



## Progetto AnCoRA



Analisi di rischio della  
fascia Costiera della  
Regione Abruzzo



STUDI PROPEDEUTICI PER L'ANALISI DI RISCHIO DELLA FASCIA  
COSTIERA DELLA REGIONE ABRUZZO

# SINTESI MONOGRAFICA

Rapporto 22-11

AnCoRa-Rep22-11-R02

*(data di ultimo aggiornamento 14 dicembre 2021)*





**Copyright © 2021 by Liam**

*Si declina ogni responsabilità per i danni derivanti da un uso improprio delle informazioni contenute in questo documento, nel rispetto dell'art. 1229 del Codice Civile.*

Publicato il 14/12/2021

da Regione Abruzzo (<https://www.regione.abruzzo.it/content/piano-di-difesa-della-costa>)



## GRUPPO DI LAVORO

### Coordinamento Scientifico

Prof. Marcello Di Risio, PhD

Università dell'Aquila

*Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile Architettura e Ambientale (DICEAA)  
Laboratorio di Idraulica Ambientale e Marittima (Llam)*

### Supporto al coordinamento scientifico

Prof. Paolo De Girolamo, PhD

Sapienza Università di Roma

*Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile, Ambientale (DICEA)*

### Collaborazione scientifica

Ing. Melissa Anzellotti

Università dell'Aquila

*Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile Architettura e Ambientale (DICEAA)  
Laboratorio di Idraulica Ambientale e Marittima (Llam)*

Ing. Davide Tullio

Università dell'Aquila

*Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile Architettura e Ambientale (DICEAA)  
Laboratorio di Idraulica Ambientale e Marittima (Llam)*

Ing. Davide Pasquali, PhD

Università dell'Aquila

*Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile Architettura e Ambientale (DICEAA)  
Laboratorio di Idraulica Ambientale e Marittima (Llam)*

Ing. Daniele Celli, PhD

Università dell'Aquila

*Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile Architettura e Ambientale (DICEAA)  
Laboratorio di Idraulica Ambientale e Marittima (Llam)*

Ing. Piera Fischione

Università dell'Aquila

*Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile Architettura e Ambientale (DICEAA)  
Laboratorio di Idraulica Ambientale e Marittima (Llam)*

Ing. Ludovico Cipollone

Università dell'Aquila

*Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile Architettura e Ambientale (DICEAA)  
Laboratorio di Idraulica Ambientale e Marittima (Llam)*

Ing. Ilaria Di Muzio

Regione Abruzzo

*Servizio Opere Marittime e Acque Marine*

### Responsabile della Convenzione per la Regione Abruzzo

Dott. Franco Gerardini

Regione Abruzzo

*Già Responsabile del Servizio Opere Marittime e Acque Marine*

Ing. Paolo D'Incecco

Regione Abruzzo

*Responsabile del Servizio Opere Marittime e Acque Marine*

### **Responsabile delle attività scientifiche e tecniche per la Regione Abruzzo**

Ing. Luca Iagnemma, PhD

Regione Abruzzo

*Responsabile Ufficio qualità acque marine ed ecosistemi*

*Questa pagina è intenzionalmente lasciata in bianco*

## INDICE

1.	Premesse .....	2
2.	Descrizione dello stato di fatto della fascia costiera .....	4
2.1.	Descrizione sintetica di insieme .....	4
2.2.	Unità Fisiografica di Gestione UF-01 dalla Foce del Tronto al Porto di Giulianova ...	7
2.3.	Unità Fisiografica di Gestione UF-02 dal Porto di Giulianova alla Foce del Vomano.	8
2.4.	Unità Fisiografica di Gestione UF-03 dalla Foce del Vomano alla Foce del Saline .....	9
2.5.	Unità Fisiografica di Gestione UF-04 dalla Foce del Saline al Porto di Pescara .....	10
2.6.	Unità Fisiografica di Gestione UF-05 dal Porto di Pescara alla Darsena di Francavilla	10
2.7.	Unità Fisiografica di Gestione UF-06 dalla Darsena di Francavilla a Torre Mucchia	11
2.8.	Unità Fisiografica di Gestione UF-07 da Torre Mucchia al Porto di Ortona .....	11
2.9.	Unità Fisiografica di Gestione UF-08 dal Porto di Ortona a Punta Cavalluccio .....	11
2.10.	Unità Fisiografica di Gestione UF-09 da Punta Cavalluccio a Punta Penna .....	11
2.11.	Unità Fisiografica di Gestione UF-10 Punta Penna – Foce del Trigno .....	12
3.	Evoluzione recente del litorale .....	13
3.1.	Unità Fisiografica di Gestione UF-01 dalla Foce del Tronto al Porto di Giulianova .	13
3.2.	Unità Fisiografica di Gestione UF-02 dal Porto di Giulianova alla Foce del Vomano	13
3.3.	Unità Fisiografica di Gestione UF-03 dalla Foce del Vomano alla Foce del Saline ....	14
3.4.	Unità Fisiografica di Gestione UF-04 dalla Foce del Saline al Porto di Pescara .....	14
3.5.	Unità Fisiografica di Gestione UF-05 dal Porto di Pescara alla Darsena di Francavilla	14
3.6.	Unità Fisiografica di Gestione UF-06 dalla Darsena di Francavilla a Torre Mucchia	15
3.7.	Unità Fisiografica di Gestione UF-07 da Torre Mucchia al Porto di Ortona .....	15
3.8.	Unità Fisiografica di Gestione UF-08 dal Porto di Ortona a Punta Cavalluccio .....	15

---

3.9.	Unità Fisiografica di Gestione UF-09 da Punta Cavalluccio a Punta Penna .....	16
3.10.	Unità Fisiografica di Gestione UF-10 Punta Penna – Foce del Trigno.....	16
4.	Sintesi dell’analisi di rischio.....	17
4.1.	Definizioni.....	17
4.2.	Metodologia per la valutazione del rischio della fascia costiera.....	19
4.3.	Classificazione, indici e localizzazione .....	20
4.4.	Principali risultati dell’analisi di rischio.....	26
5.	Sintesi delle analisi di dettaglio .....	30
6.	Strategie di gestione della fascia costiera.....	31
6.1.	Strategie di intervento .....	31
6.2.	Strategie di gestione .....	35
6.3.	Strategie di gestione emergenziale.....	39



*Questa pagina è intenzionalmente lasciata in bianco*

*Questa pagina è intenzionalmente lasciata in bianco*

## LISTA DELLE TABELLE

Tabella 4.1: Criterio di classificazione degli indici.....	20
--	----



*Questa pagina è intenzionalmente lasciata in bianco*

## 1. PREMESSE

La gestione integrata della fascia costiera necessita, come supporto di sfondo alle azioni di tutela/mitigazione/adattamento, di un apparato conoscitivo evoluto che evidenzi le dinamiche di correlazione tra le determinanti, i rischi e le opzioni solutive.

La Regione Abruzzo è stata una delle prime regioni italiane a utilizzare modelli territoriali integrati dell'ambito costiero dotandosi di un Piano di gestione basato su un'analisi di rischio multidisciplinare eseguita a scala regionale. Il Piano, che tuttora costituisce lo strumento di programmazione per gli interventi di difesa e riqualificazione delle coste regionali, venne sviluppato tra il 2000 e il 2001 nell'ambito dello Studio di Fattibilità finanziato dal CIPE n.106/99 denominato "Gestione integrata dell'area costiera. Piano organico per il rischio delle aree vulnerabili. Fattibilità di interventi di difesa e di gestione della fascia litoranea su scala regionale" approvato con la Delibera della Giunta Regionale DGR 964 del 31/11/2002.

Il progetto di ricerca in epigrafe, denominato AnCoRA (Studi propedeutici per l'**A**nalisi di rischio della fascia **C**ostiera della **R**egione **A**bruzzo), è mirato ad aggiornare le conoscenze attuali sulla fascia costiera regionale.

In particolare, esso mira a:

1. definire lo stato di fatto della costa;
2. valutare il livello di rischio costiero in ogni zona omogenea identificata;
3. analizzare gli effetti degli interventi eseguiti in passato;
4. realizzare un'analisi di dettaglio sui tratti del litorale a maggiore rischio.

Per quanto riguarda le analisi di dettaglio, l'evoluzione del progetto di ricerca ha evidenziato la necessità di effettuare le analisi di dettaglio monografiche per ogni Unità Fisiografica di Gestione con l'obiettivo di fornire un quadro conoscitivo sull'intero litorale regionale.

Al termine delle attività è stata prevista la redazione del presente documento monografico con i seguenti contenuti:

- descrizione dello stato di fatto della fascia costiera;
- evoluzione recente del litorale;
- sintesi dell'analisi di rischio;
- sintesi delle analisi di dettaglio;
- strategie di gestione della fascia costiera.

## 2. DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO DELLA FASCIA COSTIERA

Le attività condotte hanno permesso di costruire un quadro conoscitivo tramite il quale è possibile descrivere lo stato di fatto della fascia costiera nazionale.

Nei paragrafi che seguono, per ognuna delle Unità Fisiografiche di Gestione, si riporta una descrizione sintetica.

### 2.1. DESCRIZIONE SINTETICA DI INSIEME

La costa abruzzese si sviluppa per una lunghezza pari a circa 125 km, ed è possibile suddividerla in tratti caratterizzati da una costa bassa e sabbiosa e tratti caratterizzati da una costa alta e rocciosa. La fascia costiera che va dal confine settentrionale (fiume Tronto) fino al promontorio di Ortona si contraddistingue come litorale basso, mentre il tratto restante, da Ortona al confine meridionale (fiume Trigno), è caratterizzato da una prevalenza di costa alta e rocciosa, intervallata da alcuni tratti bassi e sabbiosi. La lunghezza della costa alta risulta essere pari a circa 25 km (20,7% dell'estensione totale del litorale abruzzese), mentre la lunghezza della costa bassa corrisponde a circa 98 km (79,3% del totale). Si precisa che in questo conteggio è stata considerata la porzione di costa, alta o bassa, protetta da opere rigide quali barriere radenti, le quali si estendono per circa 17 km (13,7% dell'intera costa).

Relativamente alle opere marittime in generale, si rende necessario aggiornare il precedente censimento effettuato nell'ambito del progetto S.I.Co.R.A. (primi anni 2000), cosa che è stata realizzata nell'ambito del progetto AnCoRA (2018-2019). Di seguito si riportano le tipologie delle opere marittime che sono state individuate e censite:

- Banchina o pontile;
- Barriera emersa;
- Barriera radente;
- Barriera sommersa;
- Darsena;



- Diga foranea;
- Molo;
- Pennello emerso;
- Pennello parzialmente sommerso;
- Pennello sommerso;
- Porto;
- Trabocco.

Nell'ambito della valutazione del rischio costiero, l'indice di difesa IV-D (incluso nell'indice di vulnerabilità IV) è quello che prende in considerazione alcune di queste opere, in particolare quelle definite "opere di difesa". Si tratta di: barriere emerse, barriere sommerse, pennelli emersi, pennelli parzialmente sommersi e pennelli sommersi. Lo sviluppo complessivo di queste ultime opere è pari a circa 60 km (49% dell'estensione complessiva della costa abruzzese), di conseguenza la costa restante non protetta da opere risulta essere circa 63 km (51% del totale). È più significativo il dato relativo alla presenza di opere di difesa su coste basse e sabbiose in quanto generalmente sono quelle più vulnerabili; in Abruzzo esse si estendono per circa 53 km (53,7% delle coste basse). Il censimento fornisce anche informazioni relative allo stato di conservazione delle opere stesse. Ciò si riflette anche nella classificazione definita per l'indice di difesa (IV-D).

