

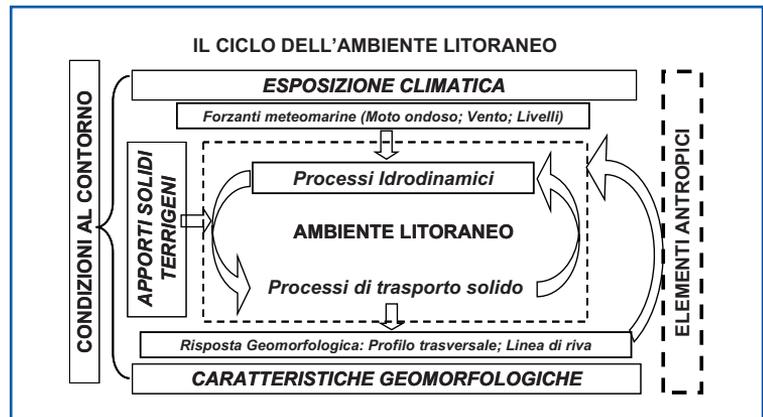


**AMBITO COSTIERO**



## 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. L'estrazione di inerti dagli alvei dei fiumi, la messa in sicurezza degli argini e dei versanti montani riducono il flusso di sedimenti alle foci fluviali, destinato alla naturale distribuzione lungo i litorali. Gli insediamenti urbani e produttivi costieri, le infrastrutture viarie terrestri e marittime, incluse le opere di difesa, invadono gli spazi marino - costieri e la loro presenza interagisce con la naturale evoluzione.



## La situazione

Tutti gli stati costieri europei sono affetti in qualche modo da fenomeni erosivi dei litorali (Tabella 9.1). Circa 20.000 km di coste (il 20% delle coste europee) hanno subito seri impatti. La maggioranza delle zone interessate (15.000 km) è oggetto di fenomeni erosivi in atto, in parte dovuti alla realizzazione di opere di difesa (2.900 km). In più altri 4.700 km sono stati stabilizzati artificialmente (Tabella 9.2).

Europa soggetta a fenomeni erosivi.



*Situazione europea della costa.*

**Tabella 9.1: Tipologia di coste per nazione<sup>1</sup>**

Nazione	Lunghezza totale della linea riva	Costa rocciosa non erodibile	Costa rocciosa erodibile	Spiaggia	Costa fangosa	Costa artificiale	Altro**
	km	%					
Belgio	98	0	0	66	0	34	0
Cipro*	66	9	0	67	0	20	4
Danimarca	4.605	1	8	65	13	12	1
Estonia	2.548	0	6	90	4	1	0
Finlandia	14.018	57	0	38	4	1	0
Francia	8.245	25	15	31	13	15	1
Germania	3.524	0	5	64	13	18	0
Grecia	13.780	39	11	47	0	4	0
Irlanda	4.578	56	1	39	1	3	1
<b>Italia</b>	<b>7.468</b>	<b>15</b>	<b>28</b>	<b>50</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>0</b>
Latvia	534	0	0	95	2	3	1
Lituania	263	0	3	65	19	12	0
Malta	173	78	10	5	0	7	1
Polonia	634	0	0	83	14	3	0
Portogallo	1.187	29	22	44	0	5	1
Slovenia	46	0	53	30	0	18	0
Spagna	6.584	18	43	28	2	10	0
Svezia	13.537	56	0	38	5	1	0
Olanda	1276	0	0	35	4	60	1
Regno Unito	17.381	42	18	25	9	5	1
Altri (Bulgaria, Romania)	350	-	-	-	-	-	-
<b>TOTALE</b>	<b>100.925</b>	<b>34</b>	<b>11,7</b>	<b>40,7</b>	<b>5,3</b>	<b>6,4</b>	<b>0,5</b>
* riportato solo il 20%							
** altre stime (linee virtuali)							

<sup>1</sup> Fonte: *Eurosion Project*, 2004 (Traduzione ISPRA)



15.000 km di costa sono soggetti a fenomeni erosivi in atto.

**Tabella 9.2: Estensione dell'erosione costiera per nazione<sup>2</sup>**

Nazione	Lunghezza totale della linea riva	Linea di riva in erosione (2001)	Linea di riva protetta artificialmente (2001)	Linea di riva in erosione adiacente a tratti protetti (2001)	Linea di riva totale soggetta a erosione costiera
	km				
Belgio	98	25	46	18	53
Cipro	66	25	0	0	25
Danimarca	4.605	607	201	92	716
Estonia	2.548	51	9	0	60
Finlandia	14.018	5	7	0	12
Francia	8.245	2.055	1.360	612	2.803
Germania	3.524	452	772	147	1.077
Grecia	13.780	3.945	579	156	4.368
Irlanda	4.578	912	349	273	988
<b>Italia</b>	<b>7.468</b>	<b>1.704</b>	<b>1.083</b>	<b>438</b>	<b>2.349</b>
Latvia	534	175	30	4	201
Lituania	263	64	0	0	64
Malta	173	7	0	0	7
Polonia	634	349	138	134	353
Portogallo	1.187	338	72	61	349
Slovenia	46	14	38	14	38
Spagna	6.584	757	214	147	824
Svezia	13.567	327	85	80	332
Olanda	1.276	134	146	50	230
Regno Unito	17.381	3.009	2.373	677	4.705
Altri (Bulgaria, Romania)	350	156	44	22	178
<b>TOTALE</b>	<b>100.925</b>	<b>15.111</b>	<b>7.546</b>	<b>2.925</b>	<b>19.732</b>

Superficie perduta o compromessa è stimata in 15 km<sup>2</sup>/anno.

La superficie perduta o seriamente compromessa dall'erosione è stimata in 15 km<sup>2</sup>/anno. Tra il 1999 e il 2002, dai 250 ai 300 edifici sono stati abbandonati a causa di rischio imminente dovuto all'erosione costiera e altri 3.000 hanno visto il loro valore di mercato decrescere almeno del 10%. Queste perdite sono peraltro insignificanti se comparate al rischio di alluvione costiera dovuto alla distruzione delle dune e al collasso delle difese contro l'azione del mare.

<sup>2</sup> Fonte: *EuroSION Project*, 2004 (Traduzione ISPRA)



*Nel 2001, 70 milioni di abitanti vivono nelle comunità costiere.*

Questo problema coinvolge diverse migliaia di km<sup>2</sup> e milioni di persone. Negli ultimi 50 anni la popolazione che vive nelle comunità costiere europee è più che raddoppiata, raggiungendo i 70 milioni di abitanti nel 2001, e il valore totale delle attività economiche localizzate entro 500 m dalla linea di riva si è moltiplicato fino ad arrivare a 500-1.000 miliardi di euro. Considerate le previsioni in termini di cambiamento climatico, il rischio di erosione e allagamento per le aree urbane, turistiche e industriali, i territori agricoli, le aree ricreative e gli *habitat* naturali cresce ogni anno.

La difficoltà di conciliare la sicurezza della popolazione e delle attività imprenditoriali con i benefici offerti dai processi costieri naturali, ha visto negli ultimi 15 anni un incremento sostanziale degli investimenti nel campo della difesa costiera.

La lunghezza dei nuovi tratti di costa ingegnerizzati è cresciuta di più di 900 km e il 63% delle coste in erosione, dopo gli anni '90, è localizzato entro 30 km da uno di questi settori di litorale irrigiditi artificialmente.

I costi delle azioni di difesa sono in crescita. Nel 2001 i fondi pubblici, dedicati alla protezione costiera contro il rischio di erosione e allagamento, hanno raggiunto il valore di 3.200 milioni di euro, mentre recenti studi per UN IPCC stimano che il costo dell'erosione costiera raggiungerà in media 5.400 milioni di euro/anno entro il 2020.

L'erosione costiera si presenta con tre differenti tipi di impatti:

- perdita di territorio con un certo valore economico;
- distruzione di difese naturali dal mare (sistemi dunali) come risultato anche di un singolo evento che provoca l'allagamento del retroterra;
- messa in crisi dei sistemi di difesa artificiali che può potenzialmente generare l'allagamento del retroterra.

Il processo di erosione e accrescimento delle aree costiere è sempre esistito e ha contribuito nella storia a configurare i panorami, creando una grande varietà di morfologie.

L'erosione dei territori interni provocata dalla pioggia e le frane lungo i corsi d'acqua hanno generato in molte aree un ammontare considerevole di sedimenti utili alla dinamica costiera. Questi sedimenti, insieme con quelli derivati dalle strutture morfologiche

*Si stima che il costo dell'erosione costiera raggiungerà in media 5.400 milioni di euro/anno entro il 2020.*

*Tre diversi tipi di impatti.*



*Cambiamenti climatici influenzano il progredire dell'erosione costiera e l'aumento del rischio di inondazione.*

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

costiere (falesie e banchi sedimentari marini), rendono disponibile materiale indispensabile per la formazione delle spiagge e dune sabbiose. Peraltro questi *habitat* generano un gran numero di benefici quali: la possibilità di installare attività economiche e ricreative, di proteggere dalle alluvioni le aree depresse, di assorbire l'energia delle onde durante le tempeste, di ridurre l'eutrofizzazione delle acque costiere, di aumentare la biodiversità. Una significativa influenza sul progredire del fenomeno dell'erosione costiera e sull'evoluzione dei livelli di rischio di inondazione marina dei territori costieri è da attribuirsi al cambiamento climatico.

