

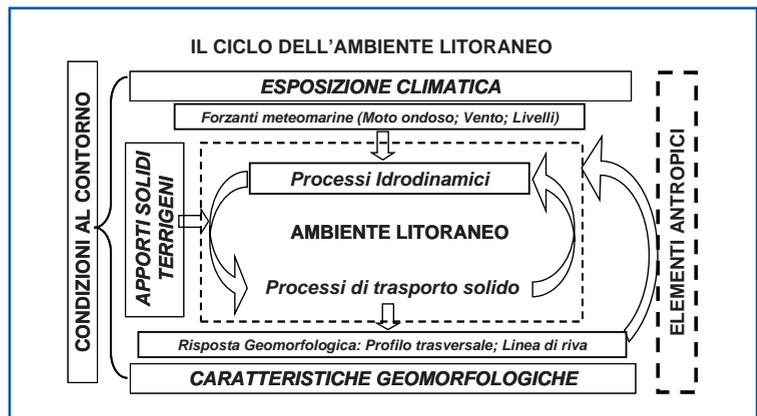


**AMBITO COSTIERO**



## Introduzione

La costa è un'area in continua evoluzione e i suoi cambiamenti si evidenziano soprattutto in corrispondenza di litorali bassi e sabbiosi, con nuovi assestamenti della linea di riva e con superfici territoriali emerse e sommerse dal mare. La dinamica dei litorali dipende essenzialmente dall'azione del mare (moto ondoso, maree, correnti, tempeste), ma è influenzata anche da tutte quelle azioni dirette e indirette, naturali e antropiche, che intervengono sull'equilibrio del territorio costiero modificandone le caratteristiche geomorfologiche.



Il processo di antropizzazione, in molte zone, ha modificato e alterato notevolmente le caratteristiche naturali e ambientali del sistema costiero.

Gli insediamenti urbani e produttivi costieri, le infrastrutture varie terrestri e marittime invadono gli spazi marino-costieri. L'estrazione di inerti dagli alvei dei fiumi, la messa in sicurezza degli argini e dei versanti montani intervengono nella dinamica litoranea, riducendo il flusso di sedimenti alle foci fluviali destinato alla naturale distribuzione lungo i litorali.

Le numerose attività nelle zone costiere (industria, turismo, pesca, acquacoltura, ecc.) sono all'origine delle principali cause di deterioramento degli *habitat* marini e del paesaggio.



## La situazione

La costa italiana ha una lunghezza di 8.353 km, di cui 4.863 km di litorali bassi sabbiosi o deltizi (Tabelle 9.1 e 9.2) che rappresentano il territorio più vulnerabile all'azione del mare. In Italia, infatti, il rischio nelle zone costiere è essenzialmente collegato a processi di erosione dovuti a eventi di tempeste e inondazioni che incidono principalmente sulle coste basse e sabbiose e sulle pianure alluvionali costiere.

**Tabella 9.1: Distribuzione della costa italiana per tipologia** <sup>1</sup>

Tipologia della costa <sup>2</sup>	km	%
Naturale	7.687	92,0
Artificiale	314	3,8
Fittizia	352	4,2
<b>TOTALE</b>	<b>8.353</b>	<b>100</b>

**Tabella 9.2: Distribuzione della costa naturale per tipologia** <sup>3</sup>

Tipologia della costa	km	%
Alta	2.824	36,7
Bassa	4.863	63,3
<b>TOTALE</b>	<b>7.687</b>	<b>100</b>

Nell'ultimo secolo la fascia costiera ha subito un fortissimo processo di antropizzazione che, in molte zone, ha modificato e alterato notevolmente le caratteristiche naturali e ambientali del territorio.

Da un'elaborazione dei dati di uso del suolo rilevati dal *Corine Land Cover 2000*, per fascia di territorio ampia 10 km a partire dalle coste verso l'entroterra, è emerso che il 58,7% del territorio è impiegato per colture agricole e il 6,6% è occupato da centri

*4.863 km di litorali sabbiosi o deltizi della costa italiana sono i più esposti all'azione del mare.*

*Forte processo di antropizzazione della fascia costiera.*

*Il 58,7% del territorio compreso nella fascia di 10 km dal mare è impiegato per colture agricole e il*

<sup>1</sup> Fonte: ISPRA

<sup>2</sup> È classificata "artificiale" la costa in corrispondenza dei manufatti e opere marittime realizzate a ridosso della riva; è definita "fittizia" in corrispondenza delle foci dei fiumi, dei porti e di alcune tipologie di opere marittime e di difesa, per i quali sono stati definiti tratti che raccordano le sponde della foce dei corsi d'acqua e delle estremità dei porti

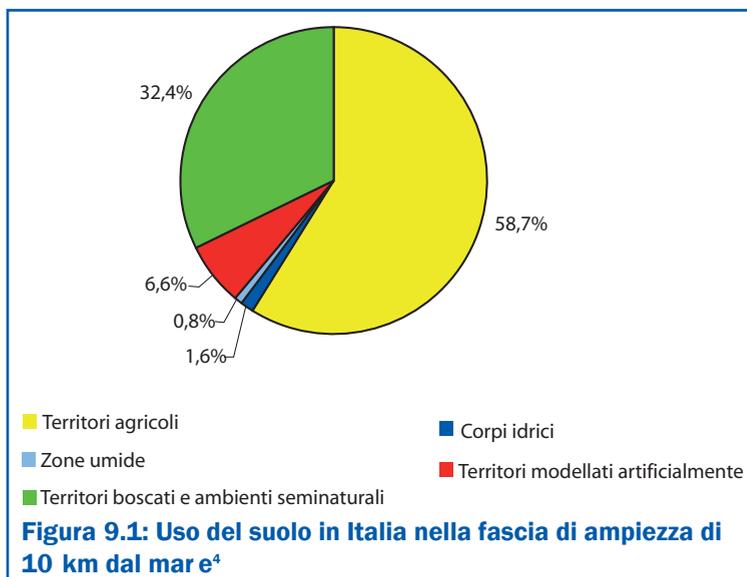
<sup>3</sup> Fonte: ISPRA



6,6% è occupato da centri urbani, industrie e infrastrutture viarie.

Oltre il 65% del territorio compreso nella fascia di 10 km dal mare è utilizzato per attività antropiche.

urbani, industrie e infrastrutture viarie, aeree e marittime. In altri termini, in Italia due terzi (oltre il 65%) del territorio compreso nella fascia di 10 km dal mare è utilizzato per attività antropiche che hanno spesso comportato interventi sull'ambiente invasivi e irreversibili (Figura 9.1).

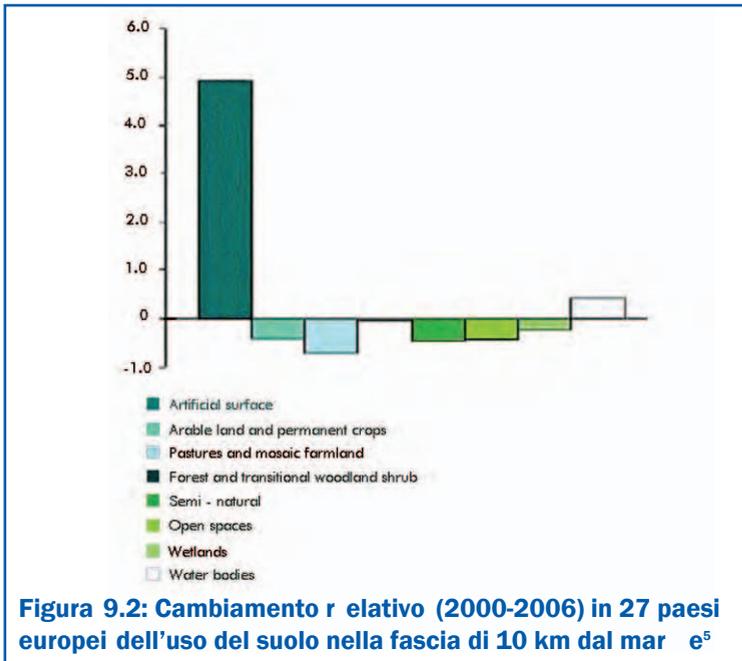


Il recente rapporto europeo sull'ambiente costiero evidenzia che in Europa l'artificializzazione con strutture abitative e di trasporto è in progressivo aumento. Dal confronto tra i dati del *Corine Land Cover* del 2000 e quelli del 2006 si è registrato che nella fascia di territorio di 10 km dalla riva l'incremento è stato del 5% (Figura 9.2).

<sup>4</sup> Fonte: ISPRA



*In Europa si registra il progressivo aumento della artificializzazione (5%) nell'area a 10 km dalla riva.*



In Italia le aree costiere basse, proprio per la loro accessibilità, sono quelle maggiormente occupate da insediamenti abitativi e da rilevanti attività economico - commerciali, anche di tipo turistico.

Le principali infrastrutture di trasporto terrestri si sviluppano, anche per l'orografia del territorio, a poca distanza dalla costa e la posizione geostrategica dell'Italia nel Mediterraneo ha storicamente favorito il trasporto e gli scambi commerciali marittimi.

<sup>5</sup> Fonte: EEA, Report The European Environment – State and Outlook 2010



*Aumentano le infrastrutture portuali a fini turistici, con nuovi porti o ampliamento di quelli esistenti.*



**Figura 9.3: Por to di Varazze (Savona), ampliamento del por to e delle strutture di accoglienza turistica e nautica <sup>6</sup>**

*In Italia, oltre 300 km di coste sono occupati da strutture portuali.*

*Circa il 30% della popolazione nazionale vive nei 646 comuni costieri. Il 34% del territorio compreso nella fascia di 300 metri dalla riva è urbanizzato.*

In Italia, infatti, oltre 300 km di coste sono occupati da strutture portuali commerciali e da diporto. Dal 2000 al 2006 sono stati realizzati e completati altri 20 porti turistici e molte strutture esistenti sono state ampliate, come nell'esempio in Figura 9.3. La densità di popolazione sulle coste, inoltre, è in misura più che doppia rispetto alla media nazionale.

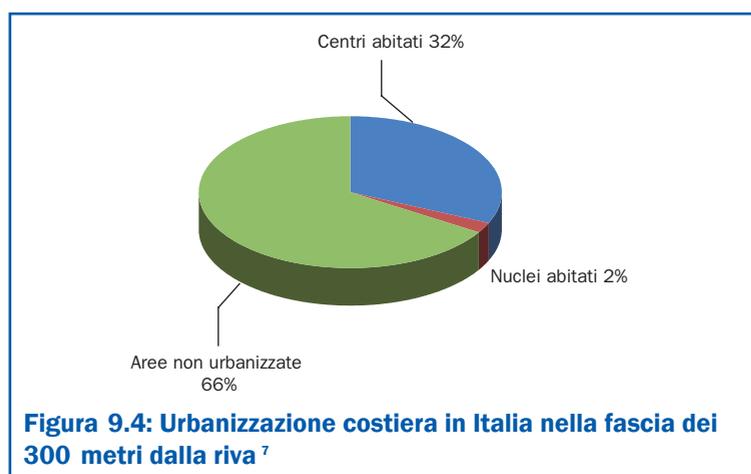
Dai dati ISTAT, gli abitanti che vivono stabilmente nei 646 comuni costieri sono circa 16,9 milioni, corrispondenti al 30% della popolazione nazionale, concentrata su un territorio di 43.000 km<sup>2</sup>, pari a circa il 13% del territorio nazionale.

Dall'elaborazione della distribuzione dei nuclei e dei centri abitati, dalle sezioni censuarie e dall'andamento della linea di riva rilevato al 2000, è emerso che il 34% del territorio nazionale compreso nella fascia dei 300 m dalla riva, area che la norma-

<sup>6</sup> Fonte: Elaborazione ISPRA. Rilievi aerei del Porto di Varazze in Liguria, a sinistra ortofoto del volo IT2000 e a destra ortofoto del volo IT2006, e sovrapposizione della digitalizzazione delle strutture portuali che evidenzia gli ampliamenti nel periodo



tiva annovera tra i beni da tutelare per il loro valore paesaggistico (D.Lgs. 490/1999 e s.m.i.), è urbanizzato, per un valore complessivo di 696 km<sup>2</sup> (Figura 9.4).



