

Ordine degli Ingegneri di Forlì-Cesena
In collaborazione con il Comune di Cesenatico
“La Difesa della Costa”
Venerdì 07/06/2019

PROBLEMATICHE E CRITICITÀ DEL TERRITORIO COSTIERO ROMAGNOLO INTERVENTI DI DIFESA DELLA COSTA

Agenzia Regionale per la Sicurezza Territoriale e la Protezione Civile
Responsabile del **Servizio Area Romagna** - Ing. Mauro Vannoni
Relatore: Dott. Geol. Andrea Foschi

Agenzia Regionale per la Sicurezza Territoriale e la Protezione Civile SERVIZIO AREA ROMAGNA

Legge regionale 13/2015 sul Riordino istituzionale

GENIO CIVILE

SERVIZIO PROVINCIALE DIFESA DEL
SUOLO E FORESTAZIONE

SERVIZIO TECNICO DI BACINO
ROMAGNA

SERVIZIO AREA ROMAGNA

EX STB

Demanio (acque e terreni)
Calamità rischio idraulico
e idrogeologico

EX PROVINCE

Ambiente
Protezione civile

ARPAE

Agenzia regionale per
la prevenzione,
l'ambiente e l'energia

ARSTPC

Agenzia regionale per
la sicurezza territoriale
e la protezione civile

Ruolo e competenze del Servizio Area Romagna

- Prevenzione del dissesto e gestione delle emergenze connesse al rischio idrogeologico, alla difesa del suolo e della costa
- Proposta, progettazione e realizzazione degli interventi di difesa del suolo e della costa per l'area vasta Romagna
- Coordinamento delle attività di presidio territoriale di protezione civile: gestione delle emergenze, in collaborazione con le componenti del sistema di P.C., sia in corso di evento (attività di coordinamento ed intervento) sia post-evento (stima dei danni e proposta interventi di ripristino)



Il Sistema gestionale delle celle litoranee (SICELL) è stato sviluppato dalla Regione Emilia-Romagna nel 2010 nell'ambito del progetto europeo COASTANCE come strumento informativo di supporto alla gestione e difesa della costa,

SICELL nasce dall'esigenza di avere a disposizione un sistema conoscitivo del trend evolutivo e sui sedimenti litoranei per ottimizzare le operazioni di dragaggio e movimentazione dei sedimenti in funzione del mantenimento in equilibrio del sistema costiero regionale. Le coste basse e sabbiose sono infatti particolarmente soggette all'azione del mare e possono naturalmente essere sottoposte a fenomeni erosivi e di ingressione marina.

The image shows a close-up of a sandy beach with waves crashing onto the shore. The word "SICELL" is written in large, bold, blue capital letters across the center of the image, partially overlapping the sand and the water. At the bottom of the image, there are decorative blue wavy lines representing the ocean surface.

SICELL

SISTEMA SICELL

Il litorale della Regione è suddiviso in 7 Macrocelle (M)

limitate da lunghi moli portuali o punti di zero del trasporto solido, in corrispondenza delle foci del Po di Volano e del Savio sono presenti rispettivamente un punto di convergenza e un punto di divergenza del trasporto solido lungo costa.

Nel complesso vengono individuate 118 celle

Porto Cattolica

M1

Porto Rimini

M2

Porto Cesenatico

M3

foce fiume Savio

M4

Porto Corsini

M5

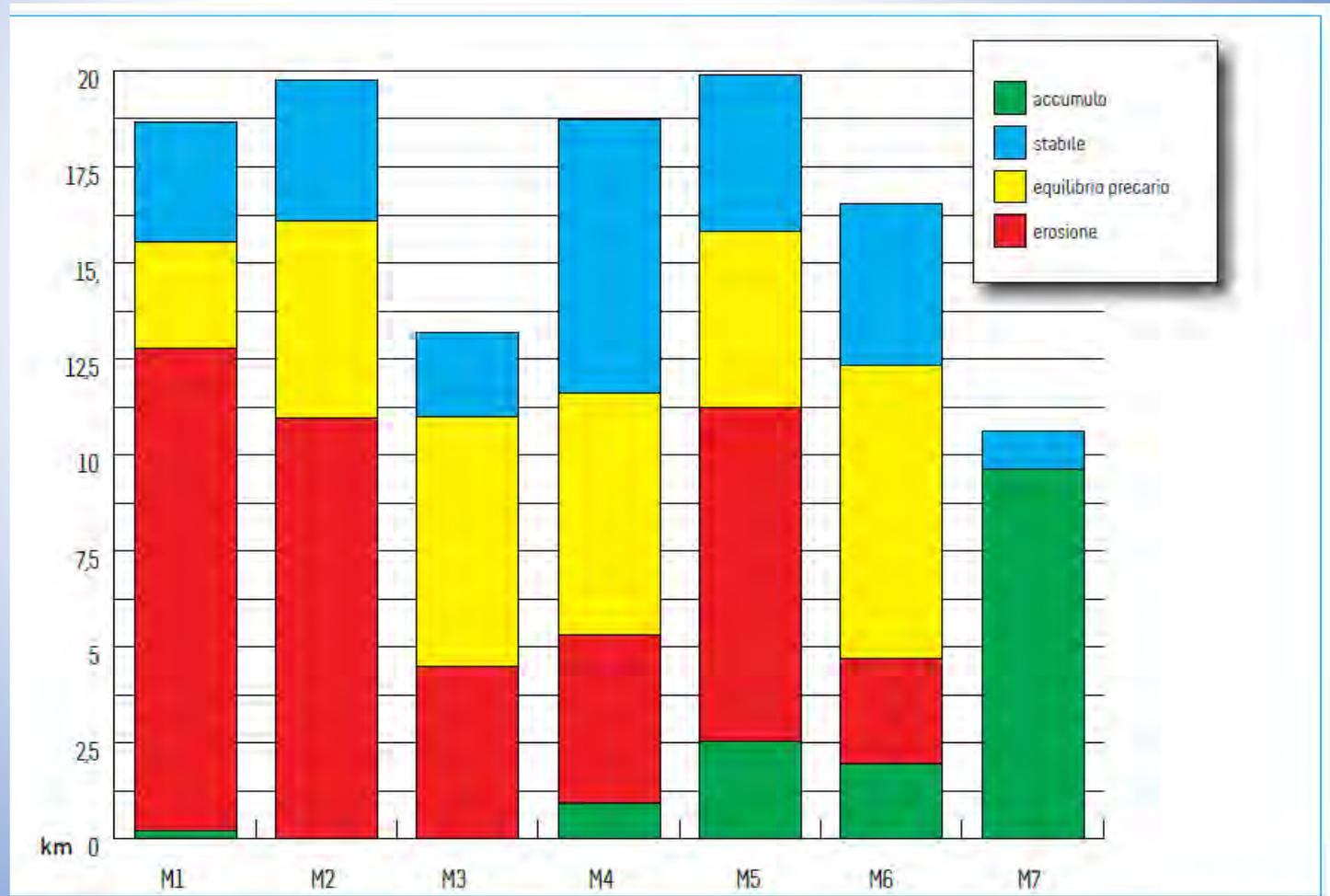
Porto Garibaldi

M6

foce Po di Volano

M7

Foce Po di Goro



SISTEMA COSTA IN ROMAGNA

Lunghezza tratto costa = 88,5 km

RN 33,6 km

FC 8,7 km

RA 46,2 km

Costa protetta da opere = 54,2 km
(61%)

RN 22,8 km

FC 7,2 km

RA 24,2 km

PARCHI REGIONALE
DEL DELTA DEL PO

- 1 Volano - Mirafiori - Goro
- 2 Centro Storico di Comacchio
- 3 Campitello di Argentea
- 4 Riserva Naturale di Alimonte
- 5 Valli di Comacchio
- 6 Poeta di S. Vito e Pinellone di Ravenna
- 7 Foce di Classe e Salina di Cervia

