, W., Scapini, F., New records in the Mediterranean for the non-indigenous species *Paranthura japonica* Richardson, 1909 (Anthuridea, Isopoda), in "Biologia Marina Mediterranea", 23(1) (2016), p. 249
- Torres, P., Costa, A. C., Dionísio, M. A., New alien barnacles in the Azores and some remarks on the invasive potential of *Balanidae*, in "Helgoland marine research", 66(4) (2011), pp. 513-522

Wright, S., Thompson, R.C., Galloway, T.S., *The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review*, in "Environment Pollution", 178 (2013), pp. 483-492

Zenetos, A., Çinar, M.E., Crocetta, F., Golani, D., Rosso, A., *Uncertainties and validation of alien species catalogues: The Mediterranean as an example*, in "Estuarine, Coastal and Shelf Science", 191 (2017), pp.171-187

Zenetos, A., Gofas, S., Morri, C., Rosso, A., Violanti, D., Garsia Raso, J.E., Cinar, M.E., Almogi-Labin, A., Ates, A.S., Azzurro, E., Ballesteros E., *Alien species in the Mediterranean Sea by 2012. A contribution to the application of European Union's Marine Strategy Framework Directive (MSFD). Part 2. Introduction trends and pathways*, in "Mediterranean Marine Science", 13.2 (2012), pp. 328-352

Zenetos, A., Meriç, E., Verlaque, M., Galli, P., Boudouresque, C. F., Giangrande, A., Bilecenoglu, M., *Additions to the annotated list of marine alien biota in the Mediterranean with special emphasis on Foraminifera and Parasites*, in "Mediterranean Marine Science", 9(1) (2008), pp. 119-165

Zullo, V. A., *Balanus trigonus Darwin (Cirripedia, Balaninae) in the Atlantic basin: an introduced species*, in "Bulletin of Marine Science", 50(1) (1992), pp. 66-74



RIFERIMENTI NORMATIVI

Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), Guidance Document n. 3, Analysis of Pressures and Impacts

Decreto legislativo 13 ottobre 2010, n. 190 "Attuazione della direttiva 2008/56/CE che istituisce un quadro per l'azione comunitaria nel campo della politica per l'ambiente marino"

Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" - Parte Terza "Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche"

Decreto ministeriale 16 giugno 2008, n. 131 "Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) per la modifica delle norme tecniche del d.lgs. 152/06, recante: "Norme in materia ambientale", predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 4, dello stesso decreto"

Decreto ministeriale 14 aprile 2009, n. 56 "Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del d.lgs. 152/06, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo"

Decreto ministeriale 8 novembre 2010, n. 260 "Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n°152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo"

Decreto ministeriale 15 febbraio 2019 "Aggiornamento della determinazione del buono stato ambientale delle acque marine e definizione dei traguardi ambientali", pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 69 del 22 marzo 2019

Decisione 2008/915/CE della Commissione Europea del 30 ottobre 2008, che istituisce, a norma della direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, i valori delle classificazioni dei sistemi di monitoraggio degli Stati membri risultanti dall'esercizio di intercalibrazione

Decisione 2010/477/UE della Commissione Europea dell'1 settembre 2010 sui criteri e gli standard metodologici relativi al buono stato ecologico delle acque marine, pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea n. L 232/14 del 2 settembre 2010

Direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque, pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea n. L 327 del 22 dicembre 2000

Direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive del Consiglio 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE e 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CEE del Parlamento europeo e del Consiglio

Direttiva 2008/56/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 17 giugno 2008, che istituisce un quadro per l'azione comunitaria nel campo della politica per l'ambiente marino (direttiva quadro sulla strategia per l'ambiente marino), pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea n. L 164/19 del 25 giugno 2008

Direttiva 2009/90/CE che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque

Direttiva 2013/39/UE che modifica le direttive 2000/60/CE e 2008/105/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque

Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche

MATM-Regioni, *Linee Guida per la Difesa della Costa dai fenomeni di Erosione e dagli effetti dei Cambiamenti climatici, 2018* - Documento elaborato dal Tavolo Nazionale sull'Erosione Costiera MATM-Regioni con il coordinamento tecnico dell'ISPRA

