



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



**ISPRA**  
Istituto Superiore per la Protezione  
e la Ricerca Ambientale

## TAVOLO NAZIONALE EROSIONE COSTIERA

# LINEE GUIDA NAZIONALI PER LA DIFESA DELLA COSTA DALL'EROSIONE E DAGLI EFFETTI DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI

Allegato 2 – Opere di difesa e misure di mitigazione dei fenomeni erosivi

**Pierluigi Mancuso**

**Dipartimento Infrastrutture, Lavori Pubblici, Mobilità**

**Settore 8 – Interventi a difesa del suolo**



**REGIONE CALABRIA**

**ECOMONDO 2016**

**sala Reclaim Expo | pad C1**



## Allegato 2 – Opere di difesa e misure di mitigazione dei fenomeni erosivi

### REGIONE CALABRIA

Ing. Giuseppe Iritano

Ing. Pierluigi Mancuso

### ISPRA

Ing. Francesco Lalli

Dott.ssa Maria Luisa Cassese

Dott.ssa Barbara La Porta

Ing. Iolanda Lisi

Ing. Alessandro Lotti

Hanno collaborato

Prof. Pierluigi Aminti – Università di Firenze

Ing. Franco Guiducci





## **Allegato 2 – Opere di difesa e misure di mitigazione dei fenomeni erosivi**

**-Descrizione e analisi delle opere di difesa realizzate**

**-Principali effetti ambientali legati dalla realizzazione degli interventi**

**-Individuazione di metodi adottati per la programmazione e la valutazione dell'efficacia degli interventi**

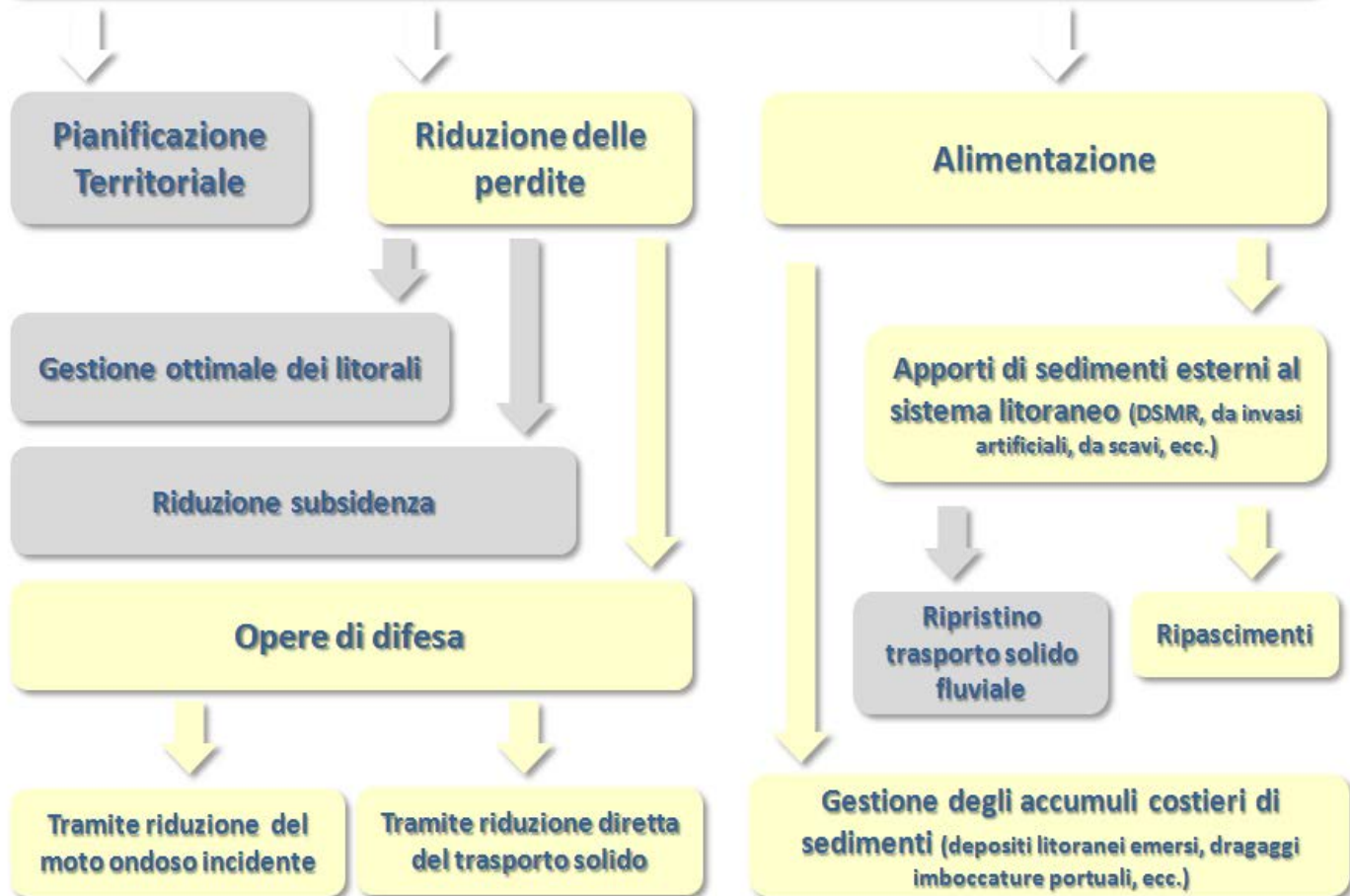
⇒ Metodi per la selezione e la programmazione degli interventi (definizione delle priorità)

