

# MARE E AMBIENTE COSTIERO

## Introduzione

### La situazione

I monitoraggi per il controllo della qualità delle acque per la balneazione e dello stato ecologico delle acque costiere (quest'ultimo imposto dalla Direttiva quadro sulle Acque) rappresentano attualmente gli unici strumenti in grado di fornire parametri chimici e biologici delle acque marino-costiere e, a regime, un quadro nazionale annualmente aggiornato dello stato qualitativo e ecologico delle acque costiere.

I monitoraggi delle forzanti marine, mediante le reti di osservazione delle onde (Rete Ondametrica Nazionale), di variazione del livello del mare e delle componenti meteorologiche concorrenti (Rete Mareografica Nazionale), come vento e pressione atmosferica, sono gli strumenti, insieme ai rilievi da satellite, in grado di fornire i parametri per un quadro dello stato dei mari italiani, misure per lo studio della climatologia marina e elementi per qualsiasi azione di prevenzione e protezione della fascia costiera dall'azione distruttiva delle mareggiate.

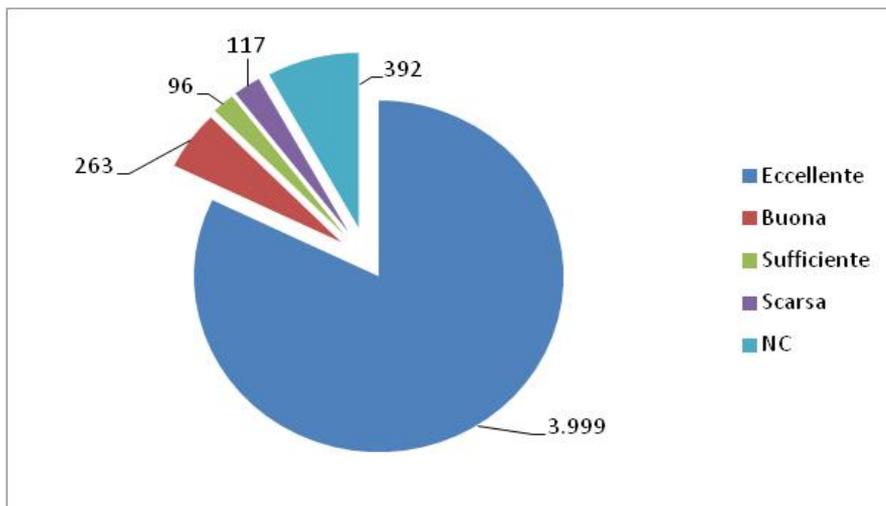
L'osservazione periodica dei fenomeni evolutivi naturali dell'ambiente marino-costiero e di alcuni impatti prodotti dalle attività umane rappresenta il percorso conoscitivo necessario e propedeutico alla definizione di qualsiasi azione di tutela, di gestione e di intervento.

Per la stagione balneare 2013 sono state identificate dalle regioni italiane 5.511 acque di balneazione, di cui 644 acque interne e 4.867 acque costiere (marine e di transizione). L'attività di controllo è stata eseguita tenendo conto delle disposizioni dettate dal decreto 30 marzo 2010 del Ministero della salute, secondo un calendario stabilito da ciascuna regione a inizio stagione balneare e con una frequenza di campionamento mensile.

Con la stagione balneare 2013, per l'Italia, si è concluso l'ultimo dei quattro anni di monitoraggio (2010 – 2013) necessari, secondo la regolamentazione della nuova direttiva, per effettuare una prima classificazione delle acque di balneazione. L'attribuzione della classe di qualità viene effettuata attraverso un calcolo statistico (valutazione del 90° e 95° percentile) delle concentrazioni dei due indicatori di contaminazione fecale (Enterococchi intestinali ed *Escherichia coli*), rilevate su base quadriennale. Pertanto la qualità delle acque di balneazione viene espressa secondo quattro classi di qualità: eccellente, buona, sufficiente e scarsa.

Nel calcolo dello status qualitativo, le acque sono considerate singolarmente senza tenere conto, cioè, di eventuali raggruppamenti effettuati da alcune regioni nei casi di acque contigue con caratteristiche uniformi (art. 7, comma 6, D.Lgs 116/2008). La classificazione, rappresenta una descrizione orientativa dello stato qualitativo delle acque di balneazione a livello microbiologico e non fornisce alcuna indicazione circa possibili impatti derivanti da fonti di inquinamento di altra natura.

*Balneazione.  
Sono state  
identificate e  
monitorate 4.867  
acque di  
balneazione  
marino-costiere e di  
transizione.*



Nel 2013, 3.999 acque di balneazione sono risultate eccellenti.

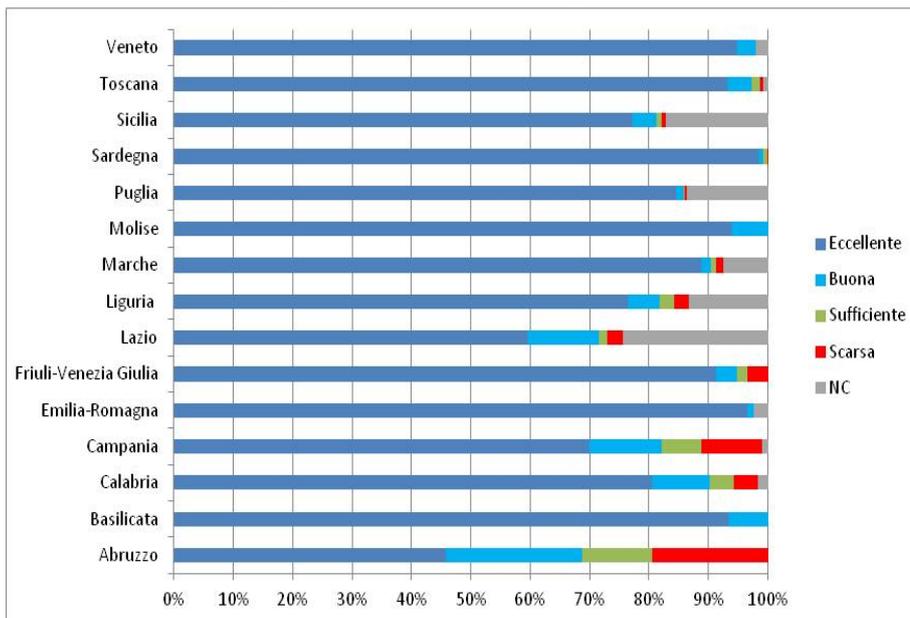
**Figura 6.1** Classificazione acque di balneazione costiere: sintesi nazionale<sup>1</sup>

Come appare evidente dalla Figura 6.1, le acque “eccellenti” sono in numero nettamente superiore rispetto alle altre categorie. Se poi si considerano tutte le acque classificate come almeno sufficienti (eccellenti, buone e sufficienti) tale numero arriva a 4.358 su un totale di 4.867 acque costiere. La quota restante di acque è rappresentata per lo più da acque “non classificabili” (392) per le quali non è possibile esprimere un giudizio di qualità.

*L’89,5% delle acque di balneazione costiere è classificato come almeno sufficiente, solo per l’8% non è possibile esprimere un giudizio di qualità.*

Anche a livello regionale il numero delle acque di classe eccellente prevale nettamente su quello delle altre categorie in tutte le regioni. Come si evince dalla Figura 6.2, in 13 regioni su 15 la percentuale di acque eccellenti è superiore al 70% (di cui 10 con valori superiori all’80%), mentre in Abruzzo il numero di acque scarse è prossima al 20% e nel Lazio le acque non classificabili superano il 20%.

*Il numero delle acque di classe eccellente prevale nettamente su quello delle altre categorie in tutte le regioni.*



*In 13 regioni la percentuale di acque eccellenti è superiore al 70% (di cui 10 con valori superiori all’80%).*

**Figura 6.2** Classificazione regionale acque costiere di balneazione<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Fonte: Elaborazioni ISPRA/MATTM su dati del Ministero della salute

<sup>2</sup> Fonte: Ibidem

*Ostreopsis ovata* Fukuyo è un dinoflagellato potenzialmente tossico rinvenuto per la prima volta nelle acque italiane nel 1989 nel Lazio (Tognetto *et al.*, 1995) e diffuso nella maggior parte delle regioni costiere.

La microalga bentonica *Ostreopsis ovata* è presente ormai da alcuni anni nel Mediterraneo.

In Italia, fioriture bentoniche estive e ricorrenti di *Ostreopsis cf. ovata*, spesso in associazione ad altri dinoflagellati potenzialmente tossici, si sono verificate in numerose località del Mar Tirreno, dello Ionio e dell'Adriatico, con effetti tossici sull'uomo e su organismi bentonici (molluschi ed echinodermi) associati alla produzione di tossine appartenenti al gruppo delle palitossine (*ovatossina*-a, b,c,d,e, f e tracce di *palitossina* putativa p-PLTX)<sup>3</sup>.

Le fioriture sono diffuse in numerose località nei nostri mari e possono dar luogo a fenomeni di tossicità, sia per l'uomo sia per l'ambiente marino.

Nel 2014, la presenza della microalga tossica è stata segnalata in tutte le regioni costiere, a eccezione di Emilia-Romagna, Molise, Abruzzo e Veneto.

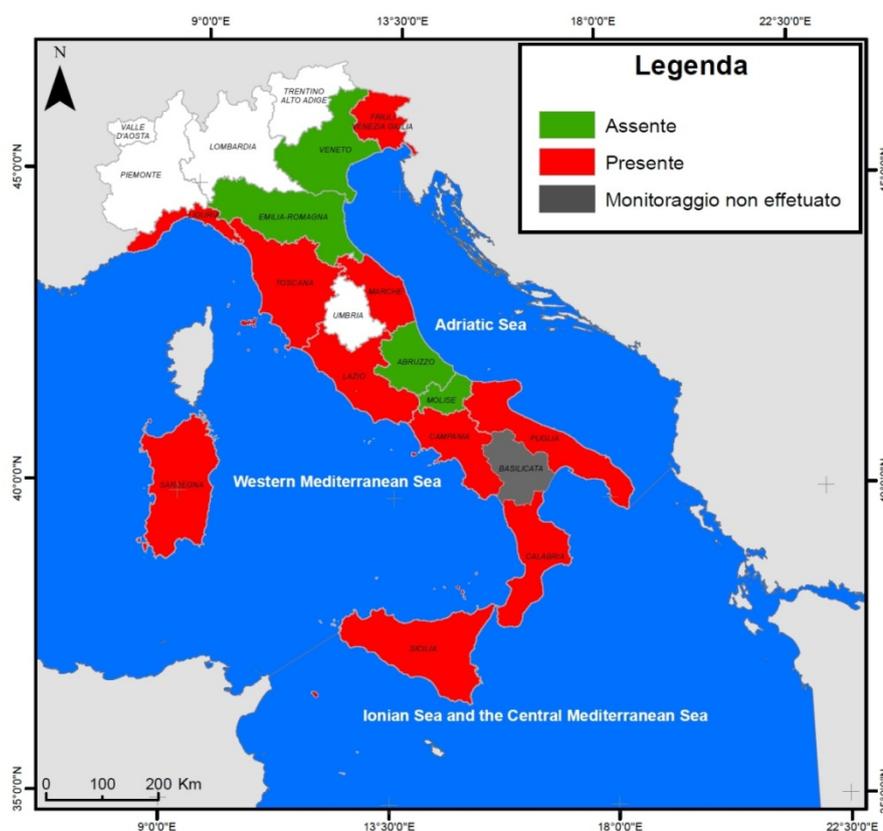


Figura 6.3: *Ostreopsis cf. ovata* lungo le coste italiane (2014)<sup>4</sup>

Nel 2014, *Ostreopsis cf. ovata* è stata riscontrata in 10 regioni costiere, mentre è sempre assente in tutti i campioni prelevati lungo le coste dell'Abruzzo, Emilia-Romagna, Molise e Veneto (la Basilicata non effettua il monitoraggio), come evidenzia la Figura 6.3

<sup>3</sup> ISPRA, Rapporti n. 127/2010, n. 148/2011, 173/2012 n.188/2013 e 211/2014)

<sup>4</sup> Fonte: Elaborazione ISPRA, su dati delle ARPA costiere, 2013

Il livello del mare, l'altezza e il periodo delle onde, le correnti, la pressione atmosferica, il vento, la temperatura sono i parametri di base per la caratterizzazione dei regimi mareali e ondosi dei mari italiani e della dinamica marina lungo le coste. I dati rilevati e raccolti dalle reti di misura mareografica (RMN) e ondometrica (RON) dell'ISPRA, opportunamente elaborati e analizzati statisticamente, forniscono molte informazioni a scala locale e regionale sullo stato del mare, che sono di estremo interesse per la navigazione, per la progettazione delle opere marittime, per le attività legate alla pesca, per il controllo della propagazione degli inquinanti in mare, nonché per gli studi sulla dinamica litoranea, sul clima meteo-marino e sui cambiamenti.

*Lo stato del mare è caratterizzato dai parametri fisici: livello del mare, altezza e periodo delle onde, correnti, pressione atmosferica, vento e temperatura.*

Nel mar Mediterraneo l'ampiezza massima delle maree è mediamente 45 cm, a differenza dei paesi nel nord Europa dove può superare i 10 metri, e le oscillazioni di marea sono di tipo semidiurno misto, con due massimi e due minimi durante la giornata, che si susseguono con valori diversi nel corso del mese con maree minori e maggiori.