*Tabella 2.1 Criterio di classificazione dell'indice di difesa (IV-D)*

<b>Molto Bassa</b>	<b>Bassa</b>	<b>Media</b>	<b>Alta</b>	<b>Molto Alta</b>
Opere trasversali in ottimo stato	Opere longitudinali in ottimo stato	Opere (longitudinali o trasversali) in condizioni di sufficiente conservazione	Assenza di opere	Opere di difesa danneggiate

I risultati ottenuti sono riassunti nella tabella 2.2.

Tabella 2.2 Dati relativi alla presenza delle diverse tipologie di opere

Tipologia di costa	Lunghezza (km)	Lunghezza (%)
Costa con presenza di opere trasversali in ottimo stato	3.02	2.45
Costa con presenza di opere longitudinali in ottimo stato	30.31	24.61
Costa con presenza di opere in condizioni di sufficiente conservazione	16.67	13.53
Costa con presenza di opere danneggiate	10.34	8.40

Si nota che la maggioranza delle opere presenti sulla costa abruzzese sono caratterizzate da un ottimo stato di conservazione, anche grazie ad alcuni interventi recenti, pari al 73% del totale delle opere di difesa; per quanto riguarda quelle in condizioni di sufficiente conservazione la percentuale si attesta sul 19%; infine, quelle danneggiate rappresentano l'8% del totale.

Un altro aspetto importante è la valutazione dell'eventuale presenza di elementi di pregio nella fascia costiera, cosa che rientra nell'esposizione e che va a definire l'indice di esposizione culturale e ambientale (IE-CA). Suddetti elementi sono:

- Siti di Interesse Nazionale (SIN);
- Siti Natura 2000;
- Aree protette;
- Impianti a Rischio di Incidenti Rilevanti (RIR);
- Aree archeologiche;
- Trabocchi;
- Regio Tratturo;
- Bandiere Blu.

Dallo studio realizzato è emerso che la lunghezza della costa in cui è presente almeno uno di questi valori è pari a circa 68 km (54,9% dell'estensione del litorale abruzzese); di conseguenza, il tratto restante, che non presenta alcun elemento di pregio, si estende per circa 56 km (45,1% del totale). Nella tabella 2.3 sono riportate le statistiche dei singoli componenti.

Tabella 2.3 Dati relativi alla presenza degli elementi del patrimonio culturale-ambientale.

Elementi esposti	Lunghezza (km)	Lunghezza (%)
Siti di Interesse Nazionale (SIN)	0.76	0.61
Siti Natura 2000	23.76	19.30
Aree protette	24.75	20.10
Trabocchi	3.42	2.78
Regio Tratturo	7.63	6.20
Bandiere Blu	26.88	21.83

## 2.2. UNITÀ FISIOGRAFICA DI GESTIONE UF-01 DALLA FOCE DEL TRONTO AL PORTO DI GIULIANOVA

Il litorale dell'unità fisiografica, che si estende dalla Foce del Tronto sino al Porto di Giulianova, è caratterizzato da un marcato arretramento della linea di riva che si propaga progressivamente verso Sud. L'analisi diacronica delle linee di riva, infatti, rivela in maniera evidente la migrazione del processo erosivo. L'origine dei fenomeni erosivi di questo tratto di costa sono da imputare in primo luogo alla riduzione degli apporti solidi dei corsi d'acqua ed in particolare a quelli del fiume Tronto che, a ragione dell'estensione del suo bacino idrografico, costituisce uno dei principali fiumi che sfociano sulla costa abruzzese segnando il confine con la Regione Marche. Tale riduzione ha avuto effetti negativi in modo rilevante sul litorale abruzzese a causa della direzione prevalente della componente longitudinale del trasporto solido indotto dal moto ondoso. Di conseguenza la riduzione degli apporti solidi fluviali ha interessato dapprima il litorale di Martinsicuro. L'intervento con opere di difesa di tipo rigido ha contribuito ad accelerare l'erosione verso Sud. Attualmente il processo interessa la porzione settentrionale del litorale di Alba Adriatica. Accanto alla riduzione degli apporti solidi fluviali una ulteriore causa che ha contribuito all'acuirsi dei fenomeni erosivi è da attribuire alla massiva antropizzazione della fascia costiera (realizzazione del lungomare, stabilimenti balneari, abitazioni, ecc.) che ha determinato la scomparsa della duna costiera ed ha ridotto la capacità naturale del litorale di far fronte agli eventi meteomarini estremi.

A Sud del litorale settentrionale di Alba Adriatica, il processo erosivo non influenza la dinamica della spiaggia che, anche in assenza di opere, sembra in ottimo stato morfologico. Ottimo stato morfologico testimoniato dalla presenza di regolari barre parallele alla costa. Il Porto di Giulianova, a Sud, sostiene l'intero litorale e si evidenzia un'area, prossima al molo Nord del

Porto, di evidente accumulo sedimentario che favorisce anche l'interrimento dell'area di avamposto.

L'analisi di rischio ha evidenziato che il tratto settentrionale del litorale di Martinsicuro è caratterizzato da un livello di rischio "basso" o "molto basso". A partire dal litorale di Villa Rosa, e procedendo verso Sud, l'evolversi del processo erosivo e la presenza di attività economiche (legate alla fascia costiera), fanno salire il livello di rischio ("Alto") nelle aree settentrionali di Alba Adriatica. Il livello di rischio si mantiene "medio" o "basso" fino al porto di Giulianova.

Il Piano previgente prevedeva la realizzazione di un sistema di difesa a celle nel tratto di costa prospiciente a Villa Rosa e il versamento di 820'000 m<sup>3</sup> di sabbia da Villa Rosa fino a circa 600 m a Sud della foce del Vibrata. Il piano previgente evidenziava che il ripascimento libero, previsto a sud del sistema di difese a celle, aveva l'obiettivo di alimentare il trasporto longitudinale a beneficio del litorale di Alba Adriatica.

Il litorale di Martinsicuro è stato oggetto di intervento in accordo con le previsioni del Piano previgente ed è stato recentemente (2019) realizzato un intervento di chiusura del sistema di protezione con la realizzazione di una serie di tre opere trasversali di lunghezza decrescente procedendo verso Sud.

Il processo erosivo si è propagato verso Sud, raggiungendo il tratto settentrionale del litorale di Alba Adriatica. La struttura denominata "Bambinopoli" è stata oggetto di intervento con la realizzazione di un'opera radente a seguito di eventi che ne hanno minacciato la stabilità strutturale.

### 2.3. UNITÀ FISIOGRAFICA DI GESTIONE UF-02 DAL PORTO DI GIULIANOVA ALLA FOCE DEL VOMANO

Il litorale dell'unità fisiografica, che si estende dal Porto di Giulianova sino al Porto di Roseto (Foce del Fiume Vomano), è caratterizzato da una diffusa presenza di strutture rigide di difesa. La maggior parte delle opere è costituita da barriere distaccate emergenti sono state realizzate prevalentemente tra gli anni '70 e '80. Un'eccezione è rappresentata dall'area settentrionale del litorale, in corrispondenza della frazione "Cologna Spiaggia", ove sono stati effettuati interventi sulla scorta delle previsioni del piano previgente. La difesa del litorale è stata motivata, negli anni, da un processo erosivo verosimilmente imputabile principalmente alla riduzione del trasporto solido fluviale. In linea del tutto generale, il sistema di difesa ha assicurato una stabilità del litorale in corrispondenza del centro abitato di Roseto degli Abruzzi. Tuttavia, il piano previgente osservava in corrispondenza della frazione di Cologna Spiaggia, per un tratto di costa

che si estende dalla foce del Tordino verso sud per circa 3700 m caratterizzato da una modesta larghezza della spiaggia (mediamente pari a circa 30 m), il verificarsi nel periodo 1994-2000 un arretramento medio della linea di riva pari a circa 10 m con valori massimi compresi tra 20 e 26 m. Per tale motivo, il piano previgente prevedeva, tra l'altro, una riqualificazione del sistema di difesa con la proposta di realizzazione di un sistema di difesa a celle di contenimento (per uno sviluppo complessivo di 2000 m) nel tratto di costa prospiciente Cologna Spiaggia. La proposta era costituita da una barriera sommersa da realizzare tramite rifioritura delle barriere emergenti esistenti e otto opere trasversali parzialmente emersi. L'intervento è stato realizzato parzialmente a partire dal 2012 e il fenomeno erosivo appare in diminuzione. Tuttavia, si è osservata una migrazione dell'erosione che oggi interessa il litorale della Riserva naturale del Borsacchio.

#### 2.4. UNITÀ FISIOGRAFICA DI GESTIONE UF-03 DALLA FOCE DEL VOMANO ALLA FOCE DEL SALINE

A Sud della Foce del Vomano, il lungomare di Scerne, frazione di Pineto, è caratterizzato da una spiaggia ciottolosa la cui conformazione è condizionata dalla presenza di una serie di sei pennelli realizzati a partire dal 1984, con interasse e lunghezza variabili. Il più meridionale dei pennelli, realizzato nel 2006, aveva l'obiettivo di limitare la migrazione delle ghiaie verso il litorale di Pineto. Infatti, nel tratto di litorale prospiciente l'abitato di Pineto, si registrava una regressione della linea di riva associata, anche a causa alla diminuzione della quota della spiaggia emersa, a un aumento delle frazioni ghiaiose e ciottolose dei sedimenti.

Il litorale prospiciente Pineto, con l'eccezione della sua porzione più settentrionale (contraddistinta da edifici alberghieri e residenziali le cui infrastrutture insistono direttamente sulla spiaggia), è caratterizzato dalla presenza della storica Pineta Catucci che ha contribuito a limitare il carico antropico diretto sulla spiaggia.

A Sud della Torre del Cerrano, dopo un breve tratto caratterizzato da una fascia di pineta simile a quella che contraddistingue il litorale di Pineto, iniziano a presentarsi gli insediamenti di Silvi Marina che insistono direttamente sul litorale, sino alla località Villaggio del Fanciullo. Procedendo verso le foci dei fiumi Piomba e Saline, l'evoluzione del litorale appare fortemente condizionata dalla presenza degli insediamenti abitativi e dalla riduzione dei contributi solidi dei corsi d'acqua e dagli effetti del sistema di difesa costiera oggetto di manutenzione ed integrazione sino a tempi recentissimi e per le quali è previsto in tempi breve un'ulteriore attività di manutenzione.

## 2.5. UNITÀ FISIOGRAFICA DI GESTIONE UF-04 DALLA FOCE DEL SALINE AL PORTO DI PESCARA

Il litorale è interamente difeso da tre serie di barriere distaccate emergenti in massi naturali realizzate a partire dagli anni '60 e, in corrispondenza del litorale di Montesilvano, dai recenti interventi in attuazione del piano previgente. Lo stato attuale è il risultato di molteplici interventi spesso improntati al salpamento e/o alla riqualificazione di barriere realizzate precedentemente. Tale modalità di intervento ha interferito notevolmente con la dinamica evolutiva naturale che attualmente risulta fortemente dipendente dalla presenza delle opere di difesa. Dalla foce del Saline si estende verso sud una prima fila di barriere distaccate. La seconda serie, realizzata tra il 1997 ed il 1998, è ubicata in una posizione poco più avanzata rispetto alla prima serie di barriere. La terza serie è ubicata ad una distanza dalla linea di riva molto variabile a causa del suo andamento curvilineo. Le barriere che difendono il tratto meridionale del litorale di Montesilvano e quello di Pescara sono caratterizzate da una giacitura obliqua rispetto a quella media della linea di riva e pressoché parallelo alla direzione del moto ondoso più intenso e più frequente. In parziale attuazione del piano previgente, quattro barriere oblique sono state ricollocate longitudinalmente alla giacitura media della linea di riva in corrispondenza della foce del fosso Mazzocco ed è stata realizzata un'opera trasversale a circa 300 m a Sud del confine comunale tra Montesilvano e Pescara.

