



Interreg
Italy - Croatia
AdriaClim



EUROPEAN UNION

Il quadro delle conoscenze sulla costa

Strategia di gestione Integrata per la Difesa e l'Adattamento della Costa regionale ai cambiamenti climatici

Luisa Perini



Regione Emilia-Romagna

Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli

Workshop QC+Vision| Videofacilitator platform | 4 Maggio 2021

Interazioni con piani e strategie

Piani Nazionali

MSP d.lgs. 201/2016

Piani di Bacino

PAI - d.lgs. 152/2006

PGRA: d.lgs. 49/2010

Strategie regionali

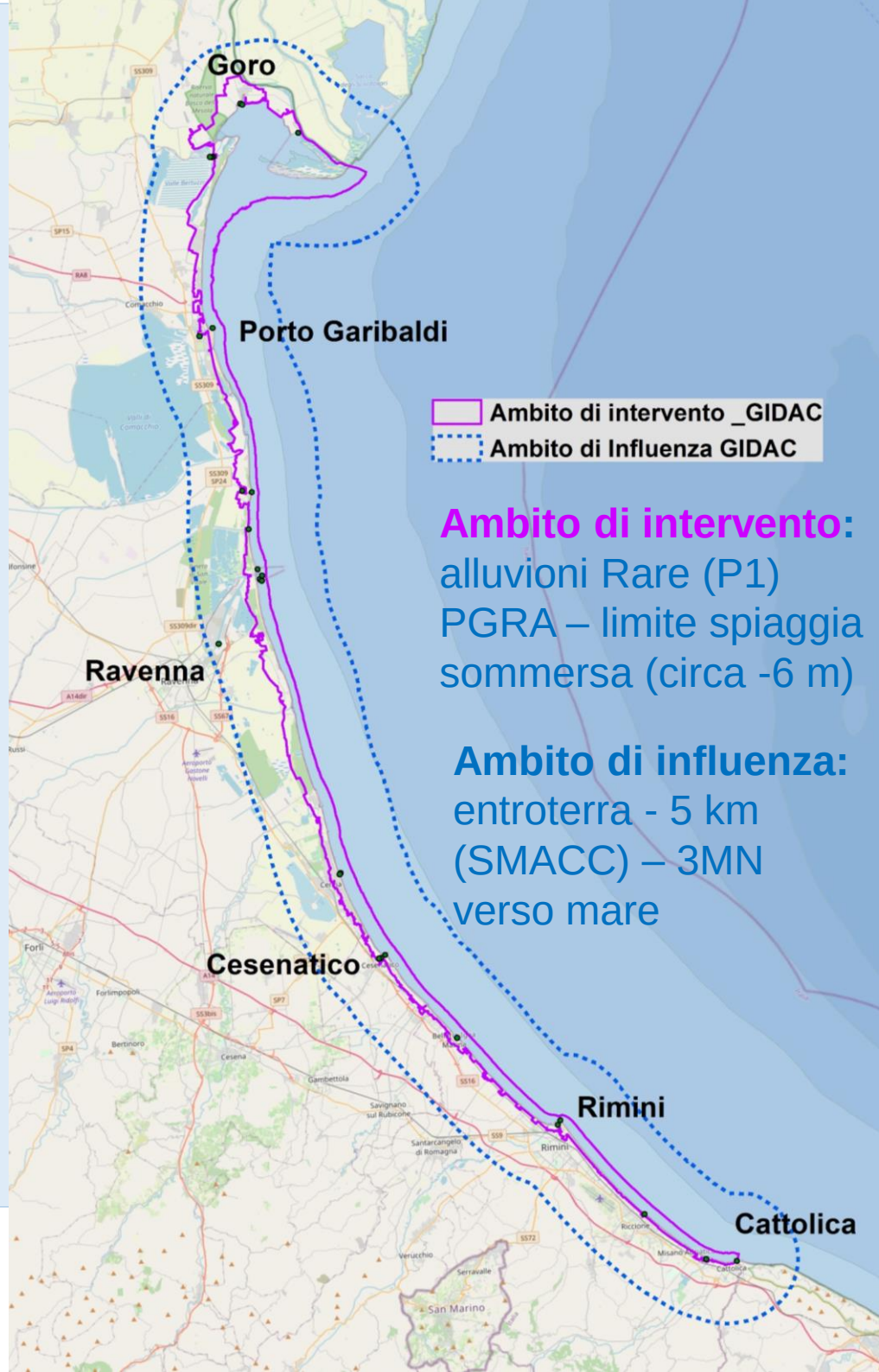
GIZC (DGR 645/2005)

SMACC (DAL 187/2018)

Piani Locali

PUG

Piani spiaggia



Ambito della strategia GIDAC e interazioni

Centrale l'**ambiente fisico**
le conseguenze dei CC

Influiranno sui molteplici
settori con cui esso
interagisce

L'area costiera e marina dell'Emilia-Romagna

L'area costiera e marina dell'Emilia-Romagna con i suoi 140 km di costa (compreso la freccia di Goro) di cui 108 balneabili è un territorio strategico in costante ricerca di un equilibrio tra ambiente - sviluppo economico e tutela del patrimonio storico-ambientale



4 Maggio 2021



Interreg
Italy - Croatia
AdriaClim

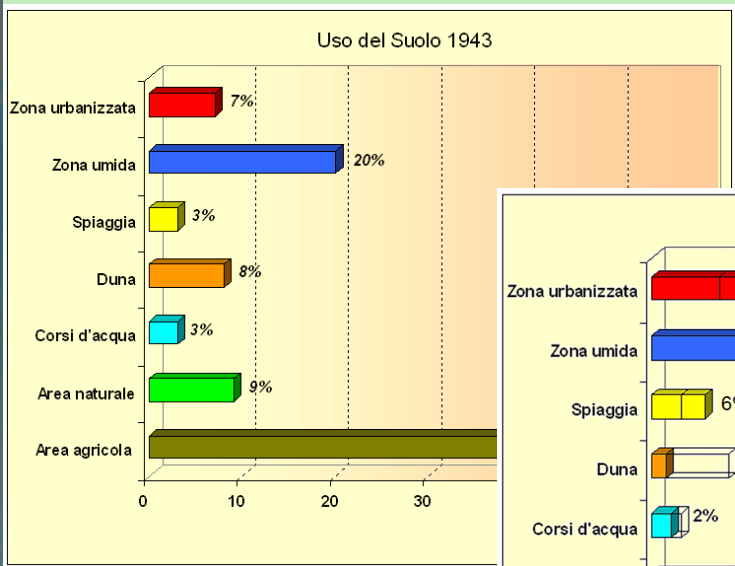
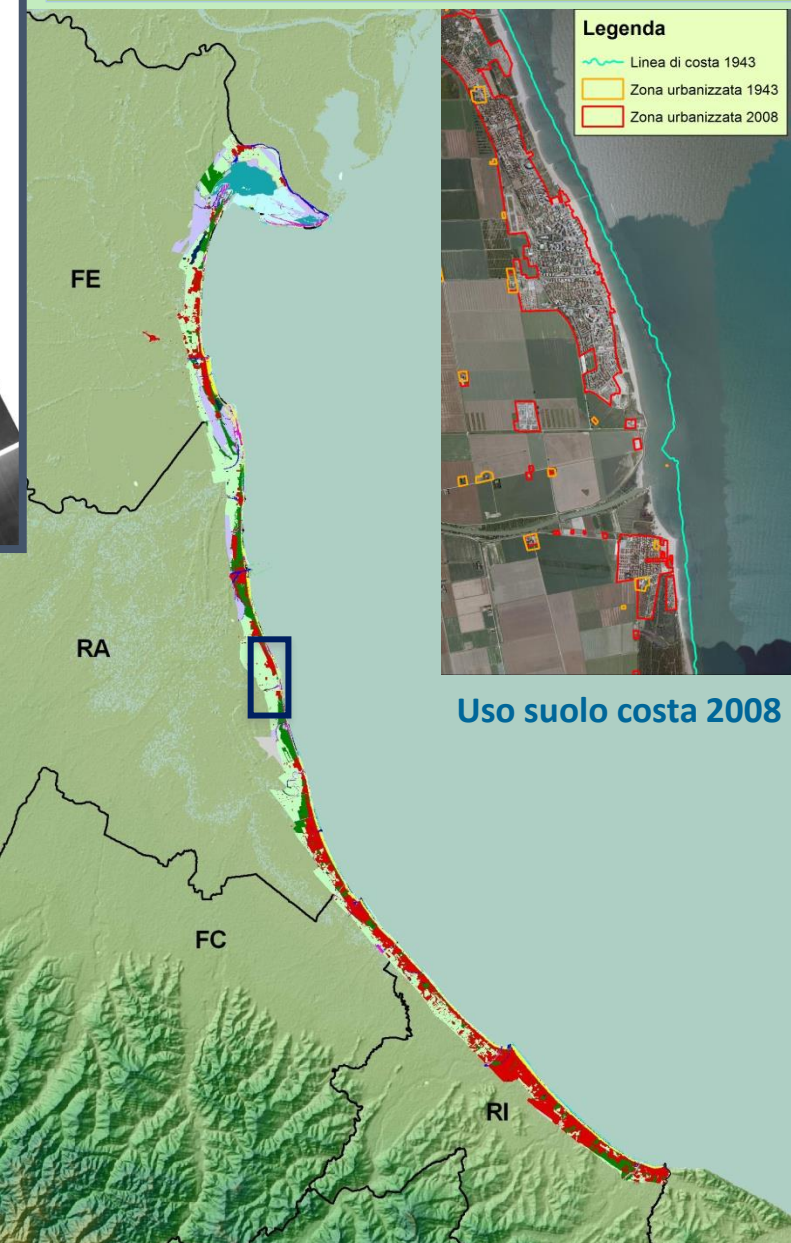
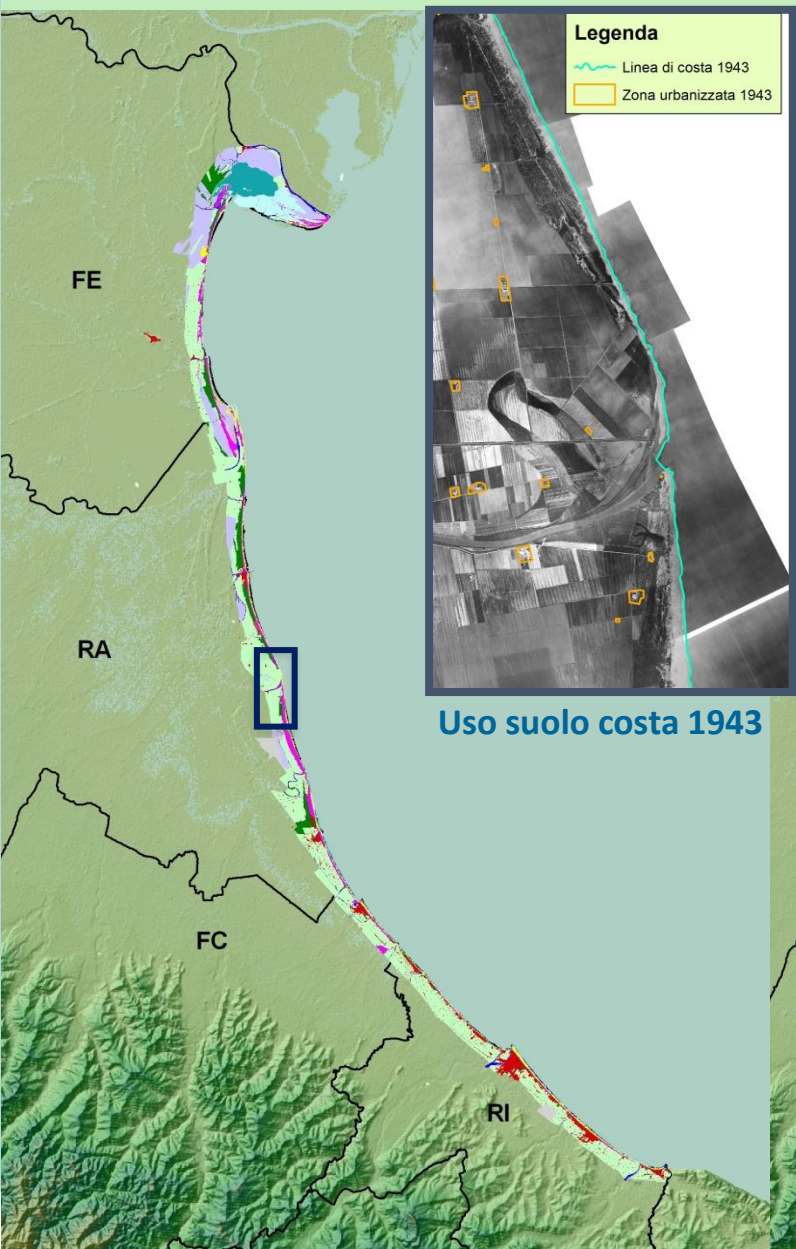


