

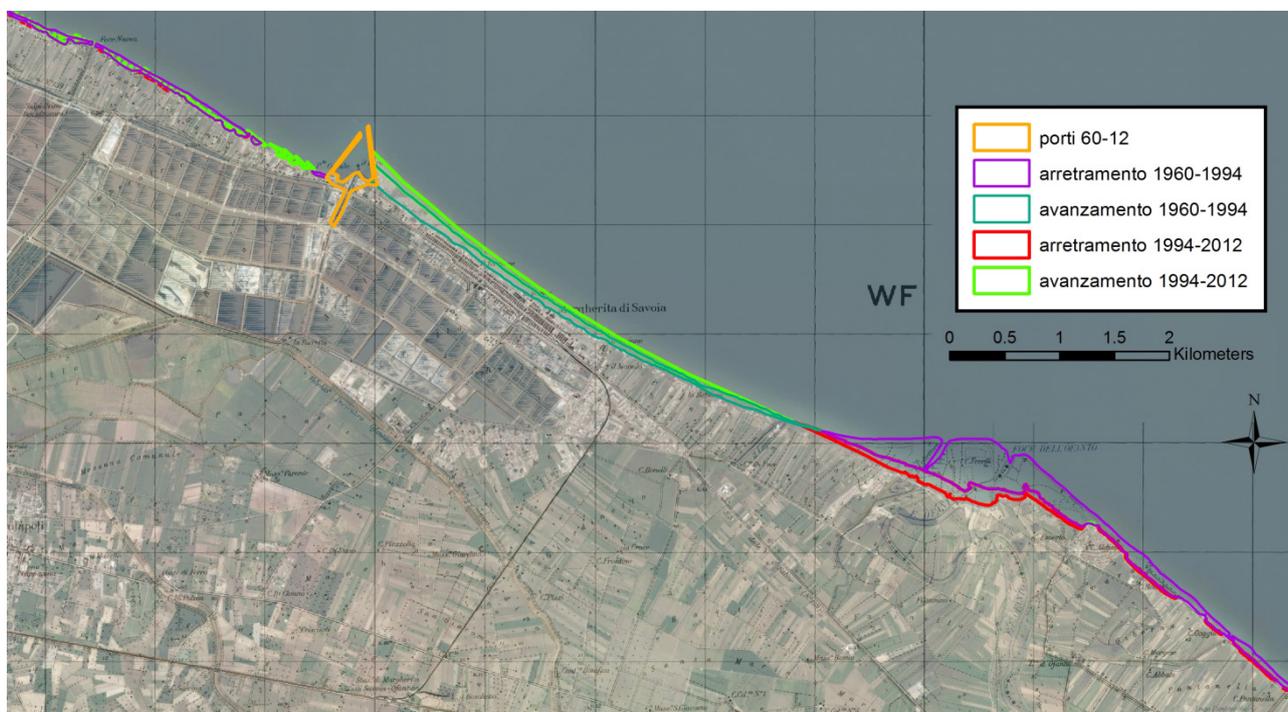


MINISTERO DELL'AMBIENTE  
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE

Direzione generale per la salvaguardia del territorio e delle acque

# L'EROSIONE COSTIERA IN ITALIA

LE VARIAZIONI DELLA LINEA DI COSTA DAL 1960 AL 2012



Elaborazione nazionale dei dati sulle superfici e sui tratti di spiaggia in avanzamento e in arretramento della costa dell'Italia peninsulare, della Sicilia e della Sardegna dal 1960 al 1994 e al 2012. *Agg. Mar2017.*



## PRESENTAZIONE

*La tutela delle coste è diventato un impegno imprescindibile a cui tutte le istituzioni, centrali e periferiche, non possono più sottrarsi sia per l'aggravarsi delle condizioni di stabilità fisica che per difendere quella parte di economia strettamente connessa ai territori rivieraschi.*

*I dati sullo stato delle coste italiane che ci giungono non sono rasserenanti, ma questo aspetto deve rappresentare motivo di maggiore responsabilità ambientale nei confronti delle generazioni future.*

*La strada da percorrere per fronteggiare gli effetti dei fenomeni di dissesto dei litorali dovrà necessariamente passare attraverso lo strumento della massima condivisione e della giusta conoscenza, del riutilizzo delle risorse naturali, della riduzione degli impatti antropici negativi al fine di aspirare al massimo riequilibrio dei processi naturali.*

*L'esperienza degli ultimi tempi ci dimostra che la condivisione di obiettivi comuni favorisce lo sviluppo di una sinergia che spinge tutti i soggetti coinvolti, politici, tecnici e ricercatori, a fare ogni sforzo per il raggiungimento di un rapido e consolidato risultato.*

*Le basi conoscitive ora sono buone. Occorrerà mettere in campo gli strumenti operativi perché si possa concretamente avviare ogni intervento possibile, normativo e fisico, sempre nello spirito di garantire omogenee azioni di tutela e di salvaguardia a scala nazionale.*

*Il Sottosegretario di Stato*

*Silvia Velo*

## INTRODUZIONE

*L'erosione costiera è il risultato diretto e indiretto di alterazioni del ciclo dei sedimenti, determinate da cause naturali ma soprattutto da cause antropiche: esse sono ormai note e quantificate.*

*Il ridotto apporto dei sedimenti al mare e l'irrigidimento dei litorali hanno determinato negli ultimi decenni importanti e preoccupanti cambiamenti delle morfologie di spiaggia emersa e sommersa e la conseguente instabilità degli arenili, a cui consegue un progressivo arretramento delle spiagge fino a minacciare la sicurezza di abitati e infrastrutture come evidenziato nel presente lavoro.*

*Gli effetti più eclatanti si osservano soprattutto dopo il manifestarsi di mareggiate, che sono di per sé fenomeni potenti, ma che dimostrano anche come sia aumentata la vulnerabilità del sistema sedimentario costiero. Infatti, su molti tratti ormai basta un singolo evento per provocare decine di metri di arretramento della linea di riva.*

*La causa di tali fenomeni è dovuta alla scomparsa delle difese naturali costiere in tutti i tratti che risultano, come visto in queste elaborazioni, a progressivo arretramento. Qui, il deficit sedimentario è giunto a livelli preoccupanti soprattutto dove sono state erose estese superfici di spiaggia sommersa, che è la prima difesa naturale e il principale sostegno degli arenili.*

*Il Ministero dell'Ambiente ha la competenza statale di definizione degli indirizzi e criteri generali per la difesa delle coste che rappresenteranno le norme di riferimento di tutti gli operatori del settore per regolare lo sviluppo territoriale e per fronteggiare in maniera efficace e omogenea i pericoli naturali intervenendo anche sulle cause che generano i dissesti lungo i litorali.*

*Il Direttore Generale*

*Gaia Checcucci*

## ***LO STATO DELLA COSTA ITALIANA: I MACRODATI NAZIONALI***

La pianificazione sull'assetto idrogeologico è stata avviata in Italia nei primi anni del 2000 e ha rappresentato la svolta nell'uso del territorio finalizzata contemporaneamente a ridurre il rischio idrogeologico e a non generarne altro attraverso l'analisi delle pericolosità idrogeologiche. Sulla base di questa esperienza occorre avviare le opportune iniziative anche per individuare le pericolosità delle zone costiere laddove queste rappresentano o possono rappresentare in futuro rischi per le persone e le cose in modo da intraprendere in tempo un percorso che consenta un uso corretto del territorio costiero con l'adozione di regole univoche e omogenee.

La presente elaborazione fornisce un quadro generale sullo stato di dissesto e di potenziale rischio delle coste italiane ed evidenzia le maggiori criticità connesse all'evoluzione dei fenomeni di dissesto costiero, elementi utili per l'avvio della pianificazione di settore.

La linea di costa di riferimento è stata considerata quella del 1960 in quanto rappresenta il momento in cui la costa italiana non presentava evidenti criticità e dissesti, grazie anche alla minore

pressione antropica esistente sul territorio costiero e quello interno.

Le elaborazioni eseguite consentono di ottenere un inquadramento omogeneo sullo stato delle coste a scala nazionale attraverso la quantificazione della variazione delle superfici di avanzamento e di arretramento della linea di costa e la individuazione dei tratti a potenziale rischio di erosione. Inoltre, gli incroci dei dati sulle variazioni della linea di costa con quelli relativi ai ripascimenti artificiali delle spiagge operati tra il 1977 e il 2011 hanno consentito alcune considerazioni circa gli effetti sul bilancio sedimentario regionale.

## ***IL BILANCIO DELLE VARIAZIONI DELLA LINEA DI COSTA***

Il bilancio delle variazioni della linea di costa è stato effettuato ponendo a confronto la linea di costa del 1960, quella del 1994 e quella del 2012, disegnate sulla base rispettivamente della cartografia IGMI 1:25000 e delle ortofoto nazionali, riferite al 1994 e 2012, che sono disponibili sul Geoportale Nazionale del Ministero dell'Ambiente. Le elaborazioni derivate hanno permesso di definire un ordine di grandezza dei fenomeni di variazione della linea di costa

avvenuti nei decenni in cui il territorio italiano ha subito forti antropizzazioni e importanti modifiche dell'assetto naturale (1960-1994) e nel periodo successivo in cui sono stati avviati i primi percorsi più virtuosi di riduzione delle estrazioni in alveo e i primi ripascimenti artificiali (1994-2012) grazie anche a una maggiore consapevolezza delle ricadute sulle coste di azioni operate nell'entroterra.