## 2.6. UNITÀ FISIOGRAFICA DI GESTIONE UF-05 DAL PORTO DI PESCARA ALLA DARSENA DI FRANCAVILLA

Il litorale è caratterizzato dalla presenza di molte opere di difesa, recentemente modificate secondo le previsioni del piano previgente. La maggior parte delle barriere distaccate ha un orientamento obliquo rispetto all'andamento medio della linea di riva e pressoché parallelo alla direzione del moto ondoso più intenso e più frequente. Si rileva anche la presenza di opere di tipo trasversale. La presenza delle foci del fosso Vallelunga e del fiume Alento richiedono attenzione rispetto all'effetto dei sistemi di difesa in termini di qualità delle acque di balneazione. Si osserva altresì una tendenza alla deposizione dei sedimenti in corrispondenza dei fondali antistanti l'imboccatura portuale del Porto di Pescara con conseguenti necessità di gestione dei dragaggi per assicurare l'efficienza del porto.

## 2.7. UNITÀ FISIOGRAFICA DI GESTIONE UF-06 DALLA DARSENA DI FRANCAVILLA A TORRE MUCCHIA

Il litorale compreso tra la Darsena di Francavilla e Torre Mucchia presenta caratteristiche simile a quello tra il Porto di Pescara e la stessa Darsena. E' caratterizzato dalla presenza di molte opere di difesa. La maggior parte delle barriere distaccate ha un orientamento obliquo rispetto all'andamento medio della linea di riva e pressoché parallelo alla direzione del moto ondoso più intenso e più frequente. Fanno eccezione le opere immediatamente a Nord della foce dell'Arielli, ove le opere hanno una giacitura parallela alla riva. Non si rileva la presenza di opere di tipo trasversale.

## 2.8. UNITÀ FISIOGRAFICA DI GESTIONE UF-07 DA TORRE MUCCHIA AL PORTO DI ORTONA

Il litorale, che si estende per circa 3.5 km, è essenzialmente caratterizzabile come costa alta. Il tratto vede il succedersi di promontori rocciosi che delimitano brevi tratti di spiaggia, a loro volta costituenti morfotipi costieri a sé stanti. Una serie di barriere sommerse è situata nelle immediate vicinanze del molo Nord del Porto di Ortona.

## 2.9. UNITÀ FISIOGRAFICA DI GESTIONE UF-08 DAL PORTO DI ORTONA A PUNTA CAVALLUCCIO

Il litorale è prevalentemente roccioso nella sua porzione settentrionale, dal Porto di Ortona sino a Punta della Macchiola, a Nord della foce del Feltrino. Le spiagge sono prevalentemente morfotipi indipendenti, debolmente alimentate dai sedimenti provenienti da fossi e torrenti minori. Nel suo insieme la costa risulta protetta con barriere emerse nelle sole zone poste a meridione della foce del Feltrino e in corrispondenza a Punta del Guardiano.

Sono presenti alcuni trabocchi e sono presenti opere longitudinali o radenti spesso in cattivo stato di manutenzione. In corrispondenza del tratto meridionale del litorale sono presenti alcune opere trasversali.

## 2.10. UNITÀ FISIOGRAFICA DI GESTIONE UF-09 DA PUNTA CAVALLUCCIO A PUNTA PENNA

Il litorale è piuttosto articolato e si presenta ciottoloso nella sua parte settentrionale. Procedendo in direzione Sud, il litorale è contraddistinto dalla presenza di un'opera radente a difesa del tracciato della ferrovia, ora abbandonato e sostituito dalla Via Verde. Il litorale di Torino di Sangro e Casalbordino si presenta prevalentemente sabbioso e sabbioso-ciottoloso per poi diventare ciottoloso a partire dall'area prossima alla foce del Sinello. Procedendo ancora

verso Sud la costa diventa alta sino a giungere al Porto di Vasto, in corrispondenza del quale si trova un'ampia falcata sabbiosa in fase di accrescimento.

Il litorale di Fossacesia è stato oggetto degli interventi previsti dal piano previgente. In località Lago Dragoni si evidenzia un tratto una costruzione in posizione avanzata rispetto all'opera radente. Il litorale di Torino di Sangro è in forte stato di avanzamento a causa di un intervento di difesa costituito da opere longitudinali fortemente emergenti. Tale avanzamento, insieme alla diminuzione degli apporti fluviali, ha portato allo smantellamento della spiaggia di Casalbordino, posta nel tratto meridionale.

#### 2.11. UNITÀ FISIOGRAFICA DI GESTIONE UF-10 PUNTA PENNA – FOCE DEL TRIGNO

Per circa 8 km, fino a all'inizio dell'abitato di Marina di Vasto, il litorale si sviluppa secondo la direttrice N-S per poi seguire la direttrice NO-SE fino alla foce del Trigno, circa 7 km. Oltre alla porzione meridionale del litorale di Vasto, la sub-unità comprende il litorale di San Salvo Marina.

Tra il porto di Vasto e Marina di Vasto la costa è alta e risulta costituita da numerose insenature, ognuna delle quali può essere considerata una piccola sub-unità fisiografica. Tra Marina di Vasto e la foce del Trigno, comprendente il litorale di San Salvo Marina e il confine con la regione Molise. Il litorale, a granulometria prevalentemente sabbiosa, si presenta difeso da barriere distaccate in corrispondenza di San Salvo.



### **3. EVOLUZIONE RECENTE DEL LITORALE**

La tendenza evolutiva recente del litorale è stata valutata analizzando le linee di riva acquisite nel 1997 e nel 2018. Si ritiene che l'orizzonte temporale di evoluzione degli ultimi 20 anni sia prezioso per la pianificazione delle opzioni di intervento, compresa l'opzione zero (assenza totale di interventi) e per l'identificazione di eventuali aree a criticità localizzata. Nel seguito si descrive sinteticamente l'evoluzione recente di ogni unità fisiografica di gestione.

#### **3.1. UNITÀ FISIOGRAFICA DI GESTIONE UF-01 DALLA FOCE DEL TRONTO AL PORTO DI GIULIANOVA**

Si evidenziano le aree in sostanziale arretramento in corrispondenza della zona meridionale del centro abitato di Martinsicuro e in corrispondenza del litorale Alba Adriatica. Tali zone critiche confermano l'influenza della pressione antropica sull'evoluzione della linea di riva.

In linea generale, il 23% del litorale risulta in arretramento (per un'estensione totale di 3.9 km circa), il 5.72% del litorale risulta sostanzialmente stabile (arretramento o avanzamento inferiore a 0.25 m/anno, per un'estensione totale di circa 1 km) e il restante 71.28% è in avanzamento (per un'estensione totale di circa 12.1 km).

Attualmente l'evoluzione del litorale è governata dalla presenza di opere di difesa per il 35.9% della sua estensione (il 14% dalla presenza di opere longitudinali, l'21.9% da sistemi a cella).

#### **3.2. UNITÀ FISIOGRAFICA DI GESTIONE UF-02 DAL PORTO DI GIULIANOVA ALLA FOCE DEL VOMANO**

Si evidenziano le aree in arretramento in corrispondenza della zona settentrionale del centro abitato di Roseto degli Abruzzi. Tali zone critiche confermano l'influenza della pressione antropica sull'evoluzione della linea di riva.

In linea generale, il 9.87% del litorale risulta in arretramento (per un'estensione totale di 1.2 km circa), il 23.76% del litorale risulta sostanzialmente stabile (arretramento o avanzamento inferiore a 0.25 m/anno, per un'estensione totale di circa 2.8 km) e il restante 66.37% è in avanzamento (per un'estensione totale di circa 8 km).

Attualmente l'evoluzione del litorale è governata dalla presenza di opere di difesa per il 70.0% della sua estensione (il 44% dalla presenza di opere longitudinali, l'27% da sistemi a cella).

### 3.3. UNITÀ FISIOGRAFICA DI GESTIONE UF-03 DALLA FOCE DEL VOMANO ALLA FOCE DEL SALINE

Si evidenziano le aree in sostanziale arretramento in corrispondenza della zona settentrionale del centro abitato di Pineto, della zona settentrionale del centro abitato di Silvi e in corrispondenza del litorale di Città Sant'Angelo. Tali zone critiche confermano l'influenza della pressione antropica sull'evoluzione della linea di riva.

In linea generale, il 19.87% del litorale risulta in arretramento (per un'estensione totale di 3.4 km circa), il 29.68% del litorale risulta sostanzialmente stabile (arretramento o avanzamento inferiore a 0.25 m/anno, per un'estensione totale di circa 5.1 km) e il restante 50.45% è in avanzamento (per un'estensione totale di circa 8.6 km).

Per contro, attualmente l'evoluzione del litorale è governata dalla presenza di opere di difesa per il 35.4% della sua estensione (il 24% dalla presenza di opere trasversali, l'11.4% da sistemi a cella). A questo si deve aggiungere un ulteriore 5.7% (per un totale di 41.2%) relativo alle opere attualmente in fase avanzata di realizzazione in corrispondenza del litorale Nord di Silvi.

### 3.4. UNITÀ FISIOGRAFICA DI GESTIONE UF-04 DALLA FOCE DEL SALINE AL PORTO DI PESCARA

L'analisi diacronica della linea di riva mostra una sostanziale stabilità con la presenza di un'area soggetta ad erosione in zona baricentrica.

### 3.5. UNITÀ FISIOGRAFICA DI GESTIONE UF-05 DAL PORTO DI PESCARA ALLA DARSENA DI FRANCAVILLA

Si evidenzia l'area in arretramento in corrispondenza della zona settentrionale del centro abitato di Francavilla. Tale zona critica conferma l'influenza della pressione antropica sull'evoluzione della linea di riva.

In linea generale, il 15.77% del litorale risulta in arretramento (per un'estensione totale di 0.81 km circa), il 23.47% del litorale risulta sostanzialmente stabile (arretramento o avanzamento inferiore a 0.25 m/anno, per un'estensione totale di circa 1.3 km) e il restante 60.76% è in avanzamento (per un'estensione totale di circa 3.4 km).

Attualmente l'evoluzione del litorale è governata dalla presenza di opere di difesa per il 96% della sua estensione (il 14% dalla presenza di opere trasversali, l'82% dalla presenza di opere longitudinali).

### 3.6. UNITÀ FISIOGRAFICA DI GESTIONE UF-06 DALLA DARSENA DI FRANCAVILLA A TORRE MUCCHIA

Si evidenziano le aree in arretramento in corrispondenza del centro abitato di Francavilla. Tali zone critiche confermano l'influenza della pressione antropica sull'evoluzione della linea di riva.

In linea generale, il 17.92% del litorale risulta in arretramento (per un'estensione totale di 1.5 km circa), il 20.11% del litorale risulta sostanzialmente stabile (arretramento o avanzamento inferiore a 0.25 m/anno, per un'estensione totale di circa 1.8 km) e il restante 61.97% è in avanzamento (per un'estensione totale di circa 5.5 km).

Attualmente l'evoluzione del litorale è governata dalla presenza di opere di difesa per il 70% della sua estensione (presenza di sole opere longitudinali).