EUROPEAN UNION

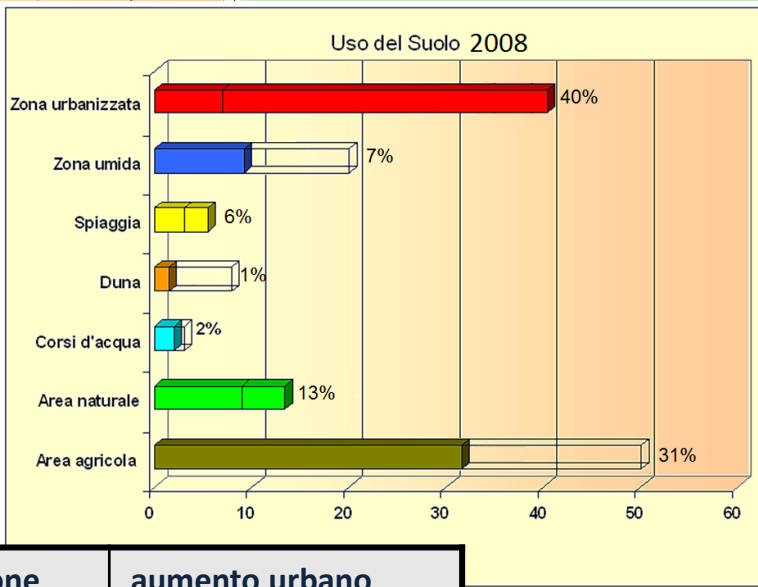
 **Regione Emilia-Romagna**

Il sistema insediativo

Fascia settentrionale (FE): aree naturalistiche e urbanizzazione media
Fascia centrale (Ra): aree naturalistiche - urbanizzate - industriali
Fascia meridionale (FC-RN): elevato livello di 'urbanità'



**Aumento dell'urbano
del 400% in 65 anni**



DINAMICA USO DEL SUOLO

Provincia	estensione litorale	aumento urbano
Ferrara	40 km	da 1% a 16%
Ravenna	47,5 km	da 4% a 22 %
Forlì - Cesena	9,5 km	da 10,1 % a 50,7 %
Rimini	35 km	da 20,3 % a 57,9 %

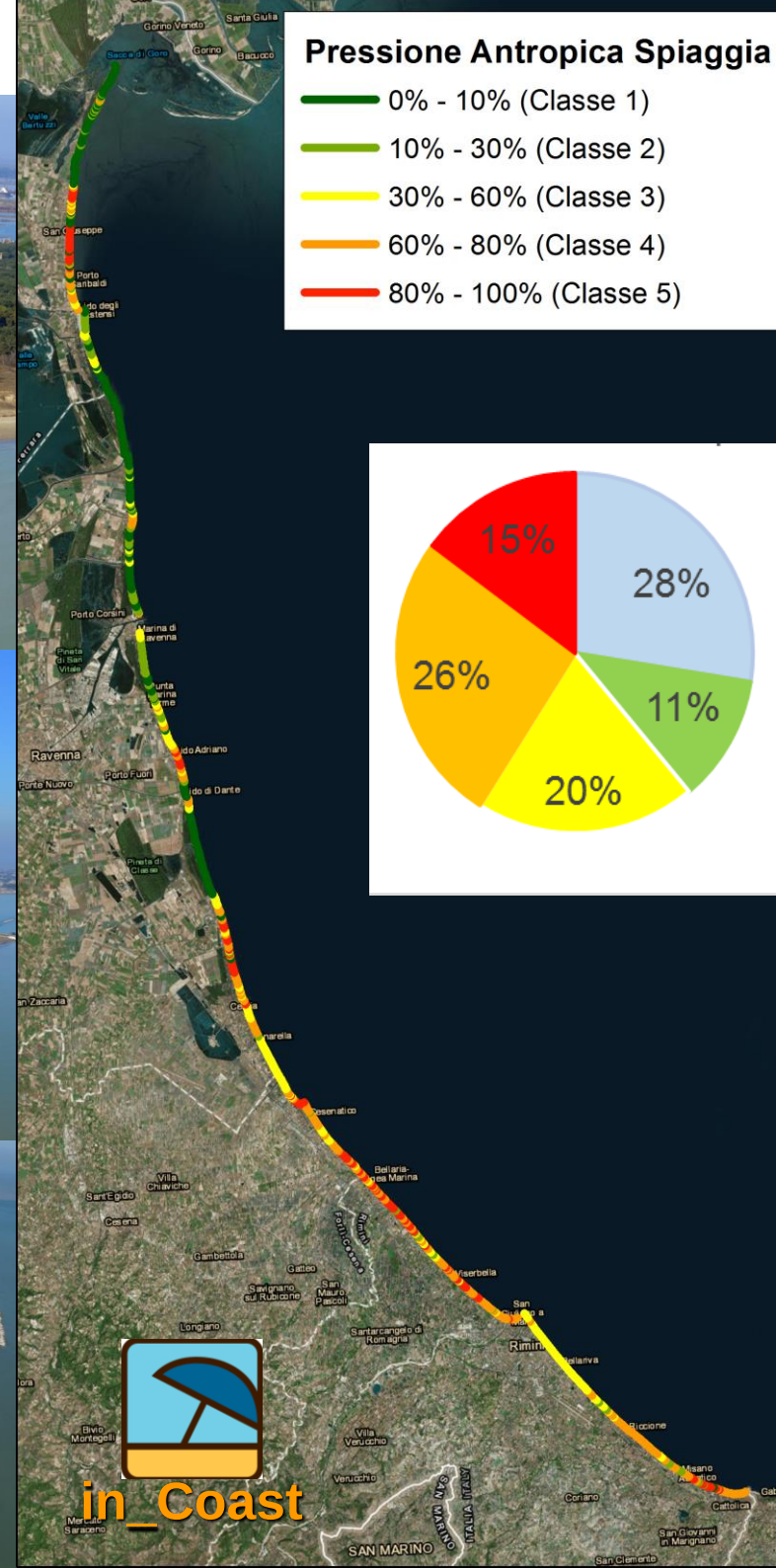
Pressione antropica

fascia costiera ampia 300 m dalla linea di riva su uso suolo 2008

Calcolata lungo transetti spazati 10 metri - per una fascia di ampiezza di 300 m dalla linea di riva

La classe minore (1) rappresenta le aree naturali o con ridottissime infrastrutture antropiche

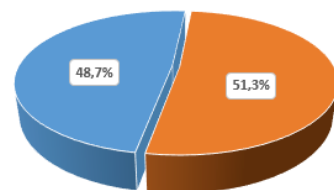
Le classi 4 e 5 rappresentano le aree dove oltre il 60% della superficie è antropizzata