SITOGRAFIA

<https://www.arpalazio.gov.it/ambiente/acqua/reflue.htm>

<https://portale.arpalazio.local/servizi/pubblicazioni>

<https://www.portidiroma.it>

<https://www.pagineazzurre.it>

<https://www.mit.gov.it>

<https://www.treccani.it>

<https://www.vesselfinder.com/it>

<https://circabc.europa.eu/faces/jsp/extension/wai/navigation/container.jsp>

<http://www.strategiamarina.isprambiente.it>

<http://www.db-strategiamarina.isprambiente.it>

https://www.legambiente.it/sites/default/files/docs/microplastiche_nei_laghi_2016-2017_legambiente-enea.pdf

<https://www.sanctuaire-pelagos.org/It/specie-it/il-mediterraneo>

<http://www.portaleacque.salute.gov.it/PortaleAcquePubblico>

https://corrieredelmezzogiorno.corriere.it/napoli/cronaca/18_marzo_22/dischetti-plastica-mar-tirreno-risolto-mistero-sono-filtri-rilasciati-un-impianto-depurazione-407090ae-2dbc-11e8-80a3-97c3e8e28064.shtml

http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2019/02/Sediment_plume_at_sea

<http://nas.er.usgs.gov>

<https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>



INDICE DELLE FIGURE

Figura 2.3.1 - Quadro d'insieme e percentuale di incidenza degli indicatori di uso del suolo	13
Figura 2.3.2 - Localizzazione porti lungo le coste laziali (https://www.paginegialle.com/elenco-porti-del-lazio-2/)	16
Figura 2.3.3 - Centrale di Torrevaldaliga	18
Figura 2.3.4 - Classificazione del territorio regionale nelle 4 tipologie di aree rurali (PSR Lazio)	21
Figura 2.3.5 - Ubicazione delle stazioni di campionamento di modulo 5T	22
Figura 2.3.6 - Esempio di traffico marittimo simultaneo (da https://www.vesselfinder.com/it/)	23
Figura 2.3.7 - Rifiuti plastici laziali trasportati dalle correnti verso nord-ovest (Circolazione correnti marine da https://www.sanctuaire-pelagos.org/It/specie-it/il-mediterraneo)	24
Figura 3.1.1 - Classificazione dei corpi idrici	26
Figura 3.1.2 - Classificazione delle aree monitorate nel triennio 2015-2017 nel Lazio Sud	28
Figura 3.2.1 - Procedura di campionamento acque di balneazione	29
Figura 3.2.2 - Portale delle Acque del Ministero della Salute: (http://www.portaleacque.salute.gov.it/PortaleAcquePubblico/)	30
Figura 3.2.3 - Mappa acque marine costiere destinate alla balneazione. In verde le aree adibite alla balneazione, in rosso le aree chiuse alla balneazione	31
Figura 3.2.4 - Simbologia per la classificazione delle acque di balneazione	32
Figura 3.2.5 - Classificazione delle acque di balneazione provincia di Viterbo, anno 2012-2019	32
Figura 3.2.6 - Classificazione delle acque di balneazione provincia di Roma, anno 2012-2019	33
Figura 3.2.7 - Classificazione delle acque di balneazione provincia di Latina, anno 2012-2019	33
Figura 3.2.8 - Classificazione delle acque di balneazione delle isole pontine (Latina), anno 2012-2019	33
Figura 3.2.9 - Stazioni di monitoraggio suddivise per provincia	35
Figura 3.2.10 - Localizzazione stazioni di monitoraggio <i>Ostreopsis ovata</i>	36
Figura 3.2.11 - Livello di impatto di <i>Ostreopsis ovata</i>	37
Figura 3.3.1 - Siti monitorati dall'ARPA Lazio nell'ambito del Progetto "Strategia Marina"	40
Figura 3.3.2 - Immagini di attività in campo e in laboratorio connesse al progetto "Strategia Marina" (foto realizzata da Andrea Bonifazi)	40
Figura 4.1.1 - Il depuratore di Cavallo Morto nel comune di Anzio (immagine da Google Earth)	44
Figura 4.1.2 - Filtri a biomassa adesa dispersi su una spiaggia (da https://corrieredelmezzogiorno.corriere.it/napoli/cronaca/18_marzo_22/dischetti-plastica-mar-tirreno-risolto-mistero-sono-filtri-rilasciati-un-impianto-depurazione-407090ae-2dbc-11e8-80a3-97c3e8e28064.shtml)	44
Figura 4.1.3 - Immagine del pennacchio della foce del Tevere in seguito a forti piogge (acquisita il 5.02.2019 dal satellite Sentinel-2B del programma Copernicus (http://www.esa.int/spaceimages/Images/2019/02/Sediment_plume_at_sea)	45
Figura 4.1.4 - Ubicazione delle stazioni di campionamento di modulo 6F	46
Figura 4.1.5 - Modulo 6F: andamento delle concentrazioni di azoto totale	47
Figura 4.1.6 - Modulo 6F: andamento delle concentrazioni di fosforo totale	47
Figura 4.1.7 - Andamento e confronto delle concentrazioni di azoto totale (TN) e fosforo totale (TP)	48
Figura 4.2.1 - Fenomeno di fioritura di <i>Ostreopsis ovata</i>	48
Figura 4.2.2 - Esempio di formazione ed evoluzione delle schiume	49
Figura 4.2.3 - Schiume in mare	49
Figura 4.2.4 - Fioritura della microalga rafidoficea <i>Fibrocapsa japonica</i>	50
Figura 4.2.5 - Cellule di <i>Fibrocapsa japonica</i> al microscopio	51