La costa italiana ha una lunghezza di 8.353 km, di cui 4.863 km di litorali bassi sabbiosi o deltizi (Tabelle 9.3 e 9.4). Dal punto di vista fisico, quest'ultima rappresenta il territorio più vulnerabile all'azione del mare e soggetto a intense dinamiche geomorfologiche. In Italia, infatti, 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.

**Tabella 9.3: Distribuzione della costa italiana per tipologia<sup>3</sup>**

Tipologia della costa	km	%
Naturale	7.687	92
Artificiale	314	3,80
Fittizia	352	4,20
<b>TOTALE</b>	<b>8.353</b>	<b>100</b>

**Tabella 9.4: Distribuzione della costa naturale per tipologia<sup>4</sup>**

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

<sup>3</sup> Fonte: ISPRA

<sup>4</sup> Fonte: ISPRA



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

Le aree costiere basse, proprio per la loro agevole accessibilità, sono quelle maggiormente occupate da insediamenti abitativi, da rilevanti attività economico commerciali (anche di tipo turistico), da infrastrutture di trasporto terrestri e marittime. In Italia, infatti, oltre 300 km di coste sono occupati da strutture portuali commerciali e da diporto.

Dai dati ISTAT, gli abitanti che vivono stabilmente nei 642 comuni costieri sono 16,8 milioni, corrispondenti circa al 30% della popolazione nazionale. 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.

L'urbanizzazione della costa ha trasformato l'evoluzione dei litorali e ha fatto sì che l'erosione costiera da un fenomeno naturale sia diventata un vero e proprio problema, specie in corrispondenza di quei centri urbani in cui sono messe a rischio abitazioni, infrastrutture e attività economiche.

Le attività umane nelle zone costiere sono numerose (industria, turismo, pesca, acquacoltura, ecc.). I problemi subentrano quando queste attività tendono a svilupparsi insieme sulla stretta fascia del litorale ed entrano in conflitto tra loro e con gli interessi di tutela degli ambienti naturali e del paesaggio.

Da un'elaborazione dei dati di uso del suolo rilevati dal *Corine Land Cover* 2000, per un'area territoriale ampia 10 km a partire dalle coste verso l'entroterra (Figura 9.1) è emerso che il 58,7% del territorio è impiegato per colture agricole e il 6,6% è occupato da centri 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 ed è modellato anche con interventi sull'ambiente invasivi e irreversibili (Figura 9.2).

*Fortissimo processo antropizzazione del sistema costiero.*

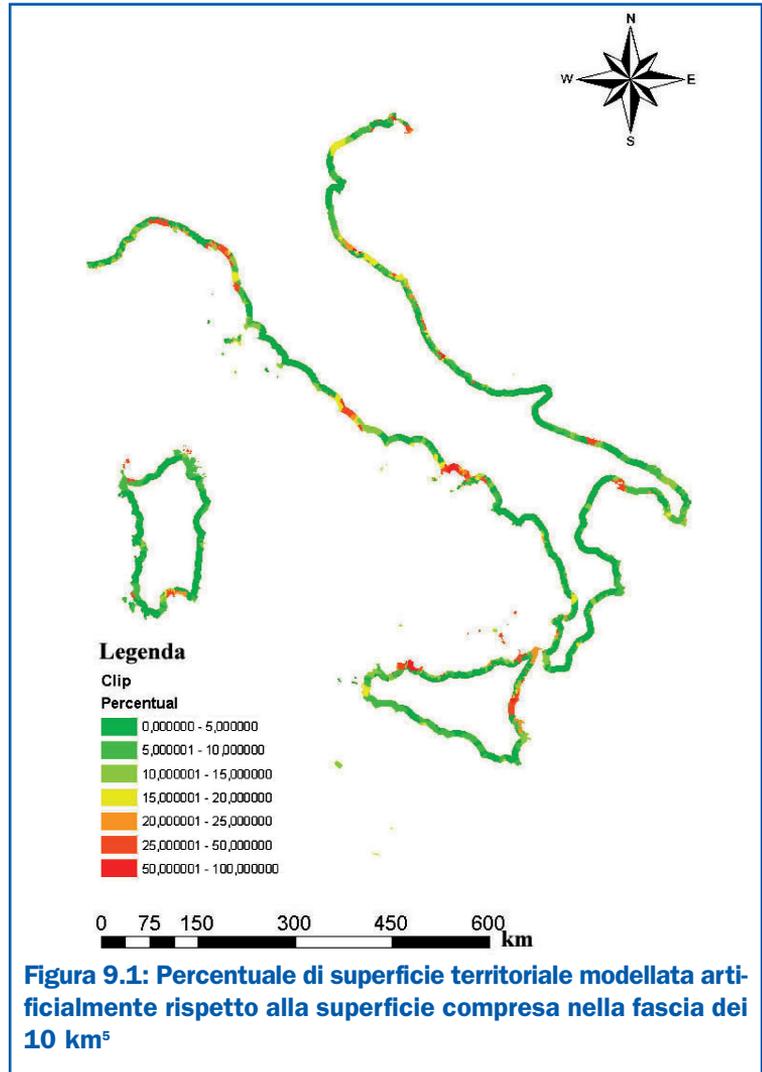
*In Italia, oltre 300 km di coste sono occupati da strutture portuali commerciali o da diporto.*

*Il 30% circa della popolazione nazionale vive nei 642 comuni costieri.*

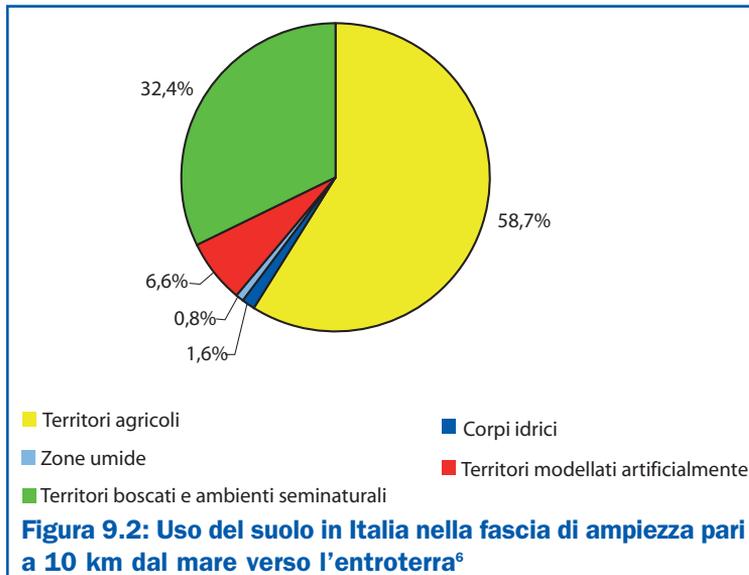
*Il 58,7% del territorio compreso nella fascia di 10 km dal mare è impiegato per colture agricole e il 6,6% è occupato da centri urbani, industrie e infrastrutture viarie, aeree e marittime.*



*Superficie modellata artificialmente rispetto alla superficie compresa nella fascia dei 10 km. Le zone in rosso sono quelle con territorio maggiormente occupato da strutture artificiali, concentrate in corrispondenza delle città costiere più importanti per numero di abitanti e per attività commerciali e industriali marittime.*



<sup>5</sup> Fonte: ISPRA



*Oltre il 65% del territorio compreso nella fascia di 10 km dal mare è utilizzato per attività antropiche e modellato con interventi sull'ambiente invasivi e irreversibili.*

La concentrazione delle attività in uno spazio ridotto influenza notevolmente la dinamica naturale delle zone costiere, specie per i litorali sabbiosi, per i quali le forti variazioni nel tempo dell'attività turistica e delle pressioni ambientali a essa associate costituiscono un'ulteriore complicazione. Già a partire dagli anni '50, infatti, il territorio costiero è inteso non solo come territorio destinato allo scambio delle merci, ad area portuale e in genere alle sole attività di commercio marittimo, ma anche come territorio abitabile, ricreativo e fruibile turisticamente, con la conseguenza di un'aggiuntiva occupazione di suolo per urbanizzazione e ulteriore irreversibile invasione dell'ambiente costiero.

Il rischio costiero era già noto dagli anni '70 come un grave problema nazionale e, con gli anni, l'erosione costiera è diventata un tema di grande rilevanza sociale ed economica per il nostro paese, e ne ha motivato, spesso, studi di valutazione e di quantificazione degli effetti.

*Già negli anni '70, il rischio costiero rappresentava un grave problema nazionale.*

<sup>6</sup> Fonte: ISPRA



Secondo lo studio della “Commissione De Marchi”, a partire dagli anni '50 i processi erosivi hanno interessato le foci dei fiumi principali e vasti tratti di costa.

L'Atlante delle spiagge italiane (1985-1997) conferma il perdurare dell'erosione alle foci dei fiumi e un aggravarsi dei fenomeni erosivi litoranei.

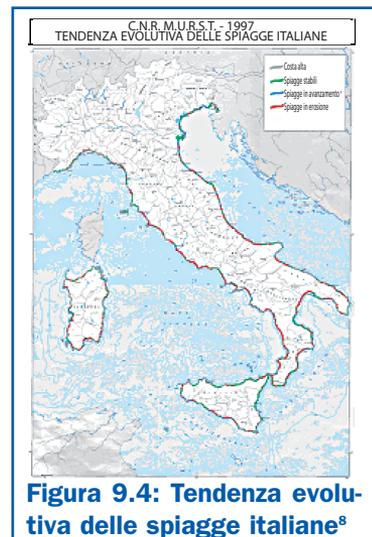
Studi condotti in periodi differenti mostrano il permanere del fenomeno erosivo e il suo aggravarsi nel tempo.