Il fenomeno della variazione della linea di costa è continuamente in evoluzione, per cui l'elaborazione eseguita con l'utilizzo di strumenti GIS, che consentono di tracciare linee vettoriali lungo i limiti terra-mare sulla base di cartografie e ortofotografie, georeferenziate e perfettamente sovrapponibili tra loro, colgono in maniera inequivocabile le grandi variazioni avvenute in quegli archi temporali individuati così ampi.

L'incrocio delle tre linee di costa ha isolato poligoni vettoriali, ovvero superfici in arretramento e superfici in avanzamento della spiaggia, che sono facilmente calcolabili in termini di superficie e lunghezza. Sono stati tracciati anche i limiti delle aree portuali, che spesso rappresentano elementi importanti di interruzione della dinamica sedimentaria litoranea e di effetti notevoli di variazione della linea di costa.

Per tracciare la linea di costa è stata utilizzata una scala variabile tra 1:5000 e 1:10000 in relazione al grado di complessità del tratto di costa e alla visibilità del limite tra lo specchio d'acqua e la spiaggia non coperta dall'acqua. Questa modalità di tracciamento non tiene conto dell'effetto delle maree che in alcuni tratti di spiagge caratterizzate da bassa inclinazione (spiagge intertidali ampie, poco presenti in Italia) potrebbe determinare variabilità elevata della linea. Le foto aeree, da cui sono derivate le ortofoto esaminate, sono comunque tutte scattate in orari centrali della giornata, elemento che garantisce una discreta omogeneità di valutazione della posizione della linea di riva. Maggiore attenzione, quindi, è stata dedicata al tracciamento della linea di costa relativa alle spiagge, rispetto a quella relativa alle coste rocciose.

Al fine di ridurre gli errori intrinseci delle cartografie utilizzate e delle linee tracciate, le superfici di piccole dimensioni (minori di 300mq) o molto strette (minori di 5m) dei poligoni vettoriali isolati, secondo criteri specifici applicati che tengono conto della superficie e del perimetro dei poligoni, sono state eliminate e non considerate nel computo.

Le suddette considerazioni evidenziano la possibilità di incorrere in errori di valutazione delle variazioni delle superfici

di spiagge dell'ordine di qualche metro che risultano irrilevanti ai fini del presente lavoro che è indirizzato, invece, a cogliere le grandi variazioni di linea di costa avvenute in archi temporali ampi: 34, 18 e 52 anni. Tali grandi variazioni sono da considerarsi irreversibili e quindi significative ai fini della individuazione dei fenomeni principali di variazione morfologica costiera e delle relative cause che, come detto, vanno ricercate a scala di unità fisiografica costiera e a scala di bacino idrografico.

## ***I RISULTATI OTTENUTI***

I dati elaborati indicano che tra il 1960 e il 1994, la costa italiana ha subito, lungo tratti per complessivi 1382km (20%), un arretramento quantificabile in 87kmq; mentre, lungo tratti complessivi di costa di 1168km (17%), ha registrato un avanzamento di 51kmq. Questi dati tengono conto anche del forte arretramento che ha subito il delta del Fiume Po pari a 27kmq lungo un tratto complessivo di 32km, che sta a testimoniare la pesante perdita di sedimenti, dovuta soprattutto ai prelievi di inerti in alveo, avvenuti durante la crescita edilizia ed economica del Paese a partire dagli anni '60.

Il bilancio sedimentario costiero tra il 1994 e il 2012, invece, indica che la costa italiana ha subito, lungo tratti per complessivi 951km (14%), un arretramento quantificabile in 17 kmq; mentre, lungo tratti complessivi di costa di 961km (14%), ha registrato un avanzamento di 18 kmq. In questo periodo temporale, per esempio, il delta del Fiume Po ha subito arretramenti pari a 1,3 kmq e avanzamenti per 1,5 kmq. Il bilancio nel secondo periodo di analisi risulta appena positivo sia per le azioni messe in campo per la tutela dei sedimenti lungo i corsi d'acqua, che per gli interventi di ripascimento artificiale operati in alcune regioni.

Infine, con il bilancio globale tra il 1960 e il 2012, risulta che la costa italiana ha subito, lungo tratti per complessivi 1534km (23%), un arretramento quantificabile in 92kmq; mentre, lungo tratti complessivi di 1306km (19%), ha registrato un avanzamento di 57kmq.

I dati di sintesi regionali sono riportati nelle tabelle e mappe seguenti in cui si possono quantificare gli ordini di grandezza dei fenomeni di arretramento e avanzamento della linea di costa (stima eseguita solo per la costa peninsulare, della Sicilia e della Sardegna; sono escluse quindi le isole minori).

**VARIAZIONE DELLA LINEA DI COSTA DELL'ITALIA PENINSULARE  
DAL 1960 AL 1994**

regione	superfici (kmq)		tratti costieri (km)		bilancio delle superfici (kmq)
	arretramento	avanzamento	arretramento	avanzamento	
ABRUZZO	1,4	1,7	38,0	50,8	0,3
BASILICATA	1,5	1,7	17,6	21,3	0,2
CALABRIA	11,6	8,0	293,0	206,3	-3,5
CAMPANIA	3,3	1,9	76,4	55,0	-1,4
EMILIA R	19,7*	5,7	66,5	58,5	-14,0
FRIULI VG	1,1	2,4	35,8	38,1	1,2
LAZIO	2,5	4,2	73,6	109,3	1,7
LIGURIA	1,4	1,6	47,6	57,4	0,1
MARCHE	3,1	1,7	64,7	55,4	-1,5
MOLISE	1,2	0,6	14,2	13,5	-0,6
PUGLIA	3,8	3,0	101,5	108,6	-0,8
SARDEGNA	1,2	1,0	73,5	59,4	-0,2
SICILIA	12,0	6,0	334,9	184,5	-6,1
TOSCANA	5,3	4,5	78,3	80,4	-0,7
VENETO	17,9**	6,6***	66,5	69,8	-11,3
<b>Totale complessivo</b>	<b>86,9</b>	<b>50,5</b>	<b>1382,2</b>	<b>1168,2</b>	<b>-36,4</b>

\* di cui arretramento Delta F. Po EMR 10,7kmq

\*\* di cui arretramento Delta F. Po VEN 16,1kmq

\*\*\* di cui avanzamento Delta F. Po VEN 2,8kmq

**VARIAZIONE DELLA LINEA DI COSTA DELL'ITALIA PENINSULARE  
DAL 1994 AL 2012**

regione	superfici (kmq)		tratti costieri (km)		bilancio delle superfici (kmq)
	arretramento	Avanzamento	arretramento	avanzamento	
ABRUZZO	0,5	0,7	36,5	43,4	0,3
BASILICATA	0,9	0,2	25,4	10,3	-0,7
CALABRIA	3,5	3,8	220,9	221,5	0,3
CAMPANIA	0,8	0,4	61,1	38,2	-0,3
EMILIA R	0,9	1,1	20,4	45,9	0,3
FRIULI VG	0,4	1,3	21,3	34,8	0,9
LAZIO	0,9	1,7	74,9	101,4	0,8
LIGURIA	0,0	0,4	5,4	32,4	0,4
MARCHE	0,6	0,7	40,3	47,2	0,1
MOLISE	0,6	0,3	15,0	17,5	-0,2
PUGLIA	1,0	1,2	66,7	83,1	0,2
SARDEGNA	0,7	0,4	55,9	32,8	-0,3
SICILIA	3,0	1,6	196,3	99,7	-1,4
TOSCANA	1,3	1,2	65,7	74,1	-0,1
VENETO	1,9*	2,9**	45,7	79,2	1,0
<b>Totale complessivo</b>	<b>16,9</b>	<b>18,1</b>	<b>951,6</b>	<b>961,5</b>	<b>1,2</b>

\* di cui arretramento Delta F. Po VEN 1,3kmq

\*\* di cui avanzamento Delta F. Po VEN 1,5kmq

## VARIAZIONE DELLA LINEA DI COSTA DELL'ITALIA PENINSULARE DAL 1960 AL 2012

regione	superfici (kmq)		tratti costieri (km)		bilancio delle superfici (kmq)
	arretramento	avanzamento	arretramento	avanzamento	
ABRUZZO	1,3	1,9	39,9	58,0	0,6
BASILICATA	2,0	1,5	20,0	19,8	-0,5
CALABRIA	12,3	9,1	342,2	237,6	-3,2
CAMPANIA	3,7	2,0	86,0	61,5	-1,7
EMILIA R	20,0*	6,2	65,6	62,3	-13,8
FRIULI VG	1,1	3,2	32,1	50,5	2,1
LAZIO	2,4	4,9	77,3	131,4	2,5
LIGURIA	1,3	1,8	46,5	67,6	0,5
MARCHE	3,2	1,9	67,1	60,0	-1,3
MOLISE	1,5	0,7	14,5	19,5	-0,8
PUGLIA	4,3	3,7	128,2	121,7	-0,5
SARDEGNA	1,5	0,9	90,3	61,0	-0,5
SICILIA	13,4	5,9	365,9	187,9	-7,5
TOSCANA	6,1	5,2	88,7	87,0	-0,8
VENETO	17,9**	7,5***	70,0	80,7	-10,3
<b>Totale complessivo</b>	<b>91,9</b>	<b>56,6</b>	<b>1534,4</b>	<b>1306,4</b>	<b>-35,3</b>

\* di cui arretramento Delta F. Po EMR 10.7 kmq

\*\*di cui arretramento Delta F. Po VEN 16.2 kmq

\*\*\* di cui avanzamento Delta F. Po VEN 3.1kmq

In generale, le aree che sono risultate in arretramento nel primo periodo di analisi (1960-1994) sono risultate ancora in arretramento nel secondo periodo (1994-2012), e viceversa. Detti risultati indicano che i fenomeni principali continuano a progredire con le medesime modalità

Inoltre, risultano in avanzamento nel secondo periodo di osservazione complessivamente 380km di tratti di costa, per una superficie di oltre 6kmq, che sono risultati in arretramento nel primo periodo di analisi (vedi tabella sottostante). Di questi solo 32km risultano

corrispondenti a tratti costieri che sono stati sottoposti a ripascimento.