Figura 4.2.6 - Fioritura di <i>Euglena sanguinea</i>	51
Figura 4.3.1 - Vie di trasporto delle microplastiche e loro interazione con le componenti biologiche	53
Figura 4.3.2 - Mappa punti prelievo per il modulo 4 – Rifiuti Spiaggiati della Strategia Marina nella Regione Lazio; Visual census - operatori sul campo	54
Figura 4.3.3 - Rifiuti spiaggiati fotografati durante le attività di campionamento.....	55
Figura 4.3.4 - Ripartizione del rifiuto spiaggiato tra plastico e non plastico	55
Figura 4.3.5 - Composizione del rifiuto spiaggiato non plastico.....	56
Figura 4.3.6 - Ripartizione del rifiuto spiaggiato tra plastico e non plastico (% del n° totale di items per metro lineare di spiaggia – annualità 2015/2019)	56
Figura 4.3.7 - Rifiuti flottanti fotografati durante le attività di campionamento	57
Figura 4.3.8 - Ripartizione del rifiuto flottante tra plastico (polimeri artificiali) e non plastico	58
Figura 4.3.9 - Ripartizione del rifiuto flottante per sorgente	58
Figura 4.3.10 - Campioni di microplastiche fotografati allo stereomicroscopio durante le attività di analisi e conta	59
Figura 4.3.11 - Foto della rete tipo "manta" durante le attività di campionamento delle microplastiche	59
Figura 4.3.12 - Composizione percentuale delle microplastiche e ripartizione annuale.....	61
Figura 4.3.13 - Composizione delle microplastiche per località di campionamento.	61
Figura 4.3.14 - Composizione delle microplastiche su scala spaziale (% del n° totale di items/m ²)	61
Figura 4.3.15 - Abbondanza delle microplastiche (valore medio del n° totale di items/m ²): Il caso specifico di Formia	62
Figura 4.3.16 - Abbondanza delle microplastiche. Confronto dei dati provenienti dalla Regione Lazio con i dati del programma di monitoraggio "Macrolitter MSFD.....	62
Figura 5.1.1 - Cellule di <i>Ostreopsis ovata</i> al microscopio ottico invertito (40x)	63
Figura 5.1.2 - Sintesi delle caratteristiche di <i>Ostreopsis ovata</i>	65
Figura 5.2.1 - Esemplare intero di <i>Caprella scaura</i>	68
Figura 5.2.2 - Esemplari di <i>Paranthura japonica</i> (a sinistra) e <i>Mesanthura sp.</i> (a destra)	68
Figura 5.2.3 - Esemplari di <i>Pseudodiaptomun marinus</i> giovanile (a sinistra), adulto femmina	69
Figura 5.2.4 - Esemplare di <i>Mnemiopsis leidyi</i>	69
Figura 5.2.5 - Esemplari di <i>Pseudo-nitzschia multistriata</i>	70