A D R I A T I C O

Tendenza linea di riva

- 8,4 km Avanzamento
- 72,8 km Stabile
- 7,3 km Arretramento

Bilancio sedimentario

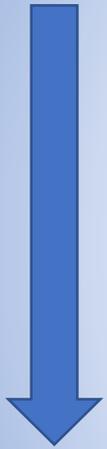
- 2,1 km Accumulo
- 20,9 km Stabile
- 25,3 km Equilibrio precario
- 40,2 km Erosione

DIFESA DELLA COSTA

Criticità costiera

- ✓ Pericolosità: mareggiate
- ✓ Vulnerabilità: spiagge basse e sabbiose, subsidenza, innalzamento l.m.
- ✓ Esposizione: abitati e infrastrutture turistiche

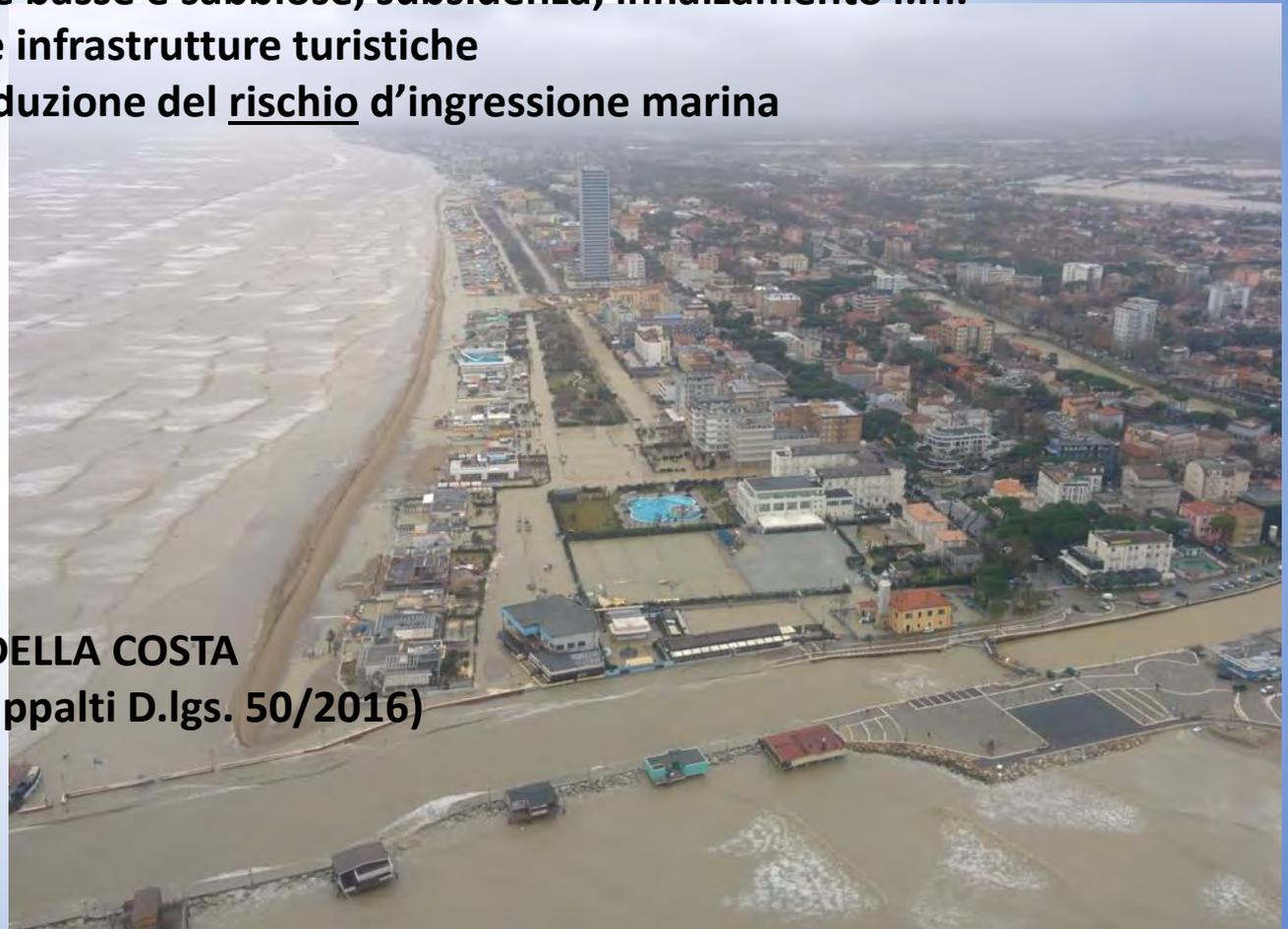
Opere di difesa per la riduzione del rischio d'ingressione marina



INTERVENTI DI DIFESA DELLA COSTA

Lavori pubblici (codice appalti D.lgs. 50/2016)

- ✓ Programmazione
- ✓ Progettazione
- ✓ Affidamento
- ✓ Direzione lavori
- ✓ Contabilità e pagamento



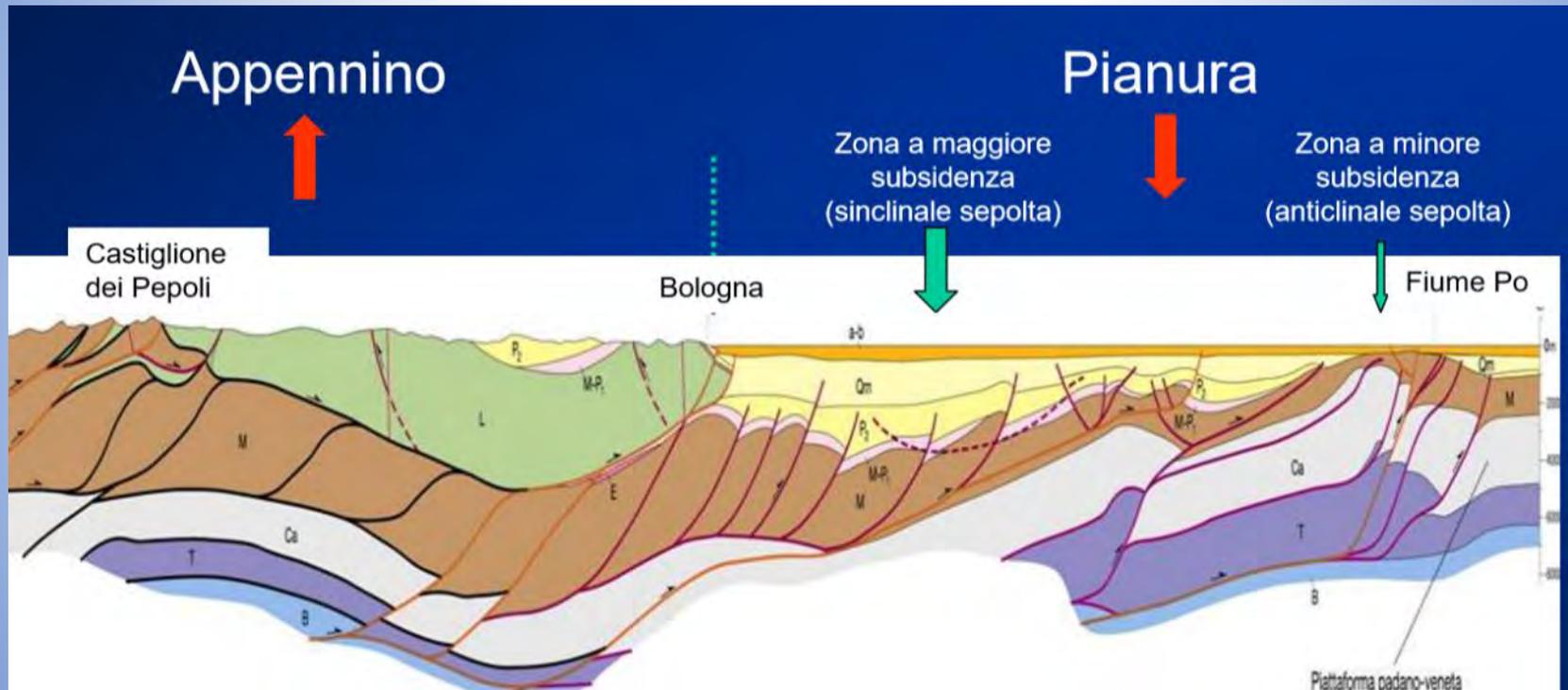
SUBSIDENZA

Subsidenza naturale (geologica/strutturale)