*Nel Mediterraneo, l'ampiezza massima delle maree è mediamente 45 cm.*

Relativamente ai bacini che bagnano le coste italiane, le maree hanno una periodicità media di 6 ore fra una bassa e un'alta marea e le escursioni sono abbastanza limitate, comprese mediamente tra i 30-70 cm.

*L'Adriatico è il bacino con le escursioni più ampie, possono superare anche il metro.*

Nell'Adriatico, che è un bacino semichiuso, si registrano i valori più alti di marea del Mediterraneo. Nell'alto Adriatico le ampiezze di marea possono superare anche il metro e, in particolari condizioni astronomiche e meteorologiche, quali forte vento di scirocco, si possono avere innalzamenti eccezionali del livello del mare, che provocano nella laguna veneta, sia per l'orografia della zona sia per le note problematiche di subsidenza, l'invasione del mare di ampi spazi terrestri per alcune ore, dando luogo al noto fenomeno di acqua alta a Venezia.

È stato dedicato un Focus di approfondimento alle misure delle variazioni del livello del mare e ai sistemi nazionali di osservazione, a titolo esemplificativo sono anche riportati alcuni parametri di sintesi di marea e del clima costiero rilevati nell'anno 2014.

L'analisi dei parametri delle onde (altezza significativa  $H_s$ , direzione, periodo  $T$ ), rilevati dalla Rete Ondometrica Nazionale, ha evidenziato anche per il 2014 un carattere di stagionalità delle mareggiate. Le boe nel Tirreno e quelle di Alghero e di Mazara del Vallo hanno registrato un numero maggior di mareggiate e, mediamente, eventi più intensi rispetto al bacino Adriatico, come è ragionevole attendersi per i diversi *fetch* dei bacini. Nella Figura 6.4 è riportata la mappa dello stato del mare determinato considerando solo le altezze d'onda significative rilevate nell'anno dalle boe della Rete Ondometrica Nazionale. In questa edizione è stato dedicato un Focus di approfondimento al confronto delle misure ondometriche *in situ* e *remote sensing*.

### Ondosità - anno 2014

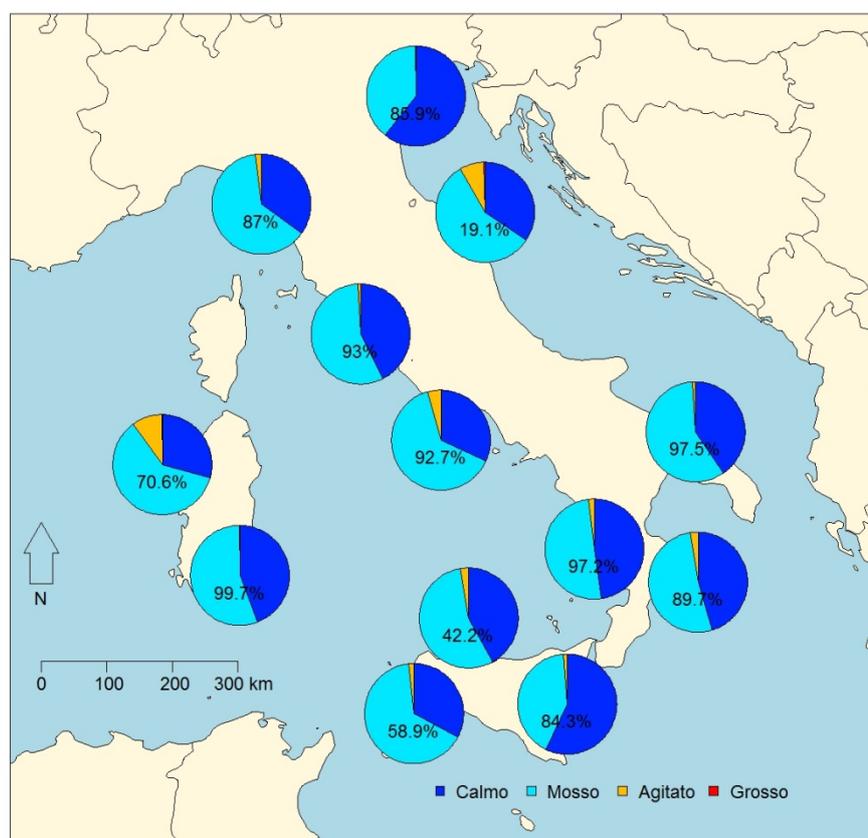


Figura 6.4: Mappa sintetica dello stato dei mari italiani, elaborato sulla base delle misure di altezza significativa d'onda rilevate dalle boe della Rete Ondametrica Nazionale<sup>5</sup>

#### Legenda

il numero rappresenta la percentuale dei dati rilevati dalla boa nell'anno.

#### Nota

Per la classificazione si fa riferimento alla scala indicativa dello stato del mare denominata "Scala Douglas" modificata in sole quattro classi così composte: 1°) mare calmo o poco mosso (0,00 - 0,50 m); 2°) mare mosso o molto mosso (0,50 - 2,50 m); 3°) mare agitato o molto agitato (2,50 - 6,00 m); 4°)mare grosso (>6,00 m)

La continua movimentazione dei sedimenti a opera del mare (correnti, maree, moto ondoso, tempeste) sottopone i territori costieri a continui cambiamenti, che si evidenziano con nuovi assestamenti della linea di riva e con superfici territoriali emerse e sommerse dal mare, riscontrabili anche nell'arco di una stagione. L'azione del mare è contrastata principalmente dall'apporto fluviale di materiale detritico, riutilizzato per il naturale ripascimento dei litorali ghiaiosi o sabbiosi, e da tutti quegli interventi, come opere idrauliche e marittime, che costituiscono uno sbarramento al progressivo apporto di sedimenti alla foce dei fiumi e un ostacolo al loro flusso litoraneo.

*Dinamica litoranea.*

<sup>5</sup> Fonte: ISPRA – Rete Ondametrica Nazionale

In Italia, di circa 8.300 km di coste, 7.500km sono naturali. Più di un terzo sono coste alte che si sviluppano, secondo varie morfologie, con tratti rocciosi molto spesso articolati e frastagliati, presenti prevalentemente sulle due isole maggiori, Sardegna e Sicilia, e sulle regioni tirreniche, Liguria, Toscana e Campania.

*In Italia su 7.500 km di costa naturale, un terzo sono coste alte.*

Le coste basse, sabbiose e rocciose, sono generalmente diffuse su tutti i fronti costieri, spesso si alternano a tratti alti rocciosi o sono racchiuse tra due promontori, con eccezione della costa adriatica costituita quasi esclusivamente da lunghi tratti rettilinei di litorali sabbiosi o deltizi e dai più estesi ambienti lagunari del Paese. Circa il 70% delle coste basse è costituito da spiagge sabbiose o ghiaiose, per una lunghezza complessiva di 3.270 km e una superficie territoriale di oltre 120 km<sup>2</sup>.

*Il 70% delle coste basse è costituito da spiagge sabbiose o ghiaiose, per una lunghezza di 3.270 km e una superficie di 120 km<sup>2</sup>.*

Negli ultimi decenni i litorali italiani, sia per i processi naturali sia per l'intervento dell'uomo, hanno subito significative evoluzioni geomorfologiche ed è ormai nota una predominanza dei fenomeni di erosione costiera di origine prevalentemente antropica.

**Tabella 6.1: Variazioni dell'assetto della linea di riva, per le sole coste basse, nei periodi 1950/1999 e 2000/2007<sup>6</sup>**

Costa bassa	1950/1999 (variazioni >+/-25m)		2000/2007 (variazioni >+/-5m)	
	km	%	km	%
<b>TOTALE</b>	<b>4.862</b>	<b>100,0</b>	<b>4.715</b>	<b>100,0</b>
<b>Stabile</b>	<b>2.387</b>	<b>49,1</b>	<b>2.737</b>	<b>58,0</b>
<b>Modificata</b>	<b>2.227</b>	<b>45,8</b>	<b>1.744</b>	<b>37,0</b>
<b>Non definito</b>	<b>248</b>	<b>5,1</b>	<b>234</b>	<b>5,0</b>
<b>Modificata</b>	<b>2.227</b>	<b>45,8</b>	<b>1.744</b>	<b>37,0</b>
<b>Arretramento</b>	<b>1.170</b>	<b>24,1</b>	<b>895</b>	<b>19,0</b>
<b>Avanzamento</b>	<b>1.058</b>	<b>21,8</b>	<b>849</b>	<b>18,0</b>

*Dal 1950 al 1999, il 46% delle coste basse ha subito modifiche superiori a 25 metri. Nel periodo compreso tra il 2000 e il 2007, il 37% dei litorali ha subito variazioni superiori a 5 metri e i tratti di costa in erosione (895 km) sono ancora superiori a quelli in progradazione (849 km).*

**Nota**

La differenza di lunghezza totale di coste basse è determinata dalla variazione degli assetti della linea di riva, dall'esclusione delle aree di colmamento artificiale, seppure parzialmente naturali, considerate al 1999, dalle ulteriori opere marittime e di difesa realizzate tra il 2000 e il 2007 e dall'esclusione di ulteriori aree mascherate emerse con le ortofoto del voto IT2006.

Nelle precedenti edizioni è stato riportato erroneamente il limite di confronto di +/-10m

Dal 1950 al 1999, il 46% delle coste basse ha subito modifiche superiori a 25 metri e, pur avendo considerato in progradazione quelle aree che con opere di colmamento sono state sottratte al mare e nel corso degli anni parzialmente rinaturalizzate, i tratti di costa in erosione (1.170 km) sono superiori a quelli in avanzamento.

*Il bilancio tra le variazioni contrastanti (progradazione e arretramento) e la stabilità dei litorali è ancora negativo.*

L'analisi delle variazioni dell'assetto della linea di riva nel periodo compreso tra il 2000 e il 2007 ha confermato tale tendenza: il 37% dei litorali ha subito variazioni superiori a 5 metri e i tratti di costa in erosione (895 km) sono ancora superiori a quelli in progradazione (849 km).

<sup>6</sup> Fonte: ISPRA elaborazione dei dati costieri rilevati dalle ortofoto a colori del volo IT2006 e volo IT2000

**Tabella 6.2: Variazioni delle spiagge nel periodo 2000/2007<sup>7</sup>**

	Lungh. (km)	%	Superficie (kmq)
<b>Spiagge</b>	<b>3.271</b>	<b>100%</b>	<b>121,6</b>
<b>Stabilità</b>	<b>1.499</b>	<b>46%</b>	
<b>Arretramento</b>	<b>882</b>	<b>27%</b>	<b>16,0</b>
<b>Avanzamento</b>	<b>851</b>	<b>26%</b>	<b>15,2</b>
<b>Non definito</b>	<b>39</b>	<b>1%</b>	

L'arretramento della linea di riva e la perdita di superfici marino-costiere sono particolarmente evidenti e profonde in corrispondenza delle foci dei fiumi. Interi arenili sono fortemente arretrati, con una perdita di territorio e del suo valore sia dal punto di vista ambientale sia economico, inoltre, molti sono i casi in cui l'erosione dei litorali ha messo in crisi la sicurezza di abitazioni, strade e ferrovie, specie in caso di mareggiate.

Nonostante i numerosi interventi di conservazione e ripristino dei litorali, le spiagge continuano a perdere superficie. Tra il 1999 e il 2007 le spiagge italiane hanno perso 16 km<sup>2</sup> a fronte di 15,2 km<sup>2</sup> di aree in progradazione. Il bilancio tra le variazioni contrastanti (progradazione e arretramento) e la stabilità dei litorali è ancora negativo (Tabella 6.1), inoltre la differenza tra la superficie delle spiagge in Italia nel 1999 (122,2 km<sup>2</sup>) e nel 2007 (121,6 km<sup>2</sup>) ha evidenziato che ulteriori 600.000 m<sup>2</sup> di arenili sono andati persi (Tabella 6.2). Alcuni arenili si sono ulteriormente ristretti o in alcuni casi si sono riposizionati verso l'entroterra.

### Le cause

Nel Mediterraneo e in Italia, le zone marino-costiere rappresentano ecosistemi naturali tra i più vulnerabili e più seriamente minacciati, nonostante siano in larga parte interessate da specifici strumenti di tutela, sia a livello nazionale sia comunitario. L'EEA<sup>8</sup> riconosce che la fascia costiera europea è interessata da un degrado diffuso e progressivo, in termini di perdita di *habitat*, **eutrofizzazione**, contaminazione, invasione di specie aliene, danno ai fondali marini ed erosione.

La densità di popolazione sulle coste è in misura più che doppia rispetto alla media nazionale: il 30% della popolazione italiana vive stabilmente nei 646 comuni costieri, ossia su un territorio di 43.000 km<sup>2</sup>, pari a circa il 13% del territorio nazionale<sup>9</sup>. All'elevata densità di popolazione corrisponde un'occupazione del suolo in aree costiere più elevata rispetto al resto del territorio nazionale.