⇒ Utilizzo della modellistica nelle opere di difesa della costa

⇒ Metodi pratici standardizzati per la valutazione comparata dell'efficacia delle diverse tipologie di intervento

⇒ Metodi per l'analisi costi/benefici degli interventi (comparazione rischio iniziale/rischio residuo) sia a scala locale (intervento singolo) che territoriale (pianificazione)

## Adattamento/Mitigazione Erosione Costiera







## Allegato 2 – Opere di difesa e misure di mitigazione dei fenomeni erosivi

In generale, la difesa di un tratto di costa si può realizzare attraverso interventi di tipo diretto che consentono:

- la riduzione della risalita e della tracimazione delle onde e il sostegno del terreno a tergo (es. **difese aderenti**)
- la protezione dall'azione erosiva dell'onda (es. **barriere distaccate e pennelli**)
- il rifornimento artificiale di sabbia per bilanciare le perdite di sedimenti (**ripascimenti liberi e/o protetti**)



## Allegato 2 – Opere di difesa e misure di mitigazione dei fenomeni erosivi

### 1.1 INTERVENTI DI DIFESA COSTIERA: ASPETTI TECNICI ED AMBIENTALI

#### *Interventi di protezione e per la riduzione delle perdite di sedimenti*

- Difese distaccate (barriere emerse e sommerse)
- Scogliere permeabili con elementi artificiali
- Barriere in geotessuto
- Sistemi di assorbimento e sfruttamento dell'energia del moto ondoso
- Difese aderenti
- Difese trasversali
- Sistemi di drenaggio

#### *Aspetti ambientali connessi alla realizzazione delle opere*



## **Allegato 2 – Opere di difesa e misure di mitigazione dei fenomeni erosivi**

### **1.2 INTERVENTI DI DIFESA COSTIERA: ASPETTI TECNICI ED AMBIENTALI**

#### *Interventi di alimentazione con sedimenti della fascia costiera*

- **Ripascimenti artificiali - Valutazione dei costi di dragaggio e ripascimento**
- **Ripascimento con sabbie litoranee mediante by pass**
- **Interventi di ripristino e protezione delle dune**
- **Aspetti ambientali connessi alla realizzazione delle opere**

#### *Aspetti ambientali connessi alla realizzazione delle opere*



## **Allegato 2 – Opere di difesa e misure di mitigazione dei fenomeni erosivi**

### **2.1 SCELTA DEGLI INTERVENTI: ASPETTI PROGRAMMATICI**

Gli **interventi di difesa costiera**, realizzati per salvaguardare e proteggere la costa, gli edifici e le infrastrutture, possono:

**ostacolare la libera propagazione del moto ondoso**

**provocare alterazioni del trasporto litoraneo, tipicamente caratterizzati da accumuli nella zona protetta e perdite nelle aree limitrofe - modifica della morfologia costiera**

**produrre alterazioni e impatti significativi sull'ambiente costiero in presenza di habitat e/o specie sensibili e sul paesaggio**





## **Allegato 2 – Opere di difesa e misure di mitigazione dei fenomeni erosivi**

**La verifica dell'efficacia di un intervento di difesa nel contrastare i fenomeni erosivi richiede lo studio dell'evoluzione della fascia costiera nel tempo:**

la scelta delle migliori soluzioni di intervento per contrastare i fenomeni erosivi deve essere supportata da un'attenta analisi del complesso dei fattori (marini, continentali e antropici) che maggiormente influiscono sulla dinamica costiera, sia a scala di bacino idrografico che degli ambiti costieri sottesi (unità fisiografiche).