La pianura padana è un bacino sedimentario subsidente compreso tra l'Appennino e le Alpi

La catena montuosa appenninica si solleva e la pianura si abbassa

In Emilia-Romagna con tassi dell'ordine di grandezza di 1 mm/anno



Estrazione di gas e prelievi di acqua (pozzi)

Riduzione apporto sabbia dai fiumi (compensazione dell'abbassamento del suolo)

Compattazione naturale dei sedimenti

Risalita del livello del mare

SUBSIDENZA

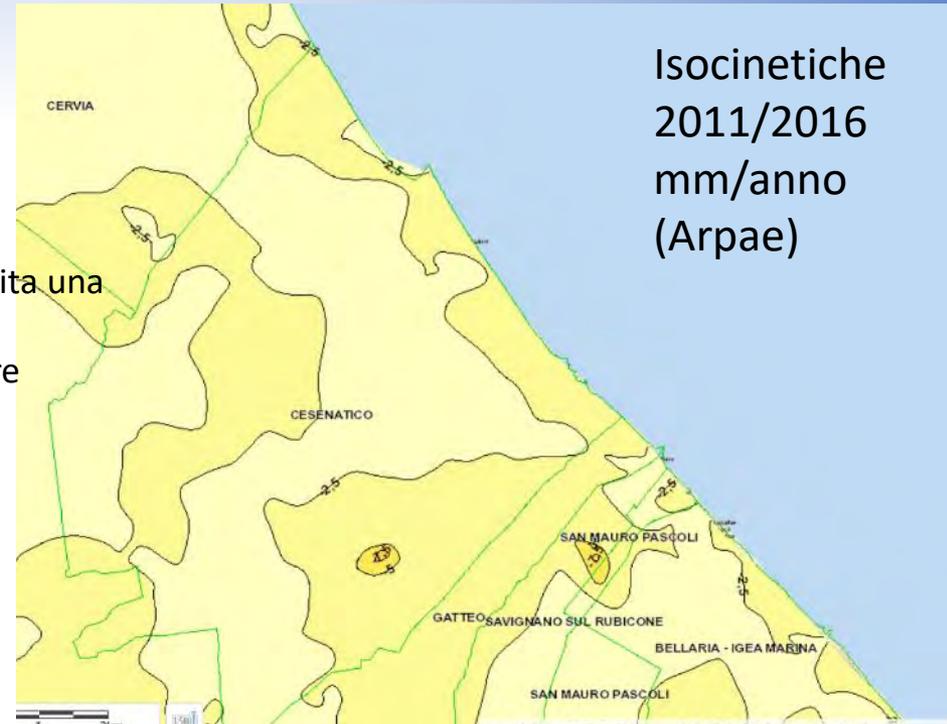
Rete Regionale di Controllo della Subsidenza
Capisaldi di Livellazione (Arpa)
Quota ortometrica: ultimo rilievo 07/2005

Rete Geodetica Costiera per il Monitoraggio Topografico e
Batimetrico - Vertici GPS stazionabili (Arpae)
... con il metodo dell'interferometria satellitare viene definita una
quota ortometrica al 05/2011 derivata dalle quote 2005
aggiornate con modelli di subsidenza stimati tramite misure
interferometriche

La subsidenza, come ordine di grandezza per la costa, è
mediamente è di circa 1 cm/anno.

Caposaldo 123470/CESA0100 Cesenatico loc. Ponente

Anno	Quota	Abbassamento	Velocità
09/99	1,68		
07/05	1,64	0,04	0,7 cm/anno
05/11	1,61	0,07	0,6 cm/anno



Proiezione 1999-2019

Subsidenza 12 cm 20 anni

← Arretramento linea di riva 3,8 m



DIFESA DELLA COSTA - territorio



Misano sud



Lido di Savio

Costa protetta da opere = 54,2 km

- 22,8 km RN
- 7,2 km FC
- 24,2 km RA

• 11,4 kmq fascia territorio a rischio di ingressione per eventi con Tr 10 anni



Portoverde



Cesenatico

DIFESA DELLA COSTA - territorio



Misano adriatico



Lido di Dante



Cesenatico colonie

Quotidiano nazionale
Direttore: Paolo Giscesta

il Resto del Carlino

06-08-2018
di pag. 13
www.datastampa.it

La Riviera si lamenta ma brinda «Più turisti rispetto a un anno fa»

I dati di Unioncamere: «Da maggio ad agosto meglio che nel 2017»

L'industria turistica regionale brinda ai dati dell'Osservatorio turistico regionale di Unioncamere, elaborato da Trademark Italia. La regione chiude i primi sette mesi dell'anno con quasi 34 milioni di presenze, di cui 30,5 milioni in Riviera, da maggio ad agosto, in aumento del +4,3% rispetto ai circa 29 milioni registrati nel 2017. Gli arrivi turistici

I NUMERI		
+0,9% italiani	+3,85% stranieri	34 milioni le presenze da maggio ad agosto
		+1,5% rispetto allo scorso anno
		10% quota del turismo sul Pil regionale

LA PIANIFICAZIONE DI BACINO

Variante di Coordinamento tra il **Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni** e il Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico approvata dalla Giunta Regionale con DGR 2112/2016



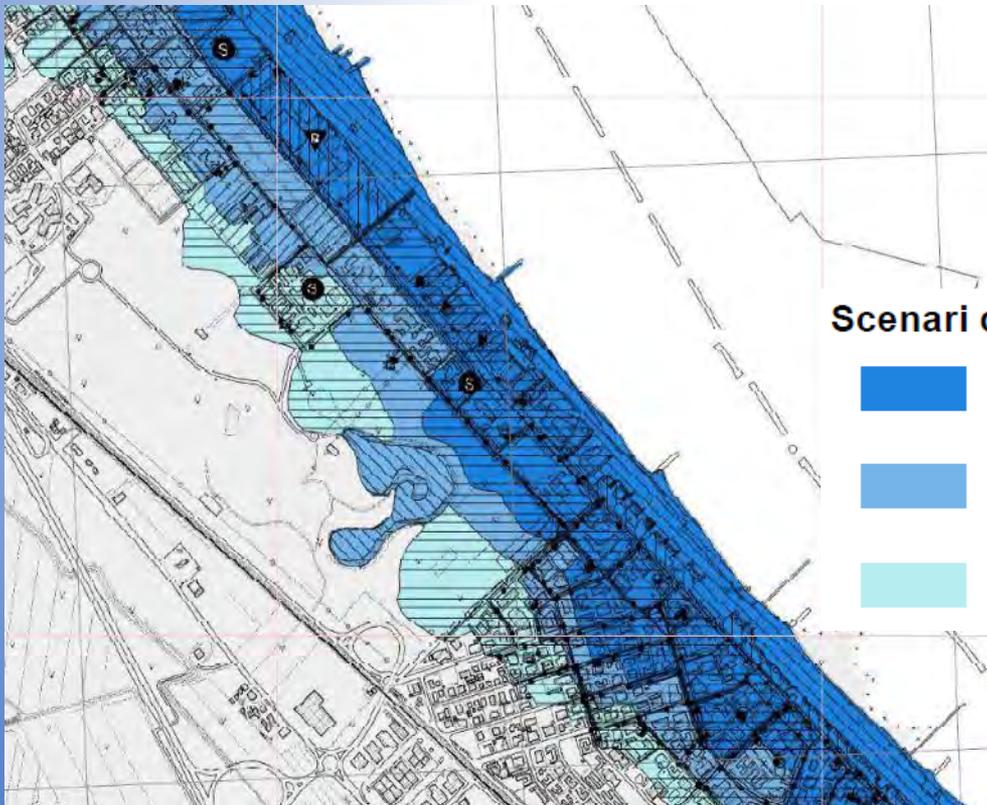
Autorità di Bacino
Distrettuale del Fiume Po