*Le zone marino-costiere del Mediterraneo e dell'Italia sono tra gli ecosistemi naturali più vulnerabili e minacciati.*

*Urbanizzazione e occupazione suolo: circa il 30% della popolazione italiana vive nei 646 comuni costieri.*

<sup>7</sup> Fonte: ISPRA elaborazione dei dati costieri rilevati dalle ortofoto a colori del volo IT2006 e volo IT2000

<sup>8</sup> EEA, 2010, *The European Environment – State and outlook 2010*, Report 1/2010

<sup>9</sup> ISPRA, analisi dei dati costieri rilevati dalle ortofoto a colori del volo IT2006 e dei dati ISTAT del censimento 2010

Il 35,8% del territorio nazionale compreso nella fascia dei 300 m dalla riva<sup>10</sup>, area che la normativa annovera tra i beni da tutelare per il loro valore paesaggistico (D.Lgs. 42/2004 e s.m.i.), è urbanizzato, per un valore complessivo di 731 km<sup>2</sup>.

*Il 35,8% del territorio nazionale compreso nella fascia dei 300 m dalla riva è urbanizzato.*

Il 53% del limite interno delle spiagge è ormai artificiale e il relativo 87% è rappresentato da tessuto urbano denso dei centri abitati e prevalentemente da abitazioni sparse, spesso con nuclei abitativi adibiti a seconde case e destinate al turismo balneare.

L'irrigidimento del limite interno delle spiagge e dell'interfaccia terra-mare con strutture artificiali permanenti, sia di tipo urbanistico sia marittimo, provocano gravi effetti sull'equilibrio fisico e ecologico degli habitat costieri che si aggiungono, a volte in modo preponderante, alle cause naturali (moto ondoso, marea, correnti marine, ecc.) che intervengono sulla dinamica e sulle caratteristiche ambientali di molti litorali.

*675 km del litorale italiano, pari a circa 8,2% dell'intero sviluppo nazionale, sono occupati da opere di ingegneria costiera realizzate a ridosso della riva.*

In particolare, 675 km del litorale italiano, pari a circa 8,2% dell'intero sviluppo nazionale, sono occupati da opere di ingegneria costiera realizzate a ridosso della riva.

La costa artificializzata<sup>11</sup> è principalmente composta da opere di difesa costiera aderenti alla riva, che occupano 414 km di costa (62% del totale della costa artificializzata), dalle opere portuali, che occupano 252 km di costa (37% del totale) e i restanti 9 km di costa (1%) dalle colmate, che sono aree sottratte direttamente al mare e collegate per lo più alla realizzazione di nuovi impianti per attività industriali o portuali.

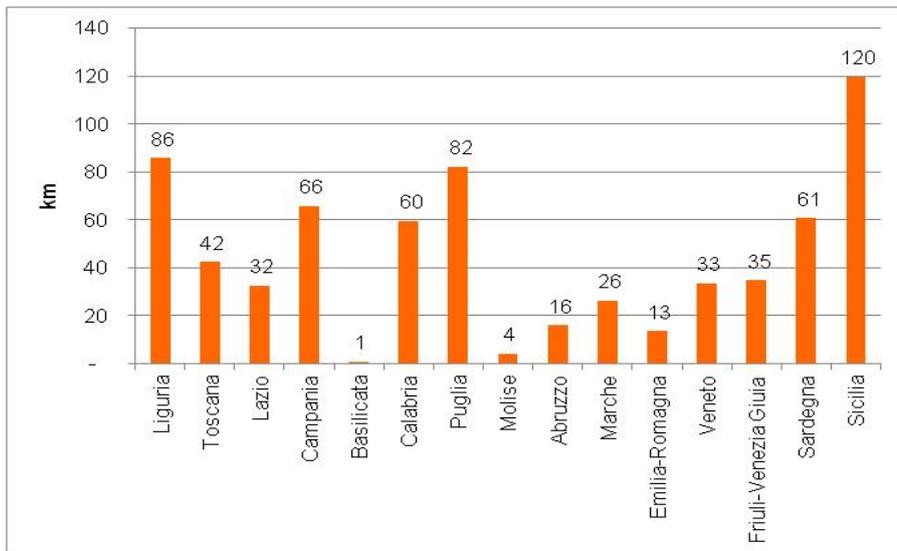
*Tra il 2000-2007 14,2 km di costa sono stati artificializzati, principalmente per la realizzazione di nuove opere portuali.*

Tra il 2000-2007 altri 14,2 km di costa sono stati artificializzati, principalmente per la realizzazione di nuove opere portuali, con altri 12,1 km, ossia + 5,7% rispetto al 2000, e di opere di difesa, per 2,1 km (+0,5%).

Dalla Figura 6.5 si evidenzia la disomogenea distribuzione lungo il litorale della penisola; le regioni, come Sicilia, Liguria, Puglia e Campania, su cui insistono le grandi aree urbane marittime del Paese e dispongono delle infrastrutture portuali più grandi e di maggiore interesse economico e industriale, sono quelle che sommano più chilometri di opere. Seguono Calabria e Sardegna che, pur non possedendo centri urbani costieri altrettanto grandi, sommano le componenti di artificializzazione di molti centri disseminati su due delle coste regionali più lunghe del Paese.

<sup>10</sup> ISPRA, analisi dei dati costieri rilevati dalle ortofoto a colori del volo IT2006 e dei dati ISTAT sulle sezioni censuarie

<sup>11</sup> L'area urbana e portuale di Venezia non è computata poiché interna alla laguna e non direttamente sulla costa



*Sicilia, Liguria, Puglia e Campania sono le regioni con più chilometri di costa artificializzata.*

**Figura 6.5: Distribuzione della costa artificializzata per regione<sup>12</sup>**

Le principali fonti di inquinamento, sulla terraferma, delle acque costiere e per la balneazione sono rappresentate da reflui e liquami non sufficientemente o per nulla trattati, e da acque di dilavamento dei suoli a uso agricolo. Pertanto, i depuratori delle acque reflue urbane, le attività industriali, le attività agricole (fertilizzanti, pesticidi, ecc.), gli allevamenti zootecnici e il trattamento dei rifiuti solidi, sono tutte potenziali fonti di inquinamento.

*Le principali fonti di inquinamento delle acque costiere e per la balneazione sono i reflui e i liquami non sufficientemente trattati e le acque di dilavamento dei suoli agricoli.*

Relativamente al fenomeno delle fioriture tossiche, esse si manifestano quasi esclusivamente durante la stagione estiva e autunnale (ottobre). Condizioni che favoriscono l'instaurarsi e il mantenimento delle fioriture sono: bassa profondità dell'acqua, presenza di substrati rocciosi e/o macroalghe, scarso idrodinamismo dovuto alla morfologia naturale della costa o alla presenza di pennelli e barriere artificiali per il contenimento dell'erosione costiera, condizioni meteo-marine di grande stabilità, temperature delle acque superiori a 25°C nel Mar Tirreno e tra i 20 e i 23°C nel Mar Adriatico, assenza di **termocline**<sup>13</sup>.

### Le risposte

L'ambiente marino nel suo insieme è sempre più al centro degli sforzi delle politiche di vario livello, poiché è chiaro che da una sua corretta gestione e pianificazione possano derivare enormi vantaggi di sviluppo e tutela.

*Approccio comunitario per la gestione dell'ambiente marino e costiero.*

La Comunità Europea ha promosso in numerosi ambiti strumenti per la tutela delle aree marine e costiere, unitamente ad azioni di indirizzo delle attività antropiche verso un uso sostenibile delle risorse marittime.

La Direttiva quadro sulla Strategia per l'ambiente marino, con le Direttive Uccelli e *Habitat* e la Strategia per la conservazione della biodiversità costituiscono il pilastro delle politiche di protezione

<sup>12</sup> Fonte: ISPRA

<sup>13</sup> ISPRA, Rapporti n. 127/2010, n. 148/2011, 173/2012 n.188/2013 e 2011/2014

ambientale del mare. La Direttiva per la gestione delle Acque di Balneazione, la Direttiva quadro sulle Acque e la Direttiva Alluvioni, queste ultime per gli adempimenti previsti per le aree costiere, costituiscono lo strumento per la tutela della salute e dell'incolumità dell'uomo da rischi derivanti da eventi naturali o indotti dalle attività umane in aree marino costiere.

Le politiche di più chiara promozione dello sviluppo economico, come la Politica Integrata Marittima, la Direttiva per le Energie rinnovabili, l'iniziativa per le Autostrade del mare, la recente Direttiva per la Pianificazione dello Spazio Marittimo e la Gestione Integrata delle Zone Costiere, fanno esplicito riferimento ad azioni volte all'uso sostenibile delle risorse marittime, alla tutela dell'ambiente e della salute dell'uomo. Ognuna delle direttive richiama tra gli obblighi di attuazione anche azioni di mitigazione e di protezione delle zone costiere dagli impatti e dai rischi sull'ambiente e sull'uomo, di origine antropica e/o naturale.

### **Pianificazione e monitoraggio**

L'esigenza trasversale ai vari strumenti comunitari, in via di implementazione, è fondamentalmente quella della pianificazione (delle attività) e della gestione integrata, di un approccio cioè non più settoriale alle problematiche degli ambienti marini, ma che tenga conto dell'intima connessione tra le differenti attività che possono aver luogo lungo la costa e in mare, le esigenze di sviluppo sostenibile e la necessità di preservare l'ambiente.

Questo obiettivo non è certo di facile conseguimento dal momento che sulle zone costiere, che accolgono interessi derivanti dalle risorse terrestri e marittime, confluiscono forse il maggior numero di strumenti di piano per la gestione e la tutela dell'ambiente e dell'uomo, complicando la coerenza degli obiettivi e delle azioni previste nei piani.

In Italia, le competenze inerenti alla difesa e alla gestione integrata delle coste sono affidate alle regioni e, attualmente, 11 regioni costiere su 15 sono dotate di strumenti di pianificazione regionale che includono l'intero territorio costiero. Tra gli strumenti adottati si riscontra ancora un'ampia variabilità di soluzioni. L'approccio più diffuso resta legato alla presenza di fenomeni di erosione costiera, che, ponendo a rischio abitazioni, infrastrutture viarie ed economia turistica, è l'elemento che maggiormente stimola l'attività di pianificazione e di gestione delle aree costiere. Sono comunque riconoscibili chiari tentativi da parte di alcune regioni di attuare una gestione integrata, anche se con percorsi, modalità e tempi differenti. Sono in corso varie iniziative di aggiornamento e approfondimento dei piani già elaborati (Toscana e Marche) oppure di elaborazione di un secondo piano regionale, distinguendo con maggiore chiarezza quello destinato alla tutela e protezione delle coste da quello orientato allo sviluppo e coordinamento delle attività socio-economiche (Liguria, Puglia). Inoltre alcune regioni hanno avviato concrete iniziative propedeutiche alla stesura di specifici piani di gestione regionali per la costa: la regione Lazio ha istituito una "cabina di regia" del mare per redigere il Piano della costa regionale; la Sardegna ha completato il quadro conoscitivo e di classificazione delle criticità nell'ambito del

*L'approccio trasversale a tutti gli strumenti è la gestione integrata delle attività e il monitoraggio della qualità ambientale.*

*Pianificazione per la difesa e la gestione delle zone costiere.*

Programma di Azione per la costa e ha istituito un tavolo tecnico per la costa.

Particolare interesse suscita l'iniziativa da parte di alcune regioni costiere italiane e a livello Mediterraneo di adesione alla dichiarazione di intenti, sintetizzati nella "Carta di Bologna 2012", che ha per obiettivo la promozione di azioni strategiche dirette alla protezione e allo sviluppo sostenibile delle aree costiere.

Sono stati avviati anche tentativi di cooperazione tra le regioni costiere. Le Regioni Marche, Emilia-Romagna e Abruzzo, che hanno aderito e contribuito all'elaborazione della "Carta di Bologna 2012", promuovono percorsi comuni, come quelli europei della Macroregione Adriatico Ionica, e già agiscono insieme per la protezione della costa adriatica; di recente hanno avviato una collaborazione per concordare una strategia comune e modalità operative di intervento condivise da proporre al Ministero dell'ambiente per un accordo di programma sulla salvaguardia del litorale adriatico.

Il rischio nelle zone costiere è essenzialmente collegato a fenomeni di erosione e a eventi di tempeste e inondazioni, rilevanti soprattutto per le coste basse e sabbiose e per le pianure alluvionali costiere.

L'occupazione per urbanizzazione e l'artificializzazione con infrastrutture portuali, strutture produttive e ricreative sono elementi che interferiscono con le naturali variazioni geomorfologiche delle aree costiere. D'altro canto fenomeni connaturati all'ambiente costiero (mareggiate, inondazioni, erosione) rappresentano una minaccia per gli insediamenti urbani e produttivi prospicienti la riva.

La frequenza dei danni causati dalle mareggiate e lo sfruttamento sempre maggiore del territorio rivierasco hanno incentivato lo sviluppo di tecniche per la protezione dei litorali e negli anni sono stati realizzati numerosi interventi di mitigazione degli effetti dell'azione del mare sulla costa.

Generalmente le soluzioni di protezione possono prevedere interventi con opere di difesa costiera "morbide", quando gli interventi prevedono il ripristino delle spiagge mediante ripascimenti artificiali e il recupero del sistema dunale, e con opere di difesa "rigide", quando si realizzano strutture fisse capaci di interferire sul moto ondoso. Le opere di difesa costiera "rigide" sono un insieme eterogeneo di tipologie di strutture che, secondo le caratteristiche della loro forma e posizionamento, possono intervenire sulla dinamica del litorale in corso, favorire la sedimentazione e limitare la forza d'urto delle mareggiate sulle coste.