**Più precisamente sono da approfondire gli aspetti relativi a:**

- morfologia della costa ed al complesso degli interventi antropici (di tipo insediativo, industriale o di protezione del litorale);
- incidenza degli apporti solidi fluviali e litoranei sul bilancio sedimentario costiero;
- incidenza dell'esposizione ai fattori meteo-marini (onde, marea, vento, correnti) sul flusso longitudinale e trasversale dei sedimenti lungo la costa e sui fenomeni di erosione/accumulo.



## Allegato 2 – Opere di difesa e misure di mitigazione dei fenomeni erosivi

### *Non esiste, in generale, l'opera "migliore in assoluto"*

studiare accuratamente gli aspetti antropici e le caratteristiche fisiche dell'unità fisiografica in esame, individuare le cause dell'arretramento della linea di riva

scegliere le opere compatibili con le caratteristiche fisiche riscontrate, possibilità di "non intervento"

valutare gli effetti indotti, sia dal punto di vista dell'efficacia che delle possibili conseguenze ambientali indesiderate, con strumenti modellistici idonei a supportare la comparazione, la scelta finale e l'ottimizzazione dell'opera



## Allegato 2 – Opere di difesa e misure di mitigazione dei fenomeni erosivi



**Pianificare gli interventi di difesa della costa**

**non come opere singole**, ma come componenti di un sistema complessivo di difesa, da studiare **nella scala dell'unità fisiografica**, al fine di limitare ogni possibile effetto, diretto e indiretto, sull'ambiente costiero  
(*erosione, esondazione, intrusione del cuneo salino, alterazione degli habitat preesistenti, ecc.*)

Definire degli **scenari** attraverso la realizzazione di **DATABASE Cartografici**, **MASTER PLAN**, ecc., Individuazione di **strategie** di intervento



## Allegato 2 – Opere di difesa e misure di mitigazione dei fenomeni erosivi

### Fase di programmazione

Realizzazione di **analisi ed elaborazioni documentali e grafiche**, sufficienti ad individuare le tipologie di intervento da realizzare per la mitigazione o rimozione dello stato di rischio a cui sono sottoposti i beni esposti e per i quali non si può consentire l'arretramento della linea di riva oltre un limite predefinito

Per tutta l'Unità fisiografica di riferimento, **individuare**, su base tecnica ed economica, con gli opportuni studi, indagini ed elaborati grafici, **tutti gli interventi strutturali e non strutturali (azioni) di mitigazione del rischio**, elencandone le priorità, nonché i vincoli territoriali, definendo le eventuali necessarie misure di delocalizzazione di insediamenti

Prevedere **attività di monitoraggio** degli interventi, come anche specificato nell'Allegato 1, non trascurando gli aspetti della qualità delle acque e dei sedimenti



## Allegato 2 – Opere di difesa e misure di mitigazione dei fenomeni erosivi

### MASTER PLAN degli interventi di mitigazione dell'erosione costiera Autorità di Bacino Regionale Regione Calabria, 2013

LEGENDA TAVOLA

Classificazione	Sigla	Esistenti (E)	Da realizzare (R)	Progetto (P)	Tipologia Opera
Opere Radenti	RM				Muro di sponda Rivestimento Scogliera
	RR				
	RS				
Opere di Difesa Longitudinali	BE				Barriera emersa
	BS				Barriera sommersa
Opere di Difesa Trasversali	PE				Pennello emerso
	PS				Pennello sommerso
Opere di Difesa Mista	ME				Pennello a "T" o a "L" con scogliera emersa
	MS				Pennello a "T" o a "L" con scogliera sommersa
Ripascimenti	RI				Ripascimento
				 DC Depositi Costieri DF Depositi Fluviali DM Depositi Marini	
				 FL	Foce torrente e direzione prevalente trasporto solido