Nell'ambito dei lavori della Commissione Interministeriale per lo Studio della Sistemazione Idraulica e della Difesa del Suolo, nota come “Commissione De Marchi”, è stata analizzata la situazione nazionale (1968-1969) in relazione al fenomeno dell'erosione (Figura 9.3) ed è risultato che, già a partire dagli anni '50, i processi erosivi hanno interessato tutte le foci dei principali fiumi d'Italia e vasti tratti della fascia costiera.

Studi successivi, condotti a scala nazionale nel periodo 1985-1997, rappresentati nel noto Atlante delle Spiagge Italiane (CNR, MURST, 1997) (Figura 9.4), hanno confermato il perdurare dell'erosione alle foci dei fiumi principali e il generale aggravamento dei fenomeni erosivi litoranei, con casi di attenuazione concentrati quasi esclusivamente in corrispondenza dei tratti di costa per cui erano stati programmati e realizzati interventi locali di difesa.



**Figura 9.3: Carta di sintesi dei tratti di litorali in erosione<sup>7</sup>**



**Figura 9.4: Tendenza evolutiva delle spiagge italiane<sup>8</sup>**

<sup>7</sup> Fonte: Commissione De Marchi

<sup>8</sup> Fonte: Atlante delle Spiagge Italiane, CNR-MURST, 1997



Con lo studio svolto, nel 2005, in ISPRA sono state determinate le caratteristiche geomorfologiche dei litorali italiani e valutata la variazione della linea di riva negli ultimi 40-50 anni, tracciando ed elaborando, con metodologia e base informativa uniformi a scala nazionale, l'assetto della linea di costa ricavata dalle ortofoto zenitali a colori del volo IT2000 con la linea di costa ricavata dai mosaici IGM 1:25.000.

Il risultato è che l'Italia rientra tra i paesi a più alto rischio di erosione costiera in Europa.

In Tabella 9.5 è riportata la sintesi dell'analisi delle variazioni dei litorali negli ultimi 50 anni estesa a tutte le coste dell'Italia, da cui emerge che il 30% dei litorali è soggetto a intensa evoluzione geomorfologia. Inoltre, per le sole coste basse è emerso (Tabella 9.6) che su circa 4.863 km di coste basse e deltizie 1.170 km sono decisamente in erosione, ossia il 24% dei litorali sabbiosi ha subito negli ultimi 50 anni arretramenti medi superiori ai 25 metri.

**Tabella 9.5: 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 9.6: 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

Dalla Tabella 9.7 si evince che 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. Rispetto alla lunghezza delle coste, la maggioranza di arenili in arretramento è riscontrabile nelle Marche (38,6%), seguita da Basilicata (38,1%), Molise (34,7%), Calabria (32%).

<sup>9</sup> Fonte: ISPRA

<sup>10</sup> Fonte: ISPRA

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

*Il 30% dei litorali è soggetto a intensa evoluzione geomorfologia.*

*Inoltre, il 24% dei litorali sabbiosi ha subito negli ultimi 50 anni arretramenti medi superiori ai 25 metri.*

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



**Tabella 9.7: Variazione lineare e superficiale delle coste italiane<sup>11</sup>**

Regione	Costa totale	Costa naturale		Analisi modifiche delle coste basse (variazione > +/- 25m)															
		Totale	Costa bassa		Lineare										Superficiale				
					Stabile		Non definita		Modificata										
		km	km	km	%	km	%	km	%	km	%	Totale		Erosione		Avanzam.		Erosione	Avanzam.
												km	%	km	%	km	%		
<b>ITALIA</b>	<b>8.353</b>	<b>7.687</b>	<b>4.863</b>	<b>63,3</b>	<b>2.387</b>	<b>49,1</b>	<b>248</b>	<b>5,1</b>	<b>2.227</b>	<b>45,8</b>	<b>1.170</b>	<b>24,1</b>	<b>1.058</b>	<b>21,7</b>	<b>54,2</b>	<b>49,1</b>			
Liguria	381	302	140	46,5	59	41,9	8	5,9	73	52,2	28	19,9	45	32,4	1,3	1,9			
Toscana	651	614	280	45,5	138	49,5	10	3,4	132	47,1	60	21,3	72	25,8	4,3	4,4			
Lazio	384	356	273	76,8	117	42,9	13	4,6	144	52,5	63	23,1	81	29,5	2,2	3,1			
Campania	509	450	224	49,8	116	51,9	6	2,7	102	45,5	55	24,7	47	20,8	2,4	1,6			
Basilicata	65	64	40	62,3	7	16,3	0	0	34	83,7	15	38,1	18	45,6	1,4	1,4			
Calabria	737	691	636	92,1	252	39,7	4	0,6	380	59,7	208	32,7	172	27	8,7	6,7			
Puglia	965	893	689	77,1	431	62,6	33	4,8	225	32,6	127	18,5	98	14,2	3,6	2,9			
Molise	37	33	33	100	10	30,8	0	0	23	69,2	12	34,7	12	34,5	1,2	0,5			
Abruzzo	129	115	113	98,3	42	36,9	0	0,1	71	63,1	32	28,3	39	34,8	1,7	1,4			
Marche	177	156	140	89,7	39	28,3	9	6,4	91	65,3	54	38,6	37	26,7	3,1	1,2			
Emilia Romagna	181	162	162	100	11	6,5	58	35,5	94	57,9	41	25,3	53	32,6	4,7	5,0			
Veneto	218	166	166	100	13	7,8	56	33,8	97	58,3	35	21	62	37,3	2,5	4,5			
Friuli Venezia Giulia	120	74	74	100	29	40,1	1	1,2	43	58,7	20	26,6	24	32,1	0,8	2,9			
Sardegna	2.180	2.106	785	37,3	580	74	29	3,7	175	22,3	107	13,6	68	8,7	2,8	4,6			
Sicilia	1.619	1.505	1.108	73,7	542	48,9	22	2	544	49,1	313	28,3	231	20,8	13,5	7,0			

In Italia, negli ultimi 50 anni, 54 km<sup>2</sup> sono stati soggetti a erosione significativa.

Se secondo le rilevazioni di *Eurosion* (progetto della Direzione Generale Ambiente della Commissione Europea) nell'intera Europa ogni anno si perdono circa 15 km<sup>2</sup> di spiagge; solo in Italia, negli ultimi 50 anni ben 54 km<sup>2</sup> sono stati soggetti a erosione significativa, e il bilancio complessivo tra le aree in arretramento e in avanzamento è comunque negativo, con una perdita definitiva di territorio costiero di circa 5 km<sup>2</sup>. Interi arenili sono scomparsi, o sono fortemente arretrati, con una perdita di valore del territorio sia dal punto di vista ambientale sia economico; numerosi sono i casi in cui l'arretramento della linea di riva ha messo in crisi anche la sicurezza di strade e ferrovie, specie in caso di mareggiate.

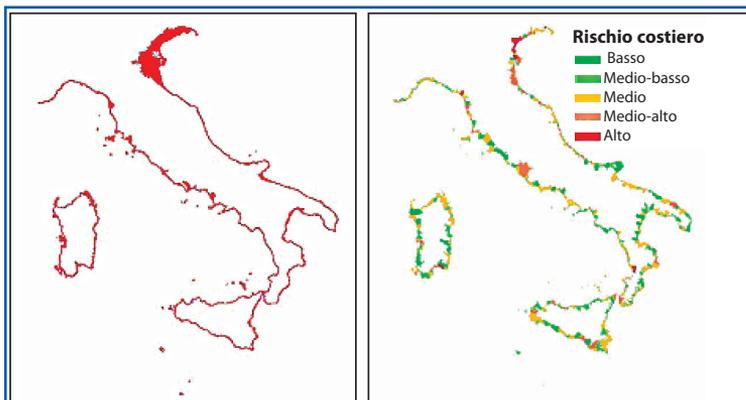
Tenendo conto del *trend* evolutivo dei litorali italiani e della concentrazione di attività e di insediamenti urbani lungo la costa, si valuta che l'area potenzialmente a rischio inondazione (RICE - *Radium*

<sup>11</sup> Fonte: ISPRA



of Influence of Coastal Erosion<sup>12</sup>) (Figura 9.5), limitatamente ai comuni costieri, occupi 954.379 ha, pari al 3,17% dell'intera superficie nazionale, e interessa 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.