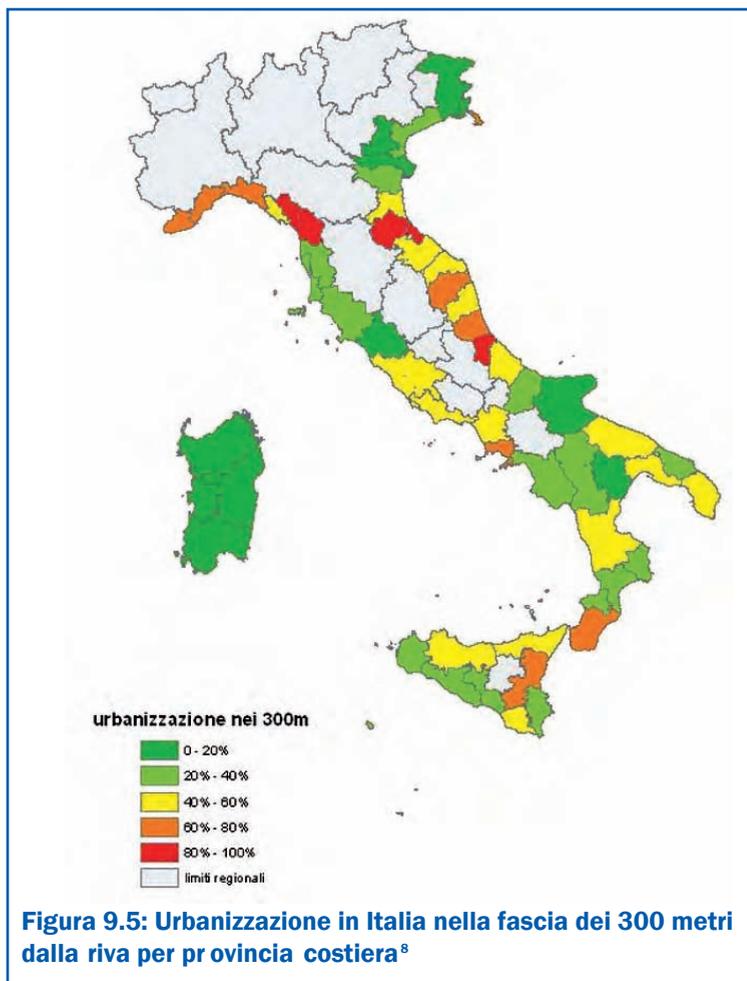
*Il 34% del territorio compreso nella fascia di 300 metri dalla riva è urbanizzato.*

Considerando l'urbanizzazione più strettamente costiera (Figura 9.5) emerge che la Liguria, per caratteristiche orografiche del territorio, è la regione con la maggiore urbanizzazione concentrata in prossimità della costa, ma anche altre aree costiere sono prossime alla saturazione, come la provincia di Massa-Carrara, il cui territorio entro i 300 metri dalla riva è completamente urbanizzato. Le regioni centro-adriatiche, con un processo di urbanizzazione che si è sviluppato prevalentemente negli ultimi 50 anni, hanno occupato oltre la metà del territorio entro i 300 metri dalla riva (Abruzzo - 62%, Marche - 59%, Emilia-Romagna - 55%). Altre zone dell'Italia presentano una condizione più articolata, composta da grandi aree abitative, solitamente collegate ai centri urbani marittimi (Trieste, Napoli, Catanzaro, Catania), ma connesse anche a tratti di costa naturale, libera da edifici e opere, con evidenze maggiori in Sardegna, che nel complesso presenta la minore concentrazione di nuclei e centri abitati costieri.

<sup>7</sup> Fonte: ISPRA



La Liguria presenta la maggiore urbanizzazione concentrata in prossimità della costa. La provincia di Massa-Carrara è prossima alla saturazione.



Questo offre un'idea dell'ordine di grandezza dell'occupazione delle aree costiere in Italia, senza tener conto dei flussi stagionali e dell'occupazione a fini turistici.

La forte interazione tra l'uomo e l'ambiente costiero ha prodotto notevoli impatti sugli *habitat* costieri. Le principali cause di dete-

<sup>8</sup> Fonte: ISPRA



rioramento sono riconducibili proprio allo sfruttamento del suolo e del paesaggio, all'inquinamento delle acque derivante da scarichi urbani e industriali, con conseguente eutrofizzazione delle acque marine e la perdita di biodiversità.

D'altro canto fenomeni naturali quali la dinamica litoranea, quando si evidenzia con erosione dei litorali, inondazioni ed eventi meteorologici eccezionali, rappresentano una minaccia, specie in corrispondenza di quei centri urbani in cui sono messe a rischio abitazioni, infrastrutture e attività economiche.

L'Italia rientra tra i paesi a più alto rischio di erosione costiera in Europa.

In Tabella 9.3 è riportata la sintesi delle variazioni dei litorali in 50 anni, da cui emerge che il 30% circa dei litorali è soggetto a intenso arretramento.

Inoltre, per le sole coste basse è emerso (Tabella 9.4) che su circa 4.863 km di coste basse e deltizie 1.170 km sono in erosione, ossia il 24% dei litorali sabbiosi ha subito negli ultimi 50 anni arretramenti medi superiori ai 25 metri.

*L'Italia è tra i paesi a più alto rischio di erosione costiera.*

**Tabella 9.3: Costa stabile modificata, in arretramento e in avanzamento<sup>9</sup>**

COSTA	km	%
<b>TOTALE</b>	<b>8.353</b>	<b>100,0</b>
Stabile	5.385	64,5
Modificata	2.448	29,3
Non definito	520	6,2
<b>Modificata</b>	<b>2.448</b>	<b>29,3</b>
Arretramento	1.285	15,4
Avanzamento	1.163	13,9

**Tabella 9.4: Costa bassa stabile e modificata, in arretramento e avanzamento<sup>10</sup>**

COSTA	km	%
<b>TOTALE</b>	<b>4.863</b>	<b>100,0</b>
Stabile	2.387	49,1
Modificata	2.227	45,8
Non definito	248	5,1
<b>Modificata</b>	<b>2.227</b>	<b>45,8</b>
Arretramento	1.170	24,1
Avanzamento	1.058	21,7

*Circa il 30% dei litorali è soggetto a intensa evoluzione geomorfologica. Inoltre, il 24% dei litorali sabbiosi ha subito negli ultimi 50 anni arretramenti medi superiori ai 25 metri.*

Le regioni più colpite sono: Sicilia, con ben 313 km di coste in erosione, Calabria con 208 km, Puglia (127 km), Sardegna (107 km), Lazio e Toscana con rispettivamente 63 km e 60 km. In termini percentuali, i maggiori arretramenti rispetto alla costa

*Le regioni più colpite dal fenomeno erosivo sono: Sicilia (313 km), Calabria (208 km), Puglia (127 km) e Sardegna (107 km).*

<sup>9</sup> Fonte: ISPRA

<sup>10</sup> Fonte: ISPRA



*L'area potenzialmente a rischio inondazione (RICE), limitatamente ai comuni costieri, è pari a 3,17% dell'intera superficie nazionale, e interessa il 9,12% della popolazione.*

*Interventi di difesa con opere rigide non hanno risolto il problema dell'erosione.*

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

*Nella ricerca di nuovi materiali da utilizzare per i ripascimenti sono stati privilegiati i fondi marini.*

regionale sono stati rilevati nelle Marche (38,6%), seguita da Basilicata (38,1%), Molise (34,7%), Calabria (32%).

Tenendo conto del *trend* evolutivo dei litorali italiani e della concentrazione di attività e di insediamenti urbani lungo la costa, si valuta che l'area potenzialmente a rischio inondazione (RICE - *Radium of Influence of Coastal Erosion*<sup>11</sup>), limitatamente ai comuni costieri, occupi 954.379 ha, pari al 3,17% dell'intera superficie nazionale, e interessi una popolazione di 5.276.535, pari al 9,12% dell'intera popolazione. Si stima che 336.746 ha di superficie (1,12% della superficie nazionale) e 2.133.041 persone (3,69% della popolazione totale) si trovino esposte a un rischio da medio - alto ad alto. Storicamente per proteggere i litorali in erosione si è intervenuti realizzando, su ampi tratti di costa, opere rigide quali pennelli e barriere, che non hanno risolto il problema dell'erosione, soprattutto nel medio e lungo termine, e in molti casi hanno contribuito al processo di artificializzazione e di degradazione degli *habitat* marino - costieri.

Una tecnica alternativa per il ripristino dei litorali in erosione è il ripascimento, che consiste nel ricostruire la spiaggia erosa immettendo materiale idoneo (sia dal punto di vista granulometrico, sia compositivo). Quest'ultimo, negli anni passati, è stato prelevato da cave terrestri e, solo in subordine, da cave fluviali o marine.

Negli ultimi anni, la ricerca di nuove fonti di materiale da utilizzare per il ripascimento di litorali in erosione ha privilegiato lo studio dei fondi marini. Sulla piattaforma continentale si possono, infatti, trovare depositi di sabbie relitte (generalmente riferibili ad antiche spiagge), che possono essere utilizzati per il ripascimento. Tali depositi possono essere affioranti sul fondo o coperti da sedimenti pelitici di deposizione recente e sono distribuiti, in modo disomogeneo, a profondità variabili generalmente comprese tra i 30 e i 130 m.

L'impiego delle sabbie relitte comporta alcuni vantaggi rispetto allo sfruttamento di cave a terra come: disponibilità di elevate quantità di sedimenti (milioni di m<sup>3</sup>), composizione potenzialmente

<sup>11</sup> L'area di RICE è definita come il luogo geometrico dei punti che soddisfano almeno una delle seguenti due condizioni: distanza dalla costa non superiore a 500 metri; quota non superiore ai 5\* metri slm. (\*) Per tenere conto degli errori connessi con la definizione del DTM (Modello digitale del terreno) ed evitare la sottostima delle aree con quota non superiore a 5 m, è stata considerata come curva di livello limite quella corrispondente al valore 10 m



molto simile alla sabbia dei nostri litorali, limitati effetti sull'ambiente e, per ripascimenti che implicano grandi volumi di materiali, costi contenuti.

In Italia, le prime attività documentate di ripascimento dei litorali in erosione mediante sabbie relitte sono relative alle spiagge di Cavallino e Pellestrina (Venezia), in cui sono stati utilizzati circa 6.000.000 m<sup>3</sup> di sabbia, prelevata da un deposito sommerso riferibile alle spiagge relitte rinvenute a 20 m di profondità tra le foci dei fiumi Tagliamento e Adige.

Nel Mar Tirreno, le prime esperienze sono quelle relative al ripascimento del litorale di Ostia nel 1999, condotto dalla regione Lazio utilizzando sabbie provenienti da una cava di sabbie relitte presente al largo di Anzio (Roma). La regione Lazio ha avviato, quindi, il primo programma a scala regionale di dragaggi di sabbie relitte a fini di ripascimento, che hanno interessato, dal 1999 ad oggi, sia la summenzionata cava di Anzio, sia altre due cave, localizzate rispettivamente al largo di Montalto di Castro (VT) e di Torviscanica (Roma) (Figura 9.6 e 9.7).

Altri dragaggi di sabbie relitte a fini di ripascimento sono stati condotti anche al largo di Ravenna e al largo di Civitanova Marche (AP).

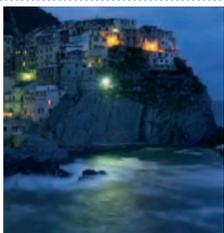
*Le prime attività di ripascimento, in Italia, sono relative alle spiagge di Cavallino e Pellestrina (Venezia).*

*Nel Mar Tirreno, i primi ripascimenti hanno interessato il litorale di Ostia (Roma), nel 1999.*



**Figura 9.6: Plume di torbida superficiale generata dalle attività di dragaggio (*overflow*)<sup>12</sup>**

<sup>12</sup> Fonte: ISPRA



**Figura 9.7: Alcune fasi del dragaggio di sabbie e elitte a largo di Montalto di Castro (Lazio)<sup>13</sup>**

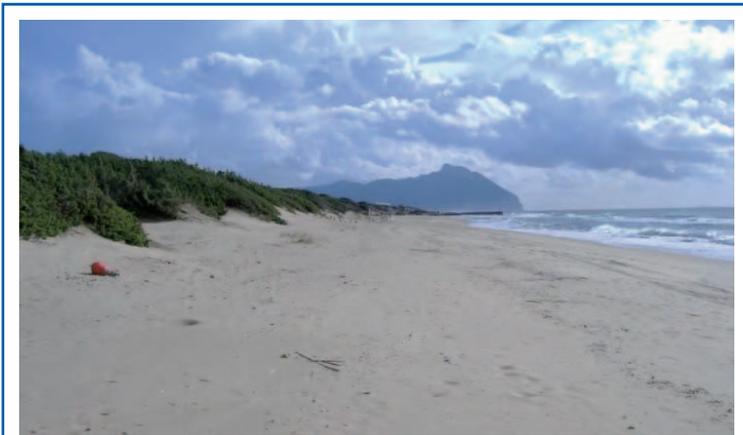
*Occorre programmare anche attività mirate alla conservazione dell'ambiente e della capacità di resilienza del sistema costiero, riferendosi soprattutto agli ambienti dunali che assicurano la stabilità della dinamica litoranea.*

Nonostante il ripascimento contribuisca a risolvere nel breve-medio termine i problemi dell'erosione costiera a scala locale, sarebbe opportuno programmare una serie di attività mirate alla conservazione dell'ambiente e della capacità di resilienza del sistema costiero, con specifico riferimento agli elementi naturali che assicurano la stabilità della dinamica litoranea, quali gli ambienti dunali. Le dune costiere si sviluppano nel retrospiaggia per effetto di numerosi fattori, tra i quali tre sono indispensabili: la disponibilità di sedimento, proporzionale all'ampiezza della spiaggia antistante; l'energia dei venti dominanti; la presenza di vegetazione specializzata, che stabilizza le sabbie trasportate e depositate dal vento. Questi fattori devono raggiungere un equilibrio dinamico che consenta al sedimento di accumularsi e di consolidarsi fino a costituire un deposito permanente più o meno stabile. Le dune possono essere costituite da sabbia incoerente (dune mobili) oppure da sedimenti consolidati da vegetazione specializzata (dune fisse). Una volta che la vegetazione ha colonizzato il deposito eolico (Figura 9.8), oltre a trattenere il sedimento, lo fertilizza aumentando il tasso di umidità: le specie vegetali pioniere sono, infatti,

<sup>13</sup> Fonte: ISPRA



in grado di sopravvivere grazie a un'elevata tolleranza alla salinità e a elevati tassi di sedimentazione. La vegetazione esercita dunque una profonda influenza sulla morfologia dell'avanduna che si evolve di conseguenza.