BASE CARTOGRAFICA: CTR Regione Calabria 2012

LINEA DI RIVA ED OPERE ESISTENTI: aggiornate a maggio 2013



## Allegato 2 – Opere di difesa e misure di mitigazione dei fenomeni erosivi

### MASTER PLAN degli interventi di mitigazione dell'erosione costiera Autorità di Bacino Regionale Regione Calabria, 2013





## Allegato 2 – Opere di difesa e misure di mitigazione dei fenomeni erosivi

**MASTER PLAN** degli interventi di mitigazione dell'erosione costiera  
Autorità di Bacino Regionale Regione Calabria, 2013



*Rupe di Tropea. TROPEA (VV)*



## **Allegato 2 – Opere di difesa e misure di mitigazione dei fenomeni erosivi**

### **2.2 UTILIZZO DELLA MODELLISTICA NELLE OPERE DI DIFESA DELLE COSTE**

Prassi consolidata: utilizzare le prove su modelli sia fisici che matematici, come supporto alla progettazione marittima allo scopo di effettuare analisi di scenari

- Consente di analizzare l'impatto di ogni intervento in riferimento all'intero insieme delle dinamiche che caratterizzano un tratto di costa (a scala di Unità Fisiografica)
- Rende possibile l'individuazione delle soluzioni ottimali attraverso il confronto di molteplici alternative di intervento o gestionali



## Allegato 2 – Opere di difesa e misure di mitigazione dei fenomeni erosivi

### 2.3 METODI DI ANALISI COSTI/BENEFICI SVILUPPATI

- **Stima del beneficio** che un'opera di difesa riesce ad offrire in termini di ridotta erosione e compensazione con i costi dell'opera stessa
- **Stima del trend evolutivo dei litorali** allo stato attuale (e delle forzanti naturali e antropiche che agiscono a scala globale e locale) e delle stime di quanto un'opera di difesa può ridurre e/o stabilizzare il trend erosivo nel corso degli anni, limitando i costi di gestione e manutenzione
- **Analisi dei costi/benefici** per ogni diversa opera di mitigazione per la scelta degli investimenti più sicuri, tenendo conto dei diversi fattori ambientali ed antropici
- L'applicazione del metodo fornisce la **stima dei benefici totali annuali** (sotto forma di danni prevenuti) ricavati dalla differenza tra il danno medio annuale stimato per ciascuna delle ipotesi progettuali di intervento considerate e quello stimato per l'ipotesi progettuale di non intervento (USACE, 2008)



## Allegato 2 – Opere di difesa e misure di mitigazione dei fenomeni erosivi

### Schema delle voci di costo da stimare (Tratto da: USACE, 2008 modificato)

<i>Voce di costo</i>	<i>Descrizione</i>
<b>Costi iniziali</b>	Progettazione e avvio lavori
<b>Manutenzione</b>	Stima delle spese annuali di manutenzione per conservare/ripristinare l'integrità funzionale e strutturale delle opere, eventualmente danneggiate da eventi di tempesta oltre che dai naturali processi legati alla "vita utile" dell'opera.
<b>Rimozione/modifica</b>	Stima dell'eventuale spesa per modificare il progetto o rimuovere completamente l'opera, in caso di significativi impatti
<b>"Life-cycle"</b>	Stima combinata dei costi iniziali, di manutenzione e di rimozione/modifica richiesti durante il periodo di "vita utile" dell'opera
<b>Durata dell'opera</b>	Stima del numero di anni, ovvero della "vita utile" dell'opera
<b>Danni</b>	Stima dei costi causati dal danneggiamento strutturale e/o dalla diminuzione della funzionalità quando si verificano eventi eccezionali, con altezza d'onda significativa maggiore di quella dell'onda di progetto utilizzata per definire "la vita utile" dell'opera
<b>Bilanciamento</b>	Ricerca del bilancio più efficiente tra costi di costruzione e costi di manutenzione, tale che il costo totale sia il minimo possibile.