Risultano invece in arretramento nel secondo periodo di osservazione complessivamente 370km di costa, per una superficie di oltre 5kmq, che sono risultati in avanzamento nel primo periodo di analisi (vedi tabella sotto).

Sono riportate a seguire le cartine d'Italia con la rappresentazione grafica dei tratti in arretramento e avanzamento riferiti ai tre periodi di osservazione.

**I TRATTI IN AVANZAMENTO AL 2012 LUNGO  
I TRATTI IN ARRETRAMENTO AL 1994**

Regioni	superficie (kmq)	tratti (km)
ABRUZZO	0,3	16,8
BASILICATA	0,1	2,7
CALABRIA	1,6	105,1
CAMPANIA	0,2	12,9
EMILIA R	0,4	16,2
FRIULI VG	0,2	13,4
LAZIO	0,5	34,2
LIGURIA	0,1	9,7
MARCHE	0,3	23,6
MOLISE	0,1	5,2
PUGLIA	0,2	20,4
SARDEGNA	0,2	16,0
SICILIA	0,7	57,1
TOSCANA	0,3	18,5
VENETO	1,3	31,3
<b>Totale complessivo</b>	<b>6,3</b>	<b>383,1</b>

**I TRATTI IN ARRETRAMENTO AL 2012 LUNGO  
I TRATTI IN AVANZAMENTO AL 1994**

Regioni	superficie (kmq)	tratti (km)
ABRUZZO	0,2	20,2
BASILICATA	0,3	10,7
CALABRIA	1,2	78,8
CAMPANIA	0,2	18,5
EMILIA R	0,2	8,1
FRIULI VG	0,3	10,2
LAZIO	0,5	39,5
LIGURIA	0,0	3,4
MARCHE	0,2	17,4
MOLISE	0,1	5,7
PUGLIA	0,3	27,6
SARDEGNA	0,3	23,9
SICILIA	0,9	64,0
TOSCANA	0,2	20,6
VENETO	0,7	22,0
<b>Totale complessivo</b>	<b>5,6</b>	<b>370,6</b>

## LE VARIAZIONI DELLA LINEA DI COSTA ITALIANA 1960-2012



## LE VARIAZIONI DELLA LINEA DI COSTA ITALIANA 1960-1994



## LE VARIAZIONI DELLA LINEA DI COSTA ITALIANA 1994-2012



## L'EFFETTO DEI RIPASCIMENTI ARTIFICIALI

Il bilancio complessivo dal 1960 al 2012, nonostante un timido recupero degli ultimi due decenni, rimane comunque fortemente negativo. Esso è pari a -35kmq a fronte di un ripascimento artificiale operato dal 1997 al 2011 che ha visto impiegati oltre 20 milioni di mc di

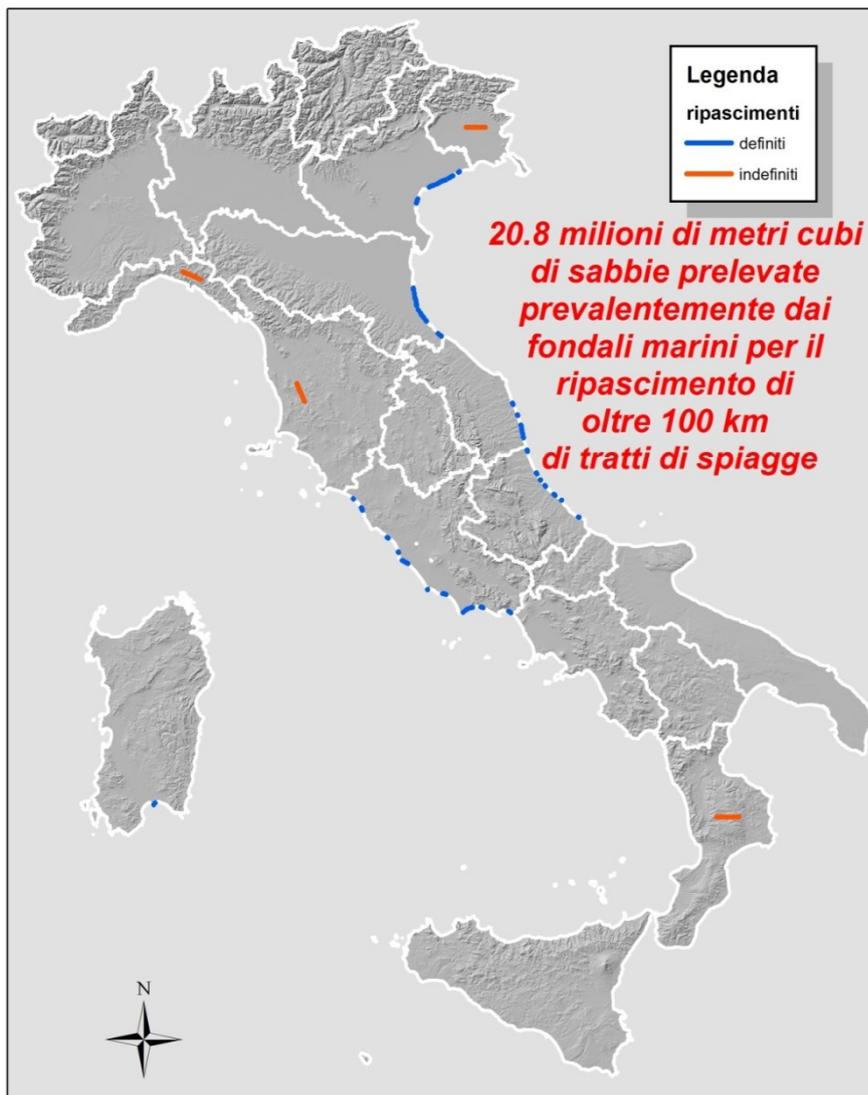
sabbie provenienti prevalentemente dai fondali marini (Fonte: "Linee guida nazionali per la difesa della costa dai fenomeni di erosione e dagli effetti dei cambiamenti climatici", TNEC, marzo 2017).

I parametri standard che si utilizzano per gli interventi di ripascimento indicano che per la ricostruzione di 1mq di spiaggia siano necessari 10mc di sabbia. Da

questa equazione teorica, ai 20 milioni di mc di ripascimento corrispondono circa 2 milioni di mq di spiaggia ricostruita, ovvero pari a circa 2kmq. Da qui deriva che la perdita complessiva dei ripascimenti eseguiti, considerato il bilancio positivo di 1,2kmq tra il 1994 e 2012, risulta pari al 40% circa, senza tenere conto però degli apporti positivi di sedimenti da parte di alcuni fiumi, che farebbero aumentare la percentuale di perdita dei ripascimenti.

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare  
Direzione Generale per la Salvaguardia del Territorio e delle Acque

### I PRINCIPALI RIPASCIMENTI CON SABBIE PRELEVATE IN MARE DAL 1997 AL 2011



Applicando questa stessa equazione all'inverso, risulterebbe un fabbisogno complessivo di sabbie necessarie per azzerare il bilancio complessivo 1960-2012, che è di -35kmq, pari a circa 350 milioni di mc.

I ripascimenti operati hanno riguardato tratti di spiagge per uno sviluppo complessivo di oltre 100 km (non sono disponibili i dati dettagliati dei ripascimenti

delle regioni Calabria, Friuli VG, Liguria e Toscana). I principali ripascimenti hanno interessato le coste delle regioni Abruzzo, Emilia Romagna, Lazio e Veneto, grazie ai quali si è registrato un bilancio positivo nel secondo periodo temporale di analisi a scala regionale. Si registrano bilanci positivi, sempre nel secondo periodo di analisi (1994-2012), anche nelle regioni Calabria, Friuli VG, Liguria e Marche (vedi tabella sottostante).