### 3.7. UNITÀ FISIOGRAFICA DI GESTIONE UF-07 DA TORRE MUCCHIA AL PORTO DI ORTONA

Si evidenziano le aree in arretramento in corrispondenza della zona a sud di Torre Mucchia, e in corrispondenza del litorale della Riserva Naturale Regionale "Ripari di Giobbe".

In linea generale, il 11.90% del litorale risulta in arretramento (per un'estensione totale di 0.4 km circa), il 78.76% del litorale risulta sostanzialmente stabile (arretramento o avanzamento inferiore a 0.25 m/anno, per un'estensione totale di circa 2.7 km) e il restante 9.33% è in avanzamento (per un'estensione totale di circa 0.4 km).

Attualmente l'evoluzione del litorale è parzialmente governata dalla presenza di opere di difesa per il 17% della sua estensione (barriere longitudinali).

### 3.8. UNITÀ FISIOGRAFICA DI GESTIONE UF-08 DAL PORTO DI ORTONA A PUNTA CAVALLUCCIO

Si evidenziano le aree in sostanziale arretramento in corrispondenza della zona settentrionale del centro abitato di San Vito Chietino, e in corrispondenza della zona a nord di Punta Cavalluccio.

In linea generale, il 15.08% del litorale risulta in arretramento (per un'estensione totale di 1.4 km circa), il 77.83% del litorale risulta sostanzialmente stabile (arretramento o avanzamento inferiore a 0.25 m/anno, per un'estensione totale di circa 7.4 km) e il restante 7.07% è in avanzamento (per un'estensione totale di circa 0.7 km).

Attualmente l'evoluzione del litorale è governata dalla presenza di opere di difesa per il 24.7% della sua estensione (il 4.5% dalla presenza di opere trasversali, il 20.2% da opere longitudinali).

### 3.9. UNITÀ FISIOGRAFICA DI GESTIONE UF-09 DA PUNTA CAVALLUCCIO A PUNTA PENNA

Si evidenziano le aree in sostanziale arretramento in corrispondenza della zona meridionale del centro abitato di Fossacesia, della zona del centro abitato di Torino di Sangro e in corrispondenza della zona settentrionale di Casalbordino. Tali zone critiche confermano l'influenza della pressione antropica sull'evoluzione della linea di riva.

In linea generale, il 32.70% del litorale risulta in arretramento (per un'estensione totale di 6.5 km circa), il 31.73% del litorale risulta sostanzialmente stabile (arretramento o avanzamento inferiore a 0.25 m/anno, per un'estensione totale di circa 6.3 km) e il restante 35.57% è in avanzamento (per un'estensione totale di circa 7.1 km).

Attualmente l'evoluzione del litorale è governata dalla presenza di opere di difesa per il 35.75% della sua estensione (il 31.5% dalla presenza di opere longitudinali, il 3.25% da opere trasversali).

### 3.10. UNITÀ FISIOGRAFICA DI GESTIONE UF-10 PUNTA PENNA – FOCE DEL TRIGNO

Si evidenziano le aree in arretramento in corrispondenza della località Vignola (Vasto) e del centro di Vasto Marina (Figura 6 8). Tali zone critiche confermano l'influenza della pressione antropica sull'evoluzione della linea di riva.

In linea generale, il 16.47% del litorale risulta in arretramento (per un'estensione totale di 2.3 km circa), il 43.32% del litorale risulta sostanzialmente stabile (arretramento o avanzamento inferiore a 0.25 m/anno, per un'estensione totale di circa 6.1 km) e il restante 40.21% è in avanzamento (per un'estensione totale di circa 5.6 km).

Attualmente l'evoluzione del litorale è governata dalla presenza di opere di difesa per il 4% circa della sua estensione (opere longitudinali).

## 4. SINTESI DELL'ANALISI DI RISCHIO

### 4.1. DEFINIZIONI

Questo paragrafo ha l'obiettivo di enunciare in maniera univoca il significato dei termini tipicamente utilizzati nell'ambito della valutazione del rischio e che sono stati usati nell'ambito del progetto. Infatti, l'analisi della letteratura nazionale e internazionale evidenzia una disuniformità diffusa sulla definizione del rischio e delle componenti necessarie alla sua valutazione.

In linea del tutto generale, il concetto di "Rischio" (*risk* nella terminologia anglosassone) non coincide con il significato associato comunemente in ambito non tecnico. Infatti, il rischio non è associato alla sola probabilità che un evento possa accadere ed esercitare le sue azioni su un sistema, bensì anche alle conseguenze (sia sociali, sia economiche, sia ambientali) che l'evento può comportare e alla capacità del sistema di adattarsi all'evento stesso (legata al concetto di resilienza).

Si evince che il concetto di rischio è quindi relazionato sia al sistema in esame, sia al tipo di evento. Nello studio in epigrafe non vi sono dubbi sul sistema in esame: la fascia costiera. Per quanto riguarda l'evento, esso è costituito dall'allagamento (della fascia costiera). Tuttavia, il fenomeno dell'allagamento costiero è intimamente legato a quello dell'evoluzione della fascia costiera (naturale o indotta dalla pressione antropica).

Come già osservato, la definizione stessa del rischio non è uniforme nella letteratura nazionale e internazionale. Nell'ambito di questo studio, si mutua la definizione desunta dal progetto europeo FloodSite (De Bruijn et al., 2009<sup>1</sup>) che propone di definire il rischio (R) come il prodotto della pericolosità dell'evento (P), della vulnerabilità del sistema (V) e dell'esposizione (E):

---

<sup>1</sup> De Bruijn, K.; Klijn, F.; Ölfert, A.; Penning-Rowsell, E.; Simm, J.; Wallis, M. (2009) *Flood Risk Assessment and Flood Risk Management; An Introduction and Guidance Based on Experiences and Findings of FLOODsite (An EU-Funded Integrated Project); T29-09-01; FLOODsite Consortium: Wallingford, UK*

$$R = P \times V \times E$$

Più nel dettaglio, la pericolosità è definita in relazione all'evento nell'accezione rispetto alla quale l'evento rappresenta una minaccia al sistema. In questo modo essa è definita in funzione della sua probabilità di accadimento o, in altre parole, al suo tempo di ritorno.

La vulnerabilità è definita in relazione al sistema. Essa è legata alla capacità del sistema a reagire (o resistere) alla minaccia dell'evento (cioè alla pericolosità).

L'esposizione è definita, in analogia con il concetto di vulnerabilità, in relazione al sistema. In questo caso, tuttavia, essa si riferisce al valore (economico, sociale o ambientale) delle componenti esposte all'evento.

Si osserva che l'unica componente che può essere valutata in maniera affidabile è la pericolosità (P). Infatti, sono disponibili strumenti (tipicamente numerici e sperimentali) in grado di valutare la pericolosità di allagamento. La vulnerabilità e l'esposizione risultano tipicamente di difficile stima quantitativa e, comunque, con livelli di affidabilità e generalizzazione che spesso non giustificano l'applicazione di metodi sofisticati.

Questa osservazione ha portato ad una definizione qualitativa del rischio. La natura qualitativa della valutazione del rischio continua a rispondere al dettato normativo che richiede la definizione "dell'ordine di priorità" degli interventi da attuare per una corretta gestione del rischio. La valutazione qualitativa del rischio presuppone la definizione e la quantificazione della pericolosità, vulnerabilità ed esposizione, e quindi del rischio, sotto forma di indici (denominati pertanto Indice di pericolosità - IP - Indice di Vulnerabilità - IV - Indice di Esposizione - IE - e Indice di Rischio - IR):

$$IR = IP \times IV \times IE$$

La definizione e l'utilizzo degli indici permettono la classificazione del sistema secondo una gradazione della pericolosità, vulnerabilità, esposizione e rischio (es. molto basso, basso, medio, alto, molto alto). La classificazione richiede la definizione degli estremi delle classi. Questa necessità sottolinea la tipologia di approccio dell'analisi di rischio che, di fatto, costituisce un'analisi comparativa. Infatti, la letteratura internazionale suggerisce la definizione delle classi in funzione di argomentazioni fisiche (ad esempio una spiaggia con grande pendenza ha una vulnerabilità inferiore rispetto a quella di una spiaggia a debole pendenza), ma anche in funzione

della distribuzione nell'ambito dell'area in analisi (es. [Thieler e Hammar-Klose, 1999<sup>2</sup>](#); [Di Risio et al., 2017<sup>3</sup>](#)).

Alla luce delle definizioni adottate, alcuni commenti sono d'obbligo.

Il rischio di un'area costiera non è legato soltanto alla probabilità di allagamento (pericolosità), ma anche alla presenza di beni esposti al pericolo. Secondo questa definizione, pertanto, una zona della fascia costiera facilmente (e frequentemente) allagabile è valutata ad alto rischio soltanto se vi sono attività antropiche o aree sensibili (da un punto di vista ambientale, sociale e/o economico) effettivamente minacciate dal fenomeno.

Un commento merita anche il concetto di "gestione del rischio". Infatti, esso non è legato soltanto alla definizione di azioni volte alla riduzione del rischio, ma, più in generale, alla definizione di uno sviluppo sostenibile finalizzato al soddisfacimento ottimale dei bisogni sociali (es. sviluppo turistico di un'area di pregio) come risultato di un compromesso tra riduzione del rischio e minimizzazione dei costi sociali ([De Bruijn et al., 2009](#)). In altre parole, la "gestione del rischio" coinvolge non soltanto la pericolosità, ma anche la vulnerabilità e l'esposizione. Tale approccio è del tutto diverso da quello perseguito nel passato (almeno fino agli anni '90 del secolo scorso) che mirava alla difesa o al controllo degli allagamenti, agendo pertanto sulla sola pericolosità.

Questi commenti sottolineano la variazione temporale del rischio che, a causa dell'evoluzione sociale, ambientale ed economica della fascia costiera è destinata a modificarsi nel tempo. Da ciò si evidenzia la necessità di aggiornare le analisi di rischio, obiettivo dello studio in epigrafe.

#### 4.2. METODOLOGIA PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DELLA FASCIA COSTIERA

In base alle definizioni riportate nel paragrafo precedente, la metodologia adottata per valutare l'indice di rischio costiero (IR) prevede la determinazione degli indici di vulnerabilità (IV), esposizione (IE) e pericolosità (IP). Ognuno di essi è definito a sua volta da altri fattori a cui viene assegnata una classificazione che permette di attribuire ai vari fattori e, di conseguenza, anche agli indici, una classe di appartenenza. In questo modo tutti i fattori risultano essere omogenei e confrontabili. Ai fini di una valutazione accurata, il valore di ogni fattore viene calcolato considerando aree di riferimento in cui è opportunamente suddivisa la fascia costiera.

<sup>2</sup> Thieler, E.; Hammar-Klose, E. (1999) *National Assessment of Coastal Vulnerability to Future Sea Level Rise: Preliminary Results for the U.S. Atlantic Coast; Technical Report Open-File Report 99-593; U.S. Geological Survey: Reston, VA, USA*

<sup>3</sup> Di Risio, M., Bruschi, A., Lisi, I., Pesarino, V., & Pasquali, D. (2017). *Comparative Analysis of Coastal Flooding Vulnerability and Hazard Assessment at National Scale. Journal of Marine Science and Engineering, 5(4), 51.*

Nel seguito, si riportano i singoli fattori dai quali ogni indice è determinato, la distinzione delle classi che vengono attribuite e la localizzazione in cui essi sono determinati.

#### 4.3. CLASSIFICAZIONE, INDICI E LOCALIZZAZIONE

Si distinguono cinque classi (molto basso, basso, medio, alto, molto alto) in cui ogni indice viene quantificato, alle quali viene attribuito un valore da 1 a 5. Il valore 1 indica un basso contributo e 5 un alto contributo alla vulnerabilità, esposizione o pericolosità (Tabella 4.1).