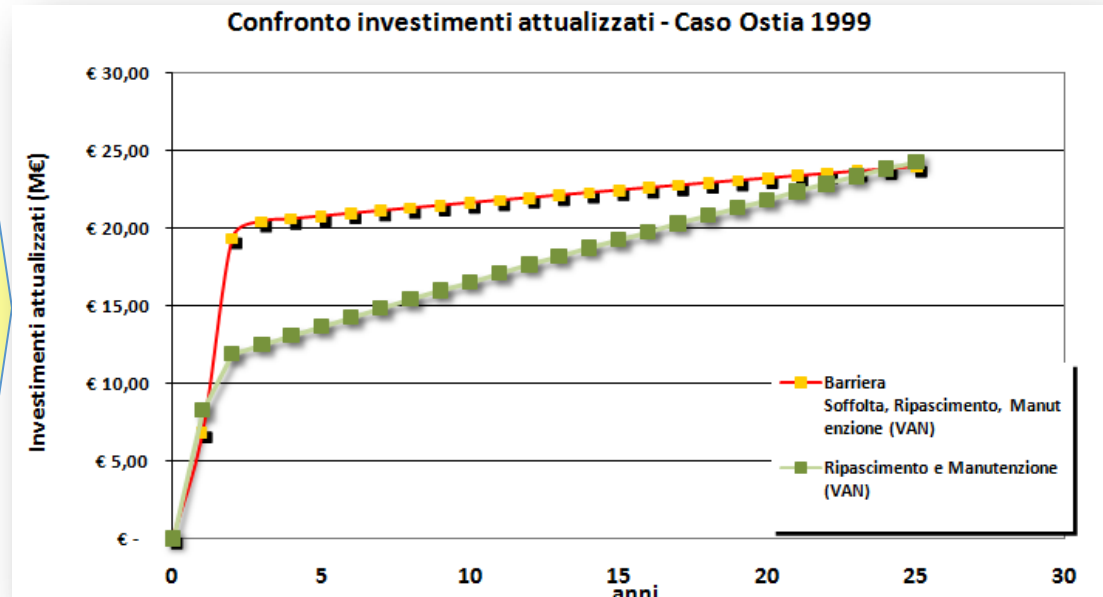


## Allegato 2 – Opere di difesa e misure di mitigazione dei fenomeni erosivi

### 2.4 METODI DI VALUTAZIONE DELL'EFFICACIA DEGLI INTERVENTI

#### Regione Lazio – Progetto BEACHMED

Comparazione economica delle diverse soluzioni progettuali in termini di costi capitale e costi di manutenzione (Valore Attuale Netto). **In questo modo è possibile, ad esempio, verificare l'incidenza degli oneri di manutenzione sul costo totale dell'intervento.**

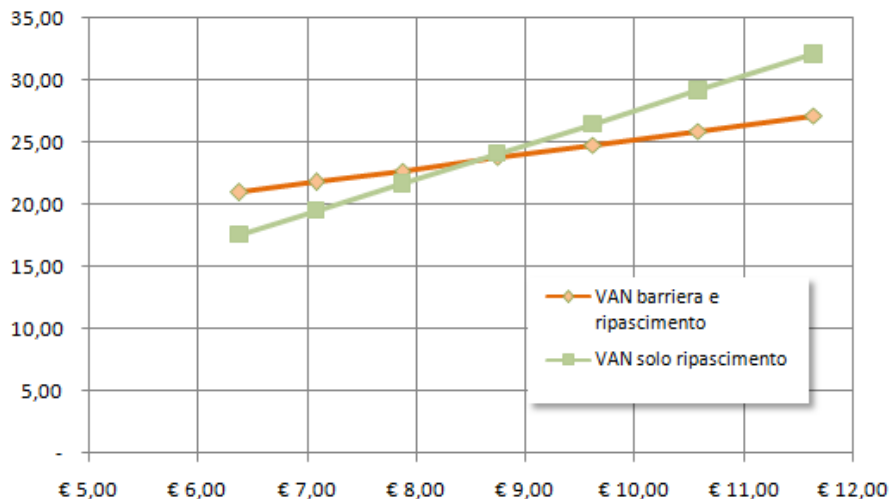




## Allegato 2 – Opere di difesa e misure di mitigazione dei fenomeni erosivi

### 2.4 METODI DI VALUTAZIONE DELL'EFFICACIA DEGLI INTERVENTI

Variabilità VAN (M€) e costo della sabbia



Analisi di sensitività per verificare la comparazione al variare di alcuni parametri. **In questo modo è possibile, ad esempio, verificare la convenienza di una scelta al variare del costo della sabbia in relazione alla sua maggiore o minore disponibilità.**



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Ing. Pierluigi Mancuso

REGIONE CALABRIA

Telefono: 0961 857439

E-mail: [pierluigi.mancuso@regione.calabria.it](mailto:pierluigi.mancuso@regione.calabria.it)