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 2.3.1 - Tipologia di pressione incidenti sul litorale laziale	11
Tabella 2.3.2 - Principali indicatori di uso del suolo per i bacini laziali recapitanti in mare (CUS 2016)	12
Tabella 2.3.3 - Depuratori urbani che recapitano direttamente in mare	14
Tabella 2.3.4 - Pressioni derivanti dagli impianti di acquacoltura.....	14
Tabella 2.3.5 - Caratteristiche generali dei principali porti del Lazio	16
Tabella 2.3.6 - Principali porti turistici del Lazio	17
Tabella 2.3.7 - Opere e interventi di difesa costiera nel Lazio	19
Tabella 2.3.8 - Dati dragaggi effettuati nel Lazio (Fonte: MATTM-Regioni, 2018)	20
Tabella 2.3.9 - Zone rurali a maggiore impatto	21
Tabella 2.3.10 - Contaminanti da ricercare nei sedimenti marini	22
Tabella 2.3.11 - Discarica dei rifiuti in mare secondo la convenzione MARPOL	24
Tabella 3.1.1 - Corpi idrici monitorati dalla regione Lazio	26
Tabella 3.2.1 - Valori limite per singolo campione con n = UFC (Unità Formanti Colonie) o MPN (Numero Più Probabile).	30
Tabella 3.2.2 - Distribuzione delle aree di balneazione della fascia costiera (classificazione – 2019)	34
Tabella 3.2.3 - Distribuzione delle aree di balneazione delle isole pontine(classificazione – 2019)	34
Tabella 3.2.4 - Distribuzione delle aree di balneazione delle isole pontine(classificazione – 2019)	36
Tabella 3.2.5 - Modalità di monitoraggio <i>Ostreopsis ovata</i>	37
Tabella 3.3.1 - Allegato I, direttiva 2008/56/EC; decisione 477/2010/EU; d.lgs. 190/2010.....	39
Tabella 4.1.1 - Stazioni di campionamento monitorate per l'input da nutrienti da fonti fluviali	46
Tabella 4.3.1 - Localizzazione punti prelievo per il Modulo 4 – Rifiuti Spiaggiati della Strategia Marina nella regione Lazio.....	54
Tabella 4.3.2 - Localizzazione punti prelievo per l'analisi delle microplastiche, macroplastiche e altri rifiuti flottanti della Strategia Marina nella regione Lazio	60
Tabella 4.3.3 - Tipologie e categorizzazione delle microplastiche	60
Tabella 5.2.1 - Lista delle specie non indigene e criptogeniche campionate.....	67



Schiume e altri fenomeni marini



Cosa sono quelle chiazze o strisce di schiume che si muovono lungo la costa? Perché l'acqua di mare si colora di verde o marrone e l'acqua è meno trasparente? La formazione di questi eventi è dovuta principalmente a due processi:

PROCESSO BIOLOGICO → proliferazione algale



in condizioni ottimali ovvero presenza di sole e nutrienti (composti dell'azoto e del fosforo) le cellule microalgali si moltiplicano. Una proliferazione elevata di alghe, sebbene costituita da cellule microscopiche, può dare origine a fenomeni visibili a occhio nudo quali:



Acque colorate

Può succedere che le acque del nostro litorale assumano una colorazione generalmente verde o marrone a causa della proliferazione di microalghe marine che vivono nella colonna d'acqua.

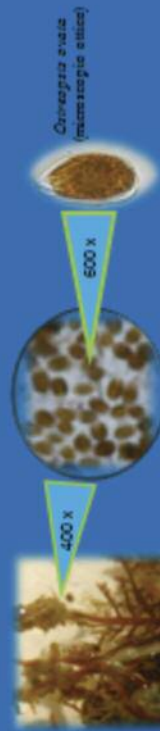
Una microalga che spesso «fiorisce» nelle acque del nostro litorale è *Fibrocapsa japonica*, microalga appartenente alla famiglia delle Raphidophyceae (colorazione e cellule riportata in figura)



Flocculi

Le estese alghe rose del litorale ligure sono interessate da proliferazione di *Ostreopsis ovata*, microalga monitorata regolarmente da Arpalazio, le cui cellule vivono adese ai substrati marini (macroalghe, animali o rocce).