Tabella 4.1: Criterio di classificazione degli indici

Classi	Molto basso	Basso	Medio	Alto	Molto alto
Classificazione	1	2	3	4	5

Il criterio con cui ogni indice viene classificato dipende dalla tipologia dell'indice stesso.

Gli indici possono dipendere da una o più variabili. Nel primo caso la classificazione si applica direttamente alla variabile. Nel secondo caso, la classificazione si applica alla media pesata delle variabili coinvolte. Ciò permette di assegnare un peso maggiore al contributo che ha più importanza sul valore complessivo del fattore.

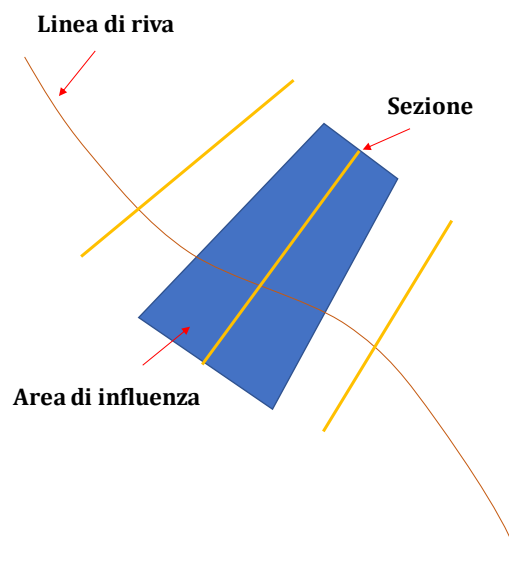
Ognuna delle variabili utilizzate deve essere valutata in corrispondenza delle aree di interesse. Alcune di esse sono valutate in corrispondenza di sezioni trasversali (alla line di riva), altre in corrispondenza dell'area di influenza che la sezione trasversale rappresenta. La Figura 4.1 mostra uno schema qualitativo delle sezioni e delle aree di influenza. Sia la sezione trasversale, sia la relativa area di influenza, si estendono verso mare e verso terra. L'estensione verso mare è pari a circa 2500 m con l'obiettivo di raggiungere profondità superiori a 10 m. L'estensione verso terra è pari a 500 m mutuando, almeno parzialmente, il concetto di Area in Influenza dell'Erosione Costiera (RICE, *Radius of Influence of Coastal Erosion*) proposta nell'ambito del progetto europeo EUROSION (*Coastal erosion – Evaluation of the need for action*, es. [Niesing, 2005<sup>4</sup>](#)).

Il progetto di ricerca AnCoRA, come noto, prevede di calcolare i vari indici in riferimento ad una unità territoriale denominata "area di influenza", ottenendo così 780 valori per IV (e relativi sottoindici), IE (e relativi sottoindici), IP e IR. Ma il quadro risultante è molto frammentato e

<sup>4</sup> Niesing, H. (2005). *EUROSION: Coastal erosion measures, knowledge and results acquired through 60 studies. Proceedings 'Dunes and Estuaries*, 421-431



dispersivo, per questo motivo si è deciso di seguire l'esempio del progetto SiCoRA aggregando gli indici in vari gruppi (mediante una semplice media aritmetica) basandosi sul concetto di "area omogenea": in questo modo si ottengono 60 valori di IV, IE, IP e IR. Le aree omogenee sono definite come delle porzioni di territorio aventi al loro interno lo stesso assetto urbanistico, territoriale, morfologico e socio-economico. Si precisa che nell'ambito del progetto SiCoRA esse sono pari a 57, ma essendo cambiate le caratteristiche della fascia costiera abruzzese nel corso degli anni si è deciso di rivedere tale suddivisione (infatti le aree omogenee sono ora pari a 60). Tuttavia, la suddivisione in 780 aree di influenza resta valida: esse diventano così uno strumento per valutare eventuali criticità localizzate in determinati tratti della costa.



*Figura 4.1: Definizione qualitativa di sezione trasversale e di area di influenza.*

Nel seguito viene illustrata la metodologia con la quale ogni singolo indice è stato definito e classificato. Tra di essi si distinguono indici pesati, il cui valore è stato determinato tramite la definizione di una media pesata.

La vulnerabilità, come già ampiamente descritto, dipende dalla capacità degli elementi esposti al rischio di sopportare le sollecitazioni esercitate dall'evento.

L'indice di vulnerabilità (IV) dipende, pertanto, da una molteplicità di aspetti fisici degli elementi esposti. Questo studio considera i seguenti aspetti.

- Indice geomorfologico (IV-G).

La vulnerabilità della fascia costiera dipende dalle caratteristiche geomorfologiche del litorale. Le coste alte e rocciose sono poco vulnerabili ai fenomeni di allagamento, mentre

coste basse e sabbiose sono molto vulnerabili. Oltre a ciò, si è deciso di considerare anche le barriere radenti, le quali vengono assimilate alla costa alta indipendentemente dalla tipologia di costa esaminata.

- Indice di evoluzione della linea di riva (IV-LR).  
Come già anticipato, la vulnerabilità della fascia costiera è intimamente legata al suo stato morfodinamico. In maniera del tutto semplificata, un litorale stabile oppure in avanzamento ha una vulnerabilità notevolmente inferiore rispetto a litorali caratterizzati da processi di arretramento della linea di riva. Con l'obiettivo di quantificare lo stato morfodinamico di un litorale, si prende in considerazione il rateo medio (m/anno) di movimento della linea di riva valutate tra due epoche diverse (DY1-2 valutato tra l'epoca "2" e l'epoca "1").
- Indice di ampiezza della spiaggia emersa (IV-A).  
La vulnerabilità della fascia costiera è intimamente legata al suo stato morfodinamico. Oltre allo stato evolutivo (descritto dall'indice di evoluzione della linea di riva, IV-LR), la vulnerabilità di un litorale è legata anche all'ampiezza della spiaggia emersa. In maniera del tutto semplificata, un litorale caratterizzato da una grande ampiezza di spiaggia emersa ha una vulnerabilità inferiore rispetto a litorali caratterizzati da spiagge emerse di ampiezza limitata.
- Indice di pendenza della spiaggia emersa (IV-PE).  
La pendenza della spiaggia emersa ha una diretta influenza sulla vulnerabilità. Spiagge a bassa pendenza risultano più vulnerabili rispetto a spiagge ripide poiché le ampiezze dell'area allagata a parità di sovrizzo sono diverse.
- Indice di pendenza della spiaggia sommersa (IV-PS).  
In analogia con la pendenza della spiaggia emersa, anche quella della spiaggia sommersa ha una diretta influenza sulla vulnerabilità poiché influenza la propagazione delle onde ed è correlata alla granulometria che costituisce il fondo.
- Indice di quota emersa (IV-QE).  
La quota della spiaggia emersa ha un'evidente influenza sulla vulnerabilità. Tale aspetto ha una forte correlazione con gli scenari di cambiamento climatico in discussione nella

letteratura scientifica. Pertanto, questo studio prende in considerazione la quota in corrispondenza della linea inerodibile.

- Indice di esposizione meteomarina (IV-M).

Il ruolo dell'esposizione meteomarina sulla vulnerabilità è piuttosto ovvio. Con l'obiettivo di considerare tale influenza, si prende in considerazione il valore medio della massima altezza d'onda significativa annuale in corrispondenza di ognuna delle sezioni considerate alla profondità di riferimento pari a 10 m.

- Indice di difesa (IV-D).

L'eventuale presenza di opere di difesa costiera influisce sulla vulnerabilità. Tuttavia, tale influenza dipende sia dalla tipologia di opere, sia dallo stato di ammaloramento delle eventuali strutture rigide. In questo studio vengono considerate opere trasversali (es. pennelli), opere longitudinali (es. barriere emerse o sommerse) e sistemi di difesa misti; vengono escluse da questa classificazione le barriere radenti, le quali invece sono state incluse nell'ambito dell'indice geomorfologico IV-G.

- Indice di vulnerabilità idraulica (IV-I).

Il fenomeno di allagamento costiero può interagire con quello derivante dal deflusso fluviale. Pertanto, la vulnerabilità della fascia costiera è influenzata anche dall'eventuale previsione di allagamenti derivanti da tali fenomeni.

L'esposizione si riferisce al valore (economico, sociale o ambientale) degli elementi esposti all'evento.

L'indice di esposizione (IE) dipende, pertanto, dalla tipologia e dalle caratteristiche degli elementi esposti. Questo studio considera i seguenti aspetti:

- Indice di densità di popolazione totale (IE-PT).

Il primo elemento che entra nella quantificazione dell'esposizione è il numero di abitanti residenti (popolazione totale).

- Indice di densità di popolazione pesata sull'età (IE-PE).

L'esposizione in termini di popolazione dipende fortemente anche dall'età degli individui. In questo modo è possibile tener conto della capacità di reazione degli individui e della

possibilità di informarsi sugli adeguati comportamenti nella valutazione delle possibili perdite di vita umana. Con questo obiettivo, è possibile considerare la distribuzione della popolazione totale (così come definito nel paragrafo precedente) associando pesi diversi alle classi definite in funzione dell'età.

- **Indice di densità edificata (IE-E).**  
Oltre alla popolazione presente, anche la presenza di edifici nelle aree potenzialmente interessate dall'evento contribuisce alla quantificazione dell'esposizione. In questo caso ci si è riferiti al numero di edifici.
  
- **Indice di densità edificata pesata sull'anno di costruzione (IE-EC).**  
L'esposizione in termini di densità edificata dipende anche dall'anno di costruzione. Con l'obiettivo di tener conto di questo aspetto, è possibile considerare la distribuzione degli edifici totali (così come definito nel paragrafo precedente) associando pesi diverse alle classi definite in funzione dell'anno di costruzione.
  
- **Indice di densità edificata pesata sul numero di piani (IE-EP).**  
L'esposizione degli edifici dipende anche dal numero di piani. Infatti, al crescere di quest'ultimo diminuisce la potenziale esposizione. Con l'obiettivo di tener conto di questo aspetto, è possibile considerare la distribuzione degli edifici totali (così come definito nel paragrafo precedente) associando pesi diverse alle classi definite in funzione del numero di piani.
  
- **Indice di presenza di stabilimenti balneari o similari (IE-SB).**  
Nella stima delle componenti dell'esposizione si tiene conto di eventuali attività turistiche presenti direttamente sulla spiaggia (es. stabilimenti balneari o simili).
  
- **Indice di esposizione culturale e ambientale (IE-CA).**  
L'esposizione dipende anche dall'eventuale presenza di elementi (oppure aree costiere) di particolare importanza ambientale o culturale. Con questo obiettivo, si è considerata la presenza di:
  - Siti di Interesse Nazionale (SIN);
  - Siti Natura 2000;
  - Aree protette;

- Impianti a Rischio di Incidenti Rilevanti;
  - Aree archeologiche;
  - Trabocchi;
  - Regio Tratturo;
  - Bandiere Blu.
- Indice di infrastrutture esposte (IE-IE).  
Tra gli elementi esposti, vanno annoverate le infrastrutture stradali o ferroviarie direttamente esposte all'evento. Con questo obiettivo vengono considerate le infrastrutture stradali (comprese nelle categorie A3, A4, A5, A6, A7 e barriere a pedaggio) eventualmente presenti a distanze comprese tra 0 m e 500 m dalla linea di riva.
- Indice di infrastrutture di supporto (IE-IS).  
Si può osservare che l'esposizione può diminuire se esistono infrastrutture potenzialmente utilizzabili durante e dopo l'evento. Con questo obiettivo vengono considerate le infrastrutture stradali (comprese nelle categorie A3 e barriere a pedaggio) eventualmente presenti a distanze comprese tra 0 m e 1000 m dalla linea di riva.
- Indice delle attività economiche (IE-AE).  
L'ultimo elemento che viene considerato per descrivere l'esposizione consiste nel rilevare la presenza di attività economiche nell'area, che si traduce nel ricercare il numero di addetti impegnati nei vari settori produttivi.