Piano di Gestione del Rischio Alluvioni

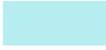
Direttiva Alluvioni 2007/60/CE

Aree a potenziale pericolosità per inondazione marina, rappresentate nelle mappe di pericolosità e di rischio



Carta della **pericolosità**
da inondazione marina

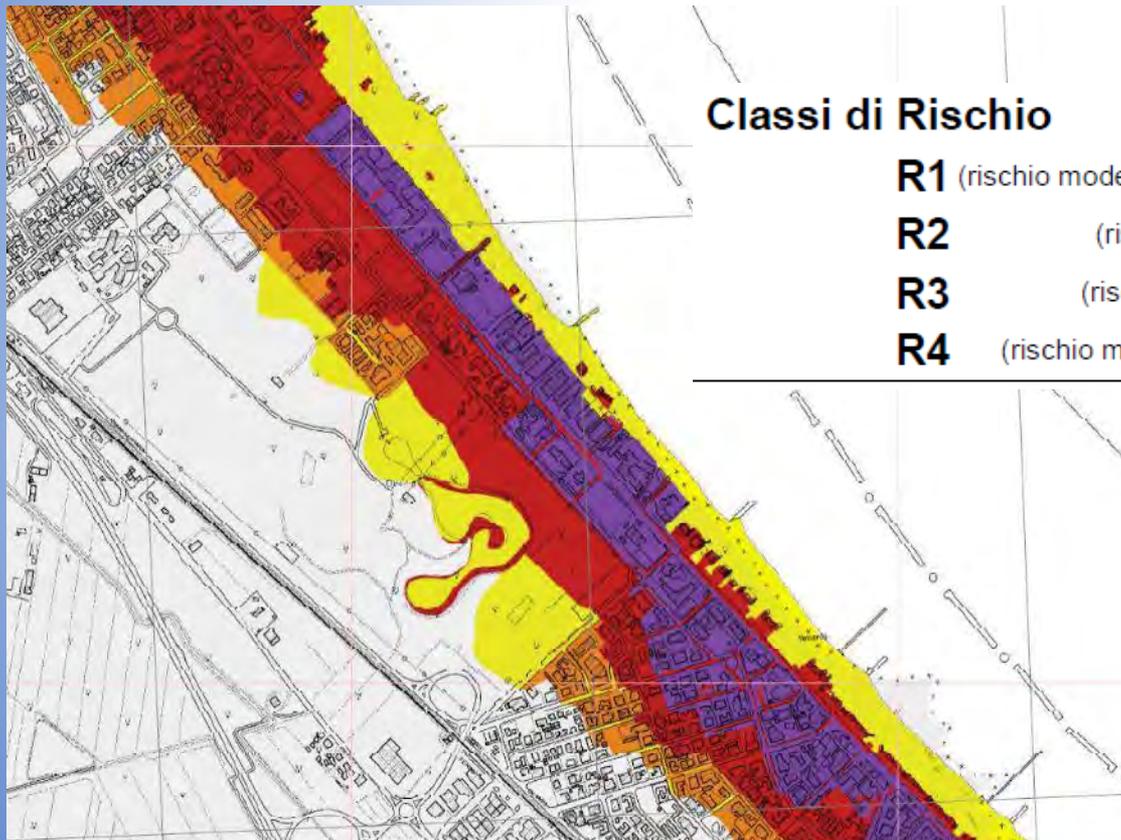
Scenari di Pericolosità

- Legend**
-  P3 – H (Alluvioni frequenti: tempo di ritorno 10 anni - elevata probabilità)
 -  P2 – M (Alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno 100 anni - media probabilità)
 -  P1 – L (Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi: tempo di ritorno >>100 anni)

Piano di Gestione del Rischio Alluvioni

Direttiva Alluvioni 2007/60/CE

Carta della **rischio**
da inondazione marina



Classi di Rischio

- R1 (rischio moderato o nullo)
- R2 (rischio medio)
- R3 (rischio elevato)
- R4 (rischio molto elevato)

puntuali



lineari



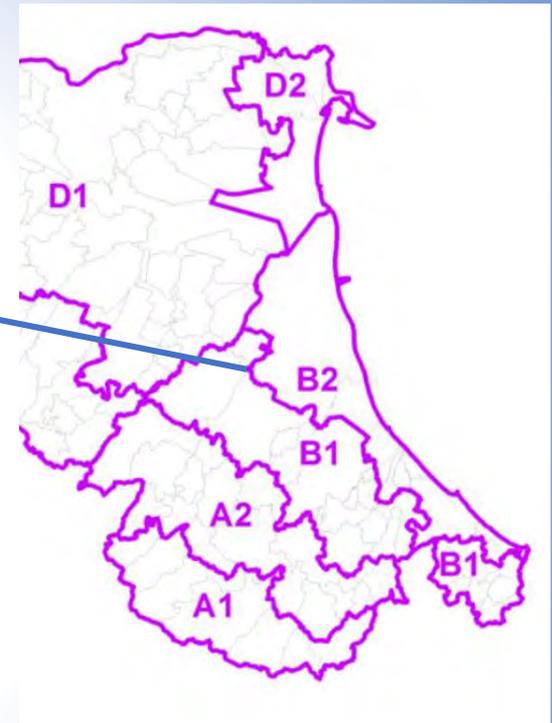
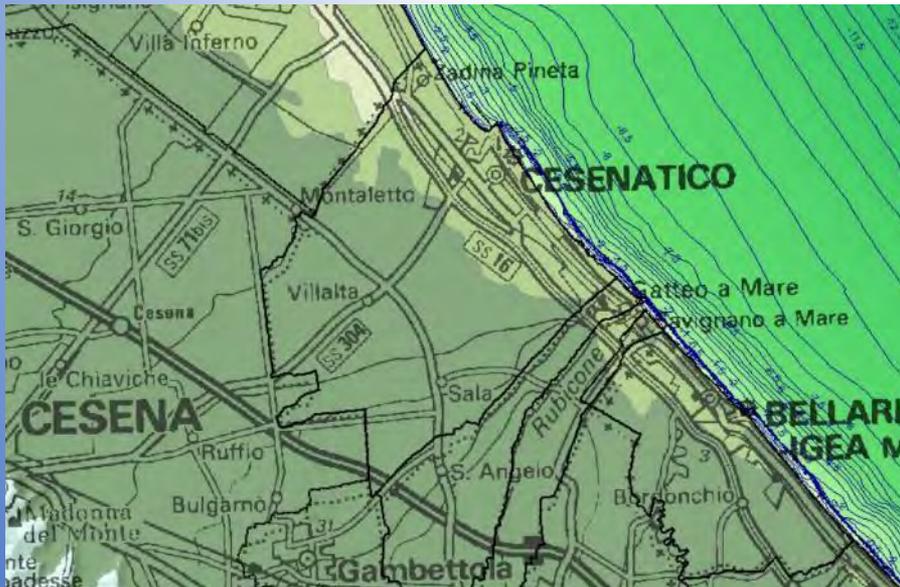
areali