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



**Figura 9.5: Area di RICE in Italia e mappa del rischio costiero, articolato per comune<sup>13</sup>**

*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.*

L'erosione è in crescita ed è destinata ad aggravarsi. Negli anni l'espansione delle aree a rischio inondazione ha incentivato il ricorso a interventi di contenimento del fenomeno mediante realizzazione di opere di protezione dei litorali. Interventi di difesa realizzati con opere rigide non hanno risolto il problema dell'erosione, soprattutto nel medio e lungo termine, e in molti casi hanno contribuito al

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

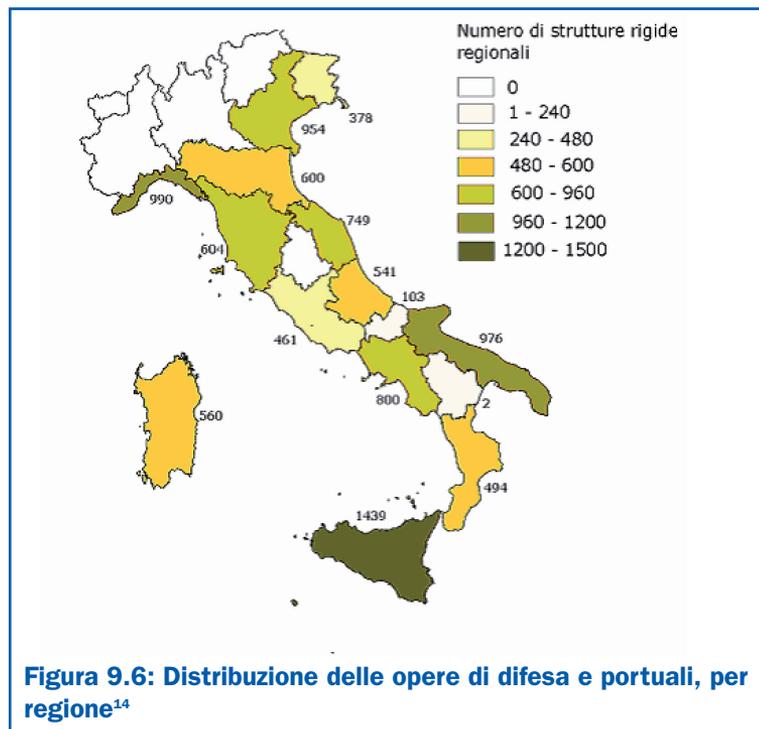
<sup>12</sup> L'area di RICE è definita come il luogo geometrico dei punti che soddisfano almeno una delle seguenti due condizioni: distanza dalla costa non superiore a 500 metri; quota non superiore ai 5\* metri slm. (\*) Per tenere conto degli errori connessi con la definizione del DTM (Modello digitale 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

<sup>13</sup> Fonte: ISPRA



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 con sabbie di cave terrestri e marine, morbidi o protetti con opere rigide. Nella Figura 9.6 si riporta la distribuzione delle opere di difesa e portuali su tutto il territorio nazionale.

*Distribuzione delle opere di difesa e portuali su tutto il territorio nazionale. La Sicilia, caratterizzata da costa bassa per circa tre quarti del litorale totale, ha realizzato un numero di opere di difesa tre volte superiore alla Sardegna. La Sardegna, invece, è per due terzi caratterizzata da coste alte e rocciose e ciò fa sì che il numero di opere di difesa realizzate sia inferiore a quello delle regioni adriatiche.*



Le caratteristiche geomorfologiche dei litorali, l'esposizione a fenomeni meteomarinari e all'intensità delle mareggiate, sono gli elementi che hanno influenzato la scelta del tipo di interventi e le risorse impegnate.

<sup>14</sup> Fonte: ISPRA



Le regioni adriatiche, dal Molise all'Emilia Romagna, caratterizzate essenzialmente da litorali sabbiosi, presentano un'intensa concentrazione di opere rigide distaccate dalla riva, del tipo a scogliera sia emersa sia sommersa, e la fascia costiera del nord Adriatico è difesa essenzialmente da pennelli e da opere radenti o miste.

Le coste tirreniche sono difese da scogliere e da opere miste: queste ultime sono opere marittime di difesa che combinano più tipologie di strutture di protezione od opere che dopo l'iniziale progettazione, in seguito a interventi di completamento e prolungamento, allo stato attuale hanno una conformazione non classificabile.

La distribuzione delle opere realizzate per le due isole maggiori, Sicilia e Sardegna, è l'esempio più evidente della diretta relazione esistente tra la natura geomorfologica delle coste e l'impegno di risorse economiche e amministrative richiesto per contenere i fenomeni di erosione dei litorali. La Sicilia, caratterizzata da costa bassa per circa tre quarti del litorale totale, ha realizzato un numero di opere di difesa tre volte superiore alla Sardegna. La Sardegna, invece, è per due terzi caratterizzata da coste alte e rocciose e ciò fa sì che il numero di opere di difesa realizzate sia inferiore a quello delle regioni adriatiche.

Su tutti i tratti delle coste italiane, purtroppo, la pianificazione ed esecuzione degli interventi di protezione è avvenuta per lo più senza tener conto delle dinamiche delle unità fisiografiche costiere di appartenenza, ma piuttosto considerando i soli limiti amministrativi di competenza dell'ente esecutore. Questo approccio e l'urgenza di esecuzione spesso non hanno favorito l'esito; interventi con opere di protezione limitati a un breve tratto di riva in erosione possono infatti aggravare i fenomeni erosivi in atto o addirittura innescarne di nuovi sulle rive adiacenti non protette.

## Le cause

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

- della riduzione di apporto solido fluviale alle spiagge prelevato in alveo o intrappolato dalle opere di stabilizzazione dei versanti, di regimazione fluviale e nelle opere di sbarramento (a dominanza antropica più che naturale);

*Regioni adriatiche, caratterizzate da litorali sabbiosi, presentano alta concentrazione di opere rigide distaccate dalla riva.*

*Le coste tirreniche sono difese da scogliere e da opere miste.*

*La Sicilia, caratterizzata per tre quarti da costa bassa, ha realizzato un numero di opere di difesa tre volte superiore alla Sardegna.*

*I fenomeni erosivi nel nostro Paese sono in costante aumento.*



- delle mareggiate concomitanti con eventi alluvionali, che comportano fenomeni parossistici di erosione nelle zone di foce;
- dell'aumento relativo del livello del mare e degli effetti concomitanti di abbassamento del suolo per subsidenza naturale e antropica.

La notevole ampiezza in epoca storica dei litorali italiani è riconducibile alla deforestazione connessa all'intensificazione delle attività commerciali e agricole operata prima dai popoli italici e poi dai romani. Tale attività ha 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, ha 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, hanno contribuito a creare vaste aree depresse e inondabili, oggi sotto il livello del mare.

I fenomeni dell'erosione costiera e delle inondazioni generate dalle variazioni del livello medio del mare e dalle mareggiate estreme hanno un effetto enorme 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. È evidente, per la gestione delle coste, la necessità di informazioni adeguate su l'intensità delle mareggiate, l'altezza delle onde, il livello del mare, il trasporto solido litoraneo e fluviale.

## Le risposte

### **Normativa**

Negli ultimi decenni, dopo la crescente occupazione del territorio costiero, dei diffusi fenomeni di abusivismo e dei carenti criteri di gestione del territorio e delle aree marino - costiere, è aumentata la

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



consapevolezza di una migliore gestione delle zone. Nel tempo ciò ha determinato l'adozione di normative specifiche a livello europeo, strategie nazionali, piani di assetto regionali, studi, inventari e ricerche. Ad oggi, infatti, esistono numerose misure legislative e strumenti la cui applicazione contribuisce alla protezione dell'ambiente litoraneo. In Italia le principali norme che regolano le aree costiere sono:

- Il Codice della navigazione marittima che norma le azioni sui beni del demanio marittimo.
- La 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.
- La 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.
- Il 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.

Le regioni, avvalendosi delle funzioni attribuite dal D.Lgs. 112/98, hanno promulgato leggi regionali per l'elaborazione di piani di intervento per la difesa della fascia costiera e alcune (Liguria, Emilia Romagna, Marche) hanno anche adottato programmi di gestione integrata delle coste, in attuazione alla Raccomandazione del Parlamento Europeo del 30/05/02.

Le attività di pianificazione e di gestione dell'ambiente costiero risultano ancora deboli ed estremamente frammentate tra le diverse competenze afferenti a un considerevole numero di soggetti.

*Le principali norme.*

*Promulgazione delle leggi regionali per l'elaborazione di piani di intervento. Liguria, Emilia Romagna e Marche hanno adottato i programmi di gestione integrata delle coste.*



*Definizione di piani per la gestione delle zone costiere.*

*Sistematica attività di monitoraggio e analisi delle aree vulnerabili.*

*I problemi cruciali per la gestione delle coste.*

*Caratteristiche fisiche del mare si basano sulle misure fornite dalle boe ondametrichi.*

### **Conoscenza**

La valutazione del rischio costiero e, in generale, la gestione costiera, sono divenuti negli ultimi anni di fondamentale importanza nelle politiche ambientali e di protezione civile.

La definizione di piani per la gestione delle zone costiere non può che basarsi su una sistematica attività di monitoraggio e di analisi delle aree vulnerabili, al fine di individuare i provvedimenti più adeguati per la tutela delle aree più sensibili o soggette a più intenso sfruttamento.

La necessità di affrontare il problema a scala nazionale, regionale e locale ha spinto numerosi paesi europei, sulla base degli studi di settore promossi dalla DG Ambiente della Commissione Europea e da programmi INTERREG (EUROSION, SANDPIT, BEACHMED, MESSINA, CADSEALAND e BEACHMED-e), a costruire banche dati sempre più esaustive, comprendenti una quantità di variabili considerate indispensabili per una caratterizzazione ambientale finalizzata alla valutazione dei rischi associati all'area costiera.

La ricerca si trova ad affrontare problemi cruciali per la gestione delle coste tra cui:

- 1) la ricostruzione del clima nel Mediterraneo, incluse tendenze e variabilità a diverse scale temporali in cui l'interazione tra oceano e atmosfera e le correnti giocano un ruolo determinante. Su questi argomenti non ci sono conoscenze sufficientemente approfondite;
- 2) l'identificazione di cambiamenti climatici conseguenti all'aumento dei fattori antropici (emissioni di CO<sub>2</sub> e altri gas serra, aerosol, ecc.) e dei loro effetti sulle coste.