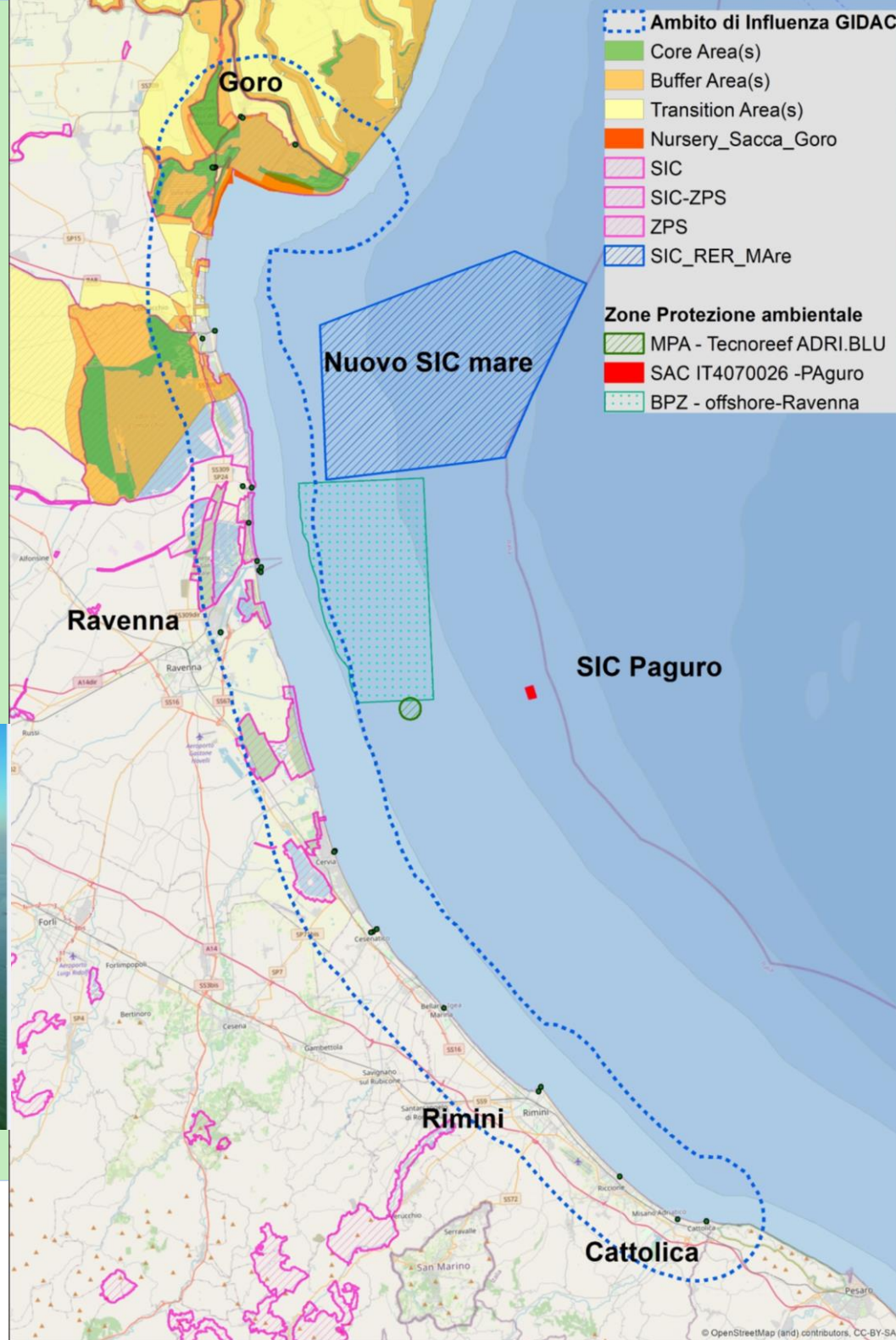
Il 40% della costa ha una pressione antropica $PA > 60\%$, nei primi 300 m dalla linea di riva

Concentrate nella porzione centro nord; calcolando la porzione entro i 5 km dalla linea di riva l'estensione è di oltre 34.000 ettari, circa il 49% del territorio costiero

Aree soggette a Protezione Ambientale lungo la Fascia Costiera (5 Km dalla Linea di Costa)



■ Protette ■ Non protette



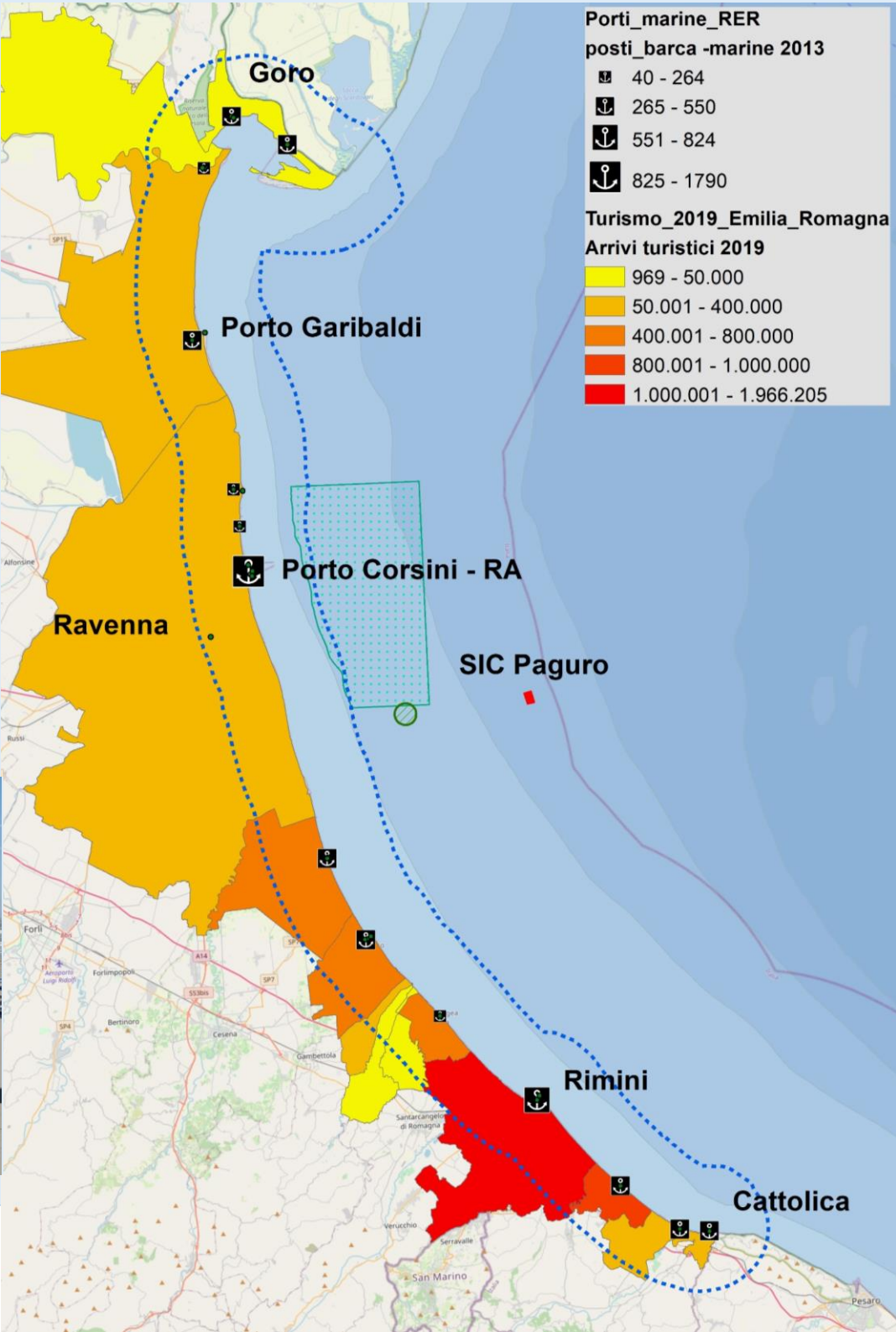
Aree protette

- Mab Unesco delta
- 1 Parco regionale (delta Po)
 - 11 Riserve naturali statali
- 20 Siti della Rete Natura 2000
 - 2 SIC Marini

Habitat a rischio per effetto dei CC - importanti per i molteplici servizi ecosistemici che offrono: di regolazione, protezione e ricreazione

Turismo balneare e
Turismo diportistico
Turismo urbano-culturale
Turismo naturalistico

Arrivi turistici
particolarmente
concentrati nella zona sud
nel riminese oltre 1 milione
nel 2019



Turismo costiero e balneare

108 km di coste balneabili
oltre 320.000 posti letto
+ di 3000 alberghi + altre strutture ricettive
+ di 1900 concessioni turistiche/ricreative
+ di 6900 posti barca