In Italia negli anni sono stati realizzati numerosi interventi di protezione, oltre 1.300 km, pari al 16,1% della costa italiana (8.300 km), è protetta con opere rigide. In Figura 6.6 sono riportate le percentuali di costa protetta per regione al 2000 e al 2007. Nei casi più gravi sono state realizzate opere rigide aderenti la riva, in altri sono state adottate e sperimentate soluzioni alternative, come pennelli, scogliere o opere miste. I litorali stabilizzati artificialmente aumentano progressivamente, tra il 2000 e il 2007 altri 140 km sono stati

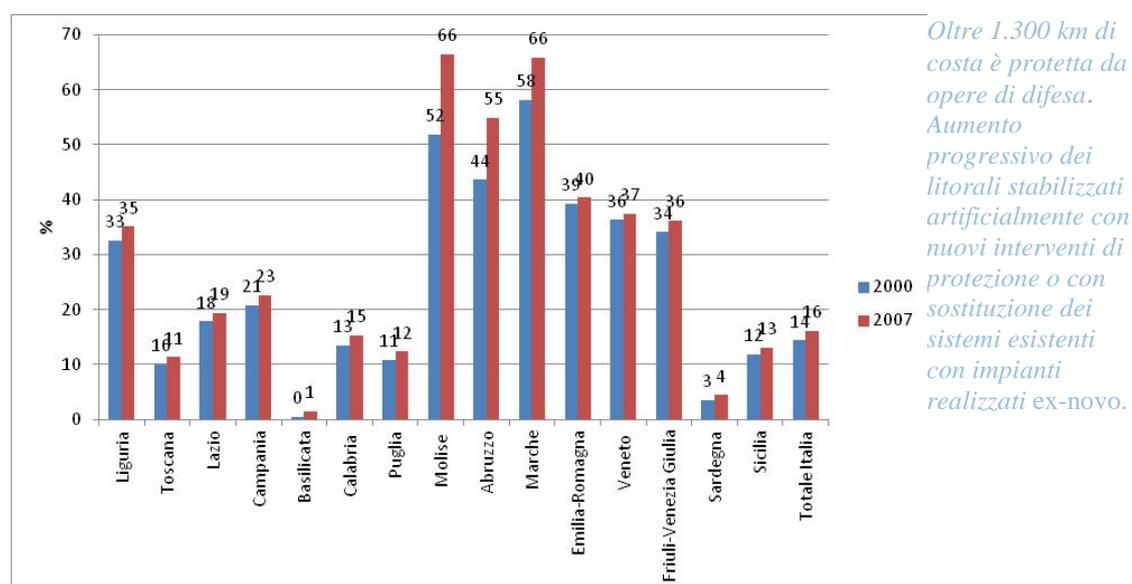
*Iniziative di cooperazione tra regioni costiere.*

*Il rischio nelle zone costiere è collegato a fenomeni di erosione ed eventi di tempeste e inondazioni.*

*Le soluzioni di protezione della costa possono prevedere interventi con opere "morbide" e "rigide".*

*Sono stati realizzati interventi di protezione per mitigare i processi erosivi e proteggere le abitazioni e le infrastrutture.*

stabilizzati con interventi aggiuntivi di protezione e, in alcuni casi, precedenti sistemi di protezione sono stati sostituiti con impianti realizzati *ex-novo*.



*Oltre 1.300 km di costa è protetta da opere di difesa. Aumento progressivo dei litorali stabilizzati artificialmente con nuovi interventi di protezione o con sostituzione dei sistemi esistenti con impianti realizzati ex-novo.*

**Figura 6.6: Percentuale di costa regionale protetta da opere di difesa costiera al 2000 e al 2007<sup>14</sup>**

Negli ultimi anni si è fatto anche ricorso alla pratica del ripristino di spiagge mediante ripascimento artificiale, che consiste nel ricostruire una spiaggia erosa utilizzando materiale idoneo (sia dal punto di vista granulometrico, sia compositivo), rivelatasi una tecnica valida per contrastare l’erosione costiera, sotto il profilo ambientale ed economico. Dalla fine degli anni ‘90, la ricerca di nuove fonti di materiale da utilizzare per il ripascimento si è indirizzata ai fondi marini.

*Il ripascimento è una tecnica alternativa per il ripristino dei litorali in erosione.*

L’osservazione dello stato del mare rappresenta un presupposto fondamentale per gli studi climatici, per quelli previsionali legati sia all’ambiente atmosferico sia a quello marino, per la protezione e difesa costiera, la progettazione di opere e strutture costiere, portuali e *offshore*, nonché per lo studio delle dinamiche di trasporto, sedimentazione ed erosione, e la analisi delle biodiversità marine.

*Lo stato fisico del mare è monitorato dalle reti meteo-marine: RMN e RON.*

I principali parametri fisici sono osservati mediante le reti di monitoraggio meteo-marine gestite da ISPRA, Rete Mareografica Nazionale e Rete Ondametrica Nazionale, e sono oggetto di studio e ricerca con continui progressi nella messa a punto di sistemi di previsione meteo-marine e di integrazione con i rilievi da satellite.

*Norme per la gestione delle acque di balneazione.*

La gestione delle aree di balneazione ha come obiettivo principale la protezione della salute umana dai rischi derivanti dalla scarsa qualità delle acque, attraverso una strategia di prevenzione e miglioramento ambientale.

Il Decreto legislativo 30 maggio 2008, n. 116, che recepisce la Direttiva 2006/7/CE, e il suo decreto attuativo, Decreto 30 marzo 2010, n. 97 del Ministero della salute, definiscono i criteri per determinare il divieto di balneazione, nonché le modalità e le

<sup>14</sup> Fonte:ISPRA

specifiche tecniche per la prevenzione del rischio igienico-sanitario, fino al ripristino delle condizioni di sicurezza sanitaria.

ISPRA, di concerto con le Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente (ARPA), coordina dal 2006 la linea di attività "Fioriture algali di *O. ovata* lungo le coste italiane", nell'ambito della Direttiva Programma Alghe Tossiche del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare (GAB/2006/6741/B01).

*Azioni e monitoraggi per Ostreopsis cf.ovata.*

Le regioni, attraverso le ARPA, conducono il monitoraggio costiero i cui risultati sono raccolti da ISPRA e diffusi attraverso seminari e rapporti annuali. Inoltre l'Istituto partecipa ai lavori dell'accordo RAMOGE nel GdL GIZC-*Ostreopsis ovata*, del Programma europeo ENPI nel progetto M3-HABs - *Risk Monitoring, Modelling and Mitigation of Benthic Harmful Algal Blooms along Mediterranean coasts* ed è membro del Gruppo di lavoro per la revisione delle linee guida del Ministero della salute, già inserite nel DM 30/3/2010 sulla gestione delle fioriture algali di *O. ovata* e di altre microalghe bentoniche potenzialmente tossiche.

Le attività di monitoraggio delle ARPA di *Ostreopsis cf. ovata*, condotte nel 2014 sono state effettuate lungo i litorali di 14 regioni, ad eccezione della Basilicata che dal 2011 non ha un programma di sorveglianza specifico.

*Monitoraggio delle ARPA.*

I prelievi sono stati effettuati da giugno e settembre, in pochi casi fino a ottobre, e in un caso (Lazio) fino a novembre, con una frequenza quindicinale o mensile. Sono state individuate e monitorate 220 stazioni di campionamento che presentano caratteristiche idromorfologiche idonee allo sviluppo della microalga o che hanno fatto registrare negli anni precedenti la presenza e le fioriture della microalga. La presenza della microalga (53,18% del totale) è stata riscontrata in 117 siti, di cui 38 (32%) con abbondanze > di 10.000 cell/l (valore di riferimento ai sensi nel DM 30 marzo 2010). Quando si verificano fioriture consistenti e le condizioni meteo marine favoriscono la dispersione di cellule e tossine in acqua e nell'aereosol, le Autorità locali (Sindaci), a scopo cautelativo, possono ricorrere a provvedimenti di chiusura temporanea dei tratti di costa interessati dal fenomeno. Trattandosi di eventi di carattere eccezionale e non facilmente prevedibili detti provvedimenti non contribuiscono alla determinazione del giudizio qualitativo.

## FOCUS

### MISURE DELLE VARIAZIONI DEL LIVELLO DEL MARE

La morfologia della nostra Penisola è particolarmente adatta a raccogliere dati di variazione del livello del mare, significativi non solo alla determinazione dell'andamento delle maree lungo le coste, la dinamica litoranea, ma anche a studiare e interpretare molti altri fenomeni che si manifestano nel bacino mediterraneo: fra i più rilevanti le sesse, la più nota e importante delle quali è certamente quella del Mare Adriatico, e le onde anomale causate dai movimenti sismici, atteso che tre delle principali e riconosciute zone tsunamigeniche del Mediterraneo interessano direttamente le coste italiane, quella tra lo Stretto di Gibilterra e il Canale di Sicilia, quella nel Tirreno meridionale e quella lungo l'intero arco sottomarino ellenico.

Per il rilevamento della marea e delle forzanti atmosferiche concorrenti, il Paese dispone della Rete Mareografica Nazionale (RMN) e della Rete Mareografica della Laguna Veneta (RMLV), quest'ultima, già illustrata in una precedente edizione, preposta all'osservazione e all'elaborazione della previsione del regime della marea in prossimità dei centri abitati interni ed esterni alla Laguna di Venezia più interessati dal fenomeno dell'acqua alta.

La Rete Mareografica Nazionale è ad oggi, con le sue 36 stazioni, la più capillare rete di misura di variazione del livello del mare presente nel Mediterraneo. La Figura 1 mostra la dislocazione sul territorio dei siti di misura.



Figura 1: Rete Mareografica Nazionale: siti di misura<sup>15</sup>

<sup>15</sup> Fonte: ISPRA

Tutte le stazioni mareografiche della RMN sono dotate dei sensori di rilevamento del livello del mare, Radar e Tidron shaft-encoder, di pressione atmosferica (PA), di velocità (VV) e di direzione (DV) del vento, di temperatura acqua (T), di temperatura (T) e umidità (A) dell'aria. 10 stazioni sono inoltre dotate di una sonda multiparametrica per l'acquisizione di parametri elettro-chimici delle acque costiere: pH, conducibilità elettrica, potenziale redox, ossigeno disciolto, temperatura. Per molti siti di misura si dispone di serie storiche di livello del mare pluridecennali, per indicarne alcune: nel Tirreno, per Catania dal 1971, Livorno dal 1972, Messina e Civitavecchia dal 1973, Napoli, Cagliari e Carloforte dal 1986; nello Ionio, Otranto dal 1987, Crotona dal 1991 e Taranto dal 1993; nell'Adriatico, Bari dal 1979, Ancona e Ravenna dal 1976, Trieste dal 1988. A partire dal 1998 le stazioni sono state ristrutturare, i capisaldi di riferimento per la misura del livello del mare sono stati quotati e uniformati alla rete GPS IGM, sono stati installati sensori secondo le norme WMO (*World Meteorological Organization*), e dotate di sistemi di trasmissione in tempo reale verso la stazione centrale di concentramento dei rilievi, con sede a Roma. Il rilievo sistematico dei parametri mareografici e meteorologici consente l'osservazione degli eventi marini, lo studio dei fenomeni e della loro variabilità geografica e temporale e l'analisi finalizzata alle previsioni del regime di marea e delle condizioni del mare.

**Tabella 1: Valori del livello medio mare mensile e annuale rilevato lungo le coste italiane dalle stazioni della Rete Mareografica Nazionale<sup>16</sup>**

**Nota**

Le misure rilevate sono state filtrate con filtro di Bloomfield

LIVELLO DEL MARE (mm) - Valori medi mensili e annuali - 2014													
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	ANNO
Imperia	132	117	16	95	58	81	126	136	164	139	246	135	120
Genova	156	149	34	115	76	98	151	160	177	162	276	150	142
Livorno	22	22	-93	-22	-56	-22	21	18	51	25	134	13	9
Civitavecchia	73	66	-21	41	-6	23	52	51	99	74	160	71	57
Napoli	-9	-25	-	-30	-83	-61	-11	-20	41	-6	65	-15	-22
Salerno	-86	-	-	-92	-	-	-75	-91	-29	-85	-3	-87	-93
Palinuro	-5	-28	-	-25	-84	-59	-5	-18	49	-1	57	-6	-19
Reggio Calabria	-	-	-	-	-	-	-121	-	-38	-83	-38	-73	-119
Crotone	-89	-	-	-	-	-	-67	-72	-10	-66	-42	-79	-97
Taranto	-	-	-	-	-	-	-103	-	-59	-	-70	-116	-134
Otranto	-	-	-	-	-	-	-151	-	-103	-	-	-143	-182
Bari	-42	-92	-	-82	-	-	-60	-76	----	-65	-13	-8	-79
Vieste	7	-29	-	-53	-	-65	-16	-34	31	-31	47	50	-30
Ortona	115	92	-46	25	-49	2	59	32	105	51	145	117	54
Ancona	149	130	-22	36	-38	13	68	46	104	65	191	161	75
Ravenna	189	169	24	84	7	62	----	92	137	103	250	164	116
Venezia	343	334	172	248	184	223	274	256	283	270	429	297	276
Trieste	140	121	-49	47	-10	19	76	47	62	53	197	64	64
Palermo	151	116	42	120	50	95	138	131	194	159	216	138	129
Messina	12	-24	-95	-12	-84	-48	10	-2	66	22	71	26	-5
Catania	99	63	-11	84	17	67	118	111	174	132	179	122	96