**Figura 9.8: Habitat dunale<sup>14</sup>**

*Le dune possono essere costituite da sabbia incoerente (dune mobili) oppure da sedimenti consolidati da vegetazione specializzata (dune fisse).*

Oltre a possedere un elevato valore paesaggistico, le dune costiere svolgono un ruolo essenziale anche nella difesa della fascia costiera aumentandone la resilienza. In particolare, sono in grado di abbattere il rischio d'erosione, poiché costituiscono una riserva di sedimenti capace di alimentare la spiaggia anti-stante e, in funzione delle loro caratteristiche, possono contrastare il rischio di sommersione dell'entroterra, e ostacolare anche l'intrusione del cuneo salino nella falda d'acqua dolce. Le dune costiere, sede di nicchie ecologiche specifiche e caratteristiche, rivestono infine una notevole rilevanza sia per le comunità vegetali sia per le specie animali a esse associate, per alcune delle quali rappresentano importantissimi corridoi ecologici in ambiente costiero. Allo stato di conservazione delle dune e delle spiagge è, inoltre, strettamente legato anche quello di altri ecosistemi

<sup>14</sup> Fonte: ISPRA



*In Europa centrale e occidentale, negli anni '90, solo il 45% delle dune costiere presentava condizioni di integrità.*

ugualmente importanti, quali gli ambienti umidi retrodunali, le lagune e i laghi costieri, le praterie di *Posidonia oceanica* e di altre fanerogame marine<sup>15</sup>.

Dai dati forniti da EUCC (1994), negli anni '90, in Europa centrale e occidentale, le dune costiere interessavano superfici dell'ordine dei 5.300 km<sup>2</sup> (circa il 75% delle superfici dunali del secolo scorso), dei quali solamente 3.200 km<sup>2</sup> circa (pari al 45%) presentavano condizioni di integrità<sup>16</sup>.

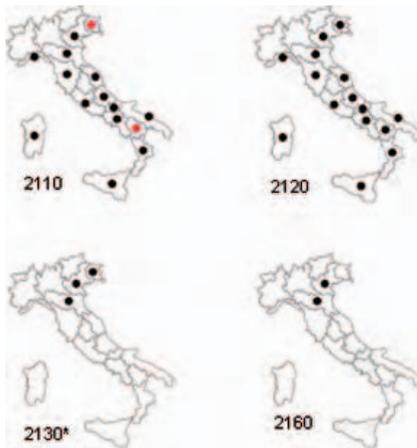
Per quanto riguarda l'Italia, è stato condotto uno studio<sup>17</sup> volto a confrontare la reale presenza e distribuzione degli *habitat* protetti elencati nell'Allegato I della Direttiva 92/43/CE con quanto indicato nella Banca Dati Natura 2000 del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare: 10 sono gli *habitat* in cui è stata accertata la presenza di dune costiere, di cui 3 inseriti nell'elenco degli *habitat* prioritari e, sempre secondo la medesima direttiva, afferenti a 2 diverse macrocategorie di riferimento: quella delle "Dune marittime delle coste atlantiche, del Mare del Nord e del Baltico" e quella delle "Dune marittime delle coste mediterranee"

Le Figure 9.9 e 9.10 riportano la distribuzione dei suddetti *habitat* all'interno delle diverse regioni italiane. Si può notare che, salvo qualche eccezione, la maggior parte di essi è presente lungo la quasi totalità delle coste nazionali.

<sup>15</sup> APAT, *Tutela della connettività ecologica degli habitat marini e costieri: una proposta per l'organizzazione e la gestione dei dati*, Rapporti 54/2005

<sup>16</sup> *Ibidem*

<sup>17</sup> Biondi E., Blasi C., Burrascano S., Casavecchia S., Copiz R., Del Vico E., Galdenzi D., Gigante D., Lasen C., Spampinato G., Venanzoni R., Zivkovic L., *Manuale italiano di interpretazione degli habitat della Direttiva 92/43/CEE*, 2009 <http://vnr.unipg.it/habitat/index.jsp>



Codice NATURA 2000	Habitat
2110	Dune embrionali mobili
2120	Dune mobili del cordone litorale con presenza di <i>Ammophila arenaria</i> (dune bianche)
2130*	Dune costiere fisse a vegetazione erbacea (dune grigie)
2160	Dune con presenza di <i>Hippophae rhamnoides</i>

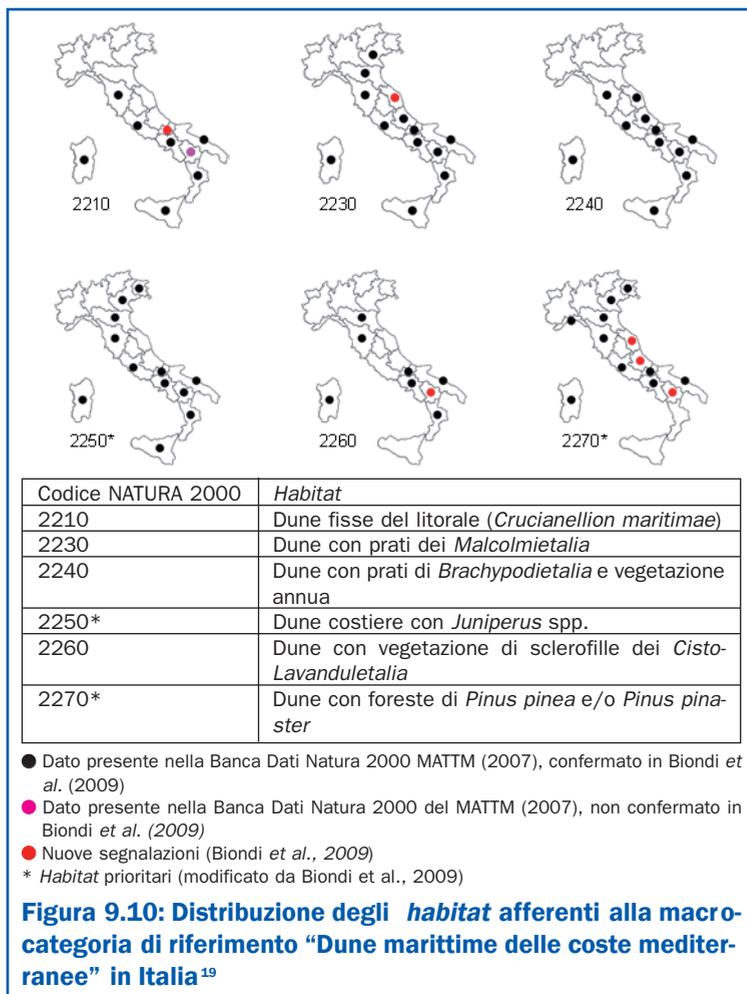
● Dato presente nella Banca Dati Natura 2000 MATTM (2007), confermato in Biondi et al. (2009)

● Nuove segnalazioni (Biondi et al., 2009)

\* Habitat prioritari (modificato da Biondi et al., 2009)

**Figura 9.9: Distribuzione degli habitat afferenti alla macro-categoria di riferimento “Dune marittime delle coste atlantiche, del Mare del Nord e del Baltico” in Italia <sup>18</sup>**

<sup>18</sup> Fonte: Ibidem



Pochi studi disponibili relativi ai sistemi dunali litoranei.

Oltre al progetto finanziato dal MIUR<sup>20</sup>, in Italia, non sono disponibili molti studi riguardanti la presenza e le caratteristiche dei sistemi dunali.

<sup>19</sup> Fonte: Ibidem

<sup>20</sup> “Banca dati geografica delle dune costiere in Italia”, nell’ambito del progetto “I depositi eolici delle coste italiane e il flusso dei sedimenti spiaggia-duna”



In Italia, secondo il WWF (2007), i sistemi dunali maggiormente conservati si trovano in:

- Toscana (dune del Parco Migliarino San Rossore e della maremma toscana);
- Lazio (dune del Parco Nazionale del Circeo);
- Veneto (dune fossili del Delta del Po);
- Emilia-Romagna (dune fossili del Delta del Po);
- Basilicata (dune lungo la costa ionica);
- Puglia (dune della Riserva naturale di Torre Guaceto);
- Sicilia (dune della Riserva naturale di Torre Salsa e della macchia forestale della foce del fiume Irminio, di Capo Passero e Vendicari);
- Sardegna, che ospita tra le più grandi dune in Europa (dune di Piscinas-Pistis, importanti per la vegetazione endemica a *Juniperus macrocarpa*, e dune di Porto Pino, caratterizzate dalla presenza di una pineta spontanea di *Pinus halepensis*).

Fenomeno diffuso, e di grande attualità, che interessa ampi tratti delle coste italiane è lo spiaggiamento di vegetazione del fondo e la sua gestione compatibile, come ad esempio avviene per la fanerogama marina *Posidonia oceanica*, specie endemica del Mediterraneo (Figura 9.11) che colonizza ampie aree dei fondi, formando vere e proprie praterie sommerse. Le praterie costituiscono una delle componenti fondamentali dell'equilibrio e della ricchezza dell'ambiente litorale costiero, riconosciute come *habitat* prioritario, protetto ai sensi della Direttiva *Habitat* (92/43/CE). Lo spiaggiamento dei resti di *P. oceanica* (foglie morte, rizomi, resti fibrosi) è un fenomeno naturale, annualmente osservato sui litorali, specialmente in seguito alle mareggiate autunnali e invernali. Gli accumuli spiaggiati, combinandosi con la sabbia, formano strutture conosciute con il termine francese di "*banquettes*" che possono raggiungere anche 2 metri di altezza e svilupparsi per centinaia di metri, in funzione dell'assetto geomorfologico della costa. In generale, le *banquettes* sono costituite prevalentemente dalle foglie di *Posidonia oceanica*, la cui forma a nastro e le modalità di accumulo conferiscono all'ammasso una struttura lamellare molto compatta ed elastica (Figura 9.12). Queste sono comunque forme di deposito transitorie e facilmente deformabili per l'azione del moto ondoso incidente cui sono soggette.

*Le mareggiate autunnali e invernali accumulano annualmente sulle nostre spiagge resti di Posidonia oceanica.*



**Figura 9.11: Prateria di *Posidonia oceanica*<sup>21</sup>**



**Figura 9.12: Struttura lamellare di una *banquette*<sup>22</sup>**

*Le banquettes contrastano i fenomeni erosivi e contribuiscono alla vita delle biocenosi animali e vegetali della spiaggia.*

*L'inquinamento prodotto da scarichi di sostanze chimiche e organiche generano cambiamenti spesso irreversibili degli habitat marini.*

Le *banquettes*, assieme alla propria frazione flottante, svolgono un ruolo importante nella protezione meccanica dai fenomeni erosivi, ostacolando l'azione e l'energia del moto ondoso e contribuendo in tal modo alla stabilità delle spiagge. Inoltre, danno un contributo diretto e indiretto alla vita delle biocenosi animali e vegetali della spiaggia poiché i prodotti della degradazione delle foglie accumulate rimettono in circolo grandi quantità di nutrienti fondamentali per la fauna e la flora dell'intera fascia costiera. Per i motivi sopra esposti il protocollo SPAMI della Convenzione di Barcellona le ha inserite nell'elenco degli *habitat* prioritari meritevoli di salvaguardia.

Il mare, nel suo complesso, rappresenta un grande sistema ecologico in cui gli organismi vegetali e animali stabiliscono una serie di complessi rapporti ed equilibri con l'ambiente e tra di loro, ma gli effetti del carico antropico minacciano gli equilibri e la sopravvivenza delle specie marine.

L'utilizzo delle acque marine e costiere riveste un ruolo di grande rilievo nelle società industrializzate, ma è ormai noto che l'inquinamento prodotto da scarichi di sostanze chimiche e organiche, derivate dalle attività antropiche, genera cambiamenti ambientali spesso irreversibili e distruttivi degli *habitat* marini.

Allo stato attuale, l'inquinamento microbiologico e l'eutrofizzazione rappresentano i fattori di maggiore criticità per le zone costiere.

<sup>21</sup> Fonte: M. Magri

<sup>22</sup> Fonte: G. Bovina



Gli effetti dell'inquinamento, salvo per aree marine sottoposte a speciali regimi di protezione, sono monitorati e affrontati quasi esclusivamente per la tutela della salute dei cittadini ai fini della fruizione turistico balneare.