La pericolosità dipende dall'intensità dell'evento. Nel caso specifico in esame, essa può essere valutata stimando il valore di ritorno associato a una fissata probabilità di superamento (e, quindi, ad un certo tempo di ritorno).

L'indice di pericolosità (IP) dipende, pertanto, dal valore (estremo) del livello idrico. Questo studio prende in considerazione il solo valore della risalita indotto dal moto ondoso, costituito da una componente a media non nulla (il sovrizzo indotto dal moto ondoso) e da una componente a media nulla associata al movimento della linea di riva istantanea. Si osserva che il fenomeno della risalita del moto ondoso dipende anche dalla eventuale presenza di opere marittime; in questo ambito (semplificato) tale fenomeno viene trascurato.

L'indice di pericolosità è valutato in termini di allagamento. Gli eventi di allagamento sono dovuti alle azioni meteorologiche che, a causa di una serie di fenomeni fisici, inducono l'aumento

del valor medio del livello idrico. Le principali forzanti che inducono il cosiddetto “sovralzò” sono costituite dal vento, dalle anomalie bariche e dall’azione del moto ondoso frangente. In questo studio, la pericolosità viene descritta dalla sola componente indotta dal moto ondoso frangente sottolineando l’approccio comparativo della metodologia.

#### 4.4. PRINCIPALI RISULTATI DELL’ANALISI DI RISCHIO

Il progetto AnCoRA ha valutato i vari indici in riferimento ad una unità territoriale denominata “area di influenza”, ottenendo così 780 valori per IV (e relativi sottoindici), IE (e relativi sottoindici), IP e IR. Ma il quadro risultante è molto frammentato e dispersivo, per questo motivo si è deciso di seguire l’esempio del progetto SICoRA aggregando gli indici in vari gruppi (mediante una semplice media aritmetica) basandosi sul concetto di “area omogenea”: in questo modo si ottengono 60 valori di IV, IE, IP e IR. Le aree omogenee sono definite come delle porzioni di territorio aventi al loro interno lo stesso assetto urbanistico, territoriale, morfologico e socio-economico. Si precisa che nell’ambito del progetto SICoRA esse erano pari a 57, ma essendo cambiate le caratteristiche della fascia costiera abruzzese nel corso degli anni si è deciso di rivedere tale suddivisione (infatti le aree omogenee secondo AnCoRA sono pari a 60). Tuttavia, la suddivisione in 780 aree di influenza resta valida: esse diventano così uno strumento per valutare eventuali criticità localizzate in determinati tratti della costa. A tutti gli effetti, l’analisi di rischio rappresenta uno strumento multiscala, in grado di evidenziare anche criticità localizzate.

Le 60 aree omogenee definite nell’ambito del progetto AnCoRA sono state classificate in ordine decrescente di rischio, individuando così 5 classi di rischio: molto basso ( $IR < 1$ ), basso ( $1 < IR < 2$ ), medio ( $2 < IR < 3$ ), alto ( $3 < IR < 4$ ) e molto alto ( $IR > 4$ ).

Analizzando le 780 aree di influenza ricavate lungo la costa abruzzese, si perviene a risultati diversi in quanto ci si riferisce ad una unità territoriale diversa: questo fatto permette di individuare i valori massimi assunti dall’indice di rischio a livello locale; per definizione, i valori considerati “criticità” sono quelli relativi alle classi di rischio molto alto e alto. Questa informazione non è desumibile dalle aree omogenee in quanto il rischio per esse è il risultato di una operazione di media aritmetica dei valori ottenuti per le singole aree di influenza. In allegato si riporta anche un istogramma contenente le aree di influenza (e la relativa area omogenea di appartenenza) ordinate in senso decrescente per quanto riguarda l’indice di rischio.

Entrando nel dettaglio dei litorali regionali, si può osservare quanto segue.

Questo paragrafo conclusivo ha l'obiettivo di fornire alcune considerazioni riguardanti i risultati ottenuti nell'ambito del rischio della fascia costiera abruzzese, evidenziando quali sono le criticità localizzate (in altre parole, le aree di influenza in cui il rischio è alto o molto alto) della fascia costiera abruzzese.

- Martinsicuro (TE)  
L'indice di rischio si mantiene perlopiù basso e molto basso, con l'eccezione del litorale Sud dove assume valori medi; da notare l'assenza di opere di difesa in questa zona.
- Alba Adriatica (TE)  
Si evidenzia un rischio molto alto in corrispondenza della Bambinopoli, mentre la porzione restante mostra valori medio-alti, ma anche bassi.
- Tortoreto (TE)  
La tendenza generale mostra un rischio medio-alto nella costa settentrionale (Tortoreto Lido), mentre esso decresce progressivamente spostandosi verso sud (valori bassi-molto bassi).
- Giulianova (TE)  
Il rischio costiero è perlopiù uniforme nel comune, assumendo valori medi, a volte alti oppure bassi.
- Roseto degli Abruzzi (TE)  
L'indice di rischio costiero si presenta molto eterogeneo, spaziando da valori molto bassi a molto alti, anche a causa della grande estensione della costa del comune.
- Pineto (TE)  
Questo comune si differenzia dagli altri per il fatto che presenta un indice molto alto in corrispondenza del centro abitato principale e dell'area dell'Area Marina Protetta Torre del Cerrano; più a Nord il rischio scende fino a raggiungere valori molto bassi.
- Silvi (TE) – Città Sant'Angelo (PE)  
Come per Pineto, anche Silvi e Città Sant'Angelo mostrano un indice di rischio soprattutto molto alto e alto, con poche eccezioni.

- Montesilvano (PE)  
A differenza dei precedenti comuni, Montesilvano è caratterizzato da valori bassi e molto bassi dell'indice di rischio, con alcune criticità localizzate.
- Pescara (PE)  
Si notano valori medio-alti dell'indice di rischio, i quali decrescono in prossimità del porto.
- Francavilla al Mare (CH)  
Sono presenti varie criticità localizzate (rischio alto e molto alto), mentre verso Sud l'indice di rischio tende a decrescere.
- Ortona (CH)  
Il rischio maggiore si ottiene nel litorale settentrionale, basso e sabbioso; la restante costa, prevalentemente alta e rocciosa, mostra valori medio-bassi.
- San Vito Chietino (CH)  
Marina di San Vito è caratterizzata da un rischio molto alto, il quale diminuisce spostandosi verso Sud (molto basso) per poi tornare ad aumentare (alto e molto alto).
- Rocca San Giovanni (CH)  
L'indice di rischio costiero si presenta basso e molto basso nei tratti rocciosi del litorale, mentre diventa molto alto in corrispondenza della spiaggia "La Foce".
- Fossacesia (CH) – Torino di Sangro (CH)  
Circa metà della costa di Fossacesia è a rischio molto alto, così come la costa di Torino di Sangro nei pressi di Punta Le Morge; per il resto si registrano valori medio-alti.
- Casalbordino (CH) – Vasto Nord (CH)  
La maggior parte della costa del comune di Casalbordino mostra un rischio molto alto, con l'eccezione del litorale più meridionale; la costa di Vasto Nord presenta anch'essa dei valori molto alti, che diminuiscono in corrispondenza di Punta Aderci e della spiaggia di Punta Penna.



---

- Vasto (CH) – San Salvo (CH)

Il litorale alto e roccioso a sud del porto di Vasto è a rischio molto basso, fatta eccezione per il tratto iniziale (rischio medio); invece la costa bassa e sabbiosa di Marina di Vasto e San Salvo è generalmente caratterizzata da un rischio maggiore (in particolare San Salvo).

## 5. SINTESI DELLE ANALISI DI DETTAGLIO

La analisi contengono ed esplicitano, per tutto il litorale regionale, le seguenti informazioni.

- descrizione dello stato dei luoghi e sintesi dell'analisi di rischio;
- analisi statistica delle forzanti meteomarine al largo del paraggio;
- propagazione delle onde sottocosta;
- valutazione dei flussi energetici sottocosta;
- analisi statistica dei livelli di marea astronomica e meteorologica;
- valutazione degli effetti riconducibili alle variazioni di lungo termine (cambiamenti climatici);
- stima delle aree di allagamento per diversi tempi di ritorno;
- stima del trasporto solido longitudinale.

Per alcune delle Unità Fisiografiche di Gestione, sono state previste alcune analisi specialistiche volte alla valutazione delle criticità riconducibili ai seguenti aspetti:

- valutazione degli effetti al bordo di opere realizzate nel passato;
- valutazione del deficit sedimentario e strategie di mitigazione;
- valutazione degli effetti delle opere di difesa sulla qualità delle acque di balneazione;
- valutazione delle interferenze tra gli utilizzi competitivi della fascia costiera.

Si rimanda alle singole monografie per i dettagli numerici delle analisi.

## 6. STRATEGIE DI GESTIONE DELLA FASCIA COSTIERA

### 6.1. STRATEGIE DI INTERVENTO

Nell'ambito del litorale regionale, vi sono alcune Unità Fisiografiche di Gestione ove si riconoscono aree in cui è intenso l'effetto di un processo erosivo causato dalla naturale deriva sedimentaria (diretta verso Sud) e dall'insufficienza dell'apporto sedimentario correlabile al deflusso solido fluviale.

Già a partire dagli anni '70, il diminuito apporto sedimentario dei fiumi ha provocato l'inesorabile smantellamento di alcune foci fluviali (es. della Foce del Tronto, della Foce del Sangro, della Foce del Vomano) che, nel tempo, può progredire sia verso Nord, sia verso Sud. Studi passati (es. Aquater, 1982<sup>5</sup>) hanno evidenziato attività estrattive di sedimenti dall'alveo del fiume che hanno raggiunto, tra la fine degli anni '60 e l'inizio degli anni '70, anche i 100'000 m<sup>3</sup>/anno (per un totale di circa 800'000 m<sup>3</sup>). A ciò si aggiunge il fenomeno dell'interrimento degli invasi artificiali realizzati lungo le aste fluviali (es. Lago di Scandarello sul Tronto, lago di Bomba sul Sangro, etc...) e alla sistemazione dei bacini idrografici che ha contribuito, e continua a contribuire, alla diminuzione dell'apporto solido proveniente dai fiumi.

Lo smantellamento delle foci ha indotto marcati arretramenti della linea di riva in corrispondenza del litorale. A titolo di esempio, in corrispondenza del litorale di Martinsicuro, nel periodo 1956-1976 si è osservato un arretramento medio di circa 4.0 m/anno, con punte massime che hanno raggiunto i 7.5 m/anno (San Lorenzo et al., 2020<sup>6</sup>). Nelle aree prossime alla Foce del Tronto, il processo erosivo si è arrestato a causa della realizzazione di un articolato sistema di difesa costituito da opere rigide e interventi di ripascimenti.