<sup>16</sup> Fonte: ISPRA

PortoEmpedocle	5	-31	-	-37	-96	-36	-6	11	60	36	104	27	-5
Cagliari	161	108	59	143	124	187	206	221	285	233	275	157	180
Carloforte	146	88	46	125	100	145	170	183	244	198	249	121	151
Porto Torres	183	129	68	166	139	194	216	216	282	240	307	169	192
Lampedusa	128	91	8	78	6	72	146	160	236	180	202	144	121
San Benedetto	151	129	-17	51	-28	22	79	54	120	69	182	161	81
Gaeta	21	6	-80	-13	-64	-46	-1	-6	56	14	94	10	-1
La Spezia	158	163	33	109	65	84	140	143	170	144	264	111	132
Ginostra	162	150	90	185	157	249	256	251	263	206	264	----	203
Ponza	-58	-82	-	-48	-94	-73	-46	-49	-10	-37	25	-55	-55
Marina di Campo	72	63	-36	40	-2	26	65	61	103	81	175	72	60
Anzio	75	55	-30	38	-21	7	43	44	109	70	163	74	52
Sciacca	35	-5	-75	-11	-65	-22	-4	13	69	51	130	41	13

Nella Figura 2 è illustrato, come esempio dei rilievi, l'andamento del livello del mare e della pressione atmosferica acquisito nel mese di novembre 2014 dalla stazione mareografica di Lampedusa, sito di misura sicuramente tra i più importanti nel Mediterraneo. La sovrapposizione grafica dei rilievi di pressione atmosferica e livello del mare mostra un esempio dell'influenza delle variazioni di pressione atmosferica (in verde) sull'escursione di marea (in rosso) e dell'importanza del rilievo congiunto dei due parametri. Il grafico evidenzia, nel periodo tra il 5 e l'8 novembre 2014, il rapido e progressivo innalzamento del livello medio del mare di circa 14 cm in concomitanza con il repentino abbassamento di pressione di circa 15 hPa e nei giorni dal 19 al 27 novembre il progressivo abbassamento del livello medio del mare all'aumentare della pressione atmosferica.

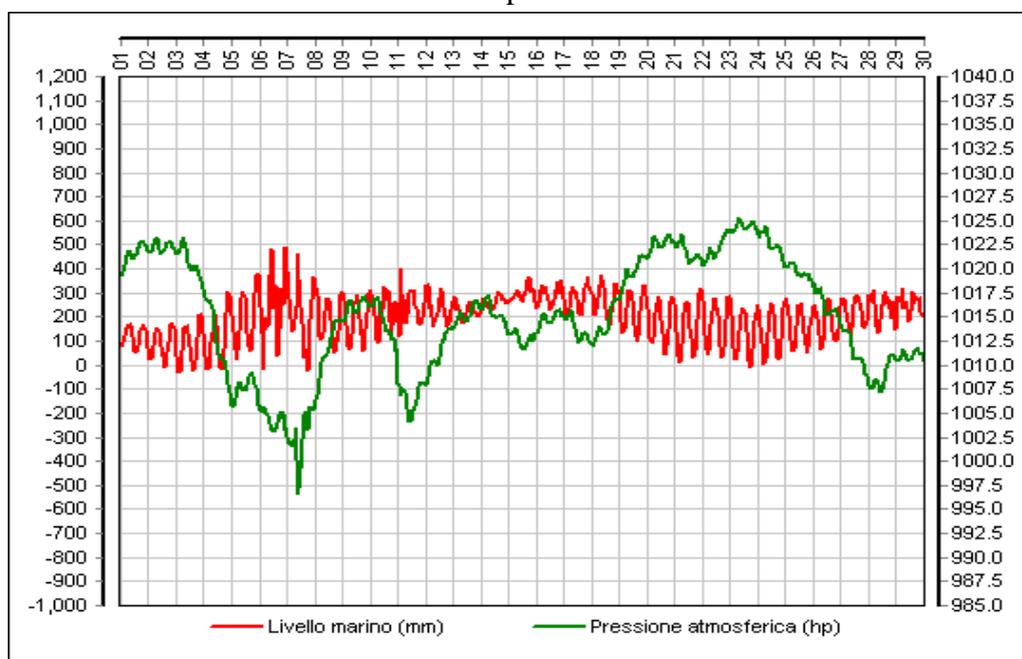


Figura 2: Variazione del livello del mare e della pressione atmosferica rilevata nel mese di novembre 2014 dai sensori della stazione mareografica di Lampedusa<sup>17</sup>

<sup>17</sup> Fonte: ISPRA

La dinamica e i processi del mare in acqua bassa sono caratterizzati, oltre che dalle correnti di marea, anche dall'azione del vento sulla superficie del mare, che è il principale fattore di influenza del moto ondoso. Le mareggiate sono originate da venti intensi e persistenti, che agiscono su estese porzioni di mare aperto; l'intensità e la durata delle mareggiate sono influenzate dalle condizioni di vento (intensità e direzione) e dall'esposizione (*fetch*) della superficie marina ai venti.

Nella Tabella2 e nella Figura 3 è riportata, quale esempio di rilievo e elaborazione, la distribuzione per classi di intensità e direzione del vento rilevato nel 2014 dagli anemometri della stazione mareografica di Otranto, che è il sito di misura tra i più importanti per la previsione di marea nell'alto Adriatico e dei fenomeni di acqua alta a Venezia.

**Tabella 2: Stazione mareografica di Otranto. Distribuzione dei dati di vento per classi di intensità e direzione<sup>18</sup>**

**Nota**

Intensita' (m/s); Calma (<=0.5 m/s); Classi di Direzione: 15.0 gr. Nord

**Stazione mareografica di Otranto**

VENTO (m/s) - Distribuzione per classi di intensità e direzione(%)

DAL 01 GENNAIO AL 31 DICEMBRE 2014

	>0.5	>1.00	>2.00	>4.00	>6.00	>8.00	>10.0	>12.0	>14.0	>16.0	TOTALE
N	0.08	0.33	1.25	1.42	0.61	0.45	0.24	0.03			4.41
15	0.06	0.16	0.62	0.65	0.27	0.18	0.19	0.02	0.01		2.17
30	0.05	0.14	0.45	0.21	0.08	0.03	0.01	0.01	0.01		0.98
NE	0.07	0.14	0.42	0.10	0.02	0.02	0.01				0.79
60	0.05	0.18	0.40	0.03	0.02	0.05	0.01				0.74
75	0.02	0.30	0.42	0.09	0.02						0.86
E	0.05	0.24	0.89	0.14	0.06						1.37
105	0.05	0.17	0.57	0.35	0.10	0.11					1.36
120	0.06	0.35	1.14	0.92	0.54	0.22	0.03				3.26
SE	0.15	0.81	2.76	2.95	1.00	0.07					7.74
150	0.26	1.43	3.79	2.66	0.45	0.01					8.59
165	0.39	1.28	2.56	1.06	0.10						5.40
S	0.33	1.11	1.50	0.53	0.09						3.56
195	0.70	0.82	0.62	0.16	0.05						2.35
210	1.18	1.16	0.41	0.05							2.79
SW	2.75	1.77	0.18	0.02							4.73
240	2.82	2.49	1.13	0.07							6.51
255	1.16	2.14	4.29	1.18	0.25	0.06		0.01			9.09
W	0.31	0.55	2.99	2.16	0.64	0.07	0.01	0.01			6.74
285	0.11	0.35	2.06	1.13	0.19	0.06					3.91
300	0.05	0.27	1.32	0.87	0.39	0.27	0.03				3.20
NW	0.03	0.27	0.73	0.71	0.55	0.19	0.10	0.02			2.62
330	0.07	0.29	1.11	1.53	1.67	1.44	0.26	0.03			6.41
345	0.07	0.22	1.20	2.36	2.15	1.26	0.37	0.01			7.63
TOTALE	10.84	16.99	32.82	21.36	9.26	4.50	1.28	0.16	0.02		97.23

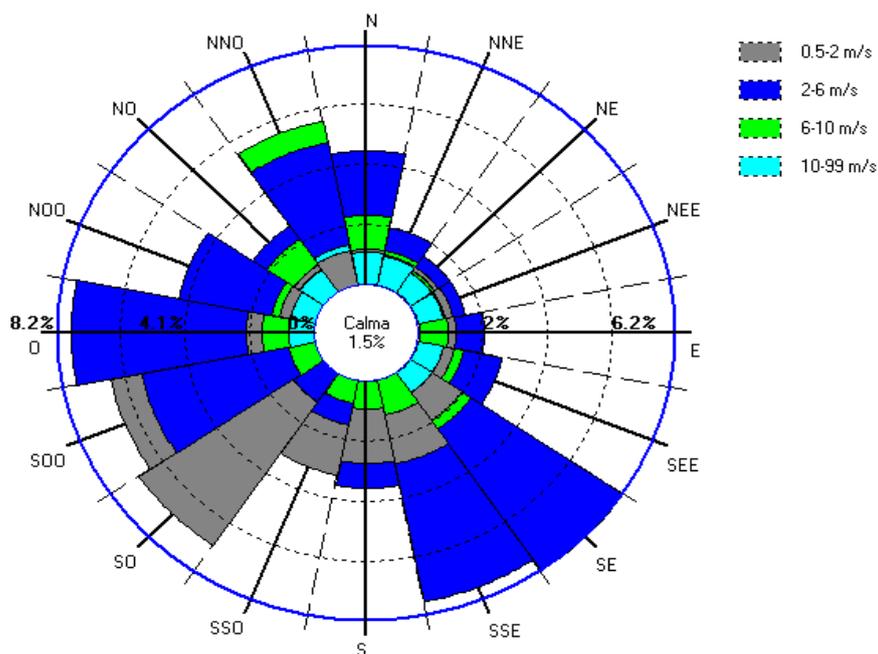
Campionamento orario.

Numero totale misure orarie attese: 8760

Percentuale Misure mancanti: 0.25

Percentuale Calma (<=0.5 m/s): 2.77

<sup>18</sup> Fonte: ISPRA



**Figura 3: Stazione mareografica di Otranto. Distribuzione per classi di intensità e direzione dei dati di vento rilevati nel 2014<sup>19</sup>**

Le misure rilevate in tempo reale, le serie storiche e alcune elaborazioni relative al livello del mare, pressione atmosferica, vento e temperatura acqua e aria, rilevate dalle stazioni della rete, sono pubblicati sul sito [www.mareografico.it](http://www.mareografico.it). Le tabelle di previsione di marea 2015 per tutte le stazioni, con ore e altezze delle alte e basse maree, sono riportate nella sezione dedicata alle tavole di marea ([www.mareografico.it/SPECIAL/PREVISIONI2015.pdf](http://www.mareografico.it/SPECIAL/PREVISIONI2015.pdf)). La Rete Mareografica Nazionale, per copertura geografica e per livello tecnologico di rilievo e trasmissione delle misure, è inserita in *network* e programmi internazionali di osservazione del mare (programma *Sea Level Observing System* dell'IOC – *Intergovernmental Oceanographic Commission*, NEAMTWS - *Tsunami Early Warning and Mitigation System*) e i dati rilevati sono da sempre di riferimento per gli interventi di pianificazione, progettazione e realizzazione delle opere marittime e di protezione costiera, per la navigazione portuale e in mare aperto, nonché per studi e ricerche di settore e per l'osservazione dei cambiamenti climatici.

## Bibliografia

[www.mareografico.it](http://www.mareografico.it)

[www.idromare.it](http://www.idromare.it)

Milano V., Gori F., Venturi L. (2013) *Elaborazioni statistiche dei rilevamenti della Rete Mareografica Nazionale. Memoria Ingegneria Marittima*. L'Acqua 3/2013

Anzidei M., Vecchio A., Carbone V., Arena G. (2011) *Has the Mediterranean Sea Felt the March 11th, 2011, M 9.0 Tohoku-Oki Earthquake (japan)?* American Geophysical Union, Fall Meeting

Faggioni O., Arena G., Bencivenga M., Bianco G., Bozzano R., Canepa G., Lusiani P., Nardone G., Piangiamore G.L., Soldani M., Surace L., Venzano G. (2006) *The Newtonian approach in meteorological tide waves forecasting: preliminary observations in the East Ligurian harbours*. Annals of geophysics, vol. 49, n. 6

<sup>19</sup> Fonte: ISPRA

## FOCUS

### RILIEVI ONDAMETRICI: CONFRONTO TRA MISURE *IN SITU* E REMOTE SENSING

Lo studio del clima ondoso risponde a diverse esigenze, tra queste le principali sono: la progettazione e la manutenzione delle opere marittime, la sicurezza della navigazione, la vigilanza in mare, lo sviluppo di studi e applicazioni di lungo periodo inerenti la **dinamica costiera**, l'erosione, l'ingegneria costiera e la biologia marina.

A tal fine diventa di primaria importanza la disponibilità dei dati ondametrici. Alle classiche misure *in situ* da boa, divenute sempre più affidabili e precise ma disponibili prettamente in aree costiere, si sono affiancate nel tempo le osservazioni remote da satellite e, in particolare, le misure da altimetri radar e da radar ad apertura sintetica (SAR), che pur con una ridotta frequenza di passaggi garantiscono un'ampia copertura spaziale.