Ai fini della tutela della salute dei bagnanti, la qualità delle acque di balneazione è controllata durante la stagione balneare secondo un programma di monitoraggio molto rigoroso che prevede la determinazione di parametri chimici e microbiologici. All'inizio di ogni stagione balneare, il Ministero del lavoro, della salute e delle politiche sociali pubblica un rapporto che riassume i risultati del monitoraggio, effettuato nella precedente stagione balneare, sullo stato qualitativo delle acque di balneazione italiane.

Di seguito si riporta una sintesi sulla balneabilità delle acque italiane, derivante da rapporto<sup>23</sup> relativo al monitoraggio effettuato nel 2009 (i valori della conformità fanno riferimento al vecchio quadro normativo Direttiva CEE n76/160 e DPR 470/82).

Il rapporto evidenzia che dei 7.375 km della costa italiana 5.184 km sono stati sottoposti a controllo, di cui 4.960 km sono risultati balneabili e 224 non conformi. I restanti 2.191 km non controllati comprendono: 230 km di costa permanentemente vietata per inquinamento quali foci fluviali e siti di balneazione interdetti in quanto non conformi e temporaneamente esclusi dal monitoraggio, così come previsto dall'art. 7 del DPR 470/82; 1.066 km di costa definita "non controllabile" in quanto, ad esempio, inaccessibile al monitoraggio; la costa "insufficientemente controllata" (1 km); 894 km di costa "permanentemente vietata per motivi indipendenti dall'inquinamento" (aree portuali, aree militari, riserve marine) (Tabella 9.5<sup>24</sup>).

*In Italia sono stati controllati 5.184 km di costa, di cui 4.960 sono risultati balneabili.*

<sup>23</sup> Rapporto acque di balneazione, disponibile sul sito del Ministero del lavoro, della salute e delle politiche sociali ([www.salute.gov.it](http://www.salute.gov.it))

<sup>24</sup> La "costa non balneabile" rappresenta i siti non conformi derivati dal monitoraggio, mentre la "costa vietata per inquinamento", compresa nella costa non controllata, rappresenta i siti sospesi dal monitoraggio in attesa di risanamento



La costa balneabile è 4.960 km, pari al 67,2% della lunghezza totale.

Il 73% della costa italiana è destinato alla balneazione.

**Tabella 9.5: Costa monitorata e non monitorata** <sup>25</sup>

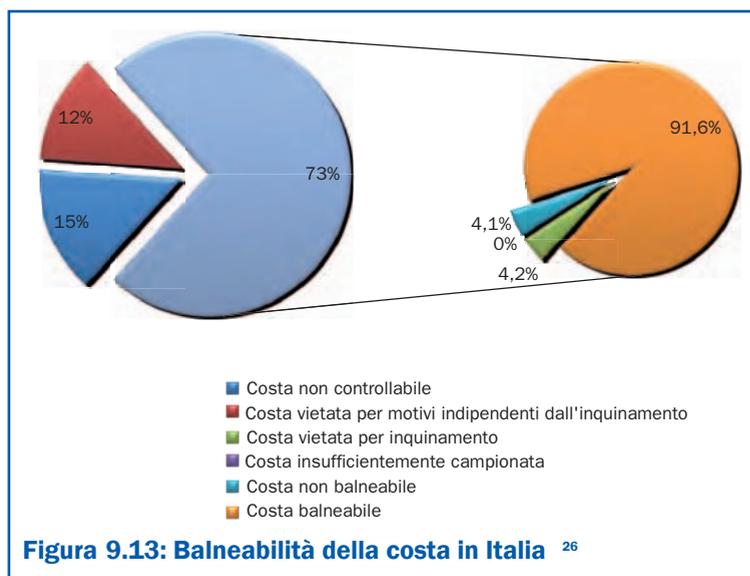
Lunghezza della costa			km
			7.375
Costa non balneabile	Non controllata	Non controllabile	1.066
		Permanentemente vietata per motivi indipendenti dall'inquinamento	894
Costa potenzialmente balneabile		Permanentemente vietata per inquinamento	230
	Insufficientemente controllata	1	
	<b>TOTALE</b>	<b>2.191</b>	
	Controllata	Balneabile	4.960
		Non balneabile	224
	<b>TOTALE</b>	<b>5.184</b>	

Nella Figura 9.13 è rappresentato un quadro della balneabilità della costa italiana, da cui emerge che circa il 73% della costa totale è potenzialmente destinato alla balneazione. Tale percentuale deriva dalla somma della costa sottoposta a controllo più quella vietata permanentemente per inquinamento che non è stata risanata e riammessa alla balneazione. Infatti, nel corso degli anni si perdono dei tratti di costa in cui potrebbe essere praticata la balneazione, ma poiché non risanati restano interdetti. Del 73% di costa potenzialmente balneabile, la percentuale relativa realmente fruibile dai bagnanti è pari al 91,6%, in quanto le restanti percentuali descrivono tratti di costa vietati perché non conformi ai limiti di legge, sospesi dal monitoraggio o insufficientemente campionati. Per le acque non conformi, le regioni sono tenute a individuare le cause dell'inquinamento e predisporre le opportune misure di miglioramento da trasmettere al Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, attraverso il Sistema informativo nazionale per la tutela delle acque italiane (SINTAI) di ISPRA. Nel 2009 sono pervenute a ISPRA 31 schede relative sia a programmi di miglioramento, sia alle informazioni sulle cause di non conformità per 48 acque non idonee.

<sup>25</sup> Fonte: Elaborazione ISPRA su dati del Ministero del lavoro, della salute e delle politiche sociali



*In Italia, il 91,6% della costa potenzialmente balneabile è idonea.*



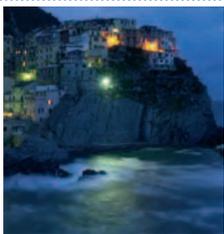
Dai dati pubblicati dall’Agenzia Europea dell’Ambiente (AEA)<sup>27</sup>, emerge che in Europa sono presenti 316 acque di balneazione marine “banned” (vietate), di cui 310 localizzate in Italia. Secondo il rapporto nazionale queste acque sarebbero prevalentemente aree coincidenti con le foci fluviali e siti sospesi dal monitoraggio perché non risanati o non risanabili; inoltre, con l’applicazione della Direttiva 2006/07/CE alcuni di questi potrebbero essere esclusi dagli elenchi delle acque di balneazione in quanto non effettivamente utilizzati per tale scopo. Al riguardo si precisa che l’Italia ha recepito la precedente direttiva europea (CEE n. 76/160) in maniera più restrittiva rispetto agli altri paesi europei; infatti, nel caso in cui un sito risulti non balneabile per due stagioni consecutive, viene escluso dalla balneazione sino al risanamento.

Il nostro Paese, sempre secondo il rapporto dell’EEA, con 4.921 acque costiere di balneazione rappresenta il 36% delle acque del continente europeo e il 61% di quelle presenti nell’area mediterranea.

*Le acque costiere di balneazione italiane rappresentano il 36% di*

<sup>26</sup> Fonte: Elaborazione ISPRA su dati del Ministero del lavoro, della salute e delle politiche sociali

<sup>27</sup> EEA, 2010, *Quality of bathing water – 2009 bathing season*. Report n. 3/2010



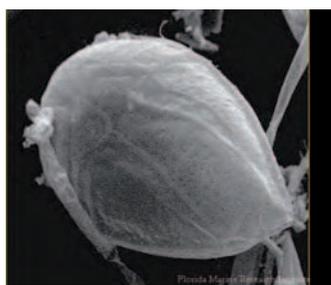
quelle del continente europeo e il 61% di quelle dell'area mediterranea.

La microalga bentonica *Ostreopsis ovata*, presente ormai da alcuni anni nel Mediterraneo, può dar luogo a fenomeni di tossicità, sia per l'uomo sia per l'ambiente marino.

*Ostreopsis ovata*, presente ormai da alcuni anni nel Mediterraneo, può dar luogo a fenomeni di tossicità, sia per l'uomo sia per l'ambiente marino.

Il 90,8% dei siti italiani risulta conforme ai valori guida della normativa europea, mentre il 92,2% è conforme ai valori imperativi. Relativamente all'uso delle acque costiere e all'inquinamento del mare per i casi di proliferazione algale, anche di specie potenzialmente tossiche quali l'*Ostreopsis ovata*, le Autorità locali nelle situazioni di maggior criticità emettono, a scopo cautelativo, dei 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 peraltro alla determinazione del giudizio d'idoneità per la stagione successiva.

Le microalghe appartenenti al genere *Ostreopsis* e alla specie *ovata* sono state oggetto, nell'ultimo decennio, di un crescente interesse scientifico sia a causa della loro implicazione in eventi tossici, sia per l'apparente estensione della distribuzione geografica dalle aree tropicali sub-tropicali di origine ad aree temperate. Sono organismi bentonici epifitici produttori di tossine appartenenti ai dinoflagellati, di forma ovale con dimensioni di 27-35  $\mu\text{m}$  di larghezza e 47-55  $\mu\text{m}$  di lunghezza (Figura 9.14 e 9.15), si rinvencono a basse profondità associati a substrati quali rocce e macroalghe. In particolare, nell'area mediterranea sono state individuate le molecole responsabili della tossicità, quali palitossine e loro analoghi sia nella cellula sia nella matrice acquosa, che costituiscono un rischio per la salute umana e dell'ambiente marino.



**Figura 9.14: *Ostreopsis ovata* al microscopio elettronico<sup>28</sup>**



**Figura 9.15: *Ostreopsis ovata* al microscopio ottico<sup>29</sup>**

<sup>28</sup> Fonte: Florida Marine Research Institute

<sup>29</sup> Fonte: ARPA Liguria



Per quanto riguarda i danni alla salute umana, i primi casi di intossicazione sono stati rilevati a partire dal 1998 in Toscana sul tratto litorale Apuano.

Nel luglio 2005, i numerosi casi di intossicazione verificatisi a carico di persone che avevano stazionato su alcune spiagge genovesi, e riconducibili alla presenza accertata del dinoflagellato in campioni di acqua e di macroalghe, ha portato detta problematica all'attenzione dei cittadini e degli organi istituzionali.

È stato osservato che gli episodi di fioritura o di ritrovamento delle microalghe del genere *Ostreopsis* non sempre compaiono annualmente nelle stesse aree e nello stesso periodo. Le indagini realizzate durante la fioritura hanno mostrato che quest'ultima è contraddistinta da: copertura uniforme gelatinosa e rossastra dei fondali; presenza di aggregati mucillaginosi/schiumosi di colore beige-marrone-rossastri in superficie; opalescenza diffusa con riduzione della trasparenza e fiocchi di materiale sospeso nella colonna d'acqua; tracce di anaerobiosi e sofferenza nelle comunità bentoniche presenti.

Sulla base dei risultati del monitoraggio effettuato per il controllo delle acque di balneazione e nell'ambito del programma triennale del MATTM (L 979/82), la presenza della microalga tossica è stata segnalata nella maggior parte delle regioni costiere, eccetto Molise, Emilia-Romagna e Veneto, con o senza segni di fioritura (Figura 9.16).

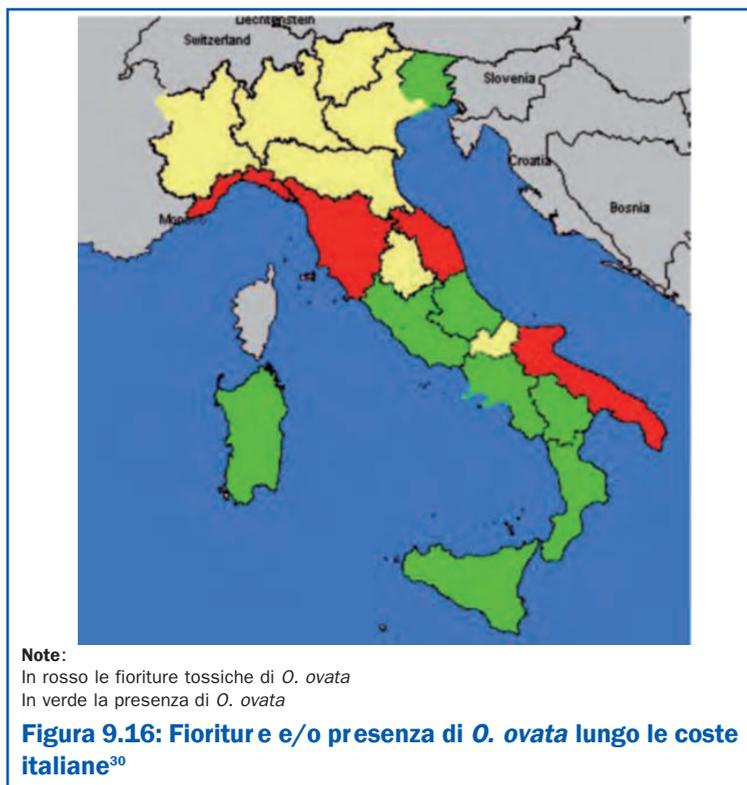
I controlli della balneabilità dei litorali e della proliferazione algale, nonostante la consistenza scientifica dei parametri monitorati, restano tuttavia azioni orientate esclusivamente alla tutela della salute dei cittadini per una salubre fruizione delle zone costiere, specie nella stagione estiva. Affrontare in maniera organica i problemi di inquinamento dell'ecosistema marino richiede un continuo monitoraggio delle acque marine e degli apporti fluviali, al fine di individuare in modo capillare le cause e, quindi, attuare concrete iniziative per mitigare gli effetti negativi sia sulla salute dell'uomo sia sulla sopravvivenza degli *habitat* marini e delle loro specie animali e vegetali.