#### VARIAZIONE DELLA LINEA DI COSTA DELL'ITALIA PENINSULARE DAL 1994 AL 2012 RAPPORATA AI VOLUMI DI RIPASCIMENTO OPERATI DAL 1997 AL 2011

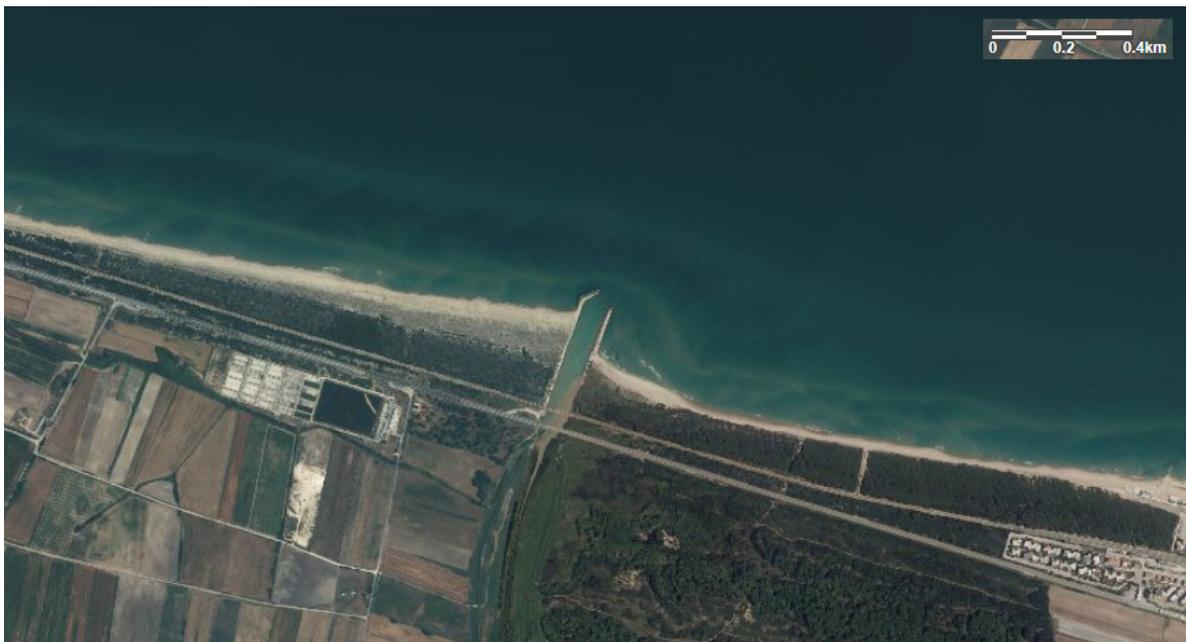
regione	superfici (kmq)		tratti costieri (km)		bilancio delle superfici (kmq)	ripascimenti 1997-2011 (Mmc) (LLGG TNEC 2016)
	arretramento	avanzamento	arretramento	avanzamento		
ABRUZZO	0,5	0,7	36,5	43,4	0,3	2,0
BASILICATA	0,9	0,2	25,4	10,3	-0,7	-
CALABRIA	3,5	3,8	220,9	221,5	0,3	0,6*
CAMPANIA	0,8	0,4	61,1	38,2	-0,3	-
EMILIA R	0,9	1,1	20,4	45,9	0,3	1,6
FRIULI VG	0,4	1,3	21,3	34,8	0,9	0,5*
LAZIO	0,9	1,7	74,9	101,4	0,8	6,8
LIGURIA	0,0	0,4	5,4	32,4	0,4	0,7*
MARCHE	0,6	0,7	40,3	47,2	0,1	0,4
MOLISE	0,6	0,3	15,0	17,5	-0,2	-
PUGLIA	1,0	1,2	66,7	83,1	0,2	-
SARDEGNA	0,7	0,4	55,9	32,8	-0,3	0,4
SICILIA	3,0	1,6	196,3	99,7	-1,4	-
TOSCANA	1,3	1,2	65,7	74,1	-0,1	0,5*
VENETO	1,9	2,9	45,7	79,2	1,0	7,3
<b>Totale complessivo</b>	<b>16,9</b>	<b>18,1</b>	<b>951,6</b>	<b>961,5</b>	<b>1,2</b>	<b>20,8</b>

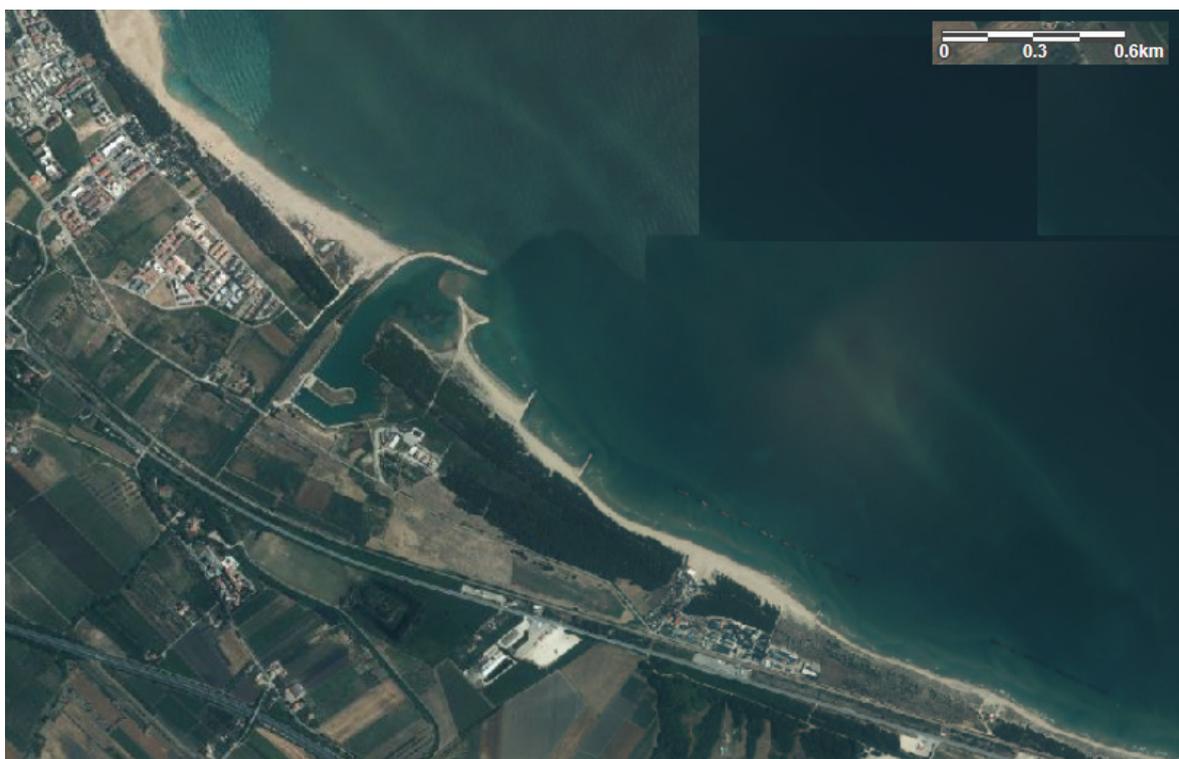
\* volumi di ripascimento indicativi rielaborati sulla base di dati relativi a intervalli temporali superanti il 2011.

## ***I FENOMENI DI INTERFERENZA GENERATI DALLE OPERE MARITTIME***

Tra le cause di disequilibrio che generano variazioni positive e negative della linea di costa sono da indicare le opere marittime (porti), che interferiscono con il trasporto sedimentario litoraneo. Nei tratti sopraflutto, le variazioni risultano in

avanzamento del primo periodo di analisi e continuano a risultare in avanzamento anche nel secondo periodo di analisi. Fenomeni di progressivo arretramento, invece, si osservano nei tratti sottoflutto, dove spesso si rinvengono opere di difesa costiera (generalmente pennelli) caratterizzati da bassa efficacia nel trattenimento dei sedimenti.





#### RIEPILOGO REGIONALE SUL NUMERO DI PORTI PRESENTI LUNGO LA COSTA AL 2012

regione	porti medio-grandi	porti medio-piccoli	Totale complessivo
ABRUZZO	1	7	8
BASILICATA	-	3	3
CALABRIA	3	20	23
CAMPANIA	4	32	36
EMILIA ROMAGNA	1	12	13
FRIULI VG	3	3	6
LAZIO	1	22	23
LIGURIA	4	37	41
MARCHE	1	8	9
MOLISE	-	3	3
PUGLIA	9	37	46
SARDEGNA	7	28	35
SICILIA	10	47	57
TOSCANA	4	26	30
VENETO	2	9	11
<b>Totale complessivo</b>	<b>50</b>	<b>294</b>	<b>344</b>

## ***I FENOMENI DI ARRETRAMENTO IN CORRISPONDENZA DELLE FOCI FLUVIALI***

Al fine di evidenziare l'importante influenza del mancato apporto solido da parte dei principali fiumi si riportano i

dettagli dell'analisi effettuata a scala nazionale in corrispondenza di alcune significative foci fluviali. Si può notare come spesso alle aree in arretramento del primo periodo di analisi (1960-1994) si aggiungono ulteriori aree di arretramento anche nel secondo periodo di analisi (1994-2012).