I Progetti di riqualificazione

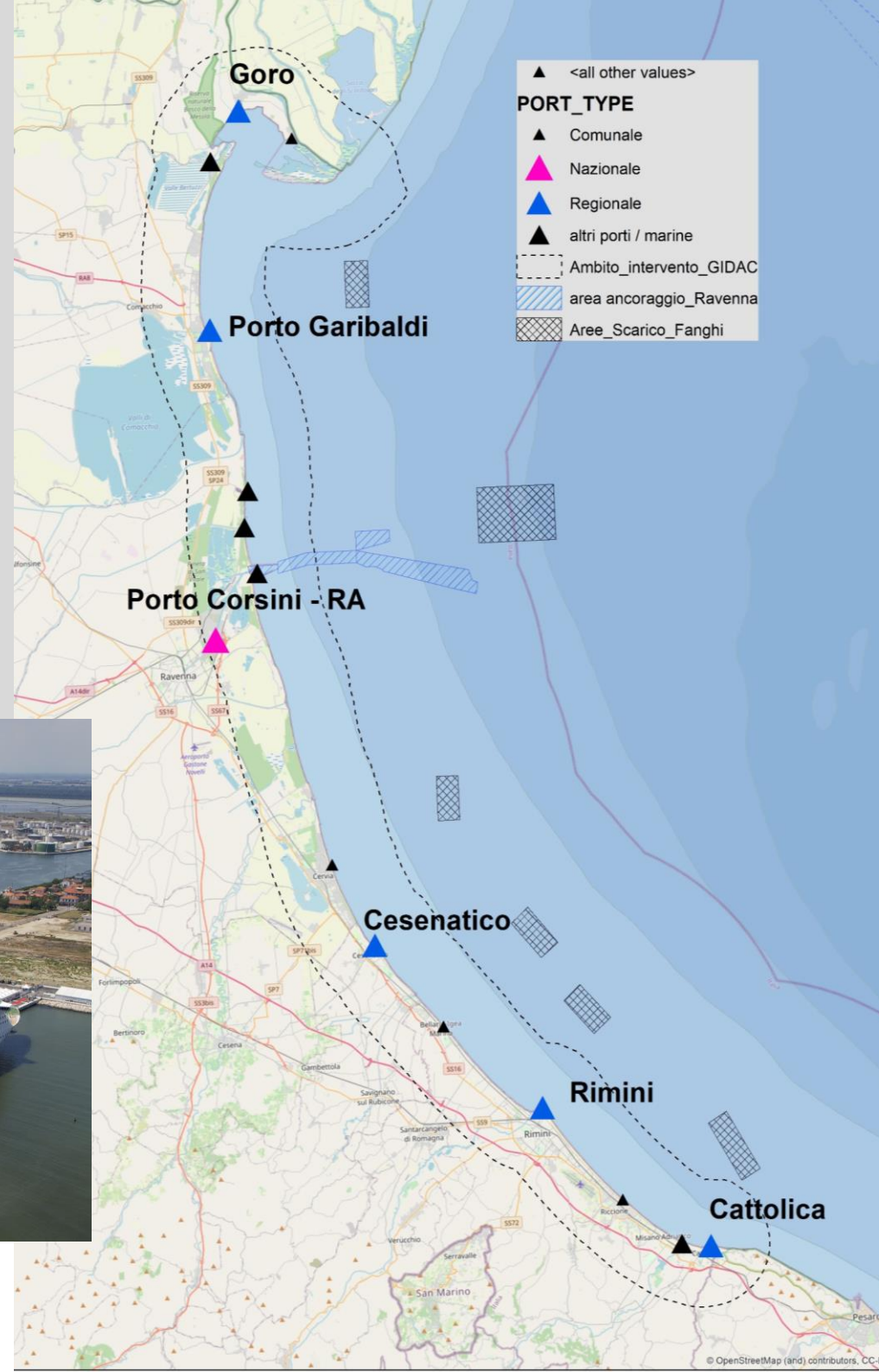
Zona	Tipo Intervento
Cattolica	riqualificazione lungomare - strutture ricreative
Misano	riqualificazione lungomare
Riccione	riqualificazione lungomare
Rimini	Parco del Mare:riqualificazione lungomare e protezione
Bellaria	riqualificazione lungomare
San Mauro	riqualificazione lungomare
Cesenatico - Tagliata	riqualificazione lungomare e protezione
Cervia - Milano Marittima	riqualificazione lungomare - strutture ricreative

L'Hub portuale di Ravenna è in forte espansione – previsti interventi di:

- adeguamento banchine
- approfondimento fondali
- Impianti per il trattamento dei sedimenti
- Interventi di miglioramento ambientale/energetico

Rilancio del Terminal crociere:

- Stazione marittima
- Parco delle dune



I Porti

1 Porto Nazionale – Ravenna

5 Porti regionali

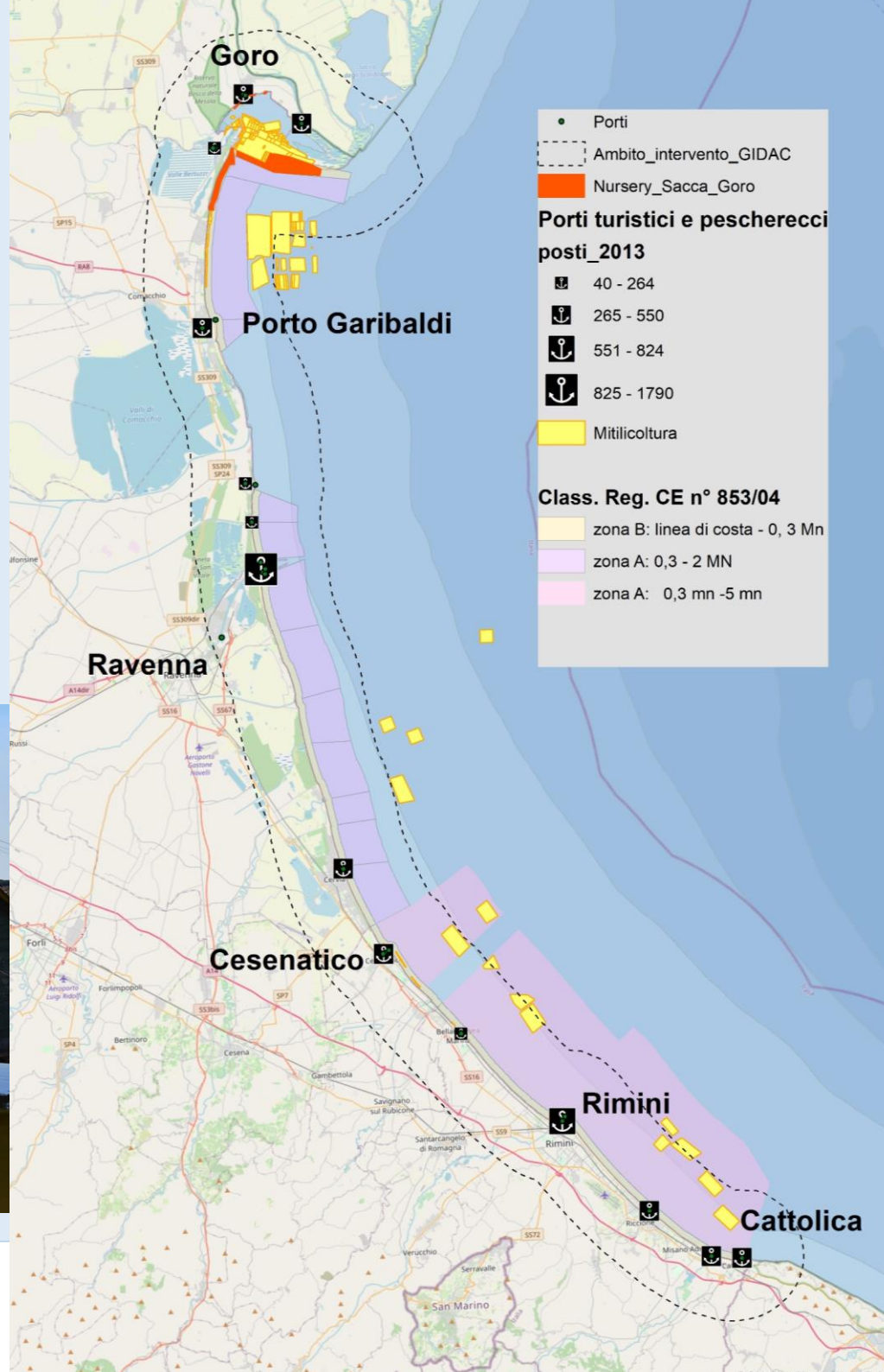
Altri minori

Temi rilevanti:

- L'interferenza delle opere marittime sul trasporto litoraneo
- L'insabbiamento dei porti e la necessità di dragaggi regolari

pesca e acquacoltura tra le più importanti economie del settore costa:

che risentiranno dei cambiamenti climatici per effetto del regime termico e salino - perdita di qualità delle acque marine e di transizione - fenomeni di eutrofizzazione delle acque marine e fenomeni di anossia nelle zone lagunari costiere, che potranno incidere notevolmente sulla riproduzione delle specie ittiche e di molluschi e determinare anche in questo caso importanti perdite di produzione del settore



Acquacoltura e pesca

103 le concessioni demaniali per acquacoltura con previsione di ampliamento (progetto AZA)

Il settore pesca – in prevalenza (58%) legato alla piccola pesca - è in crisi – necessità di parziale riconversione - tema centrale della pianificazione dello spazio marittimo (MSP)

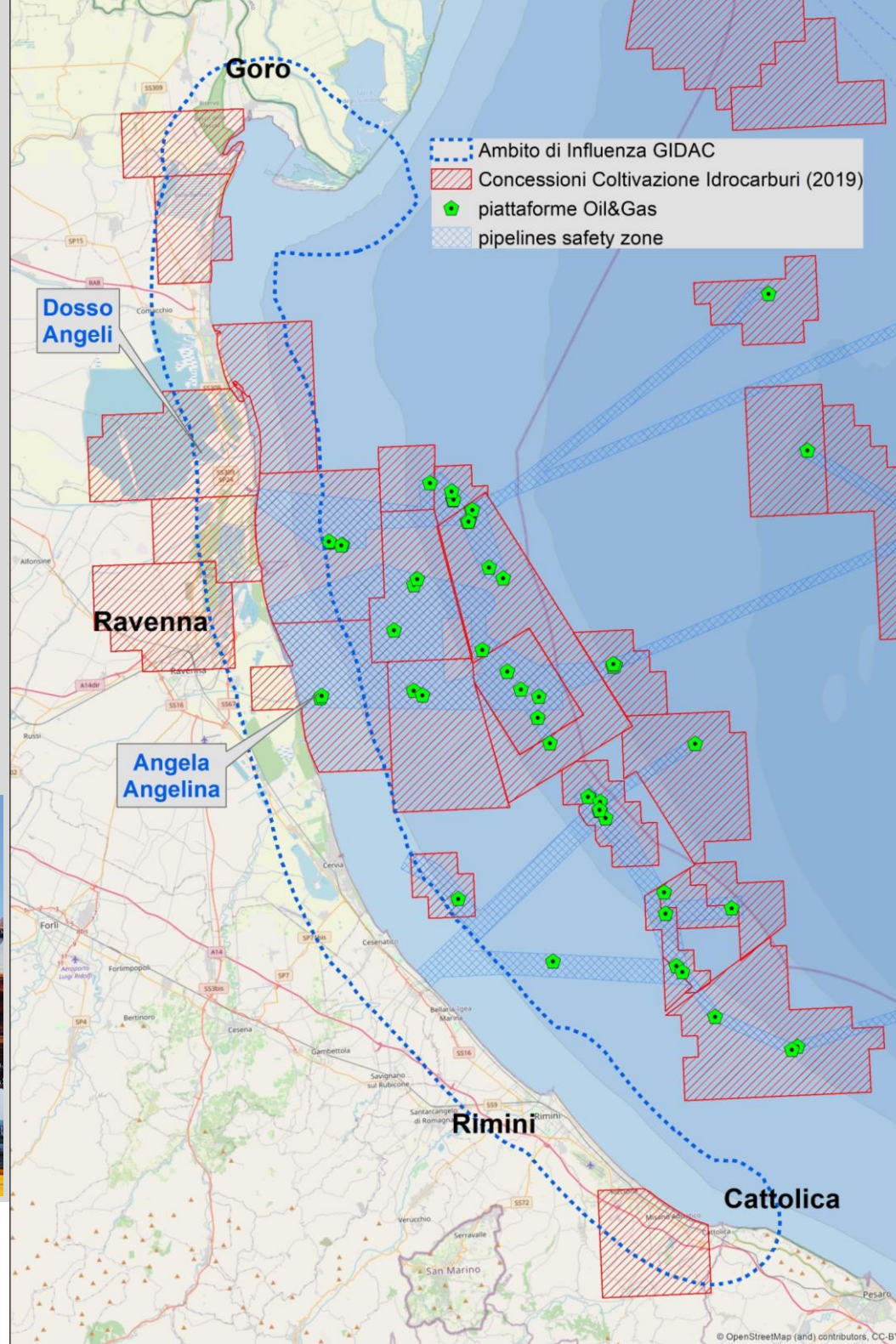
36 concessioni oil& gas
24 (113 pozzi) entro le 12 Mn (18
produttive - 6 no); in forte decremento
la produzione dagli anni '90