*La fioritura di queste alghe si presenta, annualmente, in luoghi e tempi diversi, e può provocare gravi danni alle comunità bentoniche presenti.*

*La presenza della microalga del genere *Ostreopsis* è stata accertata nella maggior parte delle regioni costiere, ad eccezione del Molise, Emilia-Romagna e Veneto.*



La presenza della microalga tossica è stata segnalata nella maggior parte delle regioni costiere, ad eccezione del Molise, Emilia-Romagna e Veneto.



### Le cause

Nel Mediterraneo e in Italia, le zone costiere rappresentano oggi 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. A conferma di ciò, l'EEA<sup>31</sup> ha nuovamente riconosciuto come la fascia costiera europea sia interessata da un degrado diffuso e progressivo, in termini di perdita di *habitat*, eutrofizzazione, contaminazione, erosione e invasione di specie aliene.

<sup>30</sup> Fonte: ISPRA su dati di ARPA Toscana

<sup>31</sup> EEA, 2010, *The European Environment – State and outlook 2010*, Report 1/2010



La notevole ampiezza dei litorali italiani è riconducibile alla deforestazione connessa all'intensificazione delle attività commerciali e agricole operata in epoca storica. Tali attività hanno innescato un'accelerazione nei processi erosivi del suolo nelle campagne e nei territori collinari, favorendo il trasporto fluviale di ingenti quantitativi di sedimenti verso il mare. Molte foci fluviali hanno così beneficiato di una grande disponibilità di sedimenti, ciò ha permesso lo sviluppo di delta ampi e ramificati, e favorito la strutturazione delle pianure costiere nonché la progradazione delle spiagge. La recente regimazione dei corsi d'acqua, l'urbanizzazione dei litorali con lo smantellamento e l'irrigidimento degli apparati dunari, un uso del suolo attento a ridurre la perdita di terreno fertile e la stabilizzazione dei versanti hanno fatto mancare questo grande apporto di sedimenti, favorendo la regressione delle spiagge e, quindi, l'insorgere di fenomeni erosivi lungo tutta la Penisola. La costipazione dei sedimenti litorali connessa all'emungimento dell'acqua per usi irrigui e alle opere di bonifica, che hanno reso salubri molte fasce costiere, ha contribuito a creare vaste aree depresse e inondabili, oggi sotto il livello del mare.

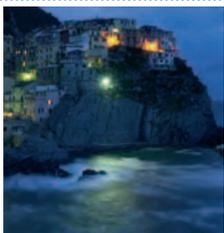
In sintesi la tendenza ai fenomeni erosivi dei litorali nel nostro Paese è in costante aumento a causa:

- della riduzione di apporto solido fluviale per effetto dei prelievi in alveo e degli intrappolamenti da parte delle opere di stabilizzazione dei versanti, di regimazione fluviale e delle opere di sbarramento (a dominanza antropica più che naturale);
- delle mareggiate concomitanti con eventi alluvionali, che comportano fenomeni parossistici di erosione nelle zone di foce;
- dell'aumento relativo del livello del mare<sup>32</sup> e degli effetti concomitanti di abbassamento del suolo per subsidenza naturale e antropica;
- ma, soprattutto, per l'indiscriminata urbanizzazione della fascia costiera, con schiere di seconde case, lungomare, piazzette aggettanti sulla spiaggia, strutture portuali mal contestualizzate e barriere frangiflutti e pennelli potenzialmente costruite a protezione dei precedenti interventi.

*L'evoluzione dei litorali italiani è prevalentemente influenzata dall'apporto fluviale di sedimenti.*

*Mareggiate, incremento relativo del livello del mare e fenomeni di subsidenza contribuiscono all'erosione dei litorali.*

<sup>32</sup> IPCC – *Climate Change 2001 – Coastal zones and marine ecosystem*



*La distruzione degli habitat dunali può essere dovuta sia a cause naturali sia antropiche, che spesso agiscono in maniera congiunta.*

*La principale causa di inquinamento delle acque marine è l'immissione di inquinanti chimici e microbiologici derivanti da attività antropiche.*

I fenomeni dell'erosione costiera possono avere un effetto significativo sulla perdita di biodiversità, di patrimonio paesaggistico e ambientale (le pinete costiere, le dune, le stesse spiagge, ecc.) e di aree per lo sviluppo di attività di grande valore economico. Per quanto concerne gli *habitat* dunali, la loro distruzione può essere dovuta a cause sia naturali sia antropiche: esse possono agire indipendentemente o, più spesso, in maniera congiunta, innescando complessi meccanismi di retroazione difficili da controllare. Ad esempio, la formazione di *blowout* (aree soggette a intensa deflazione eolica) si verifica in zone interessate da una diminuzione della copertura vegetale, che può essere legata a fattori naturali (ad esempio, pascolo da parte di comunità erbivore) e antropici (ad esempio, eccessivo calpestio dovuto alla pressione turistica). Secondo gli studi dell'*European Union for Coastal Conservation*<sup>33</sup>, nelle ultime decadi si calcolano perdite giornaliere di circa 30 ettari di superfici dunali dovute principalmente alla fruizione turistica incontrollata, e l'attività umana risulta la principale minaccia per queste morfologie costiere, che si traduce in una compromissione dell'integrità e della stabilità dei sistemi dunali<sup>34</sup>. Le dune, specie quelle ricoperte di vegetazione, una volta demolite necessitano di tempi estremamente lunghi per rigenerarsi, tanto che il fenomeno può essere considerato praticamente irreversibile.

La buona qualità dell'ambiente litoraneo resta comunque strettamente connessa alla qualità delle acque marine. Le potenziali fonti di inquinamento del mare possono essere molteplici, ma le principali derivano dall'immissione nell'ambiente di inquinanti di tipo chimico e, soprattutto, microbiologico che hanno motivato l'84% delle interdizioni alla balneazione per la stagione 2009. Le fonti responsabili dell'inquinamento del mare sono principalmente rappresentate da liquami non sufficientemente depurati, scarichi industriali e acque di dilavamento di 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

<sup>33</sup> EUCC, 2002

<sup>34</sup> [http://www.apat.gov.it/site/\\_contentfiles/00140500/140589\\_R54\\_2005.pdf](http://www.apat.gov.it/site/_contentfiles/00140500/140589_R54_2005.pdf)



per le acque di balneazione. Il rischio per i bagnanti causato da una fonte di contaminazione può variare in relazione alle caratteristiche idrologiche del bacino drenante; generalmente, la presenza di una foce di un fiume di vasta portata in prossimità di un'area adibita alla balneazione può rappresentare un potenziale rischio, in rapporto al carico di inquinanti veicolato da quel determinato corso d'acqua. In relazione a tale aspetto assumono particolare importanza anche i fenomeni meteorologici. È noto, infatti, che a seguito di forti piogge la qualità di un'acqua di balneazione può peggiorare perché gli inquinanti, sia microbiologici sia chimici, sono dilavati dai suoli e veicolati attraverso i fiumi nell'area adibita alla balneazione.

I meccanismi fondamentali che determinano il fenomeno delle fioriture tossiche sono, ad oggi, ancora poco conosciuti ed è possibile ipotizzare solo alcune probabili cause la cui interazione non è ancora definita.

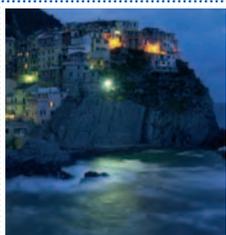
Le fioriture di *Ostreopsis ovata* e *Ostreopsis spp.* lungo le coste italiane si sono verificate quasi esclusivamente durante la stagione estiva, e recentemente anche in autunno, in condizioni che ne favoriscono lo sviluppo quali: presenza di substrati rocciosi; bassa profondità dell'acqua; scarso idrodinamismo, dovuto alla morfologia naturale della costa o alla presenza di pennelli e barriere artificiali per il contenimento dell'erosione delle spiagge; moto ondoso ridotto; condizioni meteo-marine di grande stabilità e alta pressione atmosferica prolungata; elevato irraggiamento solare; surriscaldamento delle acque (>25 °C); assenza di termocline; presenza di macroalghe. Durante le fioriture, negli stessi siti sono state evidenziate situazioni di stress ambientale con morie o patologie a carico di organismi marini ed effetti sulla salute umana, come segnalato da bagnanti, pescatori o residenti.

## Le risposte

### Normativa e pianificazione

Negli ultimi decenni, a livello sia internazionale sia nazionale, è aumentata la consapevolezza della necessità di una corretta gestione delle zone costiere. Nel tempo ciò ha determinato l'adozione di normative specifiche a livello europeo, strategie nazionali,

*Maggiore consapevolezza di una migliore gestione delle zone costiere.*



*Le principali norme italiane.*

piani di assetto regionali, studi, inventari e ricerche. A oggi, infatti, esistono numerose misure legislative e strumenti la cui applicazione contribuisce alla protezione dell'ambiente litoraneo. In Italia le principali norme che regolano la fascia costiera sono:

- Codice della navigazione marittima che norma le azioni sui beni del demanio marittimo.
- Legge 431/85 (legge Galasso) che impone un vincolo paesaggistico riferito alla fascia costiera entro i 300 metri dalla battigia; si tratta tuttavia di un vincolo generico, passivo e non sufficiente a contrastare le crescenti iniziative di trasformazione della costa.
- Legge 183/89 sulla difesa del suolo, che conferisce allo Stato la definizione di indirizzi generali, i criteri e le funzioni amministrative relative alla difesa delle coste nelle zone comprese nei bacini di rilievo nazionale, nonché nelle aree di interesse nazionale per la sicurezza dello Stato e della navigazione marittima; a esclusione di tali ambiti, tali funzioni amministrative sono conferite alle regioni.
- D.Lgs. 112/98 ha conferito allo Stato le funzioni di indirizzi generali e criteri per la difesa delle coste, mentre le funzioni amministrative relative alla programmazione, pianificazione e gestione integrata degli interventi di difesa delle coste e degli abitati costieri sono attribuite alle regioni e, successivamente con D.Lgs. 96/99, per la parte amministrativa, anche alle province. I problemi di difesa del suolo, e nello specifico di erosione costiera, hanno contribuito ad aumentare la sensibilità sull'opportunità di destinare risorse e interventi mirati alla prevenzione dei rischi piuttosto che agli interventi d'emergenza.
- Riforma del titolo V della Costituzione (legge costituzionale 3/2001).
- Legge 31 luglio 2002, n. 179, recante «Disposizioni in materia ambientale» e, in particolare, l'art. 21 sulle autorizzazioni per gli interventi di tutela della fascia costiera.
- D.Lgs. 152/2006 che riordina e integra la normativa di tutti i settori ambientali.
- D.Lgs. 116/2008 in attuazione della Direttiva 2006/7/CE relativa alla gestione della qualità delle acque di balneazione.
- Decreto del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, del 14 aprile 2009, n. 56 recante «Criteri tecnici



per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento 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 decreto legislativo medesimo».

A livello comunitario, dal 1996 al 1999, la Commissione Europea ha realizzato un Programma dimostrativo sulla Gestione Integrata delle Zone Costiere. Successivamente, nel 2002, sulla base delle esperienze e dei risultati del Programma dimostrativo, il Consiglio e il Parlamento europeo hanno adottato la Raccomandazione ICZM (*Integrated Coastal Zone Management*) (2002/413/CE).

*“La gestione integrata delle zone costiere è un processo dinamico, interdisciplinare e iterativo inteso a promuovere l'assetto sostenibile delle zone costiere”* (Comunicazione del Consiglio Europeo del 27 settembre 2000, n. 547). I principi dell'ICZM sono fortemente dinamici e omnicomprensivi: essi contemplano la possibilità che sulla fascia costiera si svolga qualsiasi tipo di attività, purché ciò avvenga in maniera sostenibile. Si tratta della gestione di un sistema in cui gli interessi fisici e ambientali si sovrappongono a molteplici, e spesso strategiche, attività antropiche: attività economiche e sviluppo del sistema insediativo e infrastrutturale, con i relativi impatti sull'ambiente e il territorio.

A livello internazionale, l'Italia è tra le Parti contraenti la Convenzione di Barcellona per la Protezione dell'Ambiente Marino e della Regione Costiera del Mediterraneo e relativi protocolli. Aderiscono a tale Convenzione 21 Stati del bacino del Mediterraneo e la Comunità Europea. In quest'ambito, conformemente a quanto previsto dall'art. 4 della Convenzione, è stato adottato il VII Protocollo inerente la Gestione Integrata delle Zone Costiere (GIZC) del Mediterraneo, in occasione della Conferenza diplomatica plenipotenziaria tenutasi a Madrid nei giorni 20 e 21 gennaio 2008, sottoscritto dall'Unione Europea e da 14 Stati, tra cui l'Italia, e successivamente pubblicato sulla G.U. dell'Unione Europea del 4/2/2009.