A tal fine è necessario osservare e documentare con continuità i caratteri fisici - geoambientali, l'entità e la dinamica della trasformazione del contesto costiero, lo stato di antropizzazione e i rischi a cui risulta esposto in conseguenza dei processi naturali o delle attività umane. Per quanto riguarda le caratteristiche fisiche del mare, in Italia le osservazioni delle onde marine, ad esempio, si basano sulle misure fornite da boe ondametrichi (Figura 9.7) e su misure satellitari. Entrambe non forniscono serie temporali sufficientemente lunghe e ben distribuite geograficamente per caratterizzare la variabilità e le tendenze della climatologia delle onde marine.



*Distribuzione delle boe ondametriche per la misura delle caratteristiche fisiche del mare.*



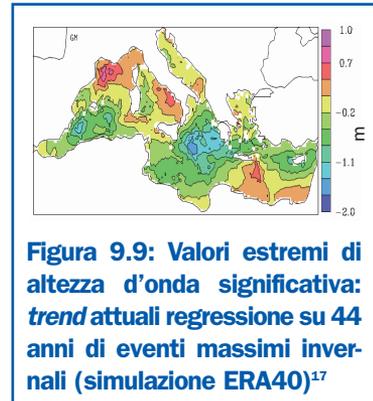
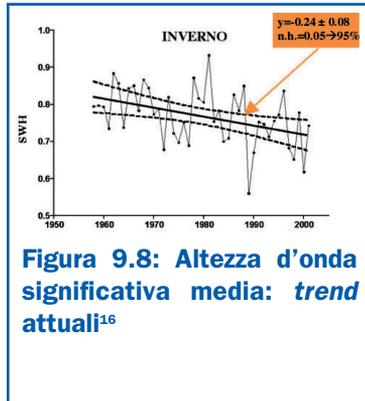
**Figura 9.7: Distribuzione delle boe ondametriche<sup>15</sup>**

Le misure fornite dalle boe ondametriche sono generalmente disponibili dalla seconda metà degli anni '80, mentre i dati satellitari sono disponibili a partire dalla prima metà degli anni '90. La conoscenza di quanto avvenuto in precedenza è basata su simulazioni con modelli che risentono dell'imprecisione dovuta alla variabile "vento". L'analisi dei dati disponibili mostra, durante la seconda metà del XX secolo, una diminuzione dell'intensità media delle mareggiate nei mesi invernali (Figura 9.8) e anche una riduzione degli eventi estremi, sia pure limitata a una fascia centrale del Mediterraneo che interessa l'Italia meridionale (Figura 9.9).

<sup>15</sup> Fonte: Rete ondametrica nazionale (ISPRA)



*Durante la seconda metà del XX secolo diminuisce l'intensità media delle mareggiate nei mesi invernali e si riducono gli eventi estremi.*



Riguardo ai dati relativi al livello medio del mare, la situazione si presenta meno problematica in quanto, sia pure in un numero limitato di località (Figura 9.10) che comunque corrispondono a situazioni meglio note per la loro criticità, sono disponibili serie temporali sufficientemente lunghe.

*Disponibilità di serie temporali sufficientemente lunghe per alcune località critiche.*



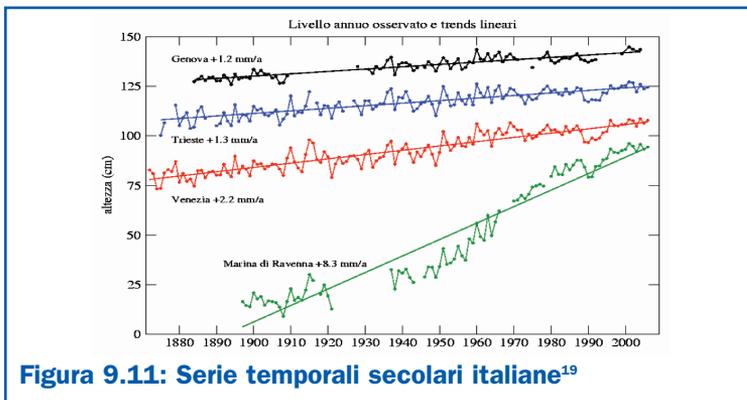
<sup>16</sup> Fonte: Lionello e Sanna, 2005

<sup>17</sup> Fonte: Lionello et al., 2006

<sup>18</sup> Fonte: ISPRA

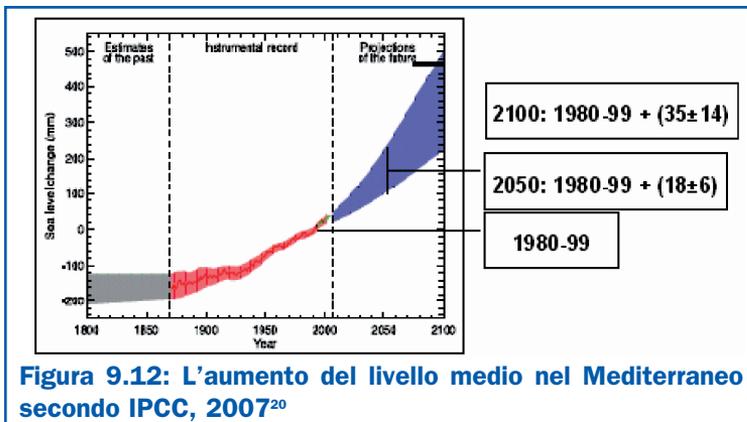


L'analisi della variabilità (Figura 9.11) del livello del mare di lungo periodo è osservabile solo a Genova e nell'Adriatico Settentrionale. In quest'ultimo, sia Marina di Ravenna sia Venezia evidenziano comportamenti sostanzialmente dominati dai fenomeni di subsidenza indotti dalle attività estrattive di gas naturale e acqua nelle pianure alluvionali costiere, mentre Trieste non è affetta da tali influenze indesiderate. Sia Genova sia Trieste presentano, nel periodo 1880-2000, una variazione tendenziale del livello marino di 1,2-1,3 mm/a, vicino alle attuali stime del valore globale.



**Figura 9.11: Serie temporali secolari italiane<sup>19</sup>**

*Nell'Adriatico settentrionale presenti fenomeni di subsidenza.*



**Figura 9.12: L'aumento del livello medio nel Mediterraneo secondo IPCC, 2007<sup>20</sup>**

*IPCC stima per il Mediterraneo un aumento del livello medio del mare, di circa 35 cm nei prossimi 100 anni.*

<sup>19</sup> Fonte: F. Raicich, WS CNCC 2007, Palermo

<sup>20</sup> Fonte: F. Raicich, WS CNCC 2007, Palermo



*Le osservazioni mareografiche consentono di interpretare gli andamenti passati del livello del mare ed estrapolarli al futuro, ma solo nell'ipotesi che le tendenze climatiche attuali siano stabili.*

Le osservazioni mareografiche inoltre, pur considerando gli attuali limiti di valutazione della variabilità residua della marea sulle scale interannuali e decadali, ci forniscono gli strumenti per l'analisi e l'interpretazione degli andamenti passati del livello del mare, e rendono, in linea di principio, possibile un'estrapolazione dei risultati su periodi comparabili con la lunghezza delle serie disponibili. Tuttavia, i risultati così ottenuti sono validi solamente nell'ipotesi che le tendenze attuali siano stabili, ipotesi non sostenibile in presenza di cambiamenti climatici, del cui effetto si può tenere conto solo con l'applicazione di appositi e adeguati modelli di simulazione, le cui prestazioni potranno, peraltro, essere diagnosticate solo attraverso confronti con i dati mareografici disponibili.

La pianificazione di un'adeguata gestione delle coste su scale multidecadali necessita di una drastica riduzione delle attuali incertezze, attraverso la produzione di una serie di simulazioni affidabili con modelli che, partendo da scala globale e attraverso quella regionale focalizzata sul Mediterraneo, ne riproducano le caratteristiche con un dettaglio sufficiente a calcolare in modo realistico la climatologia di onde e livello del mare in un intervallo sufficientemente ampio di forzanti e della loro variabilità spaziale e temporale. Ciò è cruciale per gli eventi estremi che influenzano sostanzialmente la valutazione dei rischi di erosione e allagamento nelle aree costiere, per i quali tener conto dei *trend* e variazioni significative è particolarmente problematico.

Se il trasporto solido fluviale potenziale dipende fortemente (a volte di ordini di grandezza) dalla gestione che la società fa del territorio (speculazione edilizia, deforestazione, opere idrauliche, pratiche nelle aree coltivate, ecc.), tuttavia dipende anche da come il cambiamento climatico impatta sulla distribuzione statistica della precipitazione, non solo in relazione alle quantità medie ma anche, e soprattutto, alle fluttuazioni, le cui variazioni possono essere altrettanto importanti, se non di più, in termini di potenziale erosivo della pioggia.

Per valutare, almeno qualitativamente, il cambiamento dell'erosività in varie aree dell'Italia dovuto ai cambiamenti climatici, e quindi gli effetti sull'equilibrio costiero, potrebbero essere utilizzate le simulazioni dei modelli di clima per il XX secolo e le proiezioni/scenari per il XXI secolo, dopo aver applicato le opportune tecniche di



*downscaling* spazio-temporale della precipitazione, concentrandosi ad esempio sulle variazioni di erosività potenziale.

Si tratta di un lavoro nuovo e di grande impatto, da cui si potrebbe ottenere una mappatura completa dell'Italia. La diagnostica della prestazione dei suddetti modelli richiede peraltro la riattivazione di un programma nazionale di misure di portata solida e liquida dei fiumi che fornisca serie temporali sufficientemente omogenee e di lungo periodo.