concessioni costiere più produttive

- Dosso Angeli
- Angela Angelina (AC 27EA)
- Porto Corsini Mare

Impatto sulla subsidenza costiera

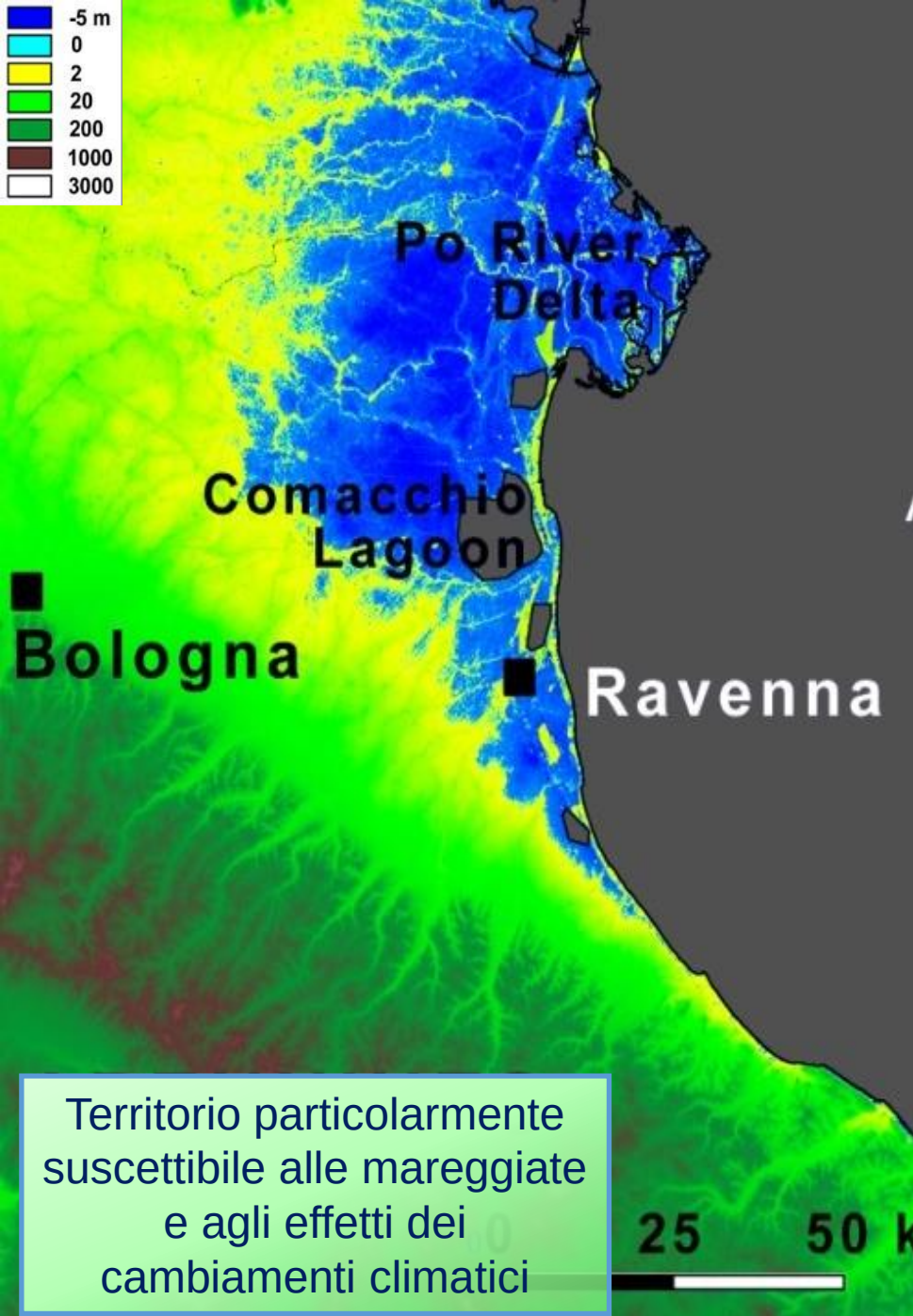
Diverse le chiusure minerarie previste
e le **dismissioni delle piattaforme**
(potenzialmente 8)



Energia – oil&Gas e rinnovabili

crescenti le richieste di
concessione a mare per
lo sviluppo di energie
rinnovabili



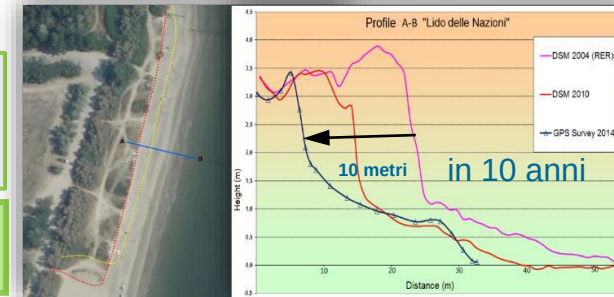


Territorio particolarmente suscettibile alle mareggiate e agli effetti dei cambiamenti climatici

Il Sistema fisico - fattori di rischio

Assetto altimetrico e morfologico

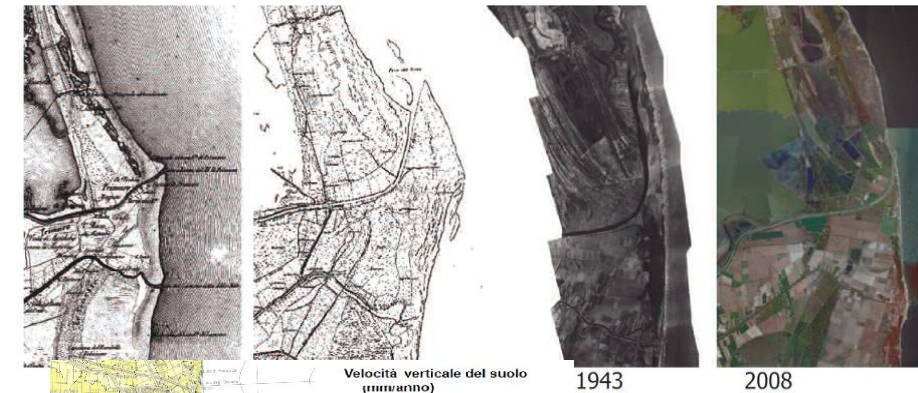
aree depresse; assenza o abbattimento della duna costiera (serbatoio e difesa)



Ridotto apporto sedimentario

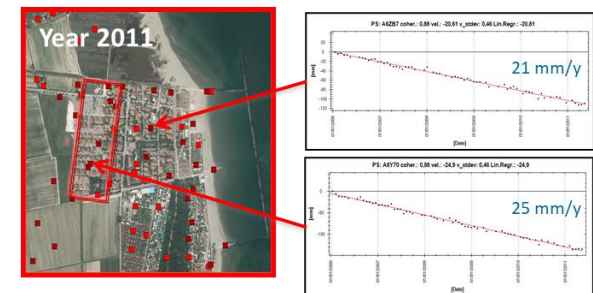
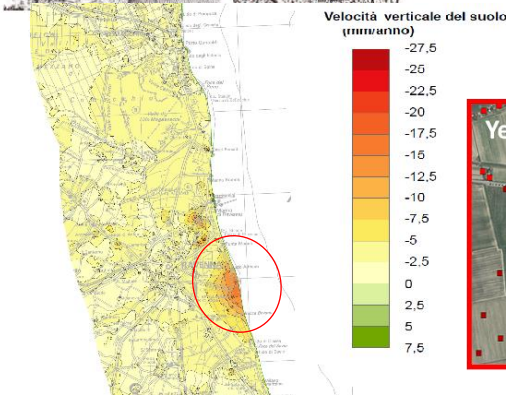
da inizio del '900 per effetto di cambiamento climatico a scala secolare -Interventi sul reticolo idraulico; estrazione inerti (fino al 1982); opere idraulico-forestali – dighe; opere portuali e di difesa costiera

Foce del Reno



Subsidenza

In passato molto rilevante la componente antropica, ora solo localmente > 10 mm/a



Mareggiate

Molto frequenti gli eventi di 'storm surge' (mareggiata con acqua alta)