Il VII Protocollo è il primo strumento giuridicamente vincolante per la definizione di una strategia nazionale per la gestione integrata

*Raccomandazione ICZM (2002/413/CE) adottata dal Consiglio e dal Parlamento europeo.*

*VII Protocollo della Convenzione di Barcellona inerente la Gestione Integrata delle Zone Costiere (GIZC) del Mediterraneo, sottoscritto dall'UE e da 14 Stati, tra cui l'Italia.*



*Direttiva 2008/56/CE il cui obiettivo è il raggiungimento del “buono” stato ecologico nei mari europei entro il 2020.*

*Coinvolgimento dei soggetti istituzionali, economici e culturali agenti nell’area costiera.*

delle zone costiere e di *governance* delle zone marino-costiere. Il Protocollo, come la Raccomandazione europea, richiede alle Parti di elaborare innanzitutto una strategia nazionale, nel cui ambito siano effettuate le scelte di indirizzo fondamentali relative al futuro delle aree costiere, privilegiando la conservazione e la protezione, o tentando di conferire alle attività economiche presenti e future le caratteristiche di vera sostenibilità.

Il Protocollo ICZM introduce una serie di principi, obiettivi e previsioni per regolare le analisi di impatto ambientale, la protezione degli ecosistemi marini, la tutela dei paesaggi costieri e insulari, la difesa del patrimonio culturale e lo sviluppo delle attività economiche.

Dalla ratifica del VII Protocollo ICZM sono stati avviati dal MATTM studi e lavori per la predisposizione della “Strategia nazionale” dell’Italia.

Alla gestione integrata delle aree costiere si è aggiunta la Direttiva Quadro sulla Strategia per l’ambiente marino (MSFD – *Marine Strategy Framework Directive*) 2008/56/CE del 17/06/2008, il cui obiettivo fondamentale è quello di raggiungere un “buono” stato ecologico nei mari europei entro il 2020, attraverso l’applicazione di un approccio ecosistemico alla gestione delle attività umane, consentendo, nel contempo, l’uso sostenibile dei beni e dei servizi marini che non porti a un ulteriore deterioramento ambientale o violazione del principio di precauzione. Detto approccio è ciclico e individua quattro fasi per lo sviluppo di strategie nazionali:

1. effettuare una valutazione iniziale e la determinazione dello stato;
2. individuare gli obiettivi per il raggiungimento di “buono” stato ecologico;
3. sviluppare un programma di monitoraggio per mostrare i progressi verso gli obiettivi;
4. sviluppare un programma di misure necessarie per il *follow-up* sui progressi compiuti ai fini del conseguimento di un “buono” stato ecologico.

Sia l’ICZM sia la MSFD promuovono e richiedono l’elaborazione e lo sviluppo di un “meccanismo” di coordinamento tra i settori economici, amministrativi e culturali, finalizzati alla protezione dell’ambiente marino e allo sviluppo sostenibile delle zone



costiere. Ciò implica l'integrazione di tutte le politiche collegate, dei diversi settori coinvolti e dell'amministrazione a tutti i suoi livelli, nonché l'integrazione delle componenti terrestri e marine del territorio interessato, partendo da una valutazione iniziale dello stato e dell'uso dell'ambiente marino.

Altra componente primaria è costituita dalle azioni di monitoraggio, che garantiscono una valutazione in continuo della strategia nazionale e dell'efficacia dei piani e programmi previsti e messi in atto, con l'obiettivo di favorire modifiche e integrazioni qualora necessario e di predisporre relazioni sullo stato di attuazione così come previsto a livello comunitario.

Attualmente la gestione del territorio costiero in Italia avviene con modalità profondamente diverse, con strumenti di pianificazione spesso in conflitto tra loro e indicazioni, a volte, concretamente poco cogenti.

Tra le regioni costiere 10 su 15 dispongono di strumenti di pianificazione estesi all'intero territorio regionale; 7 regioni costiere hanno uno specifico Piano di difesa delle coste e solo l'Emilia-Romagna e le Marche hanno un Piano di gestione integrata della fascia costiera approvato. Nel 2009 la regione Puglia ha adottato il Piano Regionale delle Coste (PRC), quale strumento normativo e tecnico – operativo di disciplina delle attività e degli interventi su tutta la costa regionale, sino ad allora trattati essenzialmente mediante lo strumento dei POR per interventi in emergenza e locali. La Liguria ha in redazione Piano di tutela dell'ambiente marino costiero ispirato a principi della GIZC. La Basilicata ha in programma la redazione del Piano regionale delle aree costiere, anche con istituzione dell'osservatorio regionale della costa, e la Sicilia ha avviato le procedure per il Piano delle coste regionali.

Le restanti regioni hanno o in programma la redazione di piani specifici, o solo programmi di intervento di difesa della costa e Piani Operativi Regionali (POR), che si limitano a definire un elenco di opere di difesa da realizzare su brevi tratti di costa.

L'attuale quadro della pianificazione costiera in Italia non è, infatti, ancora espressione della prospettiva più ampia introdotta dall'*Integrated Coastal Zone Management*.

*Valutazione in continuo dello stato di attuazione della strategia nazionale.*

*Pianificazione regionale per la gestione delle coste: 10 regioni dispongono di strumenti estesi all'intero territorio costiero.*



*Le previsioni dello stato del mare in prossimità della costa sono determinanti per la sicurezza e la pianificazione delle attività in mare e sulla costa.*

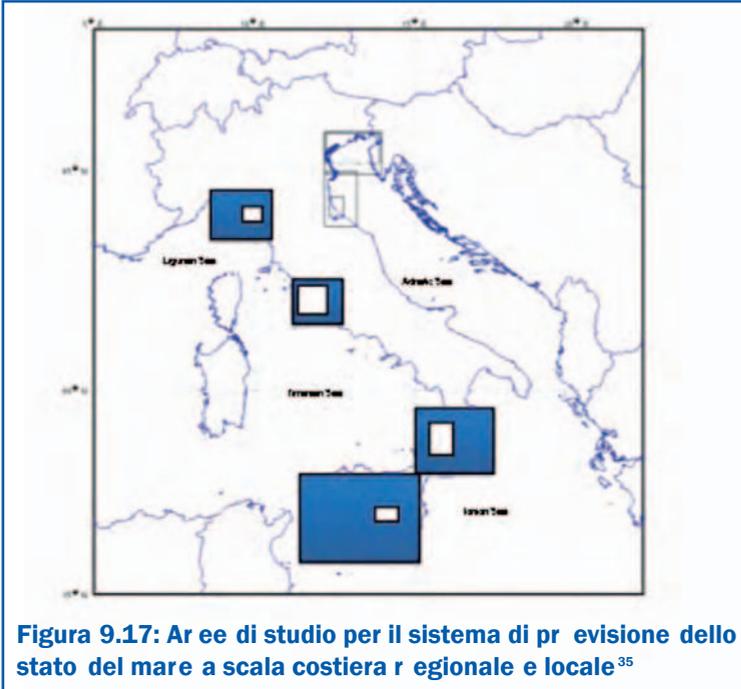
### **Azioni di tutela, studi e monitoraggi dell'ambiente marino-costiero**

Le previsioni dello stato del mare in prossimità della costa sono fondamentali per la sicurezza e la pianificazione delle attività che si svolgono in mare aperto e vicino alla costa (per esempio pesca, trasporto di beni e passeggeri, attività di estrazione presso le piattaforme *offshore*). La corretta simulazione degli eventi è di estrema utilità anche ai fini della valutazione nel lungo periodo dei fenomeni di tipo erosivo e alla progettazione delle opere di difesa dei litorali. Dette previsioni consentono, sia pure con margini di incertezza variabili e dipendenti dalle previsioni meteorologiche, di poter stabilire quali sono le cause e i meccanismi delle mareggiate, prevedere i danni attesi e i limiti temporali e spaziali degli eventi.

Da oltre 10 anni l'ISPRA si occupa di previsioni dello stato del mar Mediterraneo con un modello marino ad alta risoluzione, integrato al Sistema Idro-Meteo-Mare (SIMM), e lavora nel campo della determinazione e previsione del rischio marino-costiero di tipo naturale e antropico, mediante modelli numerici, analisi statistiche, analisi di dati da satellite e da misure *in situ*, ai fini della salvaguardia ambientale e della protezione delle coste in relazione a eventi meteo-marini. In questo contesto è stato condotto uno studio volto all'implementazione di un sistema di modellistica numerica per la previsione dello stato del mare a scala costiera regionale e locale. Obiettivo generale del lavoro è di estendere il sistema di previsione del SIMM alla previsione delle onde nelle aree costiere in situazione di morfologia complessa. La scelta delle aree di interesse (Figura 9.17), su cui effettuare le simulazioni costiere, è ricaduta su aree maggiormente soggette a mareggiate intense e caratterizzate da condizioni di batimetria complessa.



*Aree in cui è stata simulata la propagazione delle onde. In blu le aree in cui è stato usato il modello a scala mediterranea; in bianco le sottoaree per il modello a scala regionale e locale.*

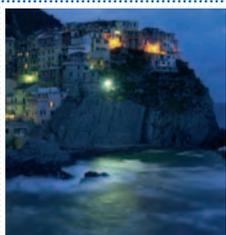


**Figura 9.17: Aree di studio per il sistema di previsione dello stato del mare a scala costiera regionale e locale<sup>35</sup>**

Il sistema costiero di previsione consiste nel simulare la propagazione delle onde sul Mediterraneo con un modello a grande scala, successivamente sono inseriti i modelli a scala regionale e, infine, quelli a scala locale costiera. La simulazione per il Mediterraneo e a scala regionale ha previsto l'utilizzo della versione parallela del *WAVE Model (WAM)*, mentre per le previsioni a scala costiera locale è stata impiegata, invece, la versione parallela del *Simulating WAVes Nearshore (SWAN)*, che è un "wave action model" di terza generazione, spettrale in frequenza e direzione, concepito per lo studio specifico della propagazione delle onde originate dal vento in acque basse.

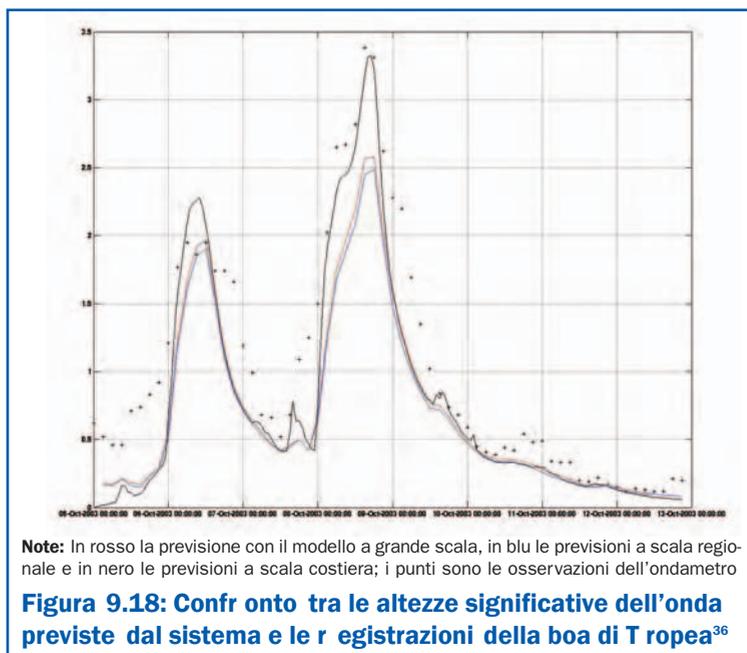
In Figura 9.18 è illustrato un esempio: il confronto tra le altezze significative delle onde previste dal sistema e quelle registrate

<sup>35</sup> Fonte: ISPRA



*L'impiego di modelli di simulazione della propagazione del moto ondoso a scala regionale e locale consente di ottenere migliori previsioni.*

dalla boa di Tropea (Calabria). Si può osservare che solo il modello a scala costiera è in grado di simulare efficacemente i processi di propagazione su bassi fondali, i risultati dei modelli a scala regionale e globale, infatti, sottostimano largamente i picchi delle mareggiate nel caso in esame. Le previsioni a scala regionale e globale, invece, sono buone in mare aperto. In generale, il sistema costiero ha prodotto delle previsioni altamente correlate con i dati registrati dalle boe disponibili negli oltre 60 casi analizzati, sebbene fornendo risultati migliori in alcune aree rispetto ad altre.