SISTEMA REGIONALE DI ALLERTAMENTO PER IL RISCHIO METEO IDROGEOLOGICO, IDRAULICO, COSTIERO ED IL RISCHIO VALANGHE, AI FINI DI PROTEZIONE CIVILE (DGR 962/2018)

Sottozone di allerta

B2: Costa romagnola (RA, FC, RN)



Provincia di Forlì-Cesena

- ✓ Comune di Cesenatico
- ✓ Comune di Gatteo
- ✓ Comune di Savignano sul Rubicone
- ✓ Comune di San Mauro Pascoli

SISTEMA REGIONALE DI ALLERTAMENTO PER IL RISCHIO COSTIERO

Vengono presi in considerazione gli effetti sul territorio connessi ad eventi di mareggiata caratterizzati da:

- ✓ moto ondoso: altezza onda > 3 m
- ✓ da acqua alta (o surge): livello marea $> 0,8$ mslm
- ✓ dalla combinazione dei due: livello marea $> 0,7$ e altezza onda > 2 m



SISTEMA REGIONALE DI ALLERTAMENTO PER IL RISCHIO COSTIERO

CODICE COLORE	SCENARIO DI EVENTO	EFFETTI E DANNI
VERDE	Assenza di fenomeni significativi prevedibili.	Non prevedibili, non si escludono eventuali danni puntuali.
GIALLO	Evento ricorrente, con propagazione dell'onda alla spiaggia, anche nella porzione interessata dalla presenza di infrastrutture turistiche	<ul style="list-style-type: none"> - Erosione dell'arenile, locali danni agli stabilimenti balneari. - Occasionale pericolo per la sicurezza delle persone che sostano sui litorali e/o sulle banchine portuali.
ARANCIONE	<ul style="list-style-type: none"> - Evento abbastanza raro, con propagazione dell'onda oltre la spiaggia libera fino a raggiungere le zone di retro-spiaggia (pinete, giardini, infrastrutture turistiche). - Rallentamento del deflusso a mare di fiumi e canali a causa della sopraelevazione della superficie del mare. 	<ul style="list-style-type: none"> - Diffuse ed importanti erosioni dell'arenile e delle difese temporanee (argini invernali), diffusi danni agli stabilimenti balneari e inondazione delle zone di retro-spiaggia. - Pericolo per la sicurezza delle persone che sostano sui litorali e/o sulle banchine portuali. - Possibili esondazioni di fiumi e canali alla foce, con interessamento dei centri abitati.
ROSSO	<ul style="list-style-type: none"> - Evento eccezionale, con propagazione dell'onda fino alle aree residenziali o caratterizzate dalla presenza di infrastrutture strategiche. - Ostacolo del deflusso a mare di fiumi e canali a causa della sopraelevazione della superficie del mare. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ingente ed estesa erosione dell'arenile e delle difese temporanee (argini invernali), gravi e diffusi danni agli stabilimenti, inondazioni delle aree urbane. - Grave pericolo per la sicurezza delle persone che sostano sui litorali e/o sulle banchine portuali. - Diffuse esondazioni di fiumi e canali alla foce, con interessamento dei centri abitati.

SISTEMA REGIONALE DI ALLERTAMENTO PER IL RISCHIO COSTIERO

Fase post evento

- ✓ Interventi di somma urgenza
- ✓ Ricognizione danni: alle infrastrutture, agli arenili, alle opere di difesa della costa
- ✓ Stima degli interventi di ripristino
- ✓ Programmazione e realizzazione degli interventi di urgenza e di messa in sicurezza



La strategia regionale per la difesa e la gestione della zona costiera

Già con il Piano Costa (1981) e con l'approvazione delle Linee Guida per la gestione integrata delle zone costiere (GIZC, 2005) la Regione ha adottato come modello di intervento il **ripascimento artificiale** come opera di difesa “morbida” delle spiagge alternativo alle opere “rigide” (scogliere in roccia), ad elevato impatto paesaggistico e ambientale che avevano mostrato i propri limiti e controindicazioni in molte situazioni.



INTERVENTI DI DIFESA DELLA COSTA

Progettazione e realizzazione interventi di difesa della costa

- ✓ Manutenzioni ordinarie annuali (ripascimenti)
- ✓ Ripascimenti straordinari con sabbie sottomarine (Progettone: 2002-2008-2016)
- ✓ Manutenzioni straordinaria delle opere rigide (scogliere, pennelli, ecc.)



manutenzione ordinaria tramite ripascimento delle spiagge in erosione

Interventi di manutenzione ordinaria di difesa della costa

	2015	2016	2017	2018	2019
RA	€ 740.000	€ 650.000	€ 250.000	€ 500.000	€ 350.000
FC	€ 110.000	€ 390.000	€ 650.000	€ 200.000	€ 450.000
RN	€ 500.000	€ 300.000	€ 400.000	€ 550.000	€ 780.000
TOTALE	€ 1.350.000	€ 1.340.000	€ 1.300.000	€ 1.252.018	€ 1.580.000

L'attività di manutenzione ordinaria tramite ripascimento delle spiagge in erosione necessita di un importo medio annuo pari a € 1,3-1,4 M€

Per fare fronte all'erosione delle spiagge e ripristinare un profilo idoneo alla funzione di difesa della costa e alla fruizione balneare, annualmente si procede con interventi di manutenzione ordinaria mediante ripascimento, impiegando le sabbie provenienti:

- Depositi litoranei (zone di accumulo)
- Sabbie provenienti da depositi (scavi edili, pulizia di spiaggia, spiaggia sommersa)
- Sabbie provenienti da dragaggi portuali
- Cave a terra



Coste basse e sabbiose adriatiche

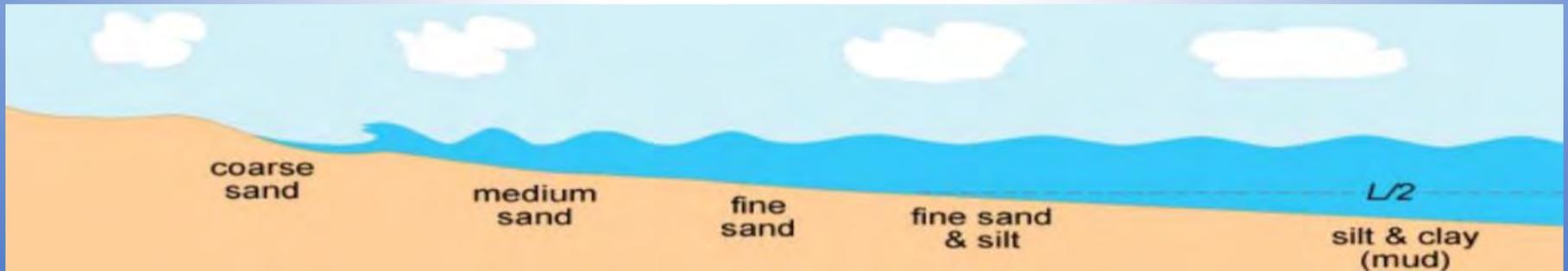
1) Apporto dei sedimenti dai fiumi (ghiaie, sabbie, pelite)

2) Moto ondoso rimaneggia i sedimenti lungo la costa:

le onde di oscillazione, per l'attrito sul fondo, si trasformano in onde di traslazione, creando i frangenti; si ha perciò un flusso d'acqua che raggiunge la costa che poi rifluisce verso il mare con una corrente di ritorno (risacca). Il tratto di spiaggia interessato dal moto alternato delle onde è la battigia.

Il flusso del frangente si muove obliquamente rispetto alla costa, mentre la risacca si muove sempre perpendicolarmente alla spiaggia; la combinazione di questi due movimenti genera un moto a zig zag che consente il trasporto dei sedimenti lungo la spiaggia (trasporto litoraneo).

Le onde e le correnti depositano i sedimenti lungo la costa in base alle dimensioni e al peso: materiale fine (pelite e argilla) sono trasportati al largo mentre sabbie e ghiaie sono accumulati lungo la riva, dove formano le spiagge.