Cambiamenti climatici – innalzamento del livello del mare

4 Maggio 2021

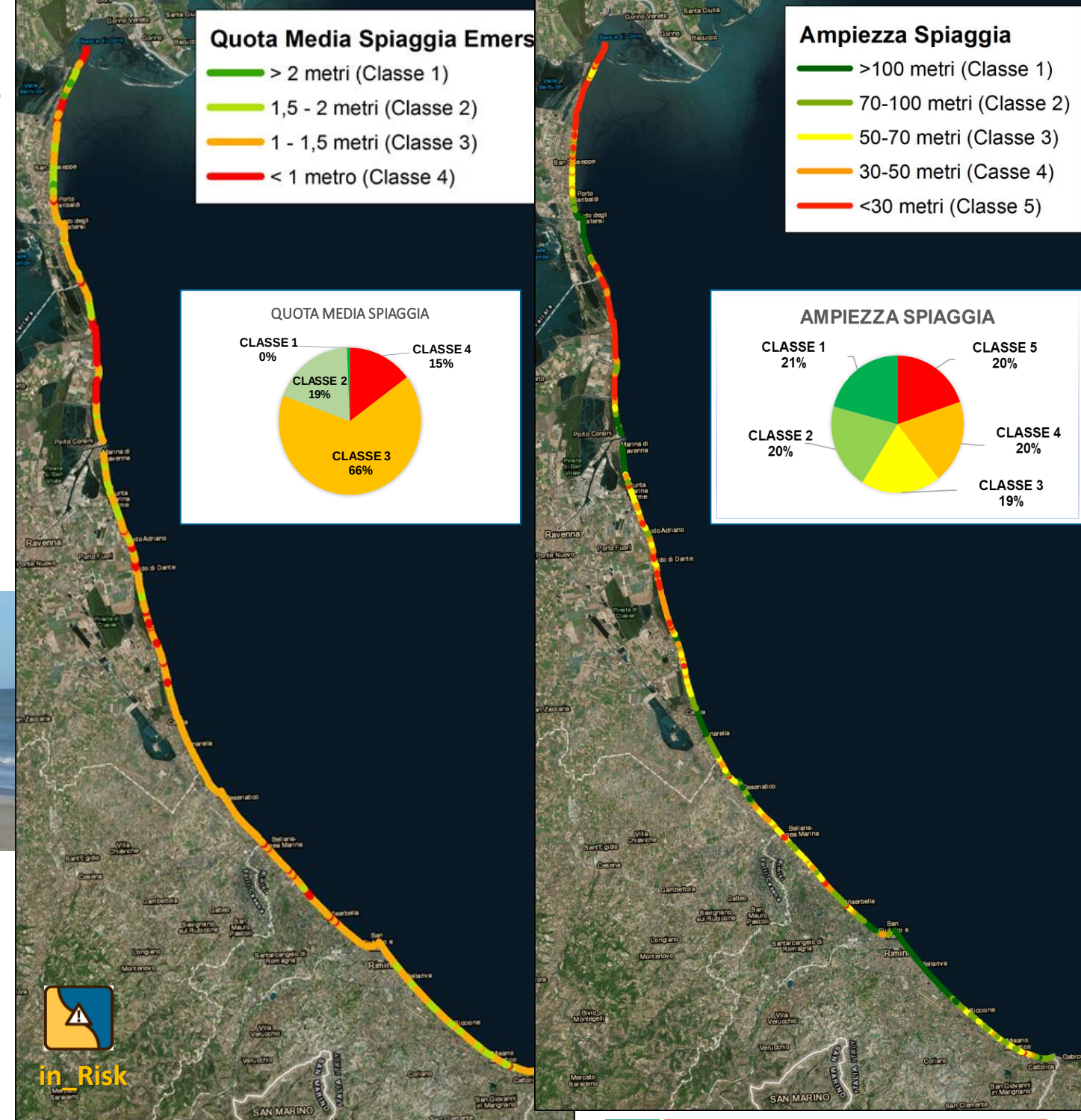
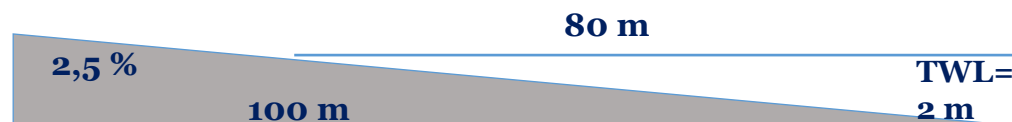
Le morfologie del sistema spiaggia

Le dune: unica difesa naturale dall'ingressione marina, presenti nel 30% della costa

Le spiagge, primo elemento morfologico e di dissipazione dell'onda: quasi la metà hanno $A < 80$ m e più della metà pendenza $< 2,5\%$ (considerata la porzione libera da infrastrutture)



geometrie esagerate verticalmente



Le mareggiate

innescano i fenomeni di erosione e inondazione marina;

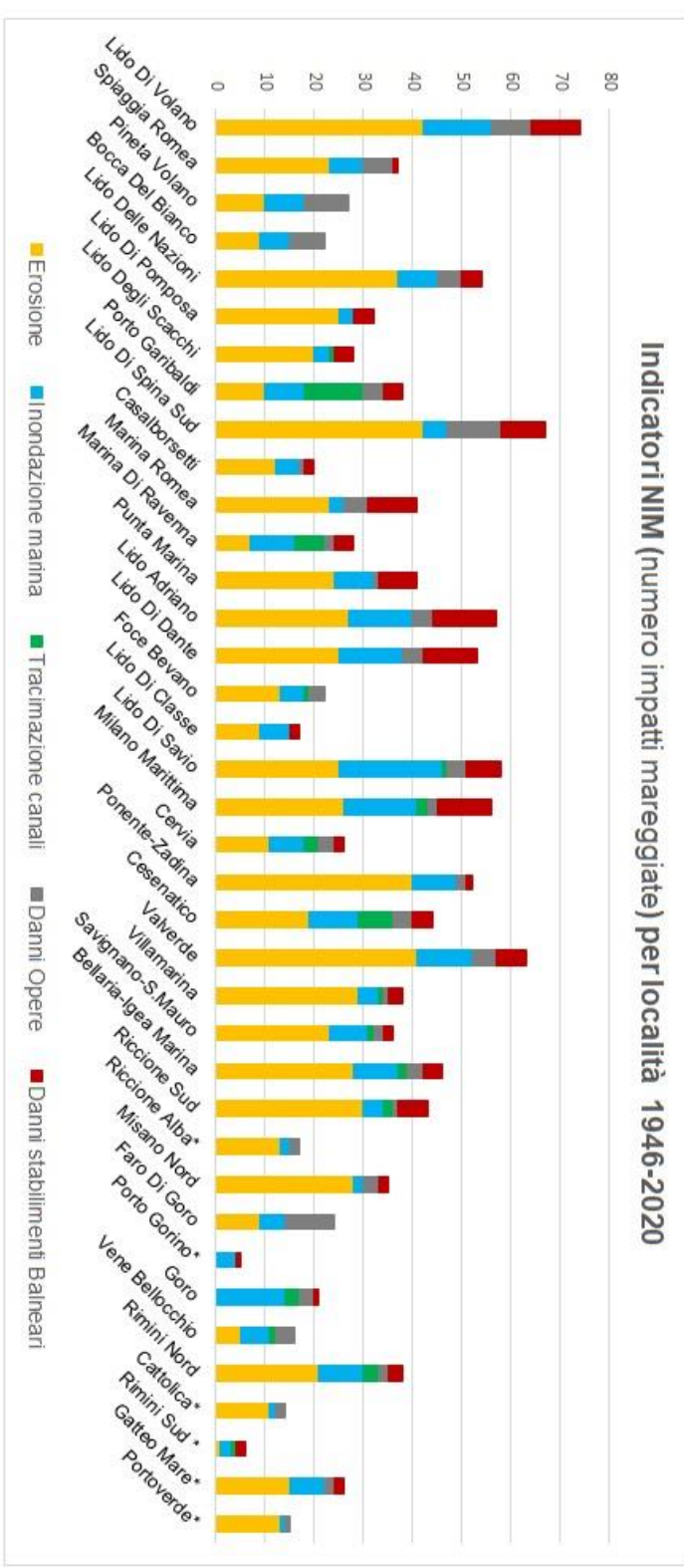
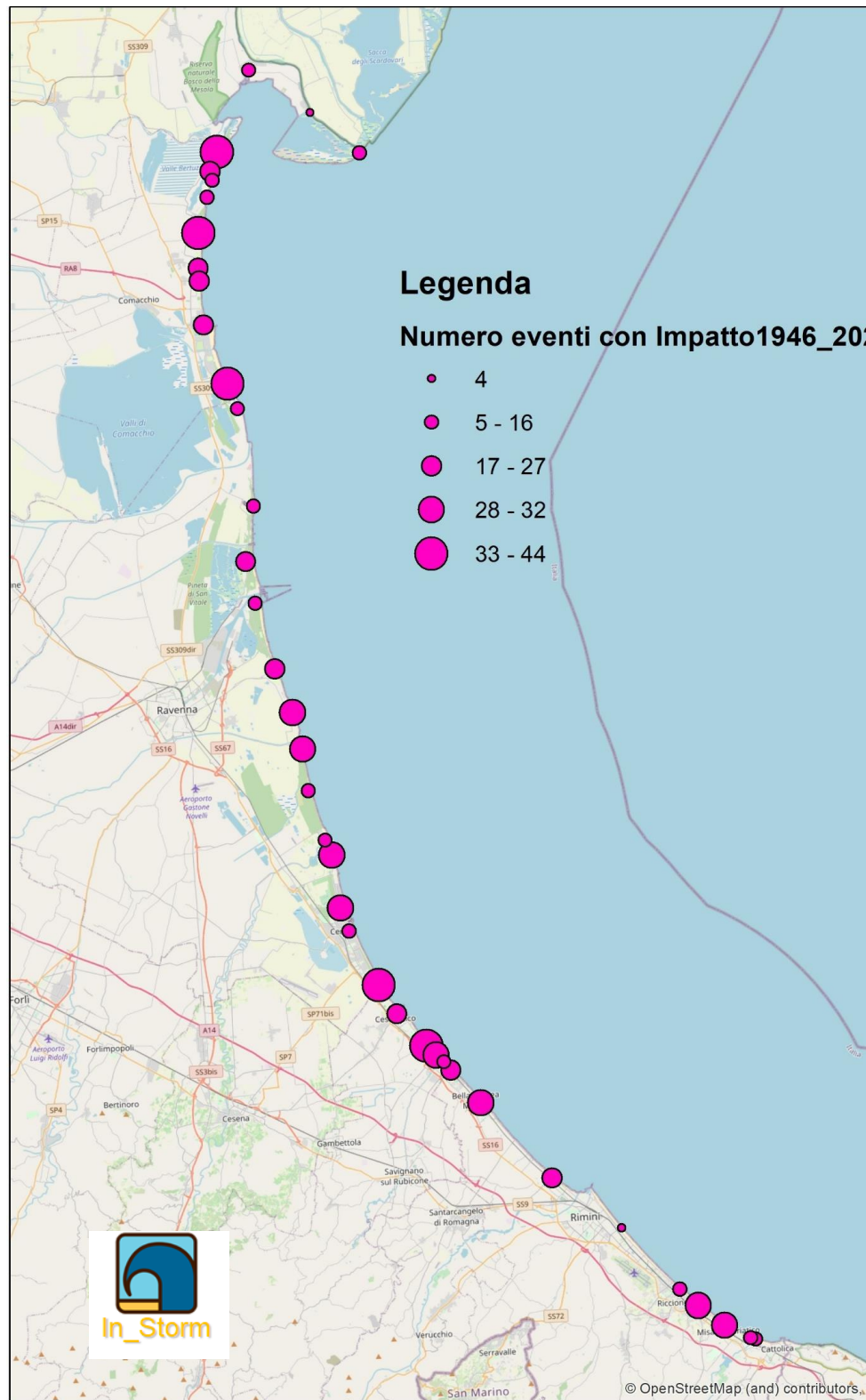
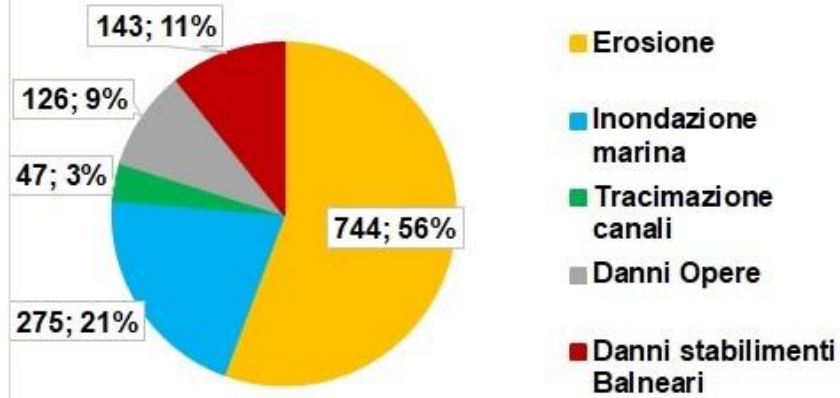