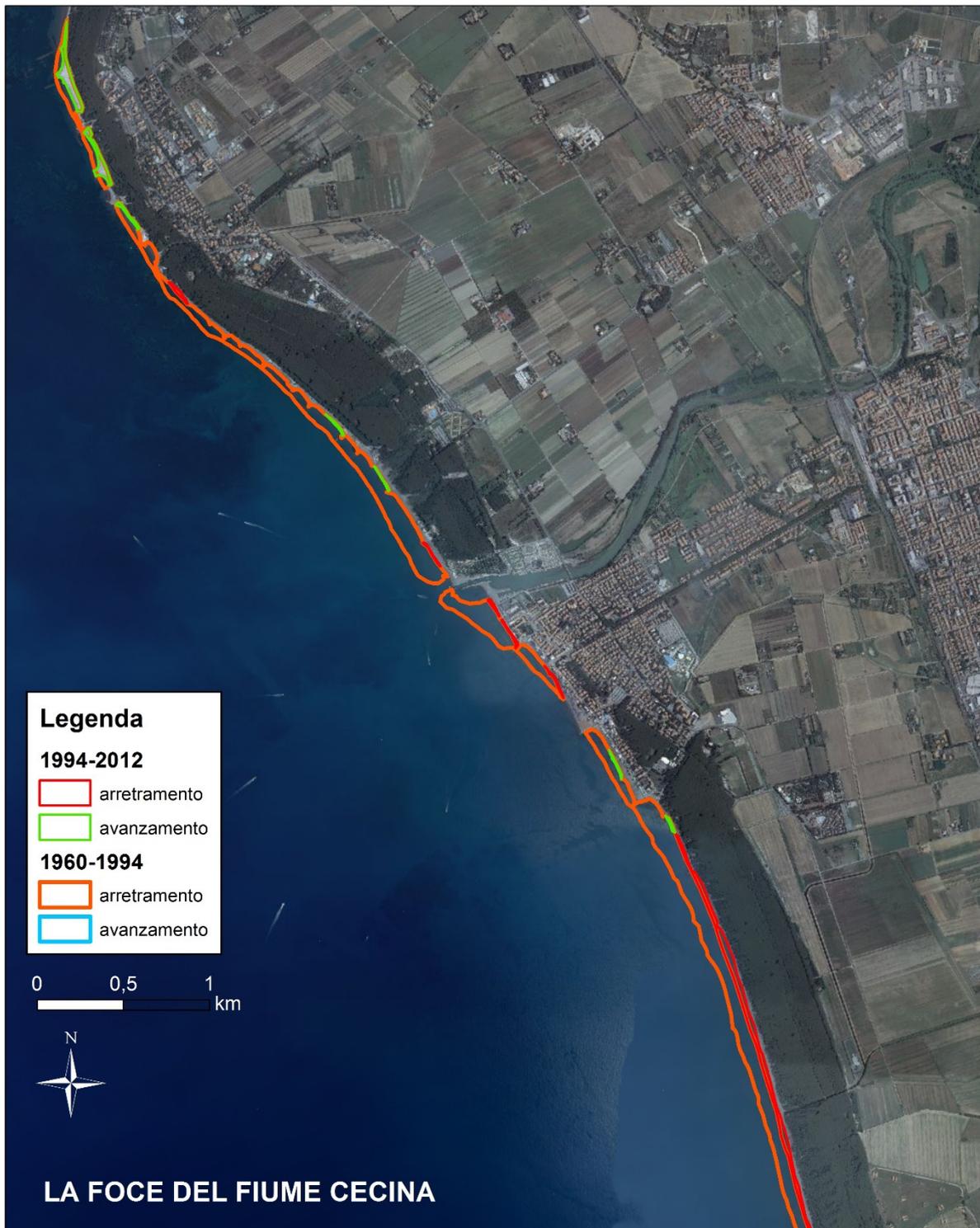
**BILANCIO DELLE SUPERFICI DI AVANZAMENTO E DI ARRETRAMENTO IN CORRISPONDENZA DELLE PRINCIPALI FOCI FLUVIALI RIFERITO AI DUE PERIODI DI ANALISI CONSIDERATI**

foci fluviali	bilancio delle superfici (kmq)	
	anni 1960-1994	anni 1994-2012
ARNO - Toscana	-1,36	-0,29
CECINA - Toscana	-0,58	-0,08
CRATI - Calabria Ionica	-0,01	0,08
MARECCHIA - Emilia R	1,50	0,10
OFANTO - Puglia	-0,75	-0,20
PO - Veneto-Emilia R	-23,98	0,21
RENO - Emilia R	-4,12	-0,41
SINNI - Basilicata	0,00	-0,41
TEVERE - Lazio	-0,47	0,10
TRIGNO - Abruzzo-Molise	-0,51	-0,24
VOLTURNO - Campania	-0,96	0,02

## LE VARIAZIONI DELLA LINEA DI COSTA ITALIANA 1960-2012



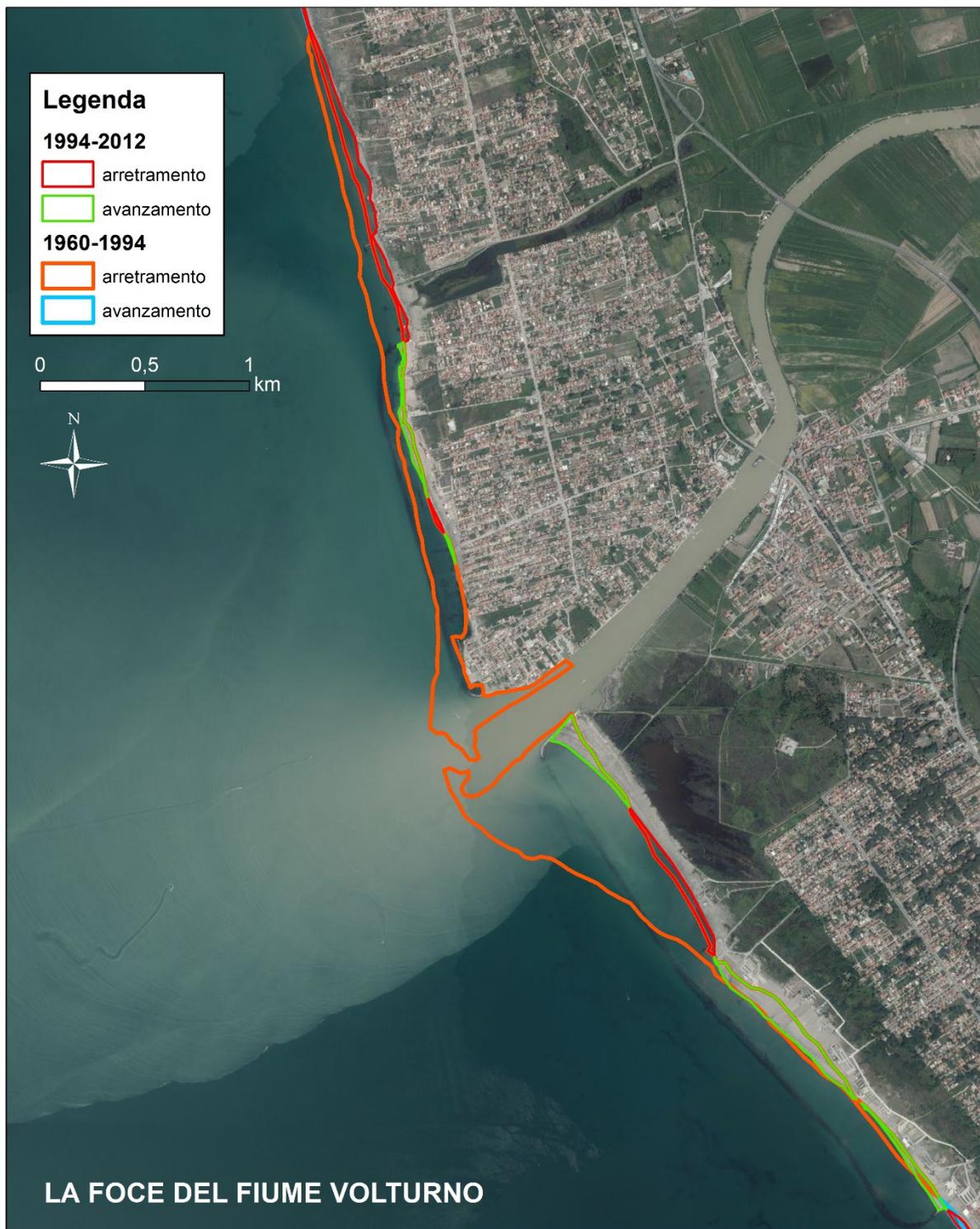
## LE VARIAZIONI DELLA LINEA DI COSTA ITALIANA 1960-2012



## LE VARIAZIONI DELLA LINEA DI COSTA ITALIANA 1960-2012



## LE VARIAZIONI DELLA LINEA DI COSTA ITALIANA 1960-2012



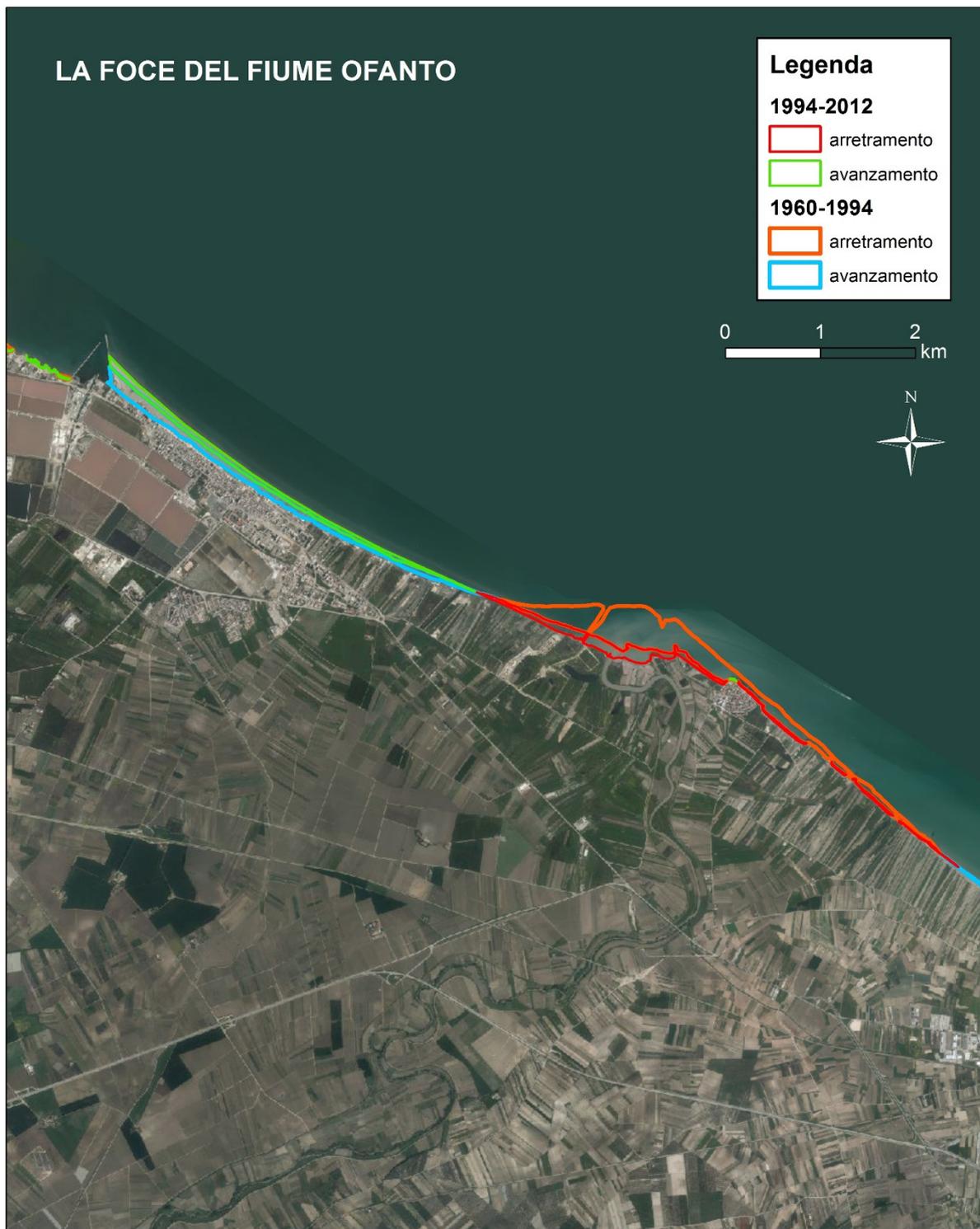
## LE VARIAZIONI DELLA LINEA DI COSTA ITALIANA 1960-2012