INTERVENTI DIFESA DELLA COSTA

Litorale cesenate è caratterizzato dalla cronica carenza di accumuli sabbiosi da utilizzare per il ripascimento delle aree in erosione.

Sabbia da cava è molto costosa

Scavi edili sono praticamente azzerati

Non è disponibile un impianto vicino per la sabbia vagliata dalla pulizia delle spiagge

Importante trovare accumuli sommersi (area portuale) ma servono risorse economiche straordinarie per eseguire l'intervento



Miniprogettone 2016

4S2F403 - MANUTENZIONE DELLE OPERE DI DIFESA DEL LITORALE FORLIVESE

Importo complessivo € 450.000,00

La sabbia prelevata stoccata sulla draga viene refluita sulle spiagge, in vasche di colmata, mediante refluzione

attraverso una condotta galleggiante

Siti e volumi di ripascimento:

Valaverde di Cesenatico: mc. 10.700

Villamarina di Cesenatico: mc. 6.700

Comune di Gatteo: mc. 6.200

Comune di Savignano: mc. 10,000



Volume complessivo:

mc 37.400

Inizio lavori

13/04/2016

Fine lavori

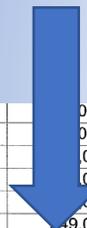
19/05/2016

Miniprogettone 2016

4S2F403 - MANUTENZIONE DELLE OPERE DI DIFESA DEL LITORALE FORLIVESE

Importo complessivo € 450.000,00

Analisi
granulometriche
aggiuntive del
materiale dragato



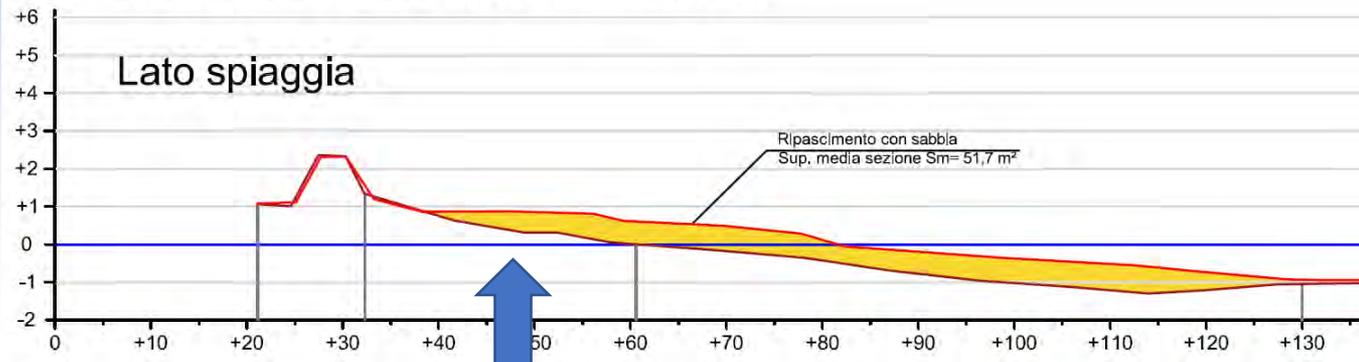
0,425	0,00	962,00	96,20
0,25	0,00	935,00	93,50
0,18	0,00	443,00	44,30
0,15	0,00	311,00	31,10
0,11	0,00	92,00	9,20
0,074	49,00	51,00	5,10
0,063	952,00	48,00	4,80

composizione granulometrica	
% ciottoli	0,0
% ghiaia	1,1
% sabbia	94,1
% limo+argilla	4,8

Descrizione AGI **SABBIA**

Classificazione
UNI CNR 10006: **A 3**

VASCA VILLAMARINA - SEZIONE 5



Rilievi topo-batimetrici di contabilità di prima e
seconda pianta per il controllo dei volumi di
ripascimento



MANUTENZIONI STRAORDINARIE DELLE OPERE DI DIFESA

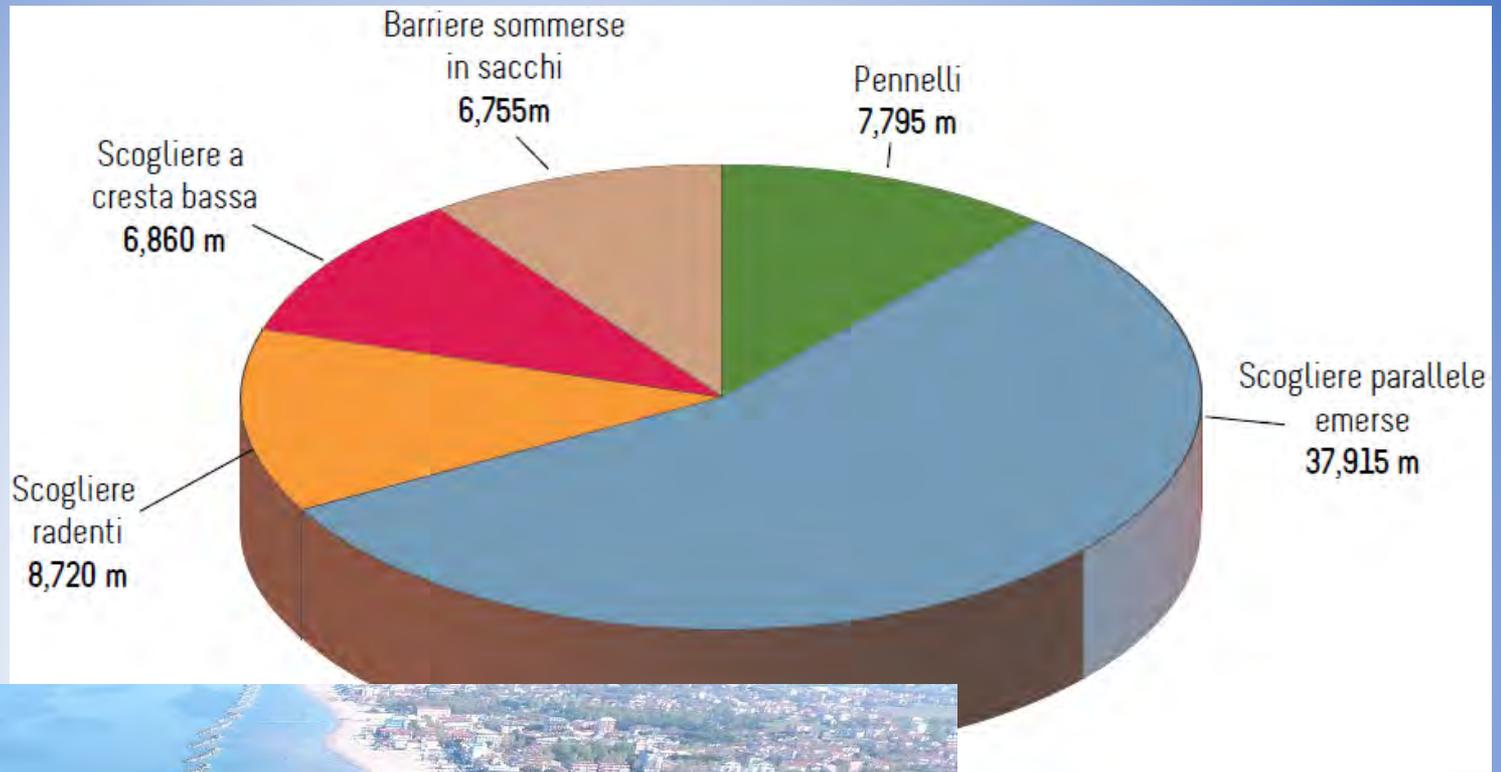
Sulle opere rigide esistenti (**scogliere**) si interviene:

- per il ripristino delle strutture danneggiate;
- per la **riqualificazione funzionale**;

sulla base di una valutazione tecnico-scientifica eseguita in collaborazione con l'Università attraverso studi e modelli numerici sull'idrodinamica e morfodinamica del sistema costiero analizzato



Opere di difesa presenti lungo il litorale regionale (2011)



MANUTENZIONI STRAORDINARIE DELLE OPERE DI DIFESA

Studio del paraggio costiero di San Mauro mare (2017)

Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica,
Ambientale e dei Materiali
(DICAM) Università di Bologna

Rilievi e verifiche della funzionalità dei sistemi di difesa della costa tra Cattolica e Riccione (2018)

Prof. Ing. Alessandro Mancinelli

Rilievi, indagini e verifiche della funzionalità dei sistemi di difesa della costa in località Valverde di Cesenatico (2018)

Consorzio Nazionale Interuniversitario per
le Scienze del Mare – CoNISMa



MANUTENZIONI STRAORDINARIE DELLE OPERE DI DIFESA

Appalto pubblico servizi

**SE18F004 - VERIFICHE DELLA
FUNZIONALITÀ DEI SISTEMI DI
DIFESA DELLA COSTA IN
LOCALITÀ VALVERDE DI
CESENATICO (FC)**

**Consorzio Nazionale
Interuniversitario per le Scienze
del Mare – CoNISMa – Roma**

Studio completato 12/2018

**Problematica: tratto di arenile
in erosione oggetto di
interventi di ripascimento
annuali**



Obiettivo: trovare una soluzione per ridurre i fenomeni erosi senza pregiudicare la qualità della acque di balneazione agendo sulle opere rigide (scogliere)

MANUTENZIONI STRAORDINARIE DELLE OPERE DI DIFESA



Arenile in erosione

**12/2014 intervento sperimentale
chiusura varco tra le scogliere**

Studio e modellazione:

Rilievi topo-batimetrici 2012-2018 per la ricostruzione della batimetria

Clima meteo-marino: condizioni ondose (boa ondometrica Nausicaa, 2007-2018): condizioni ordinarie $Tr=1$ anno ed estreme $Tr=5$ anni per venti di Bora (NE) e Scirocco (SE)

Analisi degli estremi sui livelli del mare (maree)

MANUTENZIONI STRAORDINARIE DELLE OPERE DI DIFESA

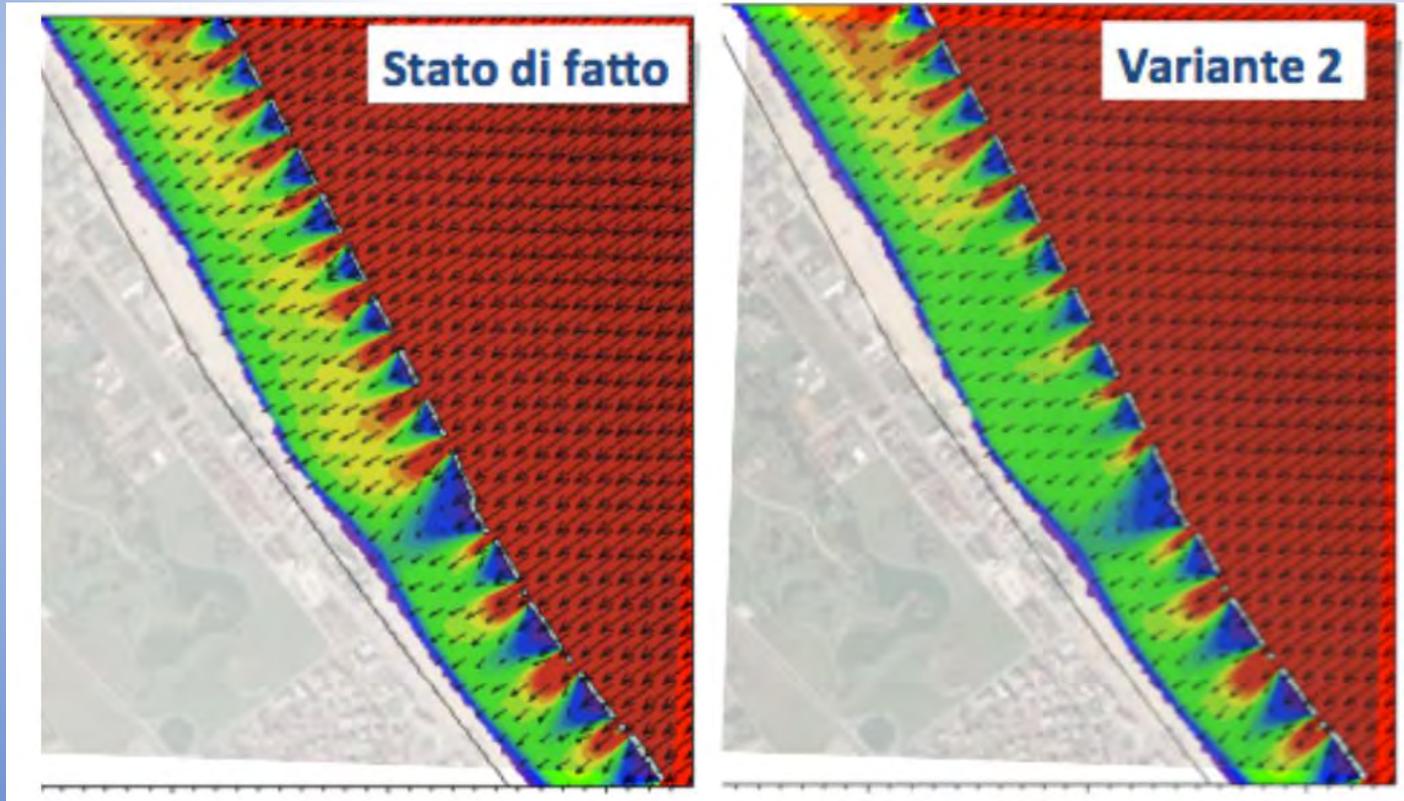
Modellazione numerica idrodinamica

Stato di fatto (verifica del modello):

- altezza dell'onda
- velocità correnti indotte

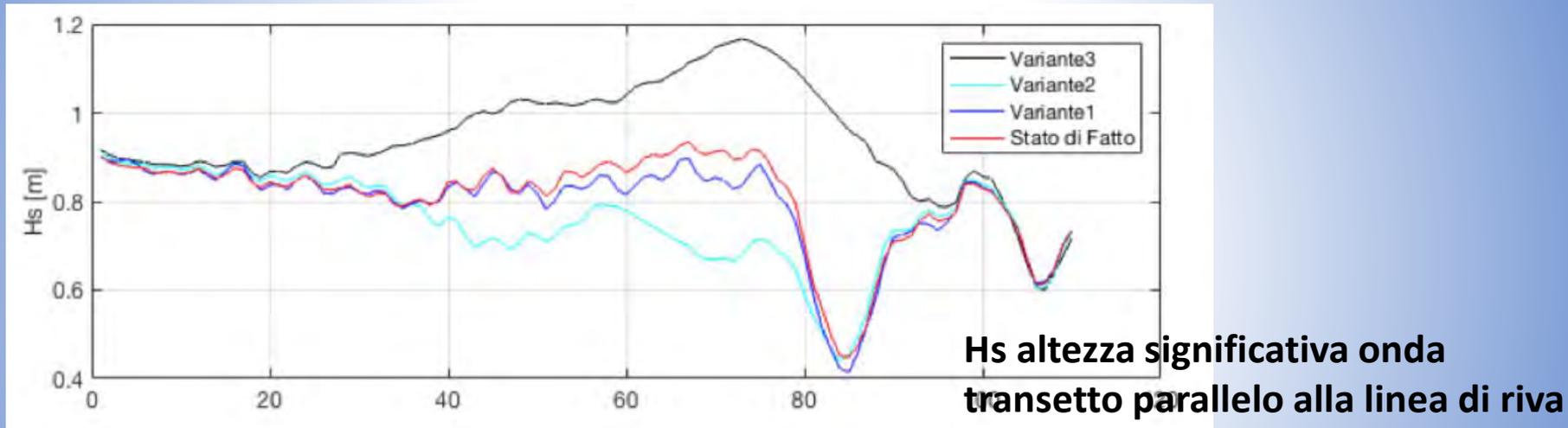
Modellazione numerica idrodinamica

Variante progettuali: chiusura varchi tra le scogliere alla quota di $-1,0$ m



MANUTENZIONI STRAORDINARIE DELLE OPERE DI DIFESA

la Variante progettuale 2 (chiusura varchi) risulta essere la soluzione progettuale che maggiormente riduce l'energia ondosa che si trasmette a tergo del sistema di opera di difesa della costa