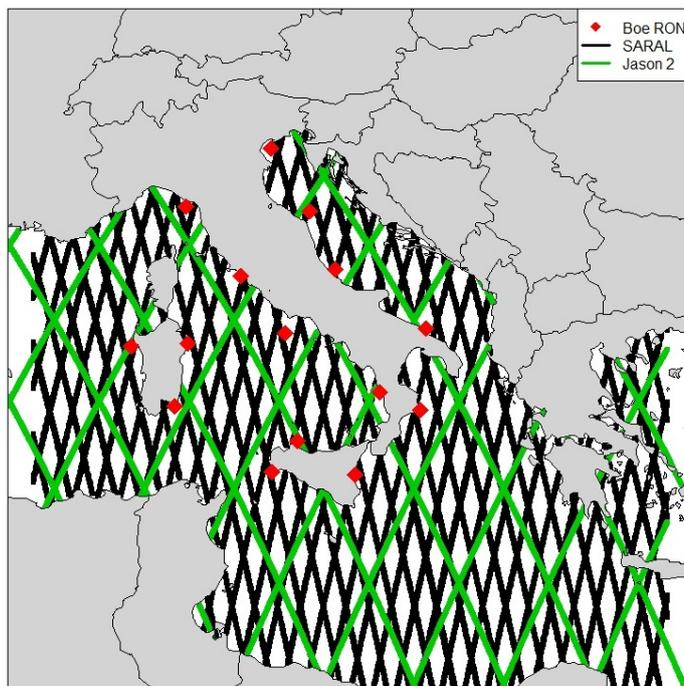
Viene qui proposto un esempio di analisi statistica congiunta dei dati *in situ* e altimetrici allo scopo di valutare la corrispondenza dei due tipi di osservazioni in zona costiera.

#### Dati ondametrici

La Rete Ondametrica Nazionale (RON) dell'ISPRA è stata attivata nel 1989, e consta di quindici boe meteo-ondametriche ormeggiate a largo delle coste italiane, riconosciute in ambito *World Meteorological Organization* (WMO), per la misura in continuo del moto ondoso e dei dati meteorologici con trasmissione dei dati in tempo quasi-reale via *Global Telecommunication System* (GTS).

Le boe stimano l'altezza d'onda spettrale e la direzione dell'onda attraverso il filtraggio del segnale e la doppia integrazione del valore di accelerazione ottenuto da sensori allo stato solido, forniscono i parametri sintetici descrittivi dello stato del mare e i principali parametri meteorologici. I dati sono acquisiti ogni 30 minuti e vengono trasmessi in tempo reale al centro di acquisizione dati dell'ISPRA.

Le posizioni delle boe RON lungo la costa italiana sono riportate in rosso in Figura 1.



**Figura 1: Posizione delle boe ondametriche (rosso) e mosaico delle tracce del satellite Jason-2 (verde) sull'Italia<sup>20</sup>**

<sup>20</sup> Fonte: ISPRA

## Dati satellitari

Le misure di velocità del vento e altezza significativa dell'onda provenienti da altimetro radar sono disponibili dal 1985 e attualmente è attivo in orbita il satellite Jason-2 della missione NASA/CNES. Il satellite utilizza due *range* di frequenza, usualmente definite, nell'ambito delle comunicazioni satellitari, bande Ku e C, ma la seconda è utilizzata solamente per migliorare l'affidabilità dei dati. Il satellite Jason-2 compie un ciclo completo in un periodo di circa 9,9 giorni; in Figura 1 è riportato in verde il mosaico delle tracce che il satellite compie sull'Italia.

Sempre in Figura 1 sono riportati in nero i passaggi del SARAL, un satellite che ospita un altimetro-radiometro (Altika) per misurare i livelli del mare e per studiare la circolazione oceanica. A differenza del Jason-2, questo altimetro-radiometro opera nella banda di frequenza Ka, è attivo dal 2013 e compie un ciclo completo in un periodo di circa 35 giorni.

## Confronto tra i dati *in situ* e *remote sensing*

Al fine di confrontare il clima ondoso tramite dati da boa e da satellite si devono considerare, nelle posizioni di interesse, le tracce a terra dei satelliti e la collocazione spazio-temporale dei dati da satellite e di quelli corrispondenti da boa. Di seguito è illustrata la tecnica di valutazione della collocazione spazio temporale e le metodologie di campionamento dei dati satellitari disponibili per il confronto con i dati dalla Rete Ondametrica Nazionale di ISPRA.

Sono state utilizzate tecniche di comparazione statistica delle posizioni delle boe rispetto ai passaggi satellitari in modo da evidenziare, per ogni sito esaminato, la differenza risposta del radar remoto in funzione di diversi stati del mare.

Tale confronto è stato effettuato a partire dai dati registrati dalla rete RON in punti vicini al passaggio dei satelliti (boe di Cetraro, Alghero, Ancona, Palermo) nel 2013 e 2014. Un esempio di sovrapposizione di dati *in situ* e satellitari è riportato in Figura 2.

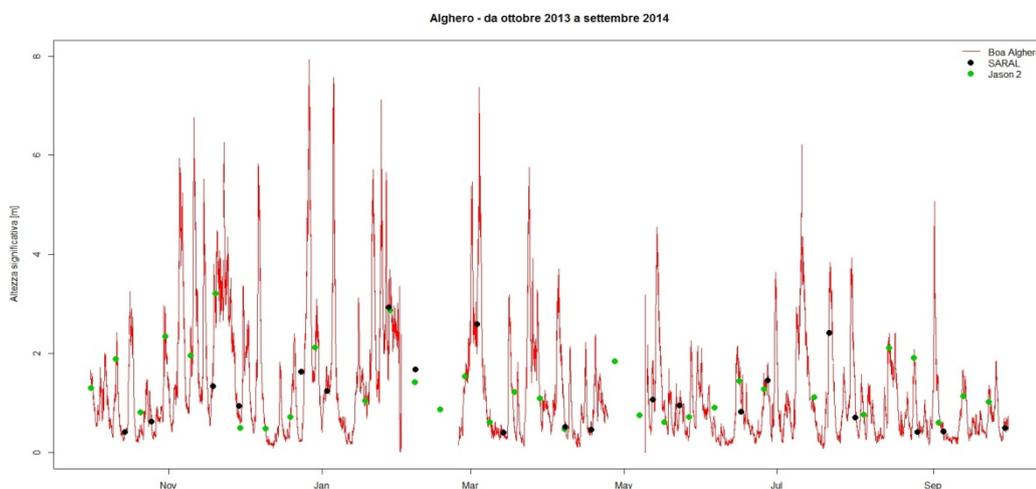


Figura 2: Serie storiche osservate in corrispondenza della boa di Alghero<sup>21</sup>

Le osservazioni satellitari e *in situ* risultano perfettamente integrabili, come evidenziato dallo *scatterplot* in Figura 3. I 180 punti registrati da boa e satelliti nello stesso momento sono ben allineati su rette caratterizzate da coefficienti angolari molto prossimi a 1 e con coefficienti di correlazione  $R^2$  superiori a 0,9. Ciò dimostra un'ottima corrispondenza tra le osservazioni *in situ* e i dati satellitari

<sup>21</sup> Fonte: ISPRA

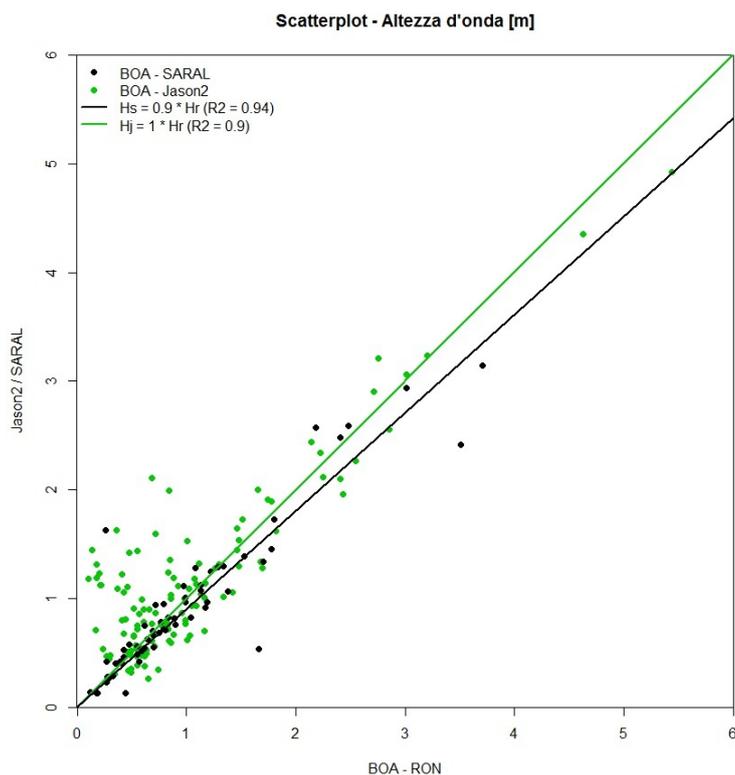


Figura 3: Scatterplot delle osservazioni *in situ* e satellitari dell'altezza dell'onda<sup>22</sup>

### Prospettive future

L'attività di monitoraggio del clima ondoso da piattaforme satellitari è motivata dalla necessità di misurare in maniera omogenea su larga scala, anche in alto mare, dove i dati da boa sono quasi assenti. Campi omogenei e su larghi domini sono infatti indispensabili per analisi climatiche, per processi di validazione e assimilazione nei modelli, ma anche per effettuare *nowcasting*, ossia previsioni a breve e brevissimo termine.

In questo contesto si inserisce anche il programma Copernicus, nato nell'ambito della "Strategia Europa 2020". Copernicus ha come obiettivo quello di favorire lo sviluppo di una politica spaziale efficace che fornisca gli strumenti per rispondere alle principali esigenze che la comunità internazionale pone, tra cui cambiamenti climatici e sostenibilità energetica. In Copernicus si integreranno i dati da monitoraggio *in situ* con i dati satellitari delle Sentinelle dell'ESA e di missioni di supporto come Cosmo-SkyMed. In particolare tra le cinque tipologie di Sentinelle, per il monitoraggio marino e marino-costiero si farà riferimento ai dati del Sentinel-1 che acquisisce immagini radar ad apertura sintetica (SAR) e ai dati del Sentinel-3 che ha sensori specializzati per rilevare dati oceanografici e terrestri. Attualmente la necessità è quella di sviluppare algoritmi e tecniche specifiche per la fascia costiera che permettano di risolvere le problematiche legate all'utilizzo dei prodotti satellitari in questa zona.

I risultati brevemente illustrati mostrano, inoltre, la necessità di integrare le diverse fonti di dati al fine di sfruttare al meglio le peculiarità delle diverse strumentazioni. È comunque ancora necessario sviluppare le metodologie di confronto dei dati con lo scopo di rendere robusta e significativa l'analisi spazio temporale congiunta dei dati marini. Su questa strada si collocano, ad esempio, i metodi della *triple collocation* e quelli di *forecast verification* del WMO.

<sup>22</sup> Fonte: ISPRA

**Bibliografia**

Bencivenga M., Nardone G., Ruggiero F., Calore D. (2012) *The Italian Data Buoy Network (RON)*. Proc. Advances in Fluid Mechanics IX. Edited by WIT, UK, ISBN: 978-1-84564-600-4, 2012, pp. 321-332

Janssen P.A.E.M., Abdalla S., Hersbach H., Bidlot J., (2007): *Error estimation of buoy, satellite, and model wave height data*. Journal of Atmospheric and Oceanic Technology, 24, 1665–1677

## FOCUS

# LA GESTIONE DELLE ACQUE DI ZAVORRA DELLE NAVI, TRA DISCIPLINA INTERNAZIONALE E CONCRETA ATTUAZIONE. STRUMENTI ALLO STUDIO CON IL PROGETTO EUROPEO BALMAS PER IL MARE ADRIATICO

### Introduzione

Il 90% del trasporto mondiale di merci è effettuato tramite il trasporto marittimo: navigano negli oceani del mondo circa 50.000 navi mercantili, che corrispondono a una stazza lorda complessiva pari a circa 600 milioni di tonnellate.

Quando la nave viaggia priva di carico, o con un carico solo parziale, deve acquisire peso supplementare a bordo per mantenere la stabilità e operare in modo sicuro. Questo materiale supplementare è chiamato zavorra. Fino alla fine dell'800 le navi trasportavano materiale solido come zavorra, quali pietre, sabbia, metallo. Successivamente, le navi hanno utilizzato acqua in quanto più facilmente disponibile, più semplice da caricare e scaricare e più efficiente ed economica della zavorra solida ([www.globallast.imo.org](http://www.globallast.imo.org)). Le navi quindi caricano/scaricano acque di zavorra per migliorare l'assetto durante le operazioni di scarico/carico merci. Le acque vengono prelevate generalmente sottocosta o nel porto e, una volta che la nave arriva a destinazione, vengono scaricate. Nelle acque di zavorra sono presenti sia sedimenti sia organismi (batteri, alghe, piccoli invertebrati, uova e larve), che possono quindi essere introdotti in un nuovo ambiente, nel porto recettore o acque limitrofe.

Si stima che, globalmente, le navi trasferiscano 3-5 miliardi di tonnellate di acqua di zavorra all'anno (Lloyd's register, 2015) e che, nei serbatoi di zavorra delle navi di tutto il mondo, possano essere presenti fino a 7.000 specie acquatiche diverse (De Poorter et al., 2009).