## LE VARIAZIONI DELLA LINEA DI COSTA ITALIANA 1960-2012



## LE VARIAZIONI DELLA LINEA DI COSTA ITALIANA 1960-2012



## LE VARIAZIONI DELLA LINEA DI COSTA ITALIANA 1960-2012



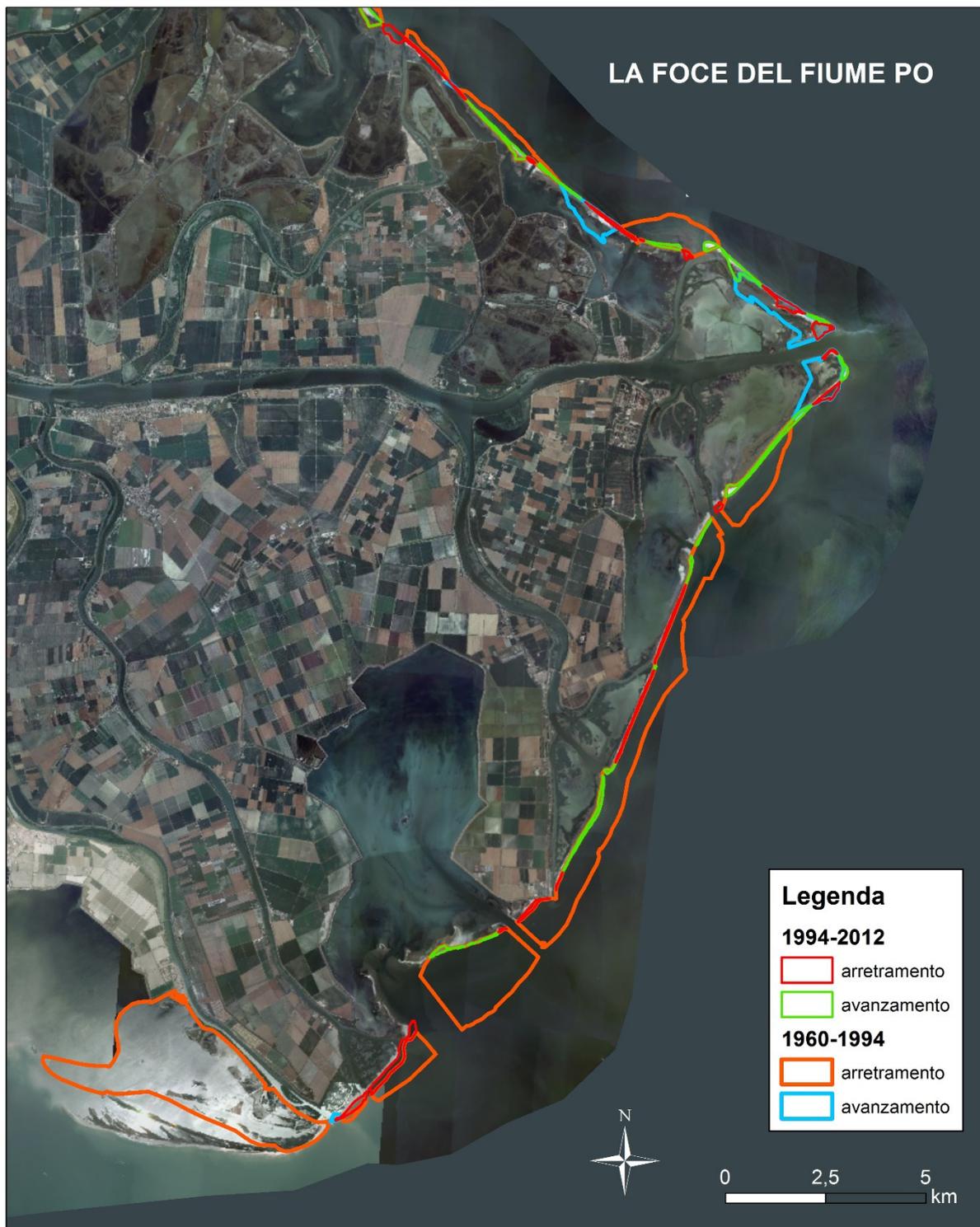
## LE VARIAZIONI DELLA LINEA DI COSTA ITALIANA 1960-2012



## LE VARIAZIONI DELLA LINEA DI COSTA ITALIANA 1960-2012



## LE VARIAZIONI DELLA LINEA DI COSTA ITALIANA 1960-2012



## **INDIVIDUAZIONE PRELIMINARE DEI BENI ESPOSTI A RISCHIO DI EROSIONE**

Con la delimitazione dei tratti e delle superfici lungo la costa che hanno subito variazioni tra il 1960 e il 2012 sono state operate ulteriori elaborazioni che hanno portato alla quantificazione e individuazione dei tratti di costa a "potenziale rischio di erosione". Sono stati presi in considerazione i beni esposti lungo la costa (centri urbani, strade e ferrovie) che ricadono entro una distanza di 20m dalla linea di riva risultata in arretramento (considerata distanza

minima di sicurezza). L'elaborazione eseguita si basa sul presupposto che i tratti costieri risultati in arretramento possano rappresentare in tempi brevi zone in cui la probabilità di riduzione della fascia costiera è elevata fino a mettere potenzialmente a rischio i beni esposti.

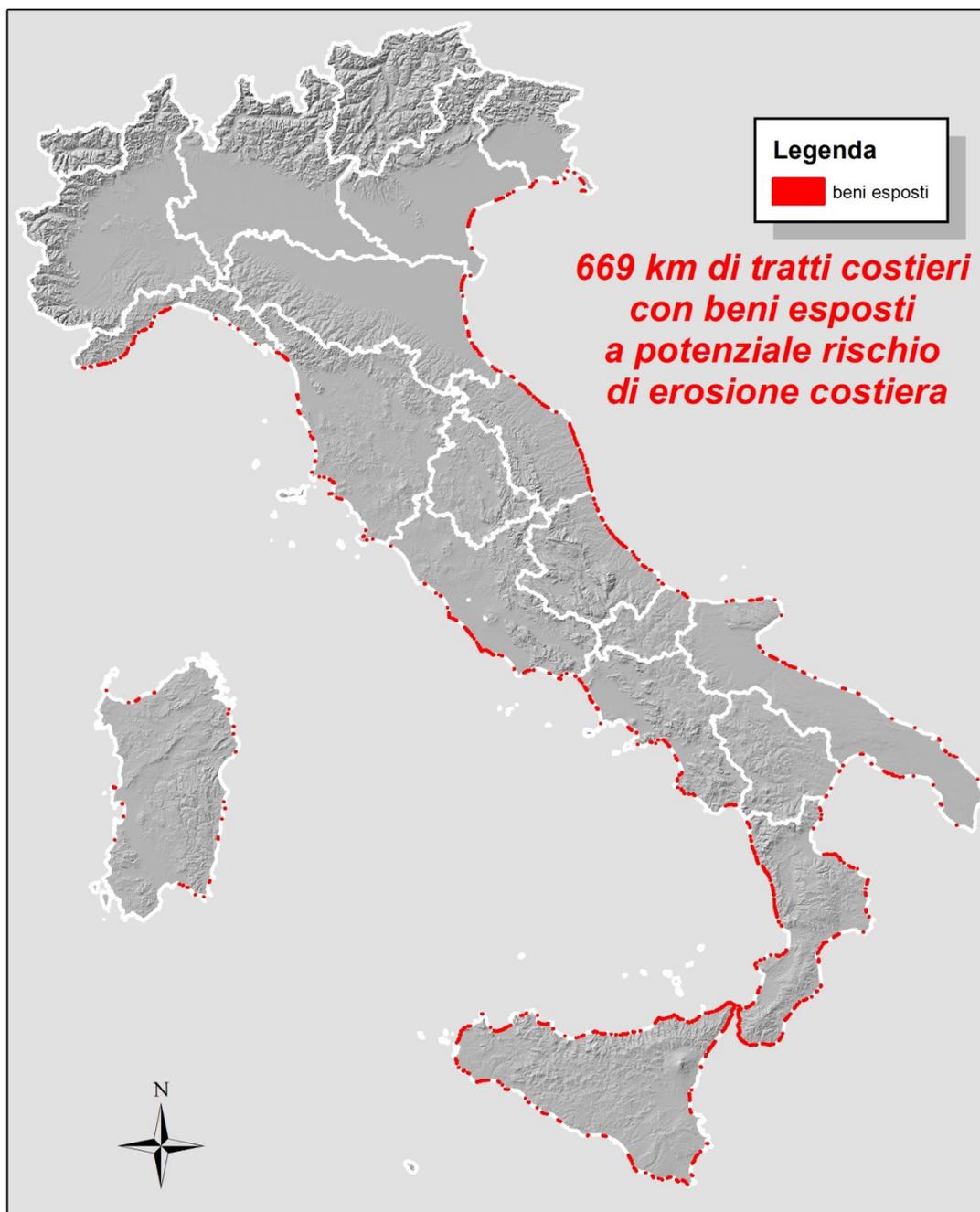
Nella tabella e nella figura sottostanti sono riportate le sintesi regionali e la distribuzione dei tratti di litorale con centri urbani, strade e ferrovie a potenziale rischio di erosione costiera. Al 2012 risultano a potenziale rischio di erosione tratti complessivi pari a circa 669 km di costa in arretramento.