Valutazione degli effetti in termini di qualità dell'acqua di balneazione, e quindi di stasi idrodinamica e ristagno, con un possibile accumulo di materiale mucillaginoso nei periodi estivi

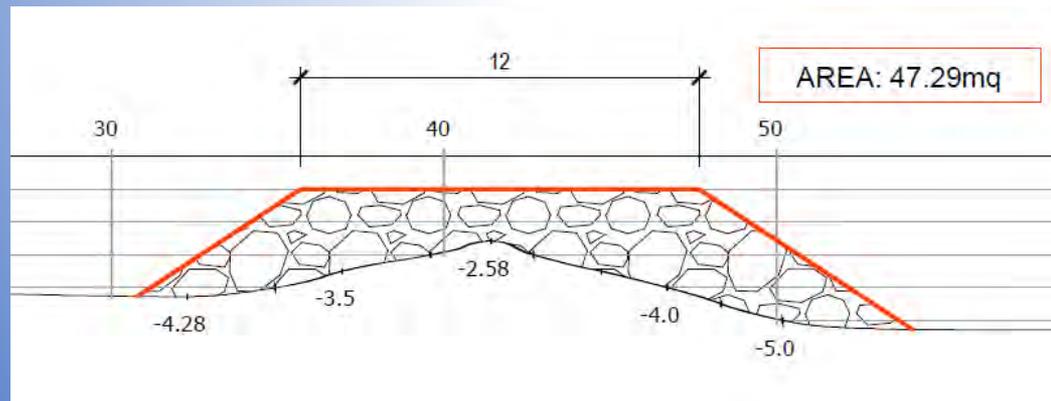
Valutazioni sulla morfodinamica: modellazione numerica del trasporto solido, zone di accumulo e zone in erosione: dati del modello mostrano una diminuzione della tendenza erosiva

MANUTENZIONI STRAORDINARIE DELLE OPERE DI DIFESA

I risultati dello studio sono stati utilizzati per la progettazione dell'intervento:

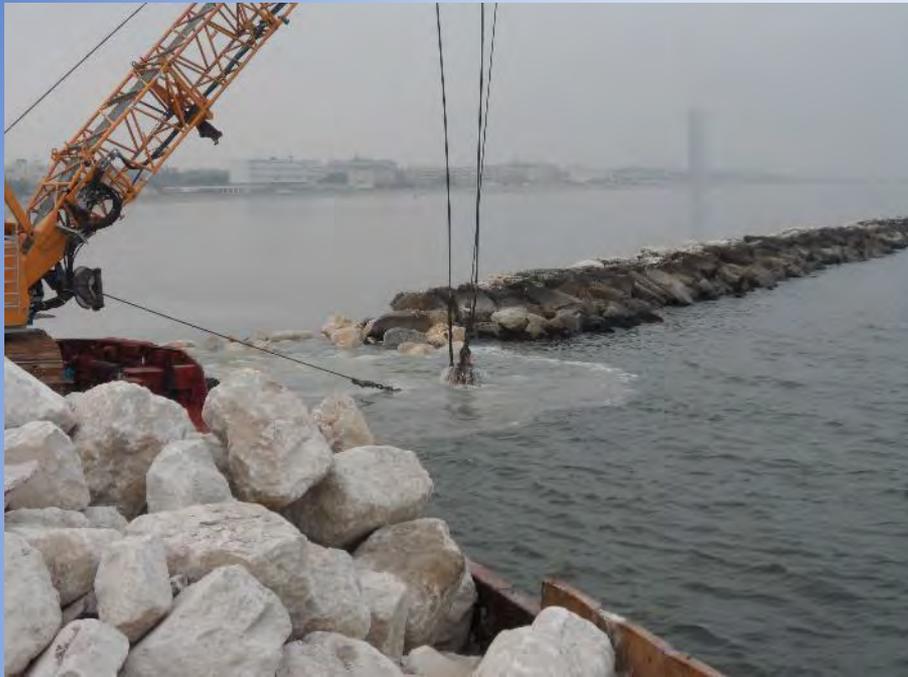
4S2F701 - INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA E RIQUALIFICAZIONE FUNZIONALE DELLE OPERE DI DIFESA DELLA COSTA IN LOCALITÀ VALVERDE DI CESENATICO (FC)

Importo complessivo € 350.000,00



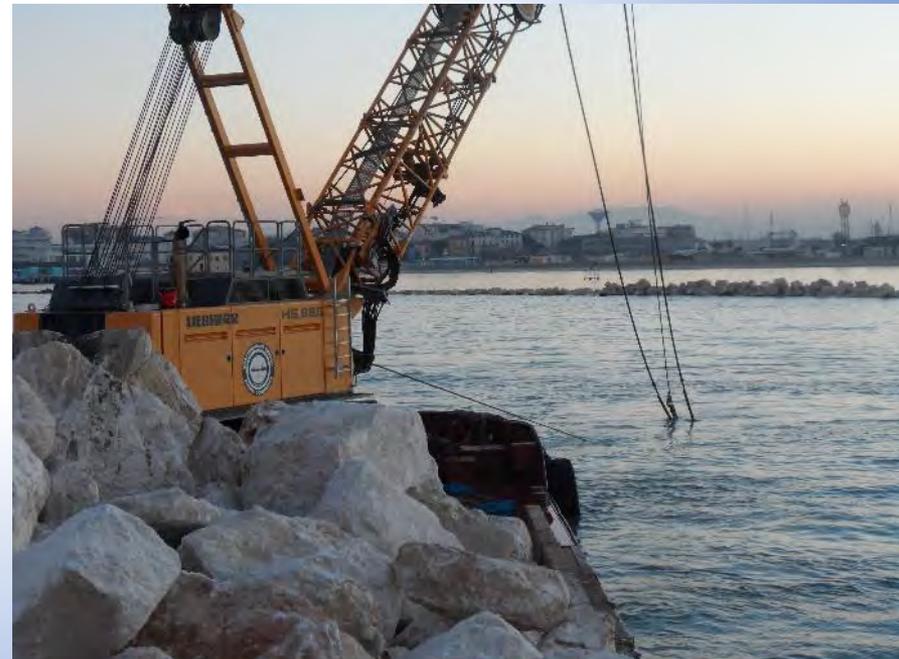
Ricarica delle soglie sommerse, su n.3 varchi tra le scogliere fino alla quota di - 1,00 mediante posa in opera di scogli di natura calcarea compatta di 3^a categoria (elementi da 3-5 t) e di 2^a categoria (elementi da 1-3 t) con mezzi marittimi

MANUTENZIONI STRAORDINARIE DELLE OPERE DI DIFESA



Con l'obiettivo di verificare l'efficacia dell'intervento nel tempo è previsto un piano di monitoraggio al fine di controllare l'evoluzione del paraggio costiero in seguito dell'esecuzione delle opere.

Saranno principalmente programmati rilievi topo-batimetrici di dettaglio prima e dopo i lavori



... fine ?



Grazie per l'attenzione ...