**Note:** In rosso la previsione con il modello a grande scala, in blu le previsioni a scala regionale e in nero le previsioni a scala costiera; i punti sono le osservazioni dell'ondametro

**Figura 9.18: Confronto tra le altezze significative dell'onda previste dal sistema e le registrazioni della boa di Tropea<sup>36</sup>**

Il sistema previsionale costiero, prima descritto, è utile per determinare e prevedere il rischio marino – costiero di tipo naturale, mentre per la parte legata a fattori di tipo antropico vengono utilizzati modelli numerici di circolazione e trasporto per la simulazione e l'analisi della dispersione di inquinanti in mare.

<sup>36</sup> Fonte: ISPRA

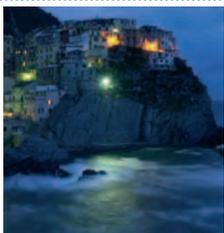


Tra le varie applicazioni è stato compiuto uno studio, presso la foce del Tevere, volto a confrontare i risultati delle simulazioni dei modelli numerici con le osservazioni sul mare provenienti da dati satellitari, al fine di valutare l'affidabilità delle simulazioni di dispersione di inquinanti associati alle piene fluviali in ambiente marino costiero.

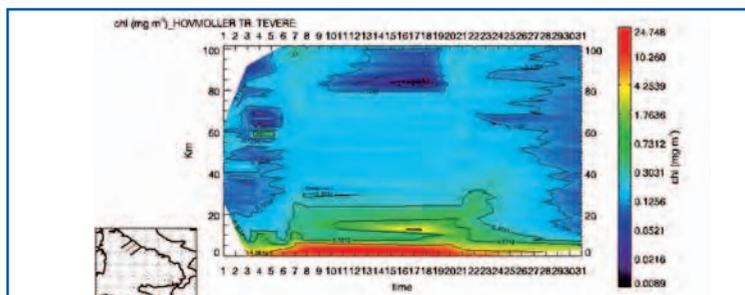
Il modello di dispersione utilizzato consente di simulare il tragitto verso il largo di particelle sintetiche, rilasciate in corrispondenza della foce del Tevere. Le particelle, rilasciate in numero variabile proporzionale alla portata giornaliera del fiume, sono trasportate dalle correnti e soggette a processi di diffusione turbolenta. Dall'analisi delle posizioni delle particelle nel tempo si ricava la concentrazione di traccianti che indica la dispersione di acque fluviali e dei possibili inquinanti presenti.

Al fine di valutare la qualità dei risultati del modello numerico sono stati utilizzati i dati di clorofilla superficiale e il coefficiente di attenuazione della luce in acqua K490 alla lunghezza d'onda di 490 nm (blu-verde) provenienti dal sensore di colore oceanico MODIS Aqua. Il K490, in particolare, fornisce un'informazione sulla torbidità dell'acqua e indica la presenza di materiale sospeso. La clorofilla, invece, indica la presenza di materiale di natura organica. Le variazioni spazio-temporali sia della clorofilla sia del K490 sono, dunque, utilizzate come traccianti delle acque di origine fluviale. Il confronto tra i dati telerilevati e i risultati del modello di dispersione è stato effettuato utilizzando il diagramma Hovmoller, che descrive l'evoluzione nel tempo lungo un transetto, rispettivamente, della clorofilla, del K490 e della concentrazione di particelle (Figura 9.19 a,b,c).

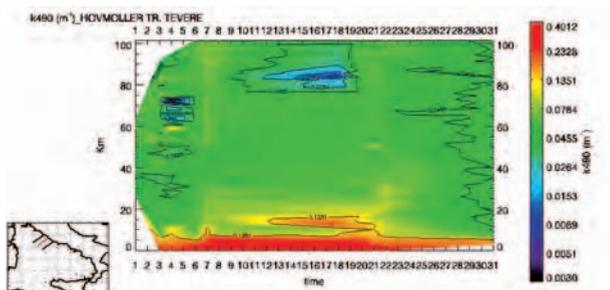
*Studio effettuato presso la foce del Tevere per valutare l'affidabilità delle simulazioni di dispersione degli inquinanti.*



La dispersione delle particelle simulata dal modello (c) è coerente con la concentrazione spazio-temporale della clorofilla (a) e del coefficiente K490 (b).



**Figura 9.19a:** Diagramma Hovmoller della clorofilla per il mese di dicembre 2008, nel riquadro a sinistra è individuato in rosso il transetto presso la foce del Tevere



**Figura 9.19b:** Diagramma Hovmoller del K490 per il mese di dicembre 2008, nel riquadro a sinistra è individuato in rosso il transetto presso la foce del Tevere



**Figura 9.19c:** Diagramma Hovmoller della dispersione delle particelle simulata dal modello per il mese di dicembre 2008<sup>37</sup>

<sup>37</sup> Fonte: ISPRA



Il diagramma di Hoemoller è stato ottenuto prendendo la variazione del parametro considerato in un mese lungo il transetto posizionato presso la foce del Tevere e ortogonale alla linea di costa (nel riquadro in Figura). Il periodo in esame, dicembre 2008, è stato caratterizzato da un significativo evento di piena avvenuto tra i giorni 12 e 17.

I diagrammi di Hovmoller hanno mostrato una sostanziale coerenza della distribuzione spazio-temporale tra i dati telerilevati e la dispersione delle particelle simulata. Obiettivo futuro sarà calibrare ulteriormente i modelli di circolazione e trasporto in mare al fine di poter prevedere, sempre con migliore approssimazione, la dispersione degli inquinanti in mare.

Erosione, perdita di resilienza costiera, inquinamento, fenomeni biologici, pressione antropica, tutto conduce a ritenere che sia ormai ineludibile ricorrere a forme di tutela delle aree costiere e ad azioni di intervento sulla fascia costiera che tengano conto della grande complessità e vulnerabilità di tale ambiente.

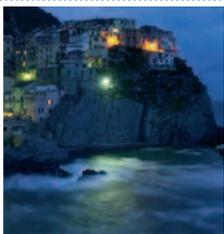
Per contenere il fenomeno di erosione delle spiagge e l'espansione delle aree a rischio inondazione si è fatto ricorso, negli anni, a interventi di protezione dei litorali realizzando prevalentemente opere di difesa rigide, che non hanno risolto il problema dell'erosione, soprattutto nel medio e lungo termine, e in molti casi hanno contribuito al processo di artificializzazione e di degradazione degli *habitat* marino - costieri.

Solo nell'ultimo decennio si è optato per interventi di ripristino dei litorali mediante ripascimenti artificiali.

Il dragaggio di sabbie relitte a fini di ripascimento (anche se si tratta di sedimenti di buona qualità) può, tuttavia, indurre effetti non trascurabili sull'ambiente marino. I principali sono quelli legati sia alla variazione e natura delle caratteristiche del fondo, con possibili e localizzate ripercussioni sulle attività di pesca (ad esempio la rottura delle reti da pesca), sia all'immissione nella colonna d'acqua di sedimento fine. Quest'ultima avviene, principalmente, durante la fase di carico delle draghe per effetto dello scarico dell'acqua in eccesso aspirata insieme al sedimento (*overflow*). La dispersione della nuvola di torbida così generata può, infatti, danneggiare *habitat* sensibili eventualmente presenti in

*Sono necessarie forme di tutela e azioni di intervento che tengano conto della vulnerabilità e complessità delle aree costiere.*

*Ripascimento per il ripristino dei litorali in erosione.*



*Protocollo per il monitoraggio degli effetti sugli ambienti marini delle operazioni di dragaggio delle sabbie relitte ai fini del ripascimento.*

*Il protocollo, proposto da ISPRA, prevede la realizzazione di uno studio di monitoraggio ambientale specifico, articolato in tre fasi: ante operam, in corso d'opera e post operam.*

*Tutela e ripristino dei cordoni dunali.*

prossimità delle aree interessate, come ad esempio le praterie di *Posidonia oceanica*, la biocenosi del Coralligeno ecc.

Sulla base delle considerazioni sopra esposte diventa quindi importante disporre di conoscenze dettagliate e aggiornate dell'ambiente in cui si trovano i depositi, per poter prevedere e valutare sia gli effetti della movimentazione sia la scelta di eventuali opportune misure di mitigazione degli impatti.

L'ISPRA, sin dal 1999, inizialmente in collaborazione con la regione Lazio e l'ARPA Emilia-Romagna, ha condotto una serie di studi ambientali che hanno portato alla messa a punto di un protocollo di monitoraggio ambientale specifico per tali attività<sup>38</sup>.

Il protocollo proposto<sup>39</sup> prevede la realizzazione, nelle aree interessate dalla movimentazione (area di dragaggio, di trasporto e di ripascimento), di uno studio di monitoraggio ambientale specifico, articolato in tre fasi temporali: *ante operam* o monitoraggio di base, in corso d'opera e *post operam*. Nelle tre fasi sono previste indagini relative ai principali comparti ambientali: popolamento bentonico e popolamento ittico demersale, caratteristiche chimiche e granulometriche dei sedimenti del fondo, caratteristiche fisico-chimiche e dinamiche della colonna d'acqua e particolato sospeso. Lo studio, oltre a definire la compatibilità ambientale al dragaggio (ovvero valutare la fattibilità ambientale della movimentazione), permette di valutare tempi e modi di recupero dell'ambiente marino. In particolare, le indagini *ante operam* nel sito di dragaggio, oltre a fornire i dati ambientali per il monitoraggio di base, permettono di ottenere le informazioni necessarie per l'avvio dell'istruttoria di autorizzazione al dragaggio.

In ambito europeo, il tema del dragaggio di sabbie relitte e/o sabbie del largo a fini di ripascimento è stato trattato sotto diversi aspetti (ingegneristico-progettuale, ambientale ed economico) in alcuni progetti europei<sup>40</sup>.

Per quanto riguarda le dune costiere, ancorché queste costituiscano un ambiente seriamente minacciato e inserito nella lista

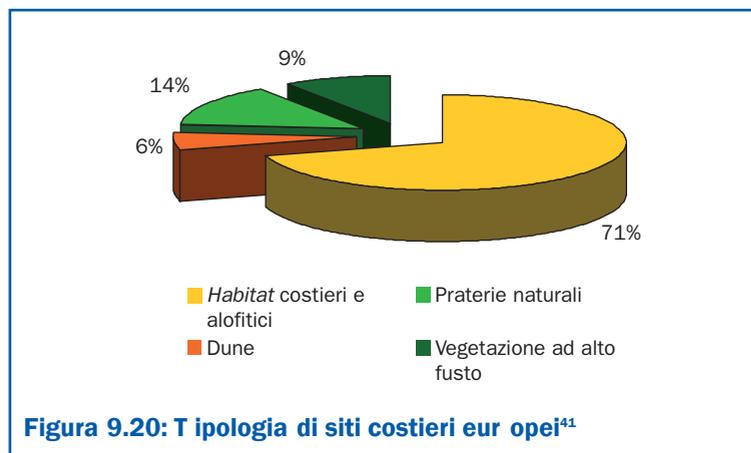
<sup>38</sup> [www.beachmed.it](http://www.beachmed.it)

<sup>39</sup> Quaderno ICRAM n. 5 "Aspetti ambientali del dragaggio di sabbie relitte a fini di ripascimento: proposta di un protocollo di monitoraggio"

<sup>40</sup> [www.bechmed.eu](http://www.bechmed.eu)



degli *habitat* meritevoli di tutela elencati nella Direttiva 92/43/CEE (Direttiva *Habitat*), è tuttavia estremamente difficile ottenere informazioni aggiornate relative alla superficie coperta da questi ambienti in Europa. Dai dati pubblicati nel rapporto dell'EEA (2006) (Figura 9.20), emerge come gli ambienti dunali protetti dalla direttiva rappresentano il 6% dei siti costieri inseriti nella Rete Natura 2000, per una superficie pari a circa 250 km<sup>2</sup>.



*Gli ambienti dunali, protetti dalla Direttiva Habitat, rappresentano il 6% dei siti costieri inseriti nella Rete Natura 2000.*

Numerosi sono gli studi e gli interventi di tutela e ripristino delle dune costiere effettuati sul territorio nazionale, finanziati sia dalle amministrazioni locali e nazionali, sia grazie ai fondi comunitari. Altrettanto numerosi sono i progetti europei aventi come obiettivo, principale o secondario, la gestione e lo studio delle dune costiere. Si cita a titolo di esempio il progetto POSIDuNE, finanziato nell'ambito dell'INTERREG IIIC Beachmed-e<sup>42</sup>, che ha visto la realizzazione di interventi in Toscana.

Con la pubblicazione del Decreto del Ministero della salute del 30 marzo 2010 (G.U. n.119 del 24 maggio 2010) vengono integrate le

*Nuove misure di gestione e monitoraggio della qualità delle acque di balneazione.*

<sup>41</sup> Fonte: EEA, *The changing faces of Europe's coastal areas*, 2006

<sup>42</sup> <http://www.beachmed.it/Beachmede/SousProjets/POSIDUNE/tabid/99/Default.aspx>



*Il D.Lgs. 116/2008 prevede il monitoraggio mensile delle acque di balneazione e l'analisi di tipo microbiologico per rilevare la contaminazione fecale. Prevede, inoltre, valutazioni sulle potenziali fonti di inquinamento.*

*Gestione delle biomasse spiaggiate (fanerogame marine, alghe).*

norme tecniche del Decreto legislativo 30 maggio 2008, n. 116 che recepisce la Direttiva 2006/07/CE, relativa alla gestione della qualità delle acque di balneazione. Il cambiamento normativo ha determinato importanti modifiche nella valutazione e controllo delle acque di balneazione, con l'obiettivo principale di proteggere la salute umana dai rischi derivanti dalla scarsa qualità delle acque, attraverso una strategia di prevenzione e miglioramento ambientale.