### **TRATTI A POTENZIALE RISCHIO DI EROSIONE COSTIERA PER BENI ESPOSTI**

regione	lunghezza complessiva*	centri abitati	strade comunali	strade provinciali	strade statali	ferrovie
ABRUZZO	28,2	26,6	1,2			1,5
BASILICATA	0,6	0,1	0,5			
CALABRIA	167,8	150,2	13,4		2,1	16,6
CAMPANIA	38,5	36,9	2,9	0,03	0,2	0,3
EMILIA R	28,5	25,3	4,1			
FRIULI VG	11,9	11,5	1,9	2,8		
LAZIO	39,3	39,0	0,8		0,2	
LIGURIA	32,2	28,3	3,4	0,8	2,8	4,1
MARCHE	47,7	45,0	1,7			2,9
MOLISE	3,5	2,2	1,5			
PUGLIA	43,6	35,5	9,8	1,2	1,3	
SARDEGNA	14,7	14,7	0,4			
SICILIA	167,2	145,5	26,0	6,3	3,7	3,4
TOSCANA	27,2	25,1	3,2	0,7		
VENETO	18,0	18,0	0,4			
<b>Totale complessivo</b>	<b>669,0</b>	<b>603,8</b>	<b>71,1</b>	<b>11,8</b>	<b>10,3</b>	<b>28,8</b>

\*La lunghezza complessiva tiene conto dei tratti costieri con più beni esposti.

## TRATTI COSTIERI CON BENI ESPOSTI A POTENZIALE RISCHIO DI EROSIONE



## **SINTESI PERCENTUALI E BILANCI COMPLESSIVI**

Si riportano sotto le tabelle con i valori percentuali delle lunghezze dei tratti costieri risultati in arretramento e avanzamento nei periodi dal 1960 al 1994 e dal 1994 al 2012 e delle lunghezze dei tratti costieri risultati a potenziale rischio di erosione per beni esposti in relazione alla lunghezza complessiva della costa regionale (tratto peninsulare, sono escluse le isole). Si può notare come nel

primo periodo le percentuali maggiori di lunghezza dei tratti costieri in arretramento risultano quelle delle regioni Calabria, Emilia R., Marche, Molise e Veneto. Mentre nel secondo periodo risultano quelle delle regioni Basilicata e Molise.

Le percentuali maggiori di lunghezza dei tratti costieri esposti a rischio potenziale al 2012 risultano quelle delle regioni Abruzzo, Calabria, Emilia R. e Marche. Il dato nazionale medio indica che il 10% circa della costa bassa italiana risulta esposta a potenziale rischio di erosione.

### **VALORI PERCENTUALI DELLE LUNGHEZZE DEI TRATTI CON VARIAZIONE DELLA LINEA DI COSTA DAL 1960 AL 1994 E DAL 1994 AL 2012 E DELLE LUNGHEZZE DEI TRATTI A POTENZIALE RISCHIO DI EROSIONE**

regioni	1960-1994		1994-2012		lunghezza complessiva costa regionale peninsulare	lunghezza complessiva tratti a potenziale rischio di erosione
	arretramento	avanzamento	arretramento	avanzamento		
ABRUZZO	27.4%	36.6%	26.3%	31.3%	138.7	20.3%
BASILICATA	26.9%	32.6%	38.9%	15.8%	65.3	0.9%
CALABRIA	40.3%	28.4%	30.4%	30.5%	726.4	23.1%
CAMPANIA	18.2%	13.1%	14.5%	9.1%	420.5	9.2%
EMILIA R	43.4%	38.1%	13.3%	29.9%	153.3	18.6%
FRIULI VG	23.1%	24.6%	13.8%	22.5%	154.6	7.7%
LAZIO	23.8%	35.4%	24.3%	32.8%	308.8	12.7%
LIGURIA	11.7%	14.1%	1.3%	8.0%	406.5	7.9%
MARCHE	34.1%	29.2%	21.3%	24.9%	189.6	25.2%
MOLISE	37.6%	35.7%	39.5%	46.1%	37.9	9.2%
PUGLIA	11.5%	12.3%	7.6%	9.4%	881.2	5.0%
SARDEGNA	4.8%	3.9%	3.7%	2.1%	1530.4	1.0%
SICILIA	28.4%	15.6%	16.6%	8.4%	1181.1	14.2%
TOSCANA	21.3%	21.9%	17.9%	20.2%	367.5	7.4%
VENETO	38.6%	40.5%	26.5%	46.0%	172.3	10.4%
<b>Totale complessivo</b>	<b>20.5%</b>	<b>17.3%</b>	<b>14.1%</b>	<b>14.3%</b>	<b>6734.2</b>	<b>9.9%</b>

Il bilancio complessivo delle variazioni dei tre periodi di osservazione viene riportato nella tabella seguente in cui è stato eseguito un semplice calcolo per verificare la congruenza dei bilanci singoli determinati. Si può notare che,

sommando i bilanci dei primi due periodi e sottraendo quello del terzo periodo, i discostamenti che risultano sono minimi rispetto all'ordine di grandezza dei valori di variazione presi in considerazione in questo lavoro.

### BILANCI DELLE SUPERFICI DI VARIAZIONE DELLA LINEA DI COSTA NEI PERIODI DI OSSERVAZIONE

regioni	1960-1994	1994-2012	1960-2012	verifica
ABRUZZO	0.33	0.26	0.59	0.00
BASILICATA	0.21	-0.68	-0.47	0.00
CALABRIA	-3.54	0.34	-3.21	0.01
CAMPANIA	-1.38	-0.34	-1.72	0.00
EMILIA R	-14.00	0.25	-13.75	0.00
FRIULIVG	1.24	0.89	2.13	0.00
LAZIO	1.72	0.81	2.51	0.02
LIGURIA	0.13	0.37	0.50	0.00
MARCHE	-1.45	0.11	-1.34	0.00
MOLISE	-0.59	-0.23	-0.82	0.00
PUGLIA	-0.76	0.20	-0.54	-0.01
SARDEGNA	-0.20	-0.32	-0.52	0.00
SICILIA	-6.05	-1.39	-7.45	0.01
TOSCANA	-0.72	-0.11	-0.84	0.00
VENETO	-11.33	1.01	-10.33	0.00
<b>Totale complessivo</b>	<b>-36.41</b>	<b>1.17</b>	<b>-35.26</b>	<b>0.03</b>

*valori dei bilanci in kmq.*

**IL FABBISOGNO ECONOMICO  
INDICATIVO PER LA DIFESA  
DELLA COSTA**

Una valutazione sommaria delle opere di difesa costiera necessarie per mitigare il rischio potenziale individuato è stata eseguita mediante la stima dei costi per chilometro lineare di opere rigide aderenti e non aderenti, o con ripascimenti per una larghezza di 20m, oppure opere miste.

I seguenti costi unitari sono stati stimati sulla base dei prezzi e delle indicazioni pervenute da operatori del settore: costi medi per opere di difesa rigide, morbide e miste rispettivamente pari a 4,5M€/km, 4M€/km e 6,5M€/km (milioni di € per chilometro per 20m di larghezza).

Nella tabella sottostante è riportata la lunghezza di costa per regione esposta a rischio potenziale di erosione e i relativi fabbisogni calcolati sulla base dei costi unitari sopra riportati.