La presenza di elevate concentrazioni cellulari di *O. ovata* i substrati vengono avvolti da ammassi cellulari (nella foto cellule di *Ostreopsis ovata* su macroalga)



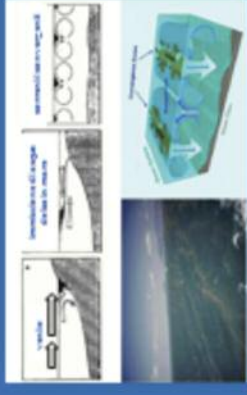
Nel periodo estivo, in presenza di mare calmo, può capitare di osservare dei flocculi di colore marrone che galleggiano sull'acqua. Alcune microalgaie, infatti, hanno la capacità di aderire non solo ai substrati ma anche di unirsi tra loro formando dei grumi o flocculi visibili a occhio nudo. Lungo il nostro litorale, la microalga *Ostreopsis ovata* è spesso la causa di questo tipo di formazione. La sequenza di foto qui sotto è stata scattata a breve distanza temporale l'una dall'altra e mostra il comportamento di un'elevata concentrazione di cellule di questa microalga in una bacinella, è evidente infatti la loro capacità aggregare.



PROCESSO FISICO movimenti

del mare

Le correnti superficiali tendono ad aggregare tutto ciò che galleggia. Le diverse dinamiche di movimento delle correnti superficiali sono schematizzate nel riquadro sottostante. Movimenti diversi hanno origine a ragione di aggregazione tipiche raffigurate come rose in figura)



Le onde - quando il mare è mosso si creano delle «gradi embionio» come quando si fa la schiuma nel latte. Le onde infatti, con il loro movimento intrappolano aria nell'acqua. Più sostanze vegetali o animali sono presenti in mare più «corposo» è durante l'arrivo le schiume. Le sostanze vegetali agiscono come dei apponi naturali (tensoattivi) ovvero hanno la capacità di abbassare la tensione superficiale del liquido. Il loro destino è comunque quello di smontarsi e sciogliersi nuovamente in acqua.





APPENDICE B

Categorie di rifiuti spiaggiati - allegato 4.2 delle Schede Metodologiche elaborate in collaborazione con l'ISPRA per l'attuazione delle convenzioni stipulate tra il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e le Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente

ID Categorie per il campionamento a scala 33 m

Plastica e Polistirene

- IT1 Buste, shopper, buste immondizia/piccoli sacchetti di plastica (ad es. sacchetti freezer)/parte centrale rotolo a strappo di buste di plastica/frammenti di fogli di plastica
- IT2 Flaconi e contenitori di prodotti cosmetici (creme solari)/bottiglie e contenitori di detersivi e detersivi
- IT3 Bottiglie e contenitori di olio motore
- IT4 Parti di auto e moto
- IT5 Accendini
- IT6 Penne e/o loro cappuccio
- IT7 Cannucce e agitatori (bar)/posate/piatti di plastica/bicchieri di plastica e coperchi/sacchetti di patatine e dolciumi/anelli di plastica di tappi di bottiglia/tappi e coperchi/contenitori per alimenti (es. porta hamburger)/bottiglie per bevande e contenitori/imballaggi porta lattine da 4/6 anelli/stecchi di leccalecca
- IT8 Guanti (guanti di gomma industriale e professionale)/guanti uso domestico
- IT9 Parabordi/galleggianti/boe
- IT10 Fascette plastiche per giardinaggio/vivai/fascette e bande plastiche imballaggi
- IT11 Scarpe/sandali/occhiali/occhiali da sole/pezzetti/spazzole per capelli
- IT12 Spugna sintetica/caschi/elmetti/fibre di vetro/imballaggi industriali, teli di plastica/sacchi a rete per vegetali (es. patate, arance)/sacchi di fertilizzanti/mangimi per animali
- IT13 CD/involucro CD/tubi luminosi fosforescenti (tubi con liquido)/giocattoli o parti di essi
- IT14 Vasi in plastica/secchi/cassette e ceste/taniche (contenitori di plastica con maniglia)
- IT15 Scatole e cassette per il pesce in polistirolo
- IT16 Contenitori in plastica per esche/fili e lenze da pesca in nylon (pesca)/scatole e cassette per il pesce in plastica/reti e pezzi di rete/corde e cime
- IT17 Panieri e cestelli per la coltivazione di ostriche/reti o sacchi per mitili o ostriche (calze)/targhette di plastica usate in acquacoltura o pesca/nasse
- IT18 Altri oggetti di polistirolo
- IT19 Altri oggetti/frammenti di plastica