L'introduzione di organismi attraverso le acque di zavorra delle navi è considerata una delle principali minacce alla salute degli oceani. Le possibili conseguenze sono sia di natura ambientale sia di natura economica e sanitaria.

Tra gli impatti ecologici si può annoverare la competizione con specie autoctone per spazio e cibo, la predazione su specie autoctone, l'alterazione di habitat, delle condizioni idrografiche e della rete trofica, la sostituzione di specie native fino alla loro scomparsa, con conseguente riduzione della biodiversità.

Possibili impatti economici sono legati alla proliferazione di specie incrostanti (*biofouling*) sugli scafi o su infrastrutture costiere, a impatti sull'acquacoltura (ad esempio chiusura impianti per la presenza di fioriture algali nocive), alla minor fruibilità di strutture turistiche per la presenza di specie urticanti o di fioriture algali tossiche o nocive, alla riduzione della pesca. Ad esempio, lo ctenoforo *Mnemiopsis leidyi*, originario dell'Atlantico, è stato introdotto all'inizio degli anni '80 nel Mar Nero attraverso le acque di zavorra e in meno di 10 anni ha causato il collasso della pesca di acciughe in quanto vorace predatore di uova e larve di pesce. Inoltre sono possibili impatti sulla salute umana determinati sia dalla proliferazione di specie microalgali tossiche sia dalla presenza di patogeni. Ci sono evidenze che le epidemie di colera lungo le coste peruviane agli inizi degli anni '90 siano da associare agli scarichi di acque di zavorra (Gangarosa and Tauxe, 1992).

Con l'espansione del commercio mondiale e un crescente numero di navi che si spostano tra i porti internazionali, il trasferimento di microorganismi patogeni potrebbe rappresentare una minaccia particolarmente insidiosa. Così come particolarmente delicato è il loro impatto su un mare semi-chiuso qual è il mar Mediterraneo.

## La Risposta

La principale risposta internazionale per prevenire e minimizzare il fenomeno seguendo un approccio globale e condiviso è stata l'approvazione a Londra nel 2004, presso l'Organizzazione Marittima Internazionale (IMO), della Convenzione internazionale per il controllo e la gestione dell'acqua di zavorra e dei sedimenti delle navi (*Ballast Water Convention*).

Benché a tutt'oggi i relativi obblighi non siano in vigore né vincolanti, la sostanza dei problemi affrontati dalla convenzione è già al centro di diverse iniziative, nazionali e regionali. Infatti, alcuni Stati hanno stabilito dei requisiti sul trattamento delle acque di zavorra come condizione per l'ingresso delle navi nei loro porti e, nel Mediterraneo, sono stati condivisi impegni, strategie e finanziamenti principalmente attraverso l'attività della Commissione europea e dell'UNEP/MAP, in particolare con il suo Centro regionale per le emergenze inquinanti in mare REMPEC.

L'entrata in vigore delle nuove norme globali richiederà agli Stati, per la loro concreta attuazione, la disponibilità di soluzioni tecniche e tecnologiche, di legislazioni nazionali adeguate e coerenti e di una reale capacità operativa da parte delle istituzioni nazionali e locali. Per limitare gli impatti sull'ambiente, sulla salute e sui diversi usi del mare dovuti allo scarico di acque di zavorra, sono regolate le modalità di navigazione e gli allestimenti delle navi e dunque il settore portuale e quello marittimo, sia pubblico sia privato, oltre quello ambientale, sono direttamente investiti dalla attuazione della *Ballast Water Convention*.

## I sistemi di trattamento delle acque di zavorra nelle navi

La *Ballast Water Convention* prevede l'installazione a bordo di sistemi di trattamento, di tipo sia meccanico sia chimico, tali da garantire un abbattimento significativo delle concentrazioni di organismi nelle acque di zavorra fino a una concentrazione massima ammissibile stabilita dalla convenzione stessa nella Regola D-2.

Le acque di zavorra, per poter essere scaricate conformemente alla Regola D-2, devono soddisfare i seguenti requisiti:

- contenere meno di 10 organismi vitali per metro cubo, di dimensione superiore o uguale a 50 µm;
- meno di 10 organismi vitali per millilitro, di dimensione compresa tra 10 e 50 µm;
- rientrare nei seguenti parametri microbiologici:
  - *Escherichia coli*: < 250 CFU (unità formanti colonia) per 100 ml
  - *Enterococchi*: < 100 CFU per 100 ml
  - *Vibrio cholerae*: < 1 CFU per 100 ml o per 1 gr di zooplancton (peso fresco).

Attualmente esistono in commercio molti sistemi di trattamento da installare a bordo delle navi che possono soddisfare i requisiti dello standard D-2 della Convenzione IMO. I trattamenti delle acque di zavorra si possono suddividere in due principali categorie: trattamenti di tipo fisico-meccanico (processi di separazione solido-liquido, ultrasuoni, radiazioni UV) e trattamenti di tipo chimico (disinfezione con agenti ossidanti o coagulanti, variazioni del pH, ecc.). Qualora i sistemi utilizzino cosiddette 'sostanze attive', ovvero agenti chimici biocidi, essi sono soggetti a un iter autorizzativo che prevede la valutazione della sostanza in sé (*Basic Approval*) e la valutazione complessiva dell'impianto di trattamento che utilizza la sostanza attiva (*Final Approval*). Tali valutazioni sono effettuate sotto il profilo dell'impatto ambientale e dell'impatto sulla salute umana da un *panel* di esperti (*GESAMP Ballast Water Working Group*, BWWG) istituito in seno all'IMO. Le aziende italiane che producono sistemi di trattamento devono fare apposita istanza per la relativa certificazione di tipo approvato al Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare (MATTM) secondo quanto stabilito dal Decreto Direttoriale del 16/6/2010. Le

istanze vengono valutate da un Tavolo tecnico cui fanno parte rappresentanti del MATTM, dell'ISPRA, del Comando generale del Corpo delle Capitanerie di Porto, del Reparto Ambientale Marino e del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti.

La maggior parte dei biocidi tradizionali sono agenti ossidanti che reagiscono con la sostanza organica presente nell'acqua di mare producendo dei sottoprodotti che possono essere tossici per l'ambiente acquatico e per la salute umana. Nel database sviluppato dal GESAMP-BWWG, le sostanze chimiche più comunemente utilizzate nel trattamento chimico delle acque di zavorra sono composti quali acidi aloacetici, trialometani e aloacetoni nitrili (IMO, 2014).

Nonostante le qualificate e approfondite valutazioni del GESAMP, in considerazione degli enormi volumi di acqua di zavorra scambiati nel mondo e dell'intensificarsi del traffico marittimo internazionale, esiste un potenziale rischio che l'approccio impiegato per l'abbattimento, o quantomeno la minimizzazione, di un inquinamento di tipo 'biologico', possa nel tempo determinare un inquinamento di tipo 'chimico' in un ambiente, quello portuale, comunque confinato e generalmente soggetto a uno scarso ricambio idrico.

Il carico e lo scarico di grandi quantità di acqua di zavorra possono inoltre determinare il rilascio di altre sostanze chimiche nocive, non strettamente legate ai trattamenti chimici di disinfezione. Ad esempio, i composti organostannici utilizzati come biocidi nelle vernici antivegetative fino al 2008 (Regolamento (CE) n. 782/2003) sono di particolare interesse ambientale per il loro ampio utilizzo in passato e per la loro possibile applicazione quali biocidi all'interno delle cisterne delle acque di zavorra delle navi (Ruiz et al., 2001). L'acqua di zavorra anche in questo caso, oltre a essere un possibile vettore di trasporto di organismi, può quindi agire come vettore di trasporto dei contaminanti da aree maggiormente contaminate ad aree non contaminate (*cross-contamination*).

### **Il progetto BALMAS finanziato dall'Unione Europea (IPA Adriatico)**

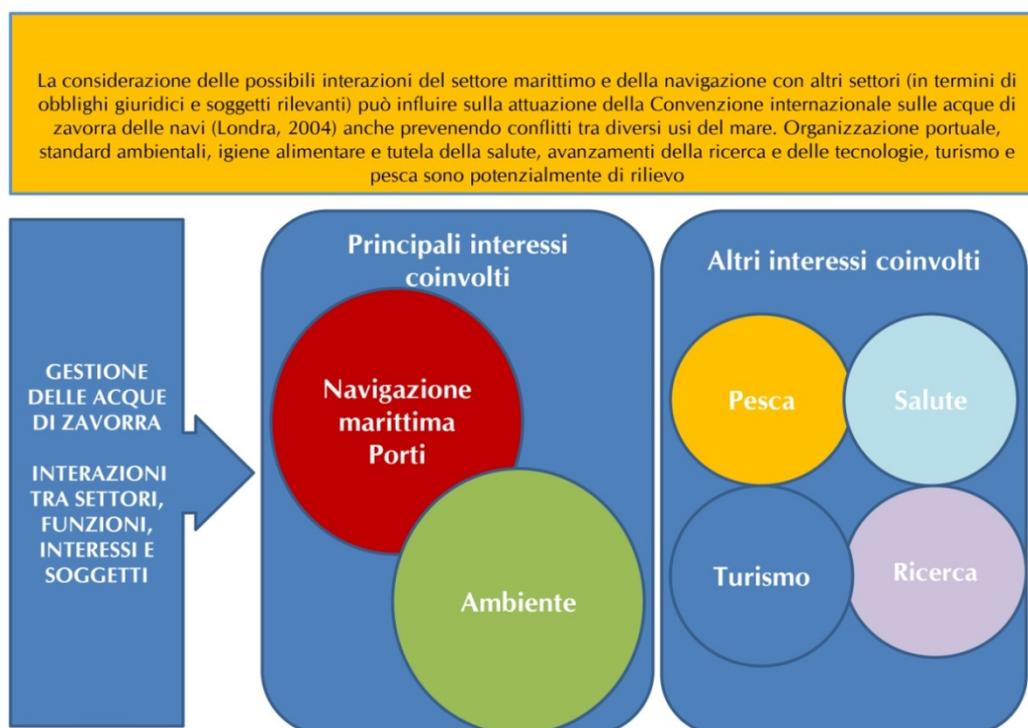
Il progetto BALMAS (*Ballast Water Management System for Adriatic Sea Protection*; [www.balmas.eu](http://www.balmas.eu)) vede coinvolti 17 partner di sei Paesi rivieraschi il mare Adriatico (Italia, Slovenia, Croazia, Montenegro, Bosnia-Erzegovina e Albania). I partner italiani sono l'ISPRA, il Comando Generale delle Capitanerie di Porto – Guardia Costiera, il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) – Istituto di Scienze Marine (ISMAR), l'Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale (OGS) e la Fondazione Centro Ricerche Marine.

Nel mare Adriatico i potenziali impatti delle acque di zavorra delle navi sono particolarmente rilevanti dato che l'enorme e crescente flusso di traffici - nazionali, intra-bacino e internazionali - si associa a una particolare vicinanza tra le coste dei diversi Paesi, alla grande rilevanza per le popolazioni locali delle economie marittime e costiere diverse dalla navigazione (pesca, turismo, ecc.) e a una maggiore vulnerabilità ambientale nel suo complesso.

Per questo, gli organismi tecnici e alcune istituzioni dei Paesi rivieraschi attraverso il progetto BALMAS stanno cercando di condividere un quadro conoscitivo e di soluzioni tecniche integrando anche gli aspetti normativi e amministrativi, cui peraltro è dedicato uno specifico pacchetto di lavoro.

L'impostazione data alle attività ha tenuto conto delle possibili interferenze tra diversi usi del mare e, quindi, delle diverse discipline normative e competenze amministrative in gioco, oggi affrontate nell'Unione con la "pianificazione spaziale marittima". Soprattutto in un contesto di risorse pubbliche scarse, si pone infatti il tema di come massimizzare la capacità di soddisfare, contestualmente ed efficacemente, obiettivi e obblighi giuridici diversi: si pensi, ad esempio, alle relazioni tra gli obblighi globali sullo scarico delle zavorre delle navi in navigazione con il raggiungimento del "buono stato ambientale" del mare, in termini di specie non indigene, richiesto dalla Direttiva quadro europea sulla strategia marina. D'altra parte, i prodotti tecnologici e informatici e la conoscenza acquisita dal progetto devono combinarsi con la disponibilità di idonee risorse umane e finanziarie, nazionali e internazionali, per affrontare efficacemente i problemi tecnici e amministrativi connessi all'effettiva implementazione del nuovo regime giuridico.

Su questi profili, alla conclusione del progetto, a metà 2016, sarà disponibile, tra gli altri prodotti, uno studio ragionato della normativa rilevante, anche nazionale e locale, e un'analisi dei più significativi risvolti amministrativi e operativi dei nuovi obblighi (procedure di controllo e di monitoraggio, necessità di formazione, requisiti delle dotazioni tecniche, canali e strumenti per reperire le risorse finanziarie adeguate, ecc.). È già disponibile un indirizzario di quei soggetti che nel bacino Adriatico possono essere interessati, sotto diversi profili, all'attuazione della Convenzione sulle acque di zavorra o alle sue conseguenze: ne sono stati censiti circa 240 nei Paesi *partner*, appartenenti a settori diversi (trasporto e navigazione, porti, pesca, ricerca, salute e turismo). Il quadro conoscitivo così ottenuto sosterrà l'elaborazione di una strategia nella regione adriatica per la gestione delle acque di zavorra e l'implementazione nel lungo periodo delle soluzioni sviluppate dal progetto (Figura 1).