**RIEPILOGO REGIONALE DEI FABBISOGNI ECONOMICI DI RIFERIMENTO PER  
LA DIFESA DEI TRATTI COSTIERI CON BENI ESPOSTI A POTENZIALE RISCHIO DI  
EROSIONE COSTIERA RIFERITI ALLA LINEA DI RIVA DEL 2012**

regioni	lunghezza complessiva dei tratti a potenziale rischio di erosione	fabbisogni economici (milioni di €)		
		fabbisogno per opere strutturali (scogliere e altre opere rigide)	fabbisogno per ripascimento (20m di larghezza)	fabbisogno medio (opere rigide + ripascimento)
ABRUZZO	28,2	126,9	112,8	183,3
BASILICATA	0,6	2,7	2,4	3,9
CALABRIA	167,8	755,1	671,2	1090,7
CAMPANIA	38,5	173,25	154	250,25
EMILIA R	28,5	128,25	114	185,25
FRIULI VG	11,9	53,55	47,6	77,35
LAZIO	39,3	176,85	157,2	255,45
LIGURIA	32,2	144,9	128,8	209,3
MARCHE	47,7	214,65	190,8	310,05
MOLISE	3,5	15,75	14	22,75
PUGLIA	43,6	196,2	174,4	283,4
SARDEGNA	14,7	66,15	58,8	95,55
SICILIA	167,2	752,4	668,8	1086,8
TOSCANA	27,2	122,4	108,8	176,8
VENETO	18,0	81	72	117
<b>totale</b>	<b>669,0</b>	<b>3010,5</b>	<b>2676</b>	<b>4348,5</b>

La valutazione economica eseguita, che oscilla tra i 2,7 e i 4,4 miliardi di euro, deve essere considerata orientativa, in quanto l'esatta quantificazione del fabbisogno economico potrà essere desunta solo a valle della redazione dei Piani di Difesa della Costa sviluppati a scala di unità fisiografiche costiere.

### **SUDDIVISIONE DEGLI AMBITI COSTIERI IN UNITÀ FISIOGRAFICHE**

Gli spazi costieri costituiscono ambienti geomorfologici fra i più complessi e fragili e sono entità in continua evoluzione dinamica anche perché coinvolte in una molteplicità di usi, in cui si possono risentire gli effetti di interventi antropici anche a parecchi chilometri di distanza. Si tratta di ambienti delicati e instabili, dipendenti dalle interazioni continue lungo la linea di riva e all'interno dei bacini idrografici sottesi.

I processi che governano le dinamiche dei sedimenti lungo la costa sono ormai sufficientemente noti grazie alla ricerca scientifica, ciononostante la loro definizione risulta difficoltosa in funzione dei fattori fisici di interazione con le caratteristiche delle aree in esame.

Inoltre, è ormai ampiamente accertato che i parametri morfologici,

geomorfologici e sedimentologici svolgono un ruolo paritario a quelli dei più comuni fattori ed indici tecnici ed ingegneristici per la progettazione e realizzazione di opere di difesa costiera ed il loro impiego deve essere combinato per una corretta pianificazione di interventi lungo i litorali.

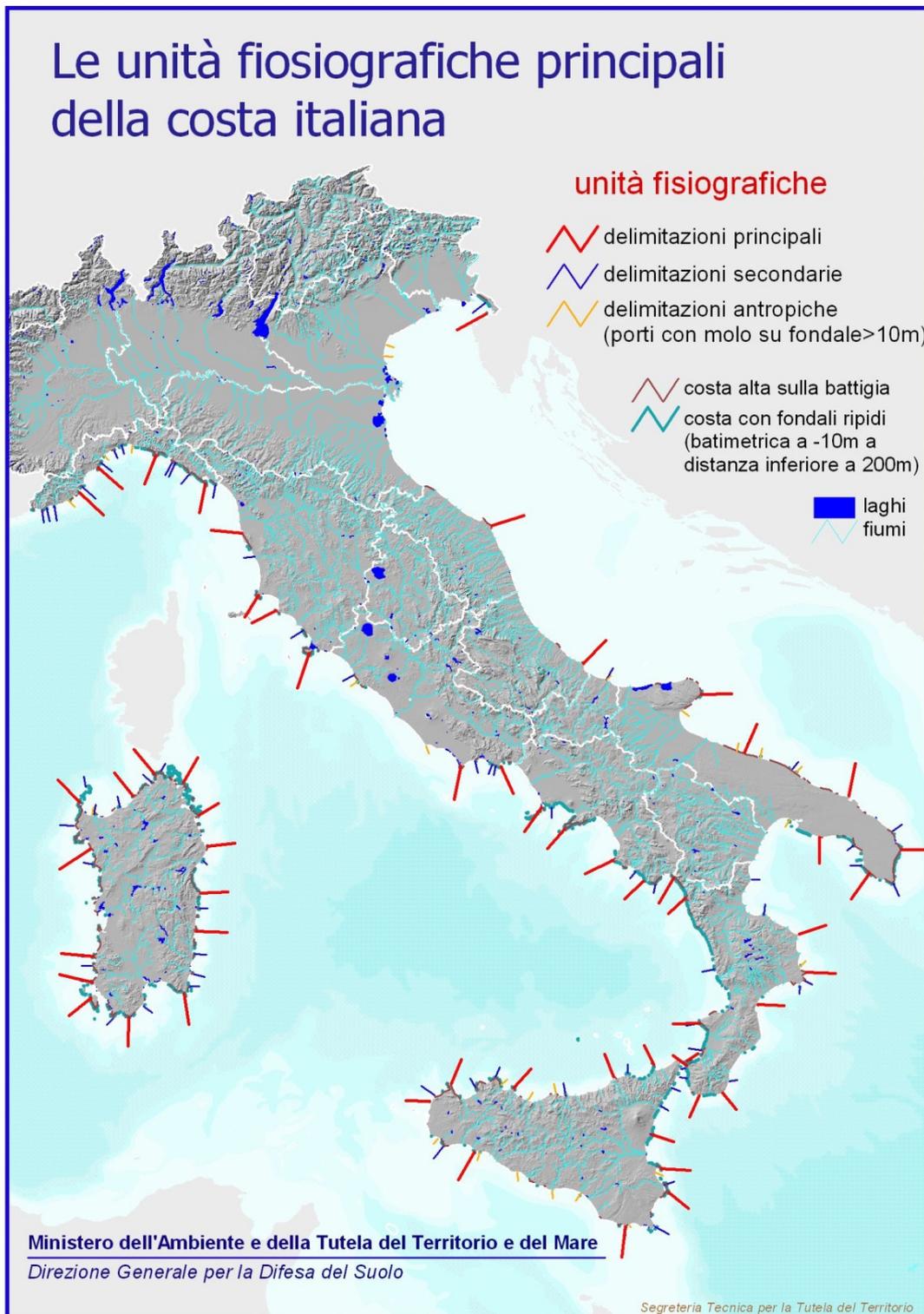
La necessità di suddividere la costa in tratti con caratteristiche omogenee e tra loro assimilabili nasce dall'esigenza di migliorare la gestione della fascia costiera dal punto di vista fisico e ambientale tenendo conto delle dinamiche geomorfologiche in gioco.

Una prima suddivisione della costa italiana peninsulare e della Sicilia e Sardegna è stata operata dal Ministero dell'Ambiente nel 2006 mediante l'utilizzo delle carte batimetriche 1:100.000 dell'Istituto Idrografico della Marina Militare Italiana, i dati della distribuzione delle coste alte e basse dell'Atlante delle Spiagge del CNR, e la distribuzione dei porti principali individuati con l'analisi della variazione della linea di costa.

Lo studio è stato rivolto alla definizione dei tratti costieri in cui il trasporto solido, dovuto al moto ondoso e alle correnti litoranee, è sostanzialmente confinato. Si è considerato possibile il trasporto di materiale solido oltre gli elementi naturali che non interrompono la linea batimetrica

di -10m. Attraverso l'analisi dell'andamento morfologico della costa emersa e della pendenza della costa sommersa sono stati tracciati i limiti naturali delle unità fisiografiche costiere

principali, individuandone in tutto 57, di cui n. 8 di rilievo interregionale. Detta suddivisione sarà oggetto di revisione sulla base delle nuove definizioni degli ambiti costieri italiani.



La condivisione delle definizioni degli ambiti costieri tra gli enti competenti in materia di difesa della costa, anche nelle sotto unità secondarie, rappresenta il primo passo per avviare una corretta pianificazione per la difesa della costa e per individuare gli interventi necessari per fronteggiare in maniera efficace e duratura e meno impattante l'arretramento della linea di riva che minaccia i beni esposti lungo i litorali.

Nelle Linee guida nazionali redatte dal TNEC 2016, sono enunciate le definizioni degli ambiti costieri che rappresentano il primo risultato della condivisione dei principi generali tra Ministero dell'Ambiente e Regioni Rivasche italiane. Da queste definizioni deriverà la nuova mappatura delle unità fisiografiche che si prevede gerarchizzate in quattro ordini: Principali, Secondarie, Gestionali e sub gestionali.

---

*Il presente lavoro è stato effettuato nel 2016 da Leonardo Di Maggio, Assistenza tecnica Sogesid presso la Direzione Generale per la Salvaguardia del Territorio e delle Acque del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, anche sulla base delle linee di costa al 2012 utili fornite per i propri territori dalle Regioni Lazio, Sardegna, Molise, Marche, Friuli VG, e sulla base delle linee di costa al 2012 delle regioni Toscana, Campania, Calabria e Puglia fornite dal Geoportale Nazionale.*

*Sul Geoportale Nazionale, inoltre, è possibile visualizzare più in dettaglio le variazioni della linea di riva elaborate con il presente lavoro.*

**Nota sull'aggiornamento di marzo 2017:** *gli aggiornamenti effettuati hanno tenuto conto delle verifiche incrociate applicate sulle operazioni di filtraggio delle piccole superfici nei tre periodi di osservazione e, per la definizione dei beni esposti a potenziale rischio di erosione costiera, degli strati informativi aggiornati relativi alle infrastrutture stradali.*