### **Azioni**

L'aumento dei fenomeni di erosione dei litorali e l'espansione delle aree a rischio inondazione hanno condotto nei passati decenni alla realizzazione in condizioni di emergenza di opere di protezione, che spesso non hanno risolto il problema nel medio e lungo termine e, in molti casi, hanno contribuito al degrado degli *habitat* marino - costieri. Nell'ultimo decennio si è optato per interventi di ripristino dei litorali mediante ripascimenti con sabbie di cave terrestri e marine, morbidi o protetti con opere rigide, tuttavia non è economicamente sostenibile l'opzione di riduzione della vulnerabilità per le aree costiere italiane con interventi di difesa indiscriminati su tutti gli oltre 4.800 km di coste basse sabbiose italiane. I costi per intervenire in tutta questa area, anche solo con opere di ripascimento morbido, sono stimabili tra 1,5 e 2,0 miliardi di euro, per una quantità di sedimenti di riporto necessari dell'ordine dei 150-200 milioni di metri cubi.

A fronte di quanto brevemente esposto è necessario provvedere all'elaborazione di un piano nazionale di individuazione delle aree potenzialmente a rischio. Piano che comprenda opzioni più efficienti di adattamento ai cambiamenti climatici per i vari contesti territoriali, incluso il principio di rinunciare alla guerra di posizione tra terra e mare e di optare per una modalità diversa di convivenza nelle aree costiere, in cui gli insediamenti abitativi e produttivi trovino un nuovo equilibrio con i valori e le dinamiche naturali.

Le risposte possibili ai fini della protezione della vita umana e delle proprietà, sono ricomprese generalmente in tre categorie:

- Ritiro (*Retreat*): non contempla alcuna azione per proteggere il territorio dal mare. La zona costiera è abbandonata e gli ecosistemi scompaiono o si trasferiscono. Questa scelta può essere

*Elaborazione di un piano nazionale per individuare le aree potenzialmente a rischio.*

*Le risposte.*

*Ritiro.*



motivata dall'eccessivo impatto economico o ambientale delle protezioni.



Protezione.

- Protezione (*Protection*): prevede la realizzazione di strutture di protezione permanenti come le scogliere o soluzioni più morbide come la ricostruzione di dune, l'introduzione di vegetazione con funzioni stabilizzanti, il ripascimento, al fine di consentire gli usi attuali del territorio.



Accomodamento.

- Accomodamento (*Accommodation*): implica che la popolazione continui a usare il territorio a rischio, ma non si attivi per prevenirne l'erosione o l'allagamento. Questa opzione considera l'erezione di protezioni di emergenza, l'elevazione di edifici, forme di riconversione dell'agricoltura o dell'allevamento ittico.



Soluzioni possibili per attuare le strategie.

Le soluzioni possibili per attuare tali strategie sono:

- L'abbandono di aree alla loro evoluzione naturale.
- La conservazione e/o ricostruzione di zone naturali di interfaccia "morbida" tra terra e mare, anche con interventi di recupero delle capacità naturali di trasporto solido costiero.



- La conservazione e/o ricostruzione delle dune costiere.
- La messa in atto di strategie di pianificazione territoriale per evitare ulteriori compromissioni in termini di vulnerabilità anche attraverso vincoli di pianificazione.
- La difesa della posizione relativa terra-mare con opere morbide (ripascimenti) piuttosto che rigide.
- L'aumento della resilienza morfologica della spiaggia emersa (dune) e sommersa (barre, ecc.).
- Interventi normativi volti a sovraordinare ai piani regolatori comunali (PRC) le indicazioni dei piani di gestione costiera, e all'introduzione della VAS nel processo di valutazione dei piani costieri. Il sistema di valutazione deve inoltre essere indipendente dal soggetto che elabora il piano.

Questo implica un'azione di pianificazione a livello regionale, se non a scala di versanti marini, che consideri non solo l'impatto degli interventi nell'immediato territorio limitrofo, ma anche la sua interazione con il sistema costiero, e ispirata al principio che "non vengano più finanziati interventi che inducano erosione". È inoltre necessaria una forma di coordinamento nazionale sul tema delle coste (ricerca, monitoraggio, metodologie, criteri di pianificazione, ecc.) in modo che chi opera a livello locale non sia isolato rispetto al contesto generale. Alla luce di quanto sopra diventa tanto più urgente l'implementazione della Raccomandazione della CE in materia di ICZM (*Recommendation of the European Parliament and of the council, concerning the implementation of Integrated Coastal Zone Management in Europe* del 30 maggio 2002), elaborando linee guida nazionali condivise con le amministrazioni e gli enti che hanno attualmente le competenze della pianificazione. Sono altrettanto urgenti interventi di definizione normativa del "Piano Coste", definendone la minima estensione in base a criteri di dinamica costiera e non amministrativi e prevedendo la sua sovra-ordinazione rispetto ai piani regolatori comunali e agli altri strumenti di pianificazione.

### **Iniziative regionali**

Su 15 regioni costiere, ve ne sono 9 che dispongono di strumenti estesi all'intero territorio regionale. Di queste, 6 regioni hanno uno specifico Piano di difesa delle coste e solo l'Emilia Romagna e le Marche hanno un piano di gestione integrata della fascia

*Azione di pianificazione regionale.*

*Implementazione della Raccomandazione della CE in materia di ICZM.*

*9 regioni dispongono di strumenti estesi all'intero territorio costiero.*



costiera approvato. Le altre regioni hanno per lo più 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 (Tabella 9.8, Figura 9.13).

La mancanza di linee e indirizzi generali di livello nazionale ha determinato la formazione di piani di natura normativa diversa (Piani stralcio come da L 183/89 e DL 180/98; Piani Paesaggistici, L 431/85, D.Lgs. 42/04), dando luogo pertanto a differenti modalità di pianificazione, coerenza e tutela delle aree coinvolte. Emerge comunque un progressivo recepimento dei principi della gestione integrata delle coste, secondo le indicazioni della Raccomandazione europea, e un'accelerazione nei processi di pianificazione.

**Tabella 9.8: Piani regionali per le coste<sup>21</sup>**

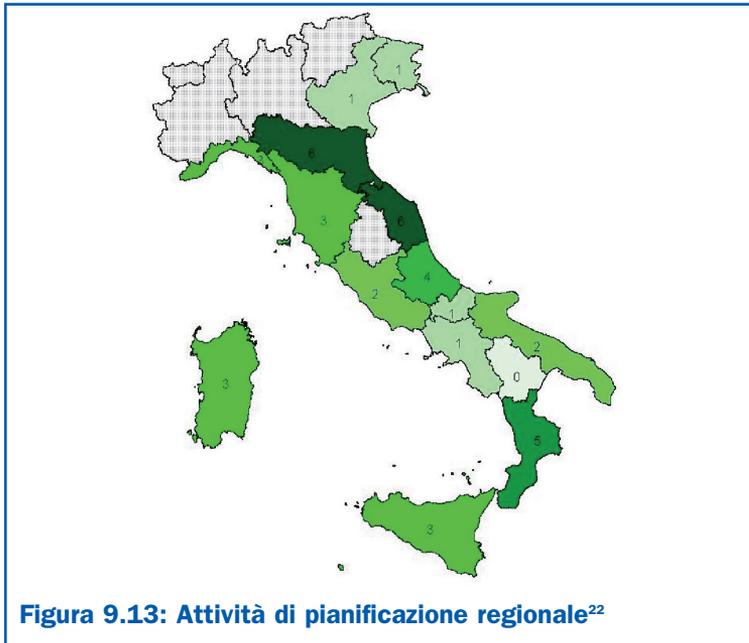
Regione	Piano regionale		Piano difesa coste periodo stato	Piano ICZM		Interventi di difesa POR
	Tipo			periodo	stato	
Liguria	si	Piano Territoriale di Coordinamento della Costa	si	2000 approvato		
Toscana	si	Piano ICZM per riassetto idrogeologico	si	2004 pubblicato	si	
Lazio					si sperimentale	si
Campania Basilicata	si	Piani Stralcio Erosione				
Calabria	si	Piano Stralcio Assesto Idrogeologico - Piano Gestione Integrata (=Piano di Difesa)	si	2005 approvato	si 2006 in redazione	si
Puglia			si	2006 in redazione		si
Molise						si
Abruzzo	si	Piano organico per il rischio aree vulnerabili	si	2003 approvato		si
Marche	si	Piano ICZM	si	2005 approvato	si 2004 approvato	si
Emilia Romagna	si	Piano ICZM	si	1983 approvato	si 2005 approvato	si
Veneto						si
Friuli Venezia Giulia						si
Sardegna	si	Piano Paesaggistico Regionale			si sperimentale	si
Sicilia	si	Piano Stralcio Assesto Idrogeologico	si	2004 in redazione		si
<b>Totale Piani</b>		<b>9</b>		<b>8</b>	<b>3</b>	<b>12</b>

<sup>21</sup> Fonte: Elaborazione ISPRA su dati delle regioni costiere



*Mapa dell'indicatore di attività di pianificazione regionale.*

*Il valore numerico è stato determinato attribuendo un peso ai piani esistenti (regionale, difesa coste, ICZM, POR) e raddoppiato se approvato.*



**Figura 9.13: Attività di pianificazione regionale<sup>22</sup>**

*Regione Liguria.* Il Piano Tecnico della Costa della Regione Liguria, primo esempio in Italia, si propone di garantire una maggiore stabilità dei litorali più colpiti dall'erosione attraverso un complesso di interventi organici basato su:

- sistemazione dei bacini idrografici e degli alvei dei fiumi con foce a mare per ripristinare un maggior apporto solido a mare, eliminare ogni prelievo di materiale dai corsi d'acqua, intervenire sui bacini imbriferi riattivando la loro funzione di apporto di materiale ai corsi d'acqua;
- progettazione e sistemazione delle opere di difesa e degli interventi di ripascimento secondo criteri omogenei per tratti unitari di litorale, considerando la qualità dei centri rivieraschi, le caratteristiche climatiche, le peculiarità naturalistiche e paesaggistiche;
- interventi sui porti turistici; recupero dei tratti costieri interessati da Posidonia.