**Figura 1: Rappresentazione grafica degli interessi pubblico-privati rilevanti per la gestione delle acque di zavorra delle navi nel mare Adriatico<sup>23</sup>**

<sup>23</sup> Fonte: ISPRA, G. Rak, G. De Vendictis

## Le attività di studio e sperimentazione del progetto BALMAS

### *La contaminazione chimica*

ISPRA, nell'ambito del progetto BALMAS, ha avviato un'attività di studio e sperimentazione sulla valutazione della contaminazione chimica nelle aree portuali adriatiche interessate dallo scarico di acque di zavorra, con particolare riguardo all'analisi di biocidi e ad essi associati quali i composti organostannici e i sottoprodotti della disinfezione da cloro (trialometani, aloacetoni e gli acidi aloacetici). La finalità è quella di valutare lo stato di contaminazione chimica "di base" in alcuni porti selezionati dell'Adriatico (Bari, Ancona, Capodistria, Rijeka, Spalato, Bar e Durazzo) prima dell'entrata in vigore della Convenzione. È la prima volta che tale attività viene condotta non solo a livello nazionale ma a livello globale, e la sua rilevanza è stata chiaramente sottolineata dallo stesso GESAMP BWWG dell'IMO.

La metodologia utilizzata per la valutazione dello stato chimico di base è stata la "Mussel watch", spesso applicata a programmi di monitoraggio per la valutazione chimica della contaminazione dell'acqua di mare.

### *Port baseline survey biologico – macrozoobenthos di fondi mobili*

Il progetto BALMAS ha anche voluto colmare un importante *gap* conoscitivo riguardante l'abbondanza e la presenza di specie non indigene, o comunque nocive, nei principali porti adriatici. Finora gli unici dati disponibili erano relativi a due *survey* biologiche condotte nel porto di Trieste nel 2006 e 2007 nell'ambito del Programma di ricerca 'ASPIM 2', finanziato dal MATTM, e a una più recente attività di monitoraggio nei principali porti croati nell'ambito del Progetto GloBallast finanziato dall'IMO.

L'attività di *survey* biologica nel progetto BALMAS è stata condotta in ben 12 porti adriatici: Bari, Ancona, Venezia e Trieste per l'Italia, Capodistria in Slovenia, Pula, Rijeka, Šibenik, Split e Ploče in Croazia, Bar in Montenegro, Durazzo in Albania. L'attività ha anche riguardato la messa a punto e condivisione di protocolli metodologici e la definizione e implementazione di un database comune. Tali prodotti saranno rilevanti ed eventualmente fruibili anche ai fini dell'implementazione della Direttiva per la strategia marina UE a livello nazionale, con riferimento al Descrittore 2 "Specie non indigene".

ISPRA ha contribuito alla definizione degli aspetti metodologici del monitoraggio e alla definizione del database, e ha condotto attività di campionamento e analisi del macrozoobenthos nei fondi mobili nel porto di Bari. I fondi mobili si trovano in gran parte dei porti costieri del bacino mediterraneo. Essi comprendono popolamenti endobionti (che vivono dentro il sedimento) così come organismi epibionti (che vivono sopra il sedimento). Comunità povere di specie o ecosistemi stressati, quali spesso sono gli ambienti portuali, sono più inclini alle invasioni biologiche, principalmente per mancanza di resistenza biotica. Fondi mobili tendenzialmente inquinati, soprattutto vicino ai porti, facilitano l'adattamento di specie introdotte attraverso le navi, in particolare specie di macroinvertebrati bentonici appartenenti al *taxon* degli Anellidi Policheti. Infatti, in ambienti inquinati, dove la concorrenza tra le specie è bassa e il cibo è abbondante, molte specie appartenenti a questo gruppo animale colgono un'eccellente opportunità per costruire dense popolazioni.

Le attività di campionamento per l'analisi del macrozoobenthos di fondi mobili sono state condotte in primavera e autunno del 2014. In laboratorio i campioni sono stati poi smistati nei gruppi tassonomici bentonici di fondi mobili (Policheti, Molluschi, Crostacei, Echinodermi, ecc.) e successivamente identificati a livello di specie, ove possibile. I primi risultati hanno mostrato la presenza di specie non indigene, in particolare appartenenti al *taxon* dei Policheti (Figura 2 e 3).



Figura 2: Anellide Polichete *Chaetozone corona* Berkeley & Berkeley, 1941<sup>24</sup>



Figura 3: Anellide Polichete *Pseudopolydora vexillosa* Radashevsky & Hsieh, 2000<sup>25</sup>

#### *Campionamento e analisi di acque di zavorra*

Oltre alle analisi sulla presenza e abbondanza di specie non indigene o comunque nocive nelle acque e nei sedimenti portuali, le attività BALMAS sono anche rivolte a indagare abbondanza e composizione tassonomica degli organismi rinvenuti direttamente nelle acque di zavorra delle navi. A partire da giugno 2015, saranno esaminate almeno 10 navi per porto, per ciascuno dei 12 porti adriatici selezionati. ISPRA lavorerà nel porto di Bari, in collaborazione con la Capitaneria del porto di Bari, l'OGS e l'ARPA Puglia. Per ciascuna nave, saranno effettuate attività di campionamento e analisi per testare e mettere a punto protocolli idonei alla verifica della Regola D-2 della Convenzione IMO (concentrazione di organismi vitali di fito- e zooplancton, concentrazione di microrganismi indicatori). Al momento, non esistono protocolli standardizzati per tali indagini e l'IMO ha richiesto un periodo di verifica di 2-3 anni prima di poter indicare in maniera più stringente protocolli metodologici da impiegare per il *Port State Control* quando la Convenzione entrerà in vigore. Inoltre, l'analisi tassonomica dei campioni consentirà di individuare l'eventuale presenza di specie non indigene o nocive che arrivano nei porti adriatici e la loro provenienza.

<sup>24</sup> Fonte: ISPRA, Foto di Fabio Bertasi

<sup>25</sup> Fonte: Ibidem

## La messa a punto di un sistema di allerta

ISPRA coordina le attività relative alla realizzazione di un sistema di allerta nel mar Adriatico (*Early Warning System*) destinato alle navi al fine di prevenire il prelievo di acque con concentrazioni elevate di organismi acquatici nocivi o patogeni e alle autorità ambientali e sanitarie per consentire un intervento tempestivo ed efficace qualora specie non indigene o patogeni vengano rinvenuti nei porti o aree limitrofe. Gli elementi che costituiscono il sistema di allerta sono:

- monitoraggio e sorveglianza;
- servizio di allerta;
- capacità di risposta.

Il monitoraggio è il primo passo per la messa a punto di un sistema di allerta. La strategia di monitoraggio e i protocolli di campionamento e analisi sono già stati definiti in ambito BALMAS, ma la frequenza dei monitoraggi nei porti non potrà essere sufficiente a garantire la pronta individuazione di tutte le situazioni critiche oggetto di allerta. Il monitoraggio, pertanto, andrà affiancato da un'opportuna attività di sorveglianza che potrà essere svolta, tra gli altri, da pescatori locali, comuni cittadini, autorità marittime locali.

Il secondo passo importante è lo sviluppo di un servizio di allerta. In esso dovranno essere chiaramente individuati i vari attori con loro ruoli e responsabilità, i criteri che determinano l'allerta stessa, tempi e modalità di trasmissione dell'informazione.

L'allerta da parte dello Stato di approdo è indicata dalla Regola C-2 della Convenzione che prevede la possibilità di diffondere un avviso alle navi, all'IMO e ad altri Stati potenzialmente coinvolti quando vengano rinvenute nelle acque sotto la propria giurisdizione concentrazioni elevate di organismi acquatici nocivi e patogeni (HAOPs - *Harmful Aquatic Organisms and Pathogens*). È stata quindi redatta una lista, in ambito BALMAS, di specie HAOPs, che includono le specie non indigene, ed è stato altresì categorizzato il loro potenziale impatto (nullo, basso, medio, elevato; economico, sanitario, ecologico) e definita la soglia di abbondanza che può determinare l'allerta. Soltanto le specie per cui è stato individuato un impatto di tipo "elevato" potranno essere oggetto di allerta alle navi da parte delle autorità marittime e, tra esse, solo quelle rilevanti ai fini del prelievo e scarico di acque di zavorra. Tale lista dovrà necessariamente essere soggetta a periodiche revisioni da parte di un *panel* di esperti, da istituire. Per quanto attiene all'allerta alle autorità ambientali e sanitarie, possibilità contemplata dalle norme ambientali e sanitarie, sarà sufficiente la presenza di una specie non indigena (autorità ambientali) o di un organismo patogeno (autorità sanitarie) per procedere alla comunicazione.

Un ultimo aspetto da considerare nel sistema di allerta è la risposta.

In termini generali, quattro sono le strategie di risposta che possono essere utilizzate:

- i. misure rapide, quale l'eradicazione;
- ii. mitigazione/controllo - se le misure rapide falliscono o non sono praticabili, misure di mitigazione/controllo possono essere messe in atto al fine di ridurre a un livello accettabile l'impatto negativo della specie;
- iii. monitoraggio – particolarmente necessario per quelle specie la cui invasività è incerta;
- iv. non fare nulla – per quelle specie non indigene che sono già introdotte e consolidate ma non esercitano un impatto negativo, sia a livello ambientale sia economico.

Il sistema di allerta che si sta realizzando nel progetto BALMAS dovrà fornire anche opzioni praticabili di risposta per diverse situazioni di allerta che possano essere utilizzate dai Paesi del bacino adriatico.

## **Bibliografia**

De Poorter, M., Darby, C. & MacKay, J. (2009). *Marine menace: alien invasive species in the marine environment*. IUCN's Global Marine Programme. <http://www.cbd.int/invasive/doc/marine-menace-iucnen.pdf>

Gangarosa, E.J. and R.V. Tauxe, 1992: *Epilogue: the Latin American cholera epidemic*. In Cholera, D. Barua and W.B. Greenough III, Eds., Plenum Medical, pp. 351-357

IMO 2014. *Information on the GESAMP-BWWG Database of chemicals most commonly associated with treated ballast water*. Note by the Secretariat. MEPC66/INF.22. Pp. 4

Ruiz, G.M., Miller A.W., Lion K., Steves B., Arnwine A., Collinetti E., Wells E., 2001. *Status and trends of ballast water management in the United States. First biennial report of the National Ballast Information Clearinghouse*, 2001

Lloyd's register. 2015. *Understanding ballast water management – guidance for shipowners and operators*. Pp. 28

## GLOSSARIO

### **Buono stato ambientale:**

Ai sensi della Direttiva 2008/56/CE è lo stato ambientale delle acque marine tale per cui queste preservino la diversità ecologica e la vitalità di mari e oceani che siano puliti, sani e produttivi nelle proprie condizioni intrinseche e l'utilizzo dell'ambiente marino resti a un livello sostenibile, salvaguardando in tal modo il potenziale per gli usi e le attività delle generazioni presenti e future.

### **Dinamica costiera:**

Con questo termine si indica il complesso dei fenomeni che governano l'evoluzione della fascia costiera nel tempo. In particolare, la conformazione del litorale è il risultato di una complessa interazione tra numerosi fattori sia marini sia continentali, alcuni dei quali fortemente influenzati da eventi meteorologici estremi: apporti fluviali, moto ondoso e correnti, trasporto eolico, fenomeni tettonici di sollevamento/abbassamento del settore costiero, variazioni eustatiche del livello marino, interventi antropici sui corsi d'acqua o sul litorale, subsidenza naturale e indotta (Atlante delle opere di sistemazione costiera, APAT, 2007).

### **Eutrofizzazione:**

Processo degenerativo dell'ecosistema acquatico dovuto all'eccessivo arricchimento in nutrienti (fosforo e azoto), tale da provocare un'alterazione dell'equilibrio.

### **Misure di protezione spaziale:**

Una qualsiasi forma di restrizione spaziale o nella gestione di alcune delle attività umane su determinate aree, messa in atto al fine di tutelare la biodiversità (ad esempio, le riserve marine) e di regolare un'attività umana e che comporti indirettamente per la medesima area un sufficiente livello di tutela per la biodiversità (ad esempio, divieti permanenti di pesca, aree di esercitazione militare, campi eolici in mare aperto, zone archeologiche marittime, ecc.)

### **Ovatossina:**

Composto tossico simile alla Palitossina prodotto dalla microalga bentonica *Ostreopsis ovata* da cui deriva il nome.

### **Palitossina:**

Composto tossico isolato per la prima volta dal celenterato (invertebrato) marino *Palythoa toxica* dal quale deriva il suo nome.

### **Termoclino:**

Il termoclino è un sottile strato in una grande massa d'acqua, come per esempio l'oceano, nel quale la temperatura subisce un rapido cambiamento, ovvero presenta una marcata variazione del gradiente termico rispetto ad altri strati. Questo strato di demarcazione è legato al decrescente assorbimento, da parte dell'acqua, delle radiazioni solari al crescere della profondità, pertanto il termoclino è una linea immaginaria che separa la zona di acqua riscaldata dal sole da quella invece fredda che il sole non riesce a raggiungere.