<sup>5</sup> Aquater, 1982, *Studio Generale per la Difesa delle Coste, Rapporto Tecnico, Regione Marche*

<sup>6</sup> San Lorenzo D., Iagnemma L., Marrama G., Ricci R., Macedonio F., 2020, *Evoluzione Della Costa Abruzzese, Report T 2.5, PORTODIMARE geoPORTal of TOols & Data for sustaInable Management of coAstal and maRine Environment (ADRION205)*

L'analisi dell'evoluzione recente (1997-2018) ha mostrato una migrazione del processo erosivo verso Sud. Le evidenze del campo, nella sostanza, sembrano suggerire una continua, e naturale, deriva sedimentaria diretta verso Sud. A questa deriva sedimentaria, tuttavia, è associato un limitato apporto, in particolare a causa della diminuzione del trasporto solido proveniente dai fiumi. È da sottolineare che il processo erosivo è in continua evoluzione, confermando la perdita sedimentaria.

A tal riguardo, nel seguito, si richiamano alcuni aspetti legati alle tecniche di gestione del fenomeno erosivo. Si fa, pertanto, espresso riferimento alle “Linee Guida Nazionali Per La Difesa Della Costa Dai Fenomeni Di Erosione e Dagli Effetti Dei Cambiamenti Climatici” (Versione 2018), frutto delle attività del “Tavolo Nazionale sull'Erosione Costiera MATTM-Regioni” con il coordinamento tecnico dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (nel seguito indicate come LLGG-TNEC).

Nel caso specifico di aree prive di opere rigide di difesa, le LLGG-TNEC auspicano *"l'introduzione negli strumenti di governo del territorio di misure di salvaguardia tese ad evitare opere rigide a mare, a prevedere ove necessario il rinforzo della spiaggia con interventi di ripascimento, a evitare la costruzione di strutture entro la fascia litoranea e, laddove le condizioni di assetto del territorio lo consentono, a prevedere la ricostruzione di cordoni dunosi."* Le LLGG-TNEC entrano ancor più nel dettaglio, suggerendo *"l'apporto di sabbia in opportune quantità e in punti opportunamente valutati e individuati in funzione della locale dinamica costiera"* al fine di *"garantire un buon livello di manutenzione "naturale" dell'intero tratto, per un certo periodo di tempo, sfruttando l'azione del trasporto litoraneo e cioè le condizioni del clima ondoso e la direzione prevalente della corrente lungo costa."*

A favore di sintesi, le LLGG-TNEC indicano alcune strategie per l'incremento della resilienza costiera e per la preservazione di tratti litoranei liberi da opere rigide:

- misure di salvaguardia dei tratti a mare per evitare la realizzazione di opere rigide;
- misure di salvaguardia e conservazione dei sistemi dunosi esistenti e promozione della loro ricostituzione, laddove possibile;
- promozione di progetti di riqualificazione della fascia costiera che prevedano ove possibile l'arretramento degli stabilimenti balneari, delle strutture di servizio, delle infrastrutture lineari;
- rinforzo del sistema litoraneo attraverso ripascimenti diretti sul fronte interessato o su eventuali “zone di ricarica”, individuabili in relazione alle condizioni dinamiche locali,

da cui i sedimenti si distribuiscono nel tempo verso un tratto litoraneo più ampio da mantenere.

È da sottolineare, tuttavia, che le stesse LLGG-TNEC riconoscono che la dislocazione delle strutture esistenti (che rientrano nella strategia denominata "ritirata strategica") *"nella maggior parte dei casi di situazioni costiere critiche, corrispondenti ad aree urbanizzate e infrastrutturate [...] non è di fatto realizzabile"* suggerendone l'implementazione pratica soltanto nell'ambito di un'analisi costi-benefici. Nella sostanza, le LLGG-TNEC suggeriscono il ripristino del bilancio costiero (tramite sversamento di sedimento a disposizione della naturale deriva sedimentaria) e l'individuazione di fonti/riserve strategiche di sedimenti ai fini del ripascimento.

Nella sostanza, appare che le LLGG-TNEC suggeriscano lo sversamento di nuovo sedimento, eventualmente presidiato da opere rigide di contenimento. A tal proposito, infatti, le LLGG-TNEC tra i criteri per l'individuazione di una "linea di costa ottimale" o "spiaggia funzionale" indicano che *"la spiaggia dovrà avere un'estensione ed una morfologia tale da proteggere i beni esposti di interesse (dune, ambienti naturali, abitati, infrastrutture, falde acquifere, ecc.); nel caso si attribuisca alla sola spiaggia il compito di proteggere i beni esposti, la sua morfologia dovrà consentire la protezione degli stessi dagli eventi di una determinata intensità. La prioritizzazione delle criticità e degli interventi dovrebbe essere fatta secondo questo criterio, tenendo conto del numero di abitanti, del valore degli immobili e delle infrastrutture, delle falde acquifere, degli ambienti naturali, dei sistemi dunosi, ecc."*.

Riguardo alle opere di contenimento, esse sono inquadrare anche dalle già citate LLGG-TNEC. Esse, infatti, devono essere dimensionate per potersi ritenere appartenenti alla classe delle opere trasversali "permeabili" (cioè in assenza di nucleo interno) oppure di quelle che le LLGG-TNEC classifica come opere trasversali "stabilizzatrici di dimensioni e aggetti ridotti". Per quanto riguarda la prima tipologia di opere, le LLGG-TNEC affermano che *"favoriscono la diminuzione del flusso longitudinale dei sedimenti, garantendo la permanenza del materiale grossolano sopraflutto ed al contempo la minore asportazione di sedimento dal lato sottoflutto; una volta insabbiati possono venire aggirati dal flusso dei sedimenti, limitando l'erosione delle spiagge sottoflutto, che subiscono un deficit sedimentario solo nella fase iniziale di riempimento"*. Nella descrizione delle opere trasversali cosiddette "stabilizzatrici", le LLGG-TNEC affermano che *"sono generalmente realizzati in batteria e finalizzati a mantenere un certo profilo costiero, in particolare su litorali sabbiosi, limitando ma senza impedire totalmente il trasporto solido longitudinale"*. Pertanto eventuali opere di contenimento devono essere corte e realizzate in configurazione "sepolta", per cui non possono avere nessun effetto sino a che la linea di riva non giungerà in corrispondenza delle testate. Tale configurazione sarà verosimilmente raggiunta

quando la giacitura della linea di riva sarà ragionevolmente perpendicolare alla direzione media delle onde. È utile, a questo punto, sottolineare che l'evoluzione a lungo termine del litorale (a cui è associato il concetto di erosione costiera localizzata, relativo ad una perdita sedimentaria verso le aree sottoflutto) è legata principalmente alla componente longitudinale del trasporto solido. Pertanto, è verosimile che il trasporto solido longitudinale sarà trascurabile quando la linea di riva raggiungerà la testata delle opere di contenimento. L'effetto conseguente sarà, quindi, quello suggerito dalle LLGG-TNEC: *"una volta insabbiati possono venire aggirati dal flusso dei sedimenti"*. Si può osservare che le LLGG-TNEC sottolineano che le spiagge sottoflutto subiscono un deficit sedimentario solo nella fase iniziale di riempimento. Pertanto, è cruciale che le eventuali opere di contenimento siano interamente sepolte nell'area di sversamento per cui la fase iniziale di avanzamento sopraflutto non può verificarsi: rimane la sola finalità di *"mantenere un certo profilo costiero"*, come evidenziato dalla LLGG-TNEC, con l'obiettivo di preservare *"i beni esposti di interesse"*.

Un aspetto non meno importante nell'ambito della definizione di un intervento di ripascimento riguarda le caratteristiche delle cave di prestito. Dean (2002)<sup>7</sup>, definisce la "cava ideale", un'area di prestito localizzata parallelamente e immediatamente al largo del litorale oggetto dell'intervento. Il sedimento, in particolare, potrà essere verosimilmente di granulometria comparabile con quella del sito di intervento e di colore molto simile. La caratteristica di essere "immediatamente al largo" dell'area di intervento, richiede la stima della profondità di chiusura. Essa è definita come la profondità che, su un determinato orizzonte temporale, oltre la quale l'azione delle onde non riesce a mobilizzare il sedimento presente sul fondo. Nel caso specifico, la profondità di chiusura annuale è stata stimata in circa 6.75 m, a fronte di valori quinquennale e decennale pari a 8.50 m e 9.10 m rispettivamente. È verosimile che aree di prestito, localizzate immediatamente a largo dell'area di intervento (cioè ad una profondità non superiore ai 10 m) e disposte parallelamente alla giacitura media del litorale possano essere costituite da sedimenti compatibile. Superfluo sottolineare che l'adeguata caratterizzazione del sedimento è requisito imprescindibile per la verifica di compatibilità a norma di legge, nonché per la verifica del fuso granulometrico.

È utile porre all'attenzione un'ultima osservazione in relazione alle strategie di intervento. L'auspicio delle LLGG-TNEC (*l'introduzione negli strumenti di governo del territorio di misure di salvaguardia tese ad evitare opere rigide a mare*) può essere disatteso laddove le opere rigide a

---

<sup>7</sup> Dean, R. G. 2002. *Beach nourishment: theory and practice. Advanced Series on Ocean Engineering – Vol. 18. World scientific.*

mare, quale risultato di un'attenta e approfondita analisi costi-benefici (e che tenga in debito conto degli aspetti ambientali e della qualità delle acque), vengano ritenute l'unica soluzione percorribile. In tal caso è cruciale che le opere vengano realizzate iniziando i lavori dall'area sottoflutto (che, si osserva, non è soggetta ad alcun fenomeno erosivo) e procedendo verso sopraflutto. Nel caso specifico, le eventuali opere (o sistemi di opere) vanno realizzate da Sud e procedendo verso Nord, prediligendo opere che non influiscano negativamente sulla qualità delle acque di balneazione (anche alla luce dell'elevato numero di scarichi a mare presenti nell'area).

## 6.2. STRATEGIE DI GESTIONE

L'evento del 12-13 novembre 2019 ha motivato un'iniziativa volta alla definizione di uno strumento in grado di prevedere, in tempo reale, l'evolversi dei processi erosivi.

Così come confermato dalla ricostruzione e dalle osservazioni di campo, evidenzia l'importanza di una corretta gestione della fascia costiera che non può fermarsi alla definizione degli interventi di difesa costiera, ma deve esplicitarsi anche in una corretta gestione dell'utilizzo della fascia costiera.

Le analisi disciplinari e funzionali alla pianificazione degli usi e delle trasformazioni della fascia costiera hanno come indirizzo di riferimento gli eventi e le conseguenze territoriali dei cambiamenti climatici in atto.

In tale scenario di mitigazione e adattamento e con specifici strumenti conosciuti e propositivi vanno integrati gli apparati programmatori e pianificatori per la gestione della fascia costiera.

Le considerazioni e le soluzioni tecniche di mitigazione del rischio vanno rapidamente inserite negli strumenti di pianificazione demaniale regionali e comunali al fine di rendere efficaci le prescrizioni e le attuazioni previste negli stessi.

Si fa osservare, infatti, che le opere di difesa costiera non sono efficaci quando gli eventi si esplicano con una grande variazione del livello medio, quale sovrapposizione della marea meteorologica e della marea astronomica, con mareggiate di lieve-media intensità.

D'altra parte, l'efficacia delle opere di difesa costiera ha un effetto diretto sull'ampiezza di spiaggia che, almeno parzialmente, tendono a rendere meno vulnerabili le aree retrostanti ai fenomeni di allagamento costiero indotto dalle onde.

L'evento rende evidente l'importanza delle quote di installazione delle strutture pubbliche e private e l'influenza della presenza di strutture rigide sull'evoluzione dell'inondazione costiera. D'altra parte, il Piano Demaniale Regionale già prevede che *"è vietata la realizzazione di opere fisse riflettenti il moto ondoso che abbiano finalità diverse da quelle di difesa della costa"* (Art. 12,

Comma 4) e che “I manufatti, al fine di consentire l’espansione dell’onda massima di tempesta, devono essere staccati dal piano dell’arenile di almeno un metro” (Art. 5, Comma 11).