*Regione Liguria*

<sup>22</sup> Fonte: Elaborazione ISPRA su dati delle regioni costiere



### *Regione Toscana*

Regione Toscana. La Regione Toscana, nel 2001, ha approvato la proposta di progetto di Piano Regionale di Gestione Integrata della Costa ai fini del Riassetto Idrogeologico con annesso programma di interventi prioritari di recupero e di riequilibrio del litorale e piano di investimenti regionali. Il progetto è riferito al contenuto della Raccomandazione europea del 30/05/2002, in merito al quale la Toscana ha per prima interpretato e tradotto i principi in termini operativi. Il progetto di piano prevede:

- lo studio e l'analisi della dinamica costiera e preservazione del suo equilibrio;
- lo sviluppo economico nel rispetto dei principi dello sviluppo sostenibile;
- la garanzia dell'equilibrio tra ambiente naturale e aree antropizzate;
- la valorizzazione dei sistemi naturali e la sicurezza degli abitati e delle infrastrutture;
- la ricostruzione dell'integrità degli ecosistemi costieri.

È stata poi impostata la formazione dei piani stralcio di settore per ogni piano di bacino regionale. L'Autorità di Bacino dell'Arno sta preparando il Piano della morfodinamica sedimentaria. Il principio generale che la regione ha cercato di adottare è legato alla definizione di una "fascia di tolleranza" della variazione della linea di costa, superata la quale si attivano interventi di ripascimento controllato.

### *Regione Lazio*

Regione Lazio. Il Programma regionale di Salvaguardia delle Coste della Regione Lazio pone l'attenzione su:

- dinamica costiera;
- sistemi di protezione delle coste adottati sulla costa laziale;
- risorse naturali;
- aspetti giuridici e competenze;
- programma delle attività progettuali per gli anni 2002/2003/2004.

La legge regionale 53/1998 ha introdotto interessanti innovazioni, propedeutiche al progetto di Piano della Costa, stabilendo che le opere di difesa delle coste abbiano per oggetto:

- protezione di abitati e di importanti infrastrutture costiere;
- contenimento di processi erosivi e ricostituzione delle spiagge anche attraverso ripascimenti artificiali;



- rinaturalizzazione della fascia costiera, tutela e ricostituzione della duna litorale.

Ha inoltre istituito l'Osservatorio Regionale dei Litorali per il monitoraggio della costa, con il compito di controllare la dinamica dei litorali e di realizzare il monitoraggio degli interventi.

Dal 1991 si è avviata una attività di ricerca di cave di sabbia marine. Su questo tema la regione ha promosso il progetto BEACHMED "Recupero ambientale e mantenimento dei litorali in erosione con l'utilizzo di depositi sabbiosi marini" e BEACHMED-e con l'obiettivo di sviluppare ulteriormente i temi già trattati dal progetto precedente.

Regione Campania. Le attività delle quattro Autorità di Bacino sono coordinate nell'ambito della Regione Campania per uno specifico progetto, allargato anche ai rilievi del settore marino sommerso (Progetto CARG). Il quadro rimane, però, molto frammentario nonostante il tentativo della regione di ricondurre a un'attività unitaria le iniziative delle Autorità di Bacino (AdB).

Il Piano stralcio dell'erosione costiera del tratto meridionale è ormai in fase di adozione (AdB Sinistra Sele).

Sul tratto centrale della costa campana è in corso uno studio preliminare sia per le spiagge sia per i crolli dei costoni (AdB Destra Sele). Il tratto settentrionale della costa (AdB Liri GV) è oggetto di studi e al momento è in corso la redazione del Piano Erosione.

Regione Calabria. È riconoscibile un progressivo recepimento dei principi ICZM. Infatti la regione, dopo aver trattato il problema dell'erosione costiera nell'ambito del Piano stralcio di Assetto Idrogeologico, adottando una prima metodologia di analisi del rischio, si appresta a redigere un piano di gestione integrata, considerando gli atti pregressi come uno degli elementi funzionali alla costruzione di un piano di concezione più ampia.

Regione Basilicata. La regione ha dato l'avvio a un complesso di studi finalizzati a mettere in relazione la pianificazione di bacino, specialmente per quanto riguarda i temi del trasporto solido fluviale, dell'estrazione degli inerti d'alveo e la gestione dei sedimenti degli invasi, con i processi di pianificazione costiera, preve-

*Regione Campania*

*Regione Calabria*

*Regione Basilicata*



## Regione Puglia

dendo per la salvaguardia della costa interventi di difesa e mantenimento, nonché azioni volte al ripristino della capacità di invaso delle dighe e alla riattivazione del trasporto solido a valle. Sono state individuate come attività conoscitive prioritarie le caratteristiche di erodibilità dei suoli nei bacini idrografici e del trasporto solido dei corsi d'acqua, le relative modificazioni indotte da fenomeni naturali e dall'utilizzo della risorsa idrica, l'interrimento degli invasi, le condizioni meteomarine cui sono sottoposti i diversi settori di spiaggia. Tali attività saranno condotte mediante l'attivazione di sistemi di monitoraggio del trasporto solido fluviale, dell'interrimento degli invasi, del moto ondoso e della dinamica evolutiva della linea di riva.

Regione Puglia. Nell'ambito del POR Puglia 2000 – 2006, la regione ha previsto azioni di monitoraggio per gli interventi di difesa costiera già realizzati e dell'evoluzione costiera.

La Giunta Regionale, nel luglio 2006, in attuazione della Legge Regionale 23 giugno 2006, n. 17 “Disciplina della tutela e dell'uso della costa”, ha avviato le azioni per disciplinare e pianificare l'uso della costa; deliberando che intende:

- “nel breve termine”, salvaguardare e tutelare l'ambiente, e consentire l'accessibilità e la fruibilità a tutti dei beni del demanio marittimo e del mare territoriale, semplificando l'azione amministrativa e integrando i diversi livelli della Pubblica Amministrazione;
- “nel medio termine”, redigere il Piano Regionale delle Coste (PRC), attribuendogli la valenza di strumento di disciplina delle attività e degli interventi sulla costa. Il PRC, infatti, deve indicare lo stato della costa pugliese, le strutture e infrastrutture esistenti, il grado di utilizzazione e di antropizzazione, i rischi geologici e idrologici, i fenomeni di instabilità e di criticità in genere. Il PRC deve essere, per altro, corredato da Norme Tecniche di Attuazione, per restituire le certezze, sinora mancate, nella gestione del territorio costiero, nei processi e nelle procedure per il rilascio delle concessioni delle aree demaniali marittime;
- “nel lungo termine”, costituire l'Osservatorio Regionale delle Coste, quale struttura permanente per il controllo e la gestione integrata del territorio costiero.



Regione Molise. La regione ha attivato con l'Università del Molise una convenzione per lo studio delle coste. L'Autorità di Bacino, competente per 31 km di coste, sta avviando la redazione del Piano per la gestione integrata delle coste.

*Regione Molise*

Regione Abruzzo. È stata tra le prime regioni italiane a riconoscere l'importanza della gestione integrata e sostenibile della fascia costiera, evidenziando la possibilità di promuovere e sostenere lo sviluppo di processi integrati di governo. Nel 1997 ha ottenuto dalla CE il cofinanziamento del Progetto RICAMA (*Rational for Integrated Coastal Area Management*), nell'ambito del programma LIFE. Il progetto RICAMA intende rispondere alle esigenze di impostare e impiegare nuovi strumenti metodologici e organizzativi per far fronte alla diffusa erosione della costa, aggravata da infrastrutture inadeguate e da un caotico sviluppo urbano. Successivamente è stato elaborato il Progetto SICORA (Supporto Informativo per la gestione della zona COstiera della Regione Abruzzo) orientato alla costituzione di un Sistema di Supporto alle Decisioni (DSS), costantemente operativo, e che consentirà l'avviamento e lo sviluppo dei processi di governo dell'area costiera, in modo che la Pubblica Amministrazione possa fornire risposte efficaci e sostenibili in poco tempo.

*Regione Abruzzo*

Inizialmente è stato operato un monitoraggio delle aree vulnerabili, seguito da uno studio di fattibilità degli interventi di difesa e di gestione della fascia litoranea su scala regionale. È stato quindi predisposto un piano organico per valutare il rischio delle aree vulnerabili. I livelli del rischio geomorfologico e socioeconomico forniscono le priorità di intervento, anche attraverso il coordinamento con le regioni limitrofe.

Regione Marche. Il Piano di Gestione Integrata delle Aree Costiere, approvato il 2/02/05, definisce gli obiettivi, le azioni e gli interventi di:

*Regione Marche*

- a) ripascimento e difesa del litorale dall'erosione marina;
- b) ottimizzazione delle opere marittime a difesa della linea ferroviaria, anche attraverso il riuso dei tratti di scogliera relitta;
- c) armonizzazione della fruizione pubblica con lo sviluppo turistico e ricreativo della zona costiera;



#### Regione Emilia Romagna

- d) tutela e valorizzazione dei tratti di costa emersa e sommersa aventi valore paesistico, naturalistico e ambientale;
  - e) monitoraggio delle dinamiche litoranee, delle acque e dell'ecosistema botanico;
  - f) coordinamento con le regioni limitrofe.
- Sono state inoltre individuate: le priorità degli interventi in funzione di macro indicatori economici e ambientali, il riordino delle opere marittime e l'influenza dei porti e dei moli.