Con il nuovo decreto il monitoraggio da quindicinale diventa mensile e sui campioni sono eseguite soltanto analisi di tipo microbiologico per la rilevazione di indicatori di contaminazione fecale (Enterococchi intestinali ed *Escherichia coli*). I valori relativi al 90° e 95° percentile per i due parametri, calcolati sui dati di monitoraggio degli ultimi tre/quattro anni, consentono di classificare le acque di balneazione secondo quattro livelli di qualità (eccellente, buono, sufficiente, scarso). Il punto di campionamento viene collocato dove ci si aspetta il maggior rischio per la salute o dove è previsto il maggior afflusso di bagnanti. Oltre al controllo degli indicatori di contaminazione fecale mediante il campionamento, devono essere eseguite una serie di valutazioni sulle potenziali fonti di inquinamento che tengano conto di diversi fattori, quali la morfologia e le caratteristiche idro-geologiche del territorio e le specifiche condizioni meteo-marine dell'area. Per tale motivo ogni acqua di balneazione dovrà avere un profilo che contenga, oltre ai dati identificativi dell'acqua stessa, la descrizione del territorio in cui essa è collocata e, soprattutto, informazioni circa gli impatti che potrebbero influire sulla qualità dell'acqua. Tali profili saranno predisposti per la prima volta entro il 24 marzo 2011.

Il profilo rappresenta un utile strumento per i gestori delle acque di balneazione, in quanto permette di identificare le possibili fonti di inquinamento che potrebbero influenzarne la qualità. Poiché il cittadino dovrà essere informato sullo stato qualitativo delle acque di balneazione, sarà predisposta una versione sintetica del profilo in cui riportare anche informazioni pratiche sulla presenza di servizi e strutture delle spiagge.

Per la gestione delle spiagge, le amministrazioni locali interessate dalla problematica degli accumuli di *Posidonia* spiaggiate, ad oggi, hanno adottato per lo più soluzioni operative temporanee e di emergenza, ricorrendo anche a onerosi interventi di raccolta e smaltimento in discarica. In genere, la rimozione delle biomasse



spiaggiate viene effettuata prima dell'estate con mezzi meccanici che asportano, oltre ai detriti, grandi quantità di sabbia senza tenere conto della natura del litorale su cui si interviene. Ciò significa innescare/accelerare l'erosione e compromettere l'integrità dell'*habitat* costiero costringendo, poi, le stesse amministrazioni locali a interventi costosi di protezione della costa e di ripascimento della spiaggia.

In mancanza di regole e modelli condivisi, la gestione del materiale spiaggiato non è di semplice esercizio. La normativa vigente, difatti, non è sempre di facile interpretazione a riguardo: manca un riferimento specifico a questi materiali come rifiuto e, inoltre, solo di recente le fanerogame marine, come la *Posidonia* spiaggiata, possono essere utilizzate nella produzione di *compost* (DM 22 gennaio 2009 del Ministero delle politiche agricole, alimentari e forestali). Alla luce delle considerazioni sopra esposte, il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, anche a seguito delle richieste di chiarimenti da parte dei comuni costieri, nella Circolare n. 8123/2006 ha fornito tre possibili tipi di intervento gestionale "*legati di volta in volta alla specificità dei luoghi e delle situazioni sociali ed economiche*": 1) mantenimento in loco delle *banquettes*; 2) spostamento degli accumuli; 3) rimozione permanente e trasferimento in discarica.

In ambito nazionale l'ISPRA, nel 2006, ha attivato un gruppo di lavoro, con la partecipazione di tecnici delle ARPA costiere e della provincia di Livorno, per la raccolta di informazioni tramite questionari su: presenza/assenza delle *banquettes* sui litorali, quantità di biomassa spiaggiata, modalità gestionali, procedure di rimozione e quantitativi rimossi, eventuale recupero della sabbia interpolata negli accumuli. I risultati, pubblicati da ISPRA<sup>43</sup>, rappresentano il primo fondamentale passo verso la conoscenza e l'approfondimento della gestione delle *banquettes* e, nello stesso tempo, una base per la definizione di una normativa che permetta di rispondere alle problematiche con le quali annualmente si confrontano le diverse amministrazioni locali.

<sup>43</sup> ISPRA, 2010, *Formazione e gestione delle banquettes di Posidonia oceanica sugli arenili*, Manuali e Linee guida 55/2010



Nel 2010 si è concluso il programma di ricerca sulla tossicità delle microalghe.

L'*Ostreopsis ovata* "mediterranea" identificata è di origine tropicale.

È stata rilevata la presenza di *O. ovata* sui fondali marini, in colonna d'acqua e anche in organismi marini.

Nel 2010 si è concluso il Programma di ricerca ISPRA "*Ostreopsis ovata* e *Ostreopsis spp.*: nuovi rischi di tossicità microalgale nei mari italiani", che ha coinvolto numerose Università ed Enti di ricerca nazionali. Il programma, primo grande progetto nazionale su questa problematica, è stato finanziato dal MATTM per approfondire le conoscenze sul genere *Ostreopsis* in relazione, soprattutto, alla sua pericolosità per gli ecosistemi marini italiani e per la salute umana. Gli obiettivi principali sono stati: studiare le dinamiche delle fioriture, in particolare degli effetti delle condizioni ambientali sulla produzione di biotossine ed esopolisaccaridi; migliorare e standardizzare le strategie di campionamento; definire le caratteristiche tassonomiche, genetiche ed eco-fisiologiche delle specie presenti nei mari italiani; effettuare una caratterizzazione chimica delle biotossine prodotte da queste microalghe mettendo a punto nuovi metodi analitici e, infine, studiare l'eventuale trasferimento delle biotossine nella rete trofica.

Le indagini hanno consentito di appurare che geneticamente esiste un'*Ostreopsis ovata* "mediterranea", con genotipo uniforme rispetto a quella atlantica sia orientale (Canarie) sia occidentale (Brasile, dove tra l'altro sono state registrate le stesse sintomatologie sull'uomo che si verificano in Italia), ben distinta dalla specie presente in acque tropicali da cui inizialmente si ipotizzava potesse provenire. Di conseguenza, la specie identificata è sicuramente di origine tropicale. Nell'ambito del progetto sono stati messi a punto e validati sensibili strumenti molecolari d'identificazione tassonomica che consentono di rilevare basse concentrazioni cellulari e cisti anche in campioni d'aerosol marino, avvalorando la modalità di trasferimento della tossina all'uomo per via aerea. Sono stati confrontati due metodi speditivi di campionamento con metodi classici ottenendo buone correlazioni, potranno essere, quindi, utilizzati per campionamenti veloci su ampie aree nei periodi critici.

Pur essendo la palitossina uno dei composti di origine marina tra i più tossici, i rischi maggiori per la salute umana sembrano derivare principalmente dall'esposizione all'aerosol marino lungo i litorali rocciosi dove è in atto una fioritura. La concentrazione maggiore di tossine nell'acqua si registra alla fine delle fioriture,



per questo è importante monitorare la concentrazione microalgale sul fondo e sulle macroalghe.

È stato altresì appurato, con esperimenti in laboratorio, che ricci e mitili accumulano la microalga durante le fioriture, ed esposizioni prolungate possono determinare danni agli organismi bentonici fino a condurli alla morte.

La tossicità di mitili e ricci comporta dei rischi per la salute umana. Da notare che, spesso, i mitili e i ricci risultati tossici non mostravano segni di sofferenza, quindi paradossalmente sembra che la pericolosità per l'uomo possa derivare maggiormente dal consumo di organismi prelevati in zone dove l'*Ostreopsis* non è presente in concentrazioni molto elevate. Infatti, se la concentrazione è bassa, i mitili e i ricci consumano la microalga diventando tossici, ma, in caso di fioriture, la microalga prende il sopravvento, provocando la moria di tutti gli organismi bentonici.

I risultati del progetto hanno fornito informazioni utili a favorire una pianificazione mirata delle attività di controllo e la definizione di efficaci interventi di emergenza, evidenziando altresì la necessità di approfondire ulteriormente alcune tematiche, come ad esempio il trasferimento delle biotossine nella rete trofica con i rischi connessi per la salute umana.

Nell'ambito del programma suddetto è stato avviato, inoltre, con ARPA Toscana e ARPA Calabria uno "Studio sulla presenza di biotossine algali nell'aerosol marino".

L'attività di ricerca ha essenzialmente due finalità: mettere a punto una metodica di campionamento per il bioaerosol marino (es. scelta del campionatore più idoneo, durata del campionamento, posizionamento, frequenza, ecc.) da poter utilizzare a livello nazionale nelle attività di controllo a tutela dell'ambiente; valutare l'eventuale biotossicità dell'aerosol marino attraverso la ricerca delle cellule (intere o frammenti) di *Ostreopsis ovata*, o sue tossine, mediante l'impiego delle metodiche analitiche tradizionali e molecolari.

Le indagini sono state condotte nel periodo estivo e tardo estivo<sup>44</sup>, in aree a intensa criticità (aree *hot spot*) storicamente interes-

*La tossicità dei mitili e dei ricci comporta rischi per la salute umana.*

*Progetto aerosol: prelievi, determinazione della tossina algale e sperimentazione di campionatori.*

<sup>44</sup> Nei mesi invernali e tardo primaverili le cellule non si rinvergono in acqua, poiché non vi sono le condizioni ottimali di temperatura e luce, e possono trovarsi in forma quiescente, non mobile (cisti) nei sedimenti



*Gli studi condotti da ARPA Calabria hanno permesso di documentare la tossicità, a livello polmonare, della palitossina somministrata via aerosol.*

*I risultati ottenuti da ARPA Toscana hanno evidenziato che, durante il periodo critico, il materiale genetico dell'alga può essere rinvenuto nell'aerosol marino.*

sate da consistenti fioriture della microalga in questione, in cui sono stati talvolta segnalati casi di intossicazione umana e danni a organismi marini.

L'ARPA Calabria ha realizzato la ricerca in un'area *hot spot* a nord di Bari, prevedendo due distinte fasi: campionamento del bioaerosol marino e successive analisi quali-quantitative delle biotossine algali eventualmente presenti. A corredo sono stati acquisiti anche una serie di parametri meteo-marini e condotti studi *in vivo* su animali da laboratorio, allo scopo di verificare la tossicità della palitossina somministrata per via inalatoria.

Il campionamento del bioaerosol è stato effettuato mediante due tipi di dispositivi di captazione: un sistema in vetro borosilicato con capacità di adsorbimento su liquido (BioSampler) e un campionatore per microinquinanti Air FlowPUF, entrambi associati a un campionatore portatile (AIRCUBE COM2). I sistemi utilizzati sono risultati idonei per il campionamento del bioaerosol marino.

L'unica biotossina determinata è stata la *yessotossina-like*, che non viene però prodotta da *O. ovata*. Gli studi *in vivo* hanno permesso di documentare, in maniera inequivocabile, la tossicità a livello polmonare della palitossina somministrata via aerosol.

L'ARPA Toscana ha condotto le indagini lungo il litorale apuano che negli anni passati ha mostrato le maggiori criticità (*hot spot*). Tale zona è caratterizzata da scogliere parallele e perpendicolari alla costa che determinano una compartimentazione in specchi d'acqua con un debole ricambio idrico, un fattore importante per lo sviluppo della microalga.

I prelievi sono stati effettuati sia in continuo sia utilizzando campionatori che raccolgono aerosol marino in mezzi liquidi (SAS PCR per determinare presenza e concentrazione biotossine algali e AIRCUBE COM2 per indagini biomolecolari). Il materiale raccolto è stato opportunamente sottoposto ad analisi microscopica, chimica, biomolecolare per la ricerca di cellule algali o frammenti cellulari, tossine (palitossina e/o ovatossina) e materiale genetico della microalga.

La positività dei risultati all'*O. ovata*, ottenuti con AIR CUBE, ha evidenziato che durante il periodo critico, quando nella colonna d'acqua sono presenti concentrazioni algali superiori al limite previsto dalle linee guida ministeriali (10.000 cell/l), il materiale



genetico dell'alga può essere rivenuto nell'aerosol marino. Ciò avvalorata la tesi che anche prodotti tossici elaborati dall'alga possano essere veicolati dall'aerosol marino.

Nonostante i risultati ottenuti da entrambi i progetti, non è ancora possibile proporre un'unica metodologia per il campionamento del bioaerosol marino. Sarebbe opportuno, pertanto, proseguire la sperimentazione con i campionatori che hanno dato risultati incoraggianti, affinandone la metodologia, e valutando anche altre tipologie di campionatori per arrivare così a una metodica efficace atta a determinare la presenza della microalga e delle tossine nell'aerosol.