Gomma

- IT20 Palloncini gonfiabili (inclusi valvole, nastri, cordini)/palloni
- IT21 Stivali, calosce
- IT22 Pneumatici/camere d'aria
- IT23 Elastici (uso domestico/postale)
- IT24 Altri pezzi di gomma

Tessuti

- IT25 Tappezzeria/moquette/sacchi di juta/tela
- IT26 Zaini e borse/scarpe e sandali/abbigliamento (abbigliamento/cappelli/asciugamano)
- IT27 Altri prodotti/parti o filamenti tessili

Carta cartone

- IT28 Buste/sacchetti di carta
- IT29 Cartoni/giornali e riviste/frammenti di carta
- IT30 Contenitori Tetrapack/bicchieri/tazze di carta, vaschette per alimenti
- IT31 Pacchetti di sigarette o parti
- IT32 Mozziconi di sigaretta e filtri
- IT33 Altri articoli di carta

Legno

- IT34 Tappi di sughero
- IT35 Cassette
- IT36 Bastoncini stecco ghiaccioli
- IT37 Altro legno lavorato/trasformato/pallets/manufatti

Metallo

- IT38 Bombolette spray
- IT39 Tappi di bottiglie/coperchi/lattine bevande/barattoli o lattine alimentari/Vaschette e carta di alluminio (carta stagnola)
- IT40 Apparecchi elettrici/elettrodomestici/batteria auto/moto/camion/cavi
- IT41 Piombi/pesi da pesca/ami
- IT42 Rottami/scarti industriali
- IT43 Fusti/bombole/barili/bidoni/latte di olio
- IT44 Bidone/barattoli/latte di vernice
- IT45 Filo/rete metallica/filo spinato
- IT46 Batterie uso domestico
- IT47 Altri pezzi/frammenti di metallo

Vetro/ceramica

- IT48 Bottiglie/piatti e tazze/barattoli
- IT49 Lampadine/tubi fluorescenti
- IT50 Materiale da costruzione (calcinacci,mattoni)
- IT51 Altri articoli/frammenti di vetro/ceramica

Rifiuti sanitari

- IT52 Preservativi
- IT53 Cotton fioc bastoncini
- IT54 Assorbenti igienici slip/rivestimenti/supporto strisce/pannolini/tamponi e applicatori di tamponi
- IT55 Altri articoli sanitari

Rifiuti medici

- IT56 Contenitori/tubi/blister medicinali
- IT57 Siringhe/aghi
- IT58 Altri articoli medicali (tamponi, bendaggi ecc.)

Feci

- IT59 Escrementi di cane in sacchetto

METADATI

Titolo	Acque marine costiere del Lazio: qualità, impatti, balneabilità
Autore	ARPA Lazio: Laura Aguzzi, Valentina Amorosi, Andrea Bonifazi, Simona Calvanella, Sergio Ceradini, Ornella Chiapponi, Caterina Cossio, Giulia Durante, Gaia Foti, Maurizio Giganti, Marco Le Foche, Elena Madeo, Antonio Malara, Marcella Pieri, Vera Sangiorgi, Emanuela Viaggiu.
Soggetto	Risorse idriche – Rapporti tecnici
Descrizione	Quadro generale dello stato dell'ecosistema marino costiero del Lazio Gli argomenti sono trattati in modo sintetico senza riportare i dati, comunque reperibili nei report specifici pubblicati da Arpa Lazio
Editore	ARPA Lazio
Data	2019
Tipo	Report ambientale
Formato	Cartaceo, elettronico
Identificatore	Report / Acqua_06
Lingua	IT
Copertura	Lazio
Gestione dei diritti	ARPA Lazio - Agenzia regionale per la protezione ambientale del Lazio

Report - Acqua



ARPALAZIO

AGENZIA REGIONALE PROTEZIONE AMBIENTALE DEL LAZIO