Regione Emilia Romagna. Da parecchi anni affronta il problema della difesa costiera, analizzando le cause che hanno determinato i fenomeni di arretramento della linea di riva e di ingressione marina, emanando nuove leggi che li contrastano e applicando sistemi di difesa innovativi e conformi alla tutela dell'ambiente. I principali strumenti di conoscenza e di analisi sono stati:

- 1) Piano Regionale per la difesa della costa, redatto nel 1981 e approvato dalla regione nel 1983;
- 2) Progetto di piano per la difesa del mare e la riqualificazione ambientale del litorale, redatto nel 1996;
- 3) Documento sullo "Stato del Litorale romagnolo all'anno 2000" a cura dell'ARPA Emilia Romagna.

Ha avviato, inoltre, una prima elaborazione delle Linee Guida per un piano di Gestione Integrata della Zona Costiera (GIZC). Tale progetto prevede la costituzione di:

- banca dati della costa;
- evoluzione della linea di riva e cartografia morfodinamica;
- DTM della costa tramite LIDAR;
- catalogo delle infrastrutture;
- distribuzione granulometrica delle sabbie;
- modello digitale integrato del terreno;
- relazione tra subsidenza costiera e ingressione marina;
- analisi storica delle principali mareggiate;
- carte di pericolosità e rischio.

#### Regione Veneto

Regione Veneto. La LR 34/86 ha destinato alla costa consistenti somme per interventi e studi, in particolare sono stati studiati i processi evolutivi in tre macroaree (Piave - Tagliamento, Laguna -



delta del Po, Brenta - Adige) mentre, in area lagunare, sono stati fatti anche studi da parte del Magistrato alle Acque di Venezia.

Il Piano di tutela delle acque disciplina i prelievi nelle zone soggette a subsidenza per le quali sono stati realizzati gli argini di prima difesa sulla costa. In merito alla subsidenza e all'eustatismo esistono progetti finalizzati per l'Alto Adriatico del CNR/ISMAR. Relativamente ai problemi di subsidenza legati ai prelievi di gas dal sottosuolo, sono stati condotti studi specifici dall'AGIP.

Regione Friuli Venezia Giulia. Con la LR n. 16 del 3/07/2002, la regione esercita le funzioni di difesa della costa attraverso i servizi regionali competenti in materia di idraulica e navigazione, supportata dall'ARPA Friuli Venezia Giulia. Non esistono piani, né programmi specifici.

*Regione Friuli Venezia Giulia*

Regione Sardegna. Il problema dell'erosione costiera è stato inserito nel programma regionale per la lotta alla desertificazione. La Sardegna ha partecipato attivamente alla realizzazione del progetto EUROSION per il Sistema Informativo dell'Erosione Costiera con l'Università di Cagliari, con un buon livello di studi e di delimitazione dei rischi.

*Regione Sardegna*

Regione Sicilia. Tra gli anni '70 e '80 a seguito della forte urbanizzazione della fascia costiera, si sono verificati importanti fenomeni erosivi diffusi lungo tutto il litorale. L'unica azione opposta a tale fenomeno è stata la realizzazione di barriere emerse e pennelli, che hanno protetto l'area immediatamente retrostante e spostato il fenomeno erosivo sottoflutto.

*Regione Sicilia*

Un nuovo approccio in materia di programmazione della difesa delle coste si è avuto a partire dal 2000, sia con l'applicazione della legislazione sulla Valutazione di Impatto Ambientale, sia con la misura di "Tutela integrata delle aree costiere" in ambito POR Sicilia 2000-2006, contenente la priorità delle aree da proteggere e le tipologie progettuali da adottare.

La Regione Sicilia sta predisponendo un Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) mirato alla tutela delle coste e che si basa solo su ventuno ambiti territoriali minimi (unità fisiografiche).



### ***Iniziative Europee***

Progetti strategici di adattamento ai cambiamenti climatici per le aree costiere sono stati elaborati in Gran Bretagna, Francia, Spagna, Belgio, Olanda.

In alcuni di questi paesi, progetti e programmi nazionali sulla valutazione dello stato delle coste sono stati lanciati fin dal 1980, prima di tutto per rendere disponibile una conoscenza di base per l'intero paese, poi per sviluppare strumenti e metodi per prevedere scenari e, infine, per decidere e applicare in modo omogeneo opzioni di adattamento. Anche se gli strumenti di pianificazione costiera sono decentralizzati, come in Italia, ci sono criteri comuni, metodi e linee guida che provengono dal livello nazionale e sono concordati con i portatori di interesse e le autorità locali.

Analizzando alcune esperienze significative si osserva come i paesi percorrano diverse strade per far fronte ai rischi di impatto dovuti ai cambiamenti climatici.

*Belgio*

*Belgio.* La parte belga del Mare del Nord fin dal 1992 è stata oggetto di numerose ricerche interdisciplinari finanziate dal Ministero competente e condotte dall'Ufficio Federale di Pianificazione, incaricato di implementare un piano complessivo nazionale per lo sviluppo sostenibile negli ambienti costieri. Il concetto di sostenibilità è stato introdotto nella legislazione belga fin dal 1999 (Legge per la protezione del mare). I progetti finanziati riguardano gli impatti del cambiamento climatico e le risposte più adeguate in termini di adattamento. Gli impatti primari sono la risalita del livello marino, l'aumento di tempestosità, il possibile incremento delle precipitazioni, l'erosione, i cambiamenti di temperatura, la salinità, ecc.

*Spagna*

*Spagna.* La Spagna ha recentemente dato il via a un piano nazionale per l'adattamento sotto la responsabilità della Oficina Española de Cambio Climático. Questo Istituto, braccio operativo del Ministero dell'ambiente, coordina la partecipazione dei differenti livelli di governo locale e delle componenti sociali. L'Istituto suggerisce programmi operativi al Comitato di coordinamento per il cambiamento climatico che stabilisce le azioni al fine di implementare le politiche di adattamento in Spagna. Il piano nazionale



affronta molti temi quali l'industria, il turismo, i trasporti, gli ecosistemi e la pesca, la desertificazione, la salute, le zone costiere, l'agricoltura ecc., ed è volto a realizzare una cartografia nazionale per i rischi e gli impatti riferiti a diversi scenari. I progetti prevedono il coinvolgimento di esperti, istituzioni nazionali e soggetti privati. Inoltre, nel 2003, la Spagna ha dato il via al progetto ECCE (Effetto dei cambiamenti climatici in Spagna) con lo scopo di integrare e aggiornare gli studi esistenti per il paese in relazione alle tematiche dei cambiamenti climatici e di consolidare il livello di conoscenza sullo stato del paese.

Olanda. Il piano di adattamento promosso dal governo olandese è parte di un programma nazionale per la valutazione scientifica e l'analisi delle politiche per il cambiamento climatico. Questo programma ha lo scopo di raccogliere e analizzare la conoscenza scientifica esistente nel settore, utile per lo sviluppo di politiche e l'implementazione di azioni nel campo. Le priorità dell'adattamento individuate per le coste olandesi, a partire dal 2005, indicano che la scelta di implementare interventi di difesa strutturali è molto costosa, pertanto sono state studiate azioni specifiche orientate al miglioramento della resilienza dei contesti costieri. Le dune e le zone umide sono considerati elementi fondamentali per combattere le alluvioni costiere e l'intrusione salina. Infine una grande attenzione è rivolta al monitoraggio degli impatti dei cambiamenti climatici e della risposta dell'ambiente naturale.

*Olanda*

Inghilterra. Dalla metà degli anni '80 il Regno Unito ha dato inizio a programmi nazionali sulla valutazione e mitigazione della vulnerabilità costiera. Nello stesso tempo sono stati avviati programmi tra i diversi livelli governativi per supportare lo sviluppo di strategie e politiche in riferimento al cambiamento climatico. Sono molte le istituzioni consolidate coinvolte nel supportare o realizzare politiche di adattamento al cambiamento climatico, tra queste: l'*Office of Climate Change* (OCC) e il DEFRA (*Department for the Environment, Food and Rural Affairs*). Il DEFRA, che ha la complessiva responsabilità politica per il rischio di alluvioni ed erosione costiera in Inghilterra, assicura che il rischio sia efficacemente gestito dalle autorità competenti

*Inghilterra*



Francia

e rende disponibili linee guida finalizzate a questo scopo.

Il principio di base è che è possibile ridurre i danneggiamenti causati dalle alluvioni e dall'erosione costiera e gestire il rischio attraverso un'attenta pianificazione dell'uso del suolo, un'opportuna progettazione degli edifici e una maggiore informazione e coinvolgimento degli individui e delle organizzazioni di settore.

Francia. In Francia esiste una legislazione specifica sui litorali. Nel 2001 è stato istituito l'ONERC (Osservatorio Nazionale sul riscaldamento dovuto al cambiamento climatico) per stabilire nuove misure di adattamento e mitigazione, con lo scopo di elaborare piani climatici territoriali che prevedano anche una valutazione degli impatti di lungo periodo. Dal 2004 sono stati avviati numerosi programmi scientifici per costruire la conoscenza necessaria a tali piani. Comunque da diversi anni è in crescita tra le comunità locali una nuova coscienza che spinge a lasciare liberi i litorali dall'urbanizzazione e limitare l'eccessivo impatto.