Eventi critici: quelli legati a venti del 1° Q (N-E) e a fenomeni di acqua alta (**Bora scura**); seguono gli eventi di **Scirocco** (sud-est) e surge

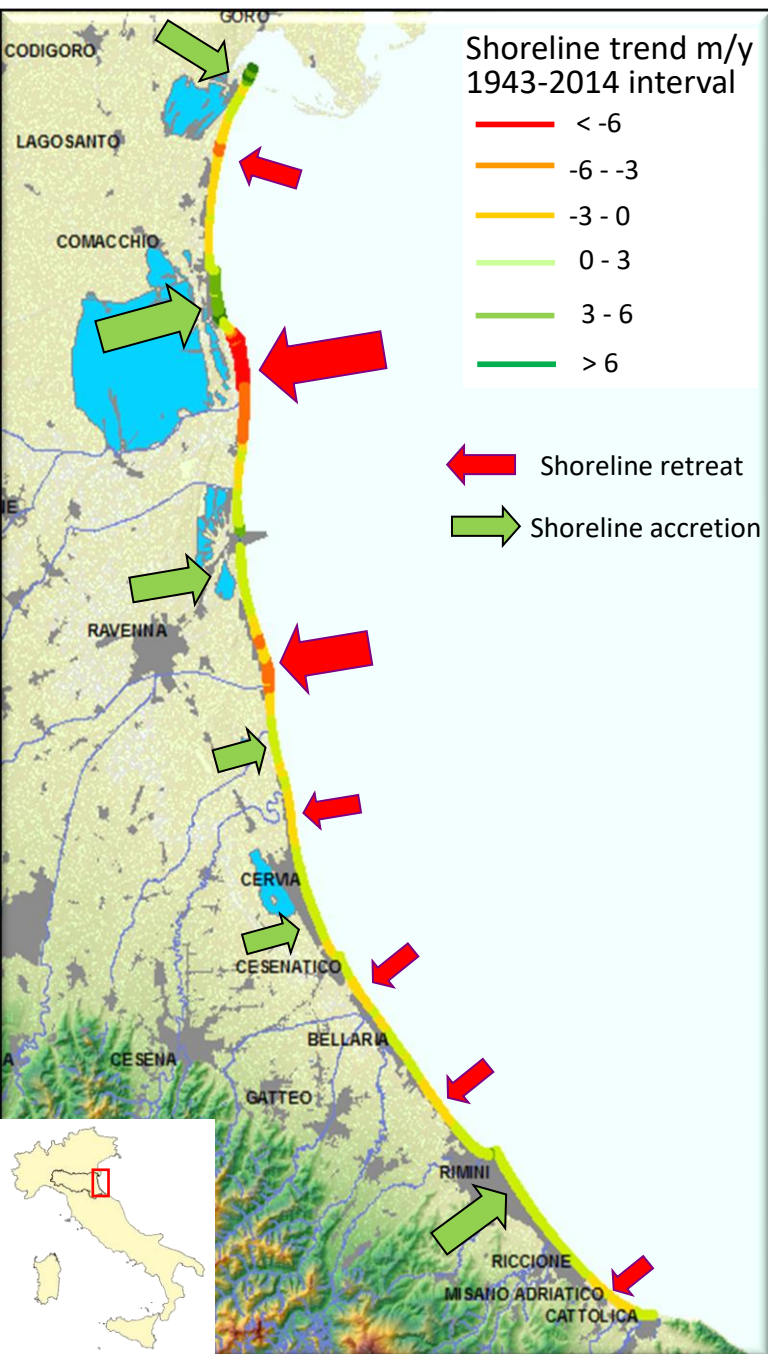
Se la **durata** > 10 ore

Se **eventi ravvicinati**

Classi impatto dal 1946



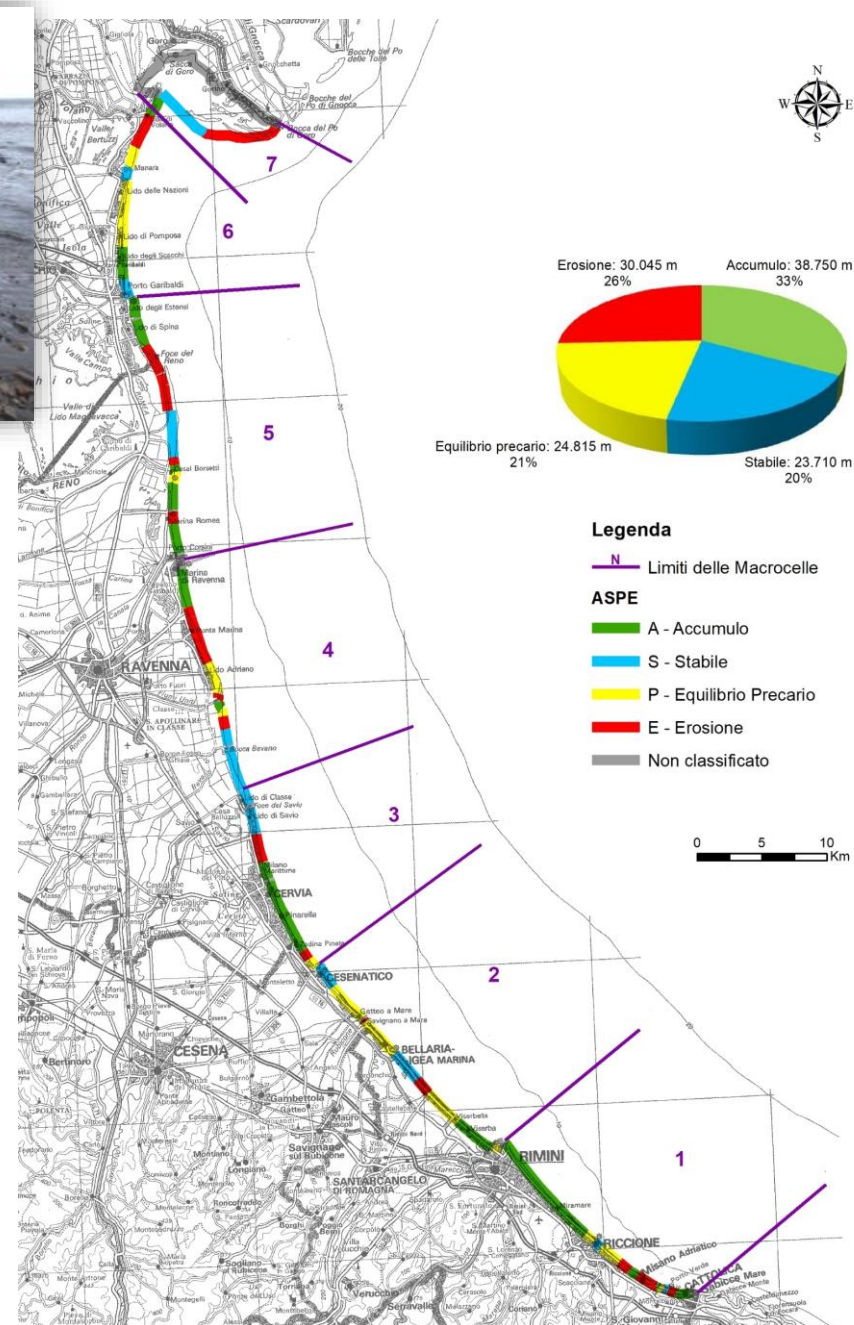
L'erosione costiera



Evidente il processo di rettificazione della linea di riva innescato alla fine del XIX secolo che determina lo smantellamento delle foci fluviali