A seguito dell’approfondimento scientifico effettuato si può considerare l’utilità di sviluppare uno strumento di un modello operativo finalizzato alla gestione specifica del litorale abruzzese e correlato intimamente alla carta del rischio della fascia costiera (**LRMM** Level Risk Management Model).

## Level Risk Management Model

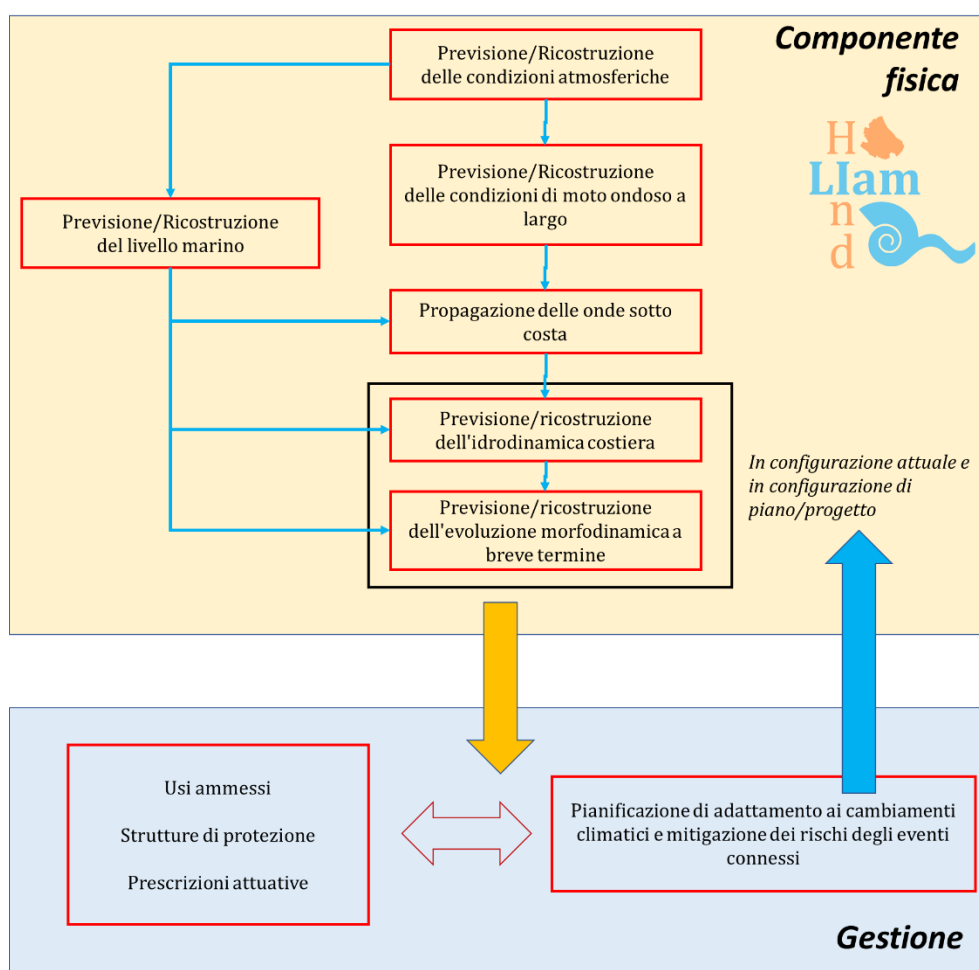


Figura 1 – Schema del modello LRMM di gestione del rischio della fascia costiera.

L’implementazione di siffatto modello (schema in Figura 9) che restituisca il livello di allagamento dei litorali (elevazione, durata, entità), e costituito dal modello di ricostruzione/previsione denominato *LlamHnd* per quanto riguarda la parte fisica, permetterebbe:



- di definire l'apparato analitico di base per i piani di adattamento ai cambiamenti climatici e di mitigazione del rischio agli eventi connessi;
- l'allerta specifica ai fini dell'istallazione di opere provvisorie di contenimento dei danni alle strutture;
- la conoscenza preventiva delle fasce di litorale e delle strutture che andrebbero fuori servizio e i costi attesi;
- la pianificazione e verifica di opere idrauliche di contenimento degli allagamenti e dei livelli elevati;
- di definire il supporto conoscitivo agli strumenti di gestione demaniale sia regionali che comunali;
- la caratterizzazione statistica degli eventi previsti/ricostruiti sia in termini di livello marino, sia in termini di moto ondoso;
- l'analisi dell'efficacia delle previsioni progettuali anche in termini di evoluzione morfodinamica a breve termine (cioè alla scala del singolo evento).

Il modello fisico matematico di ricostruzione/previsione, attualmente in fase di sviluppo, nasce dall'esigenza di affiancare alle osservazioni acquisite durante gli eventi, i risultati di una simulazione numerica finalizzata alla stima delle condizioni di moto ondoso. Infatti, in assenza di boe ondometriche (situazione attuale della Regione Abruzzo e di molte altre Regioni italiane dopo lo smantellamento della Rete Ondometrica Nazionale attualmente in fase di ricostituzione), l'unica soluzione è quella di riferirsi a sistemi di previsione/ricostruzione del moto ondoso.

Esistono molti sistemi di questa tipologia che, tuttavia, hanno l'obiettivo di fornire informazioni a grande scala. Seppur l'evoluzione tecnologica abbia permesso un notevole incremento nella discretizzazione spaziale e temporale, la previsione/ricostruzione richiede di solito l'implementazione di un sistema a scala regionale, cioè locale.

Con queste premesse, è attualmente in fase di sviluppo un sistema di previsione/ricostruzione denominato *LIAMHInd* (**LIAM** *hydrodynamic and morfodynamic HIndacasting numerical system*) e dedicato al litorale della Regione Abruzzo.

Il sistema ha l'obiettivo di fornire i valori dei livelli del mare e delle caratteristiche sintetiche degli stati di mare lungo il litorale regionale abruzzese e del conseguente impatto morfodinamico sulle coste, sia in situazione attuale, sia in relazione a diverse configurazioni di possibile intervento (di difesa costiera).

Con questo intento, è necessario:

1. prevedere/ricostruire le condizioni atmosferiche (in particolare in termini di vento ed anomalie bariche) a grande scala;
2. prevedere/ricostruire le caratteristiche sintetiche degli stati di mare al largo;
3. prevedere/ricostruire le caratteristiche sintetiche degli stati di mare in corrispondenza di una serie di punti localizzati sottocosta;
4. prevedere/ricostruire le variazioni meteorologiche ed astronomiche del livello marino;
5. prevedere/ricostruire l'idrodinamica costiera indotta dall'evento in una serie di aree di interesse a piccola scala, sia in configurazione attuale, sia in relazione a diversi scenari di intervento;
6. prevedere/ricostruire la morfodinamica costiera in una serie di aree di interesse a piccola scala, sia in configurazione attuale, sia in relazione a diversi scenari di intervento.

Attualmente i moduli di cui ai punti 1, 2 e 4 sono stati sviluppati e in fase di validazione (ricostruzione degli eventi atmosferici, degli stati di mare generati e delle variazioni di livello indotti). Il modulo 4 è stato già applicato con successo al caso di Venezia (Pasquali et al., 2015<sup>8</sup>) e al caso di Manfredonia (Pasquali et al., 2019<sup>9</sup>). Sono in fase di sviluppo i moduli 3 (propagazione sottocosta), 5 (idrodinamica) e 6 (morfodinamica).

Il sistema, opportunamente validato, potrà avere molteplici finalità nell'ambito della gestione integrata della fascia costiera:

- permetterà la previsione a breve termine di problematiche relative all'utilizzo della fascia costiera (es. mareggiate);
- permetterà la ricostruzione di eventi intensi;
- permetterà di ottimizzare le configurazioni di intervento.

---

<sup>8</sup> Pasquali, D., Di Risio, M., & De Girolamo, P. (2015). A simplified real time method to forecast semi-enclosed basins storm surge. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 165, 61-69.

<sup>9</sup> Pasquali, D., Bruno, M. F., Celli, D., Damiani, L., & Di Risio, M. (2019). A simplified hindcast method for the estimation of extreme storm surge events in semi-enclosed basins. *Applied Ocean Research*, 85, 45-52.

### 6.3. STRATEGIE DI GESTIONE EMERGENZIALE

L'evento del 12-13 novembre 2019 ha permesso di evidenziare alcuni aspetti della gestione della fase emergenziale. Essa ha coinvolto le istituzioni e gli enti competenti unitamente alle iniziative che hanno attuato i proprietari delle strutture adiacenti alla linea di costa o i concessionari di proprietà demaniale.

Successivamente alle comunicazioni delle Amministrazioni, di avvenuto avvio della procedura di Somma Urgenza, la Regione Abruzzo ha autorizzato, secondo le disponibilità di bilancio, la copertura finanziaria per procedere alla messa in sicurezza dei tratti di costa interessati degli eventi calamitosi, ai sensi dell'art.3 della LR 17 / 1974, per la tutela di infrastrutture pubbliche danneggiate. La Regione Abruzzo ha previsto inoltre, per la parte priva di copertura finanziaria, il necessario ricorso a risorse da reperirsi entro 30 giorni, tramite le procedure ai sensi del vigente Codice Appalti dal competente Servizio Bilancio. In caso di mancanza di tale copertura sarà attivata necessariamente la procedura per il riconoscimento del debito fuori bilancio.

I titolari delle strutture private autorizzate sul demanio marittimo (stabilimenti balneari, casotti, cabine ecc.), in risposta all'emergenza, hanno posizionato opere a difesa, come previsto dall'art. 7 comma 8 dell'Ordinanza Balneare 2019 emanata dalla Regione Abruzzo e dalla Circolare n.2/2019 del DPE012.

L'istanza va inviata al Comune territorialmente competente che, in qualità di gestore del Demanio Marittimo come previsto dall'art. 7, comma 12 del vigente Piano Demaniale Marittimo Regionale approvato con DCR n.20/4 del 24/2/2015, provvede al rilascio dell'autorizzazione per la realizzazione delle opere temporanee di difesa dello specifico stabilimento balneare e a verificarne la conformità alle suddette prescrizioni e condizioni.

Si fa osservare che l'Amministrazione Comunale ha la possibilità di avvalersi del supporto tecnico del Servizio Opere Marittime e Qualità delle Acque Marine per quanto riguarda:

- le dinamiche morfologiche e sedimentologiche;
- la difesa e il ripascimento degli arenili;
- il monitoraggio delle acque marine ai fini della balneazione;
- i pareri per le opere che eventualmente interferiscono con l'idrodinamica costiera.

Le opere di difesa (massi naturali o prefabbricato in CLS), posizionate il più possibile in adiacenza ai manufatti da proteggere, vanno depositate e assemblate a secco, al fine di garantire una facile rimozione. Infatti, essendo posizionamenti temporanei (da autunno a primavera), devono essere rimosse prima dell'inizio delle nuove stagioni balneare.

Solo nel caso in cui lo stato erosivo e il rischio di danneggiamento da parte del mare permanesse anche durante il periodo della stagione balneare, le opere di difesa possono essere conservate segnalando e richiedendo al Comune territorialmente interessato una verifica di persistenza del fenomeno.

Le opere che risultino troppo prossime o incidenti sulla linea di riva vanno integrate con opere correttive e di mitigazione al fine di evitare significativi fenomeni erosivi ai bordi e nelle aree adiacenti, a segnalando le situazioni di criticità al Comune e alla Regione Abruzzo.