Dati recenti: Monitoraggi ARPAE 2012-2018
classificazione ASPE spiagge:

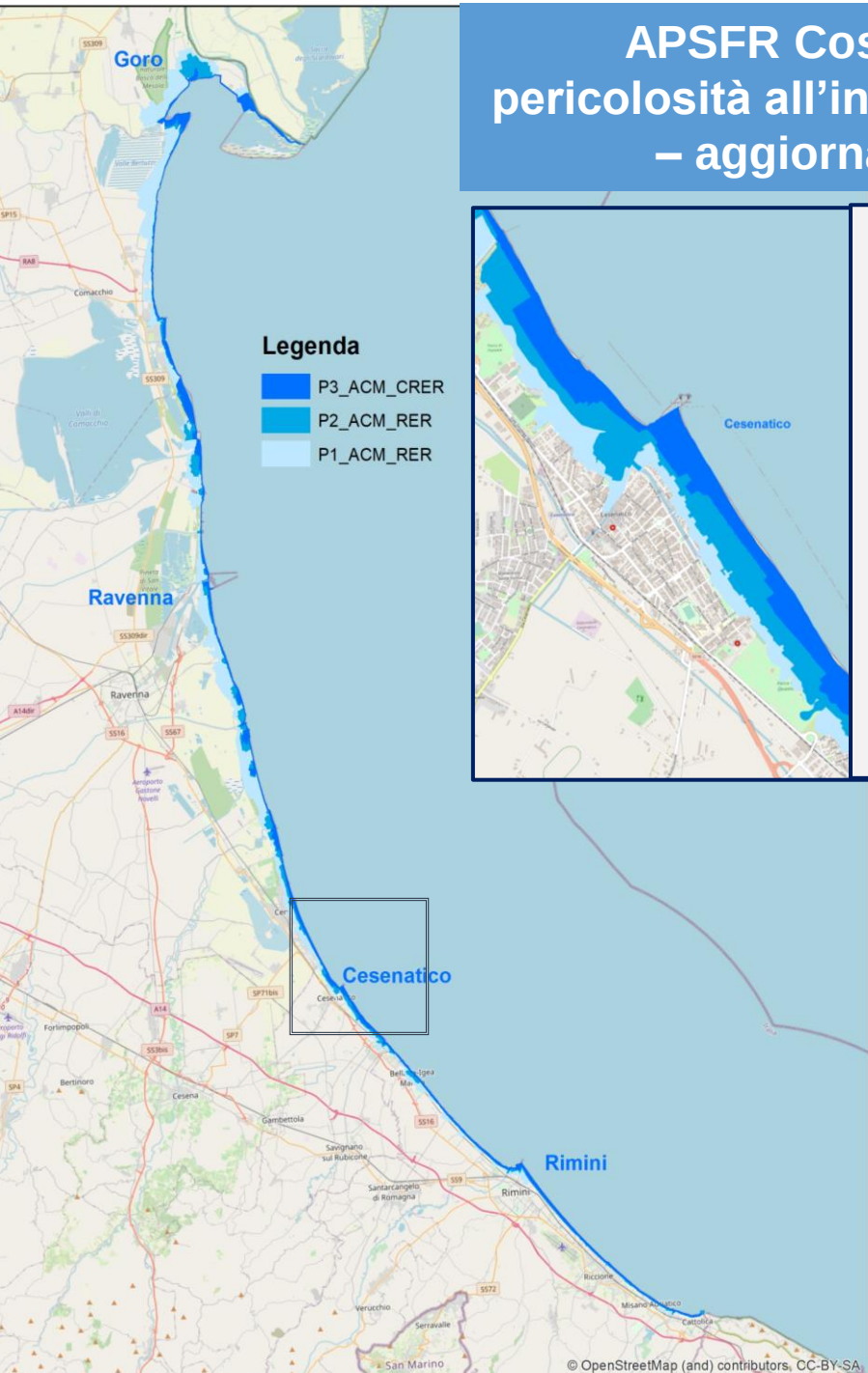
- Erosione: 26%
- Equilibrio Precario: 21%
- Stabile: 20%
- Accumulo 33%



L'inondazione marina

Lido do Savio 5-6 Febbraio 2015

APSFR Costa: mappe di pericolosità all'inondazione marina – aggiornate al 2019



Elaborate sulla base del nuovo **DTM_Lidar 2019**, effettuato dall'ADBPO:

- + accurato del rilievo 2012 con densità di punti > 6 x mq
- aggiornato nelle zone critiche di elevata dinamica (es: Foce Reno)



Gli scenari di evento sono gli stessi utilizzati nel primo ciclo (onda + surge e marea astronomica); superfici allagabili **simili al 2013**

	Evento molto frequente P3 Tr =10 anni	Evento frequente P2 Tr =100 anni	Evento raro P1 Tr >>100 anni
Sollevamento livello del mare totale considerato per scenario	+1.5 m	+ 1.8 m	+ 2.50 m
Superfici interessate (calcolo preliminare) - pericolosità 2019	15.5 km ²	29.5 km ²	78.9 km ²

Impatto dei cambiamenti climatici nelle zone costiere

CAUSE

Innalzamento del livello del mare

**Incremento di eventi di
'Storm Surge'**

Frequenza degli eventi estremi

Riscaldamento del mare

CONSEGUENZE

Perdita di spiaggia e aumento delle aree a rischio di ingressione marina

Riduzioni di aree umide e naturali

Perdita di ecosistemi marino costieri

Perdita di aree agricole

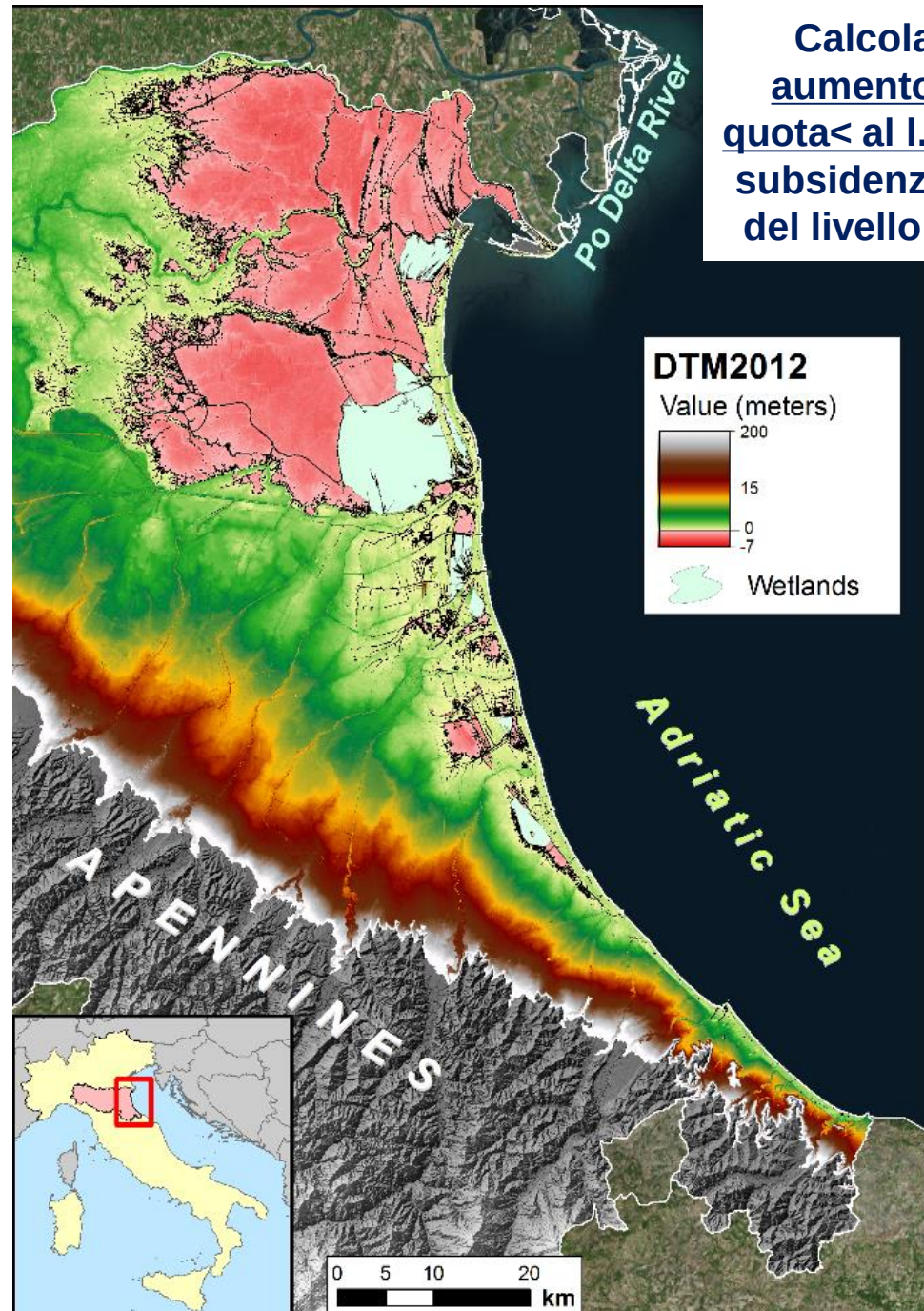
Salinizzazione degli acquiferi

Analisi scenari futuri al 2100: aree sotto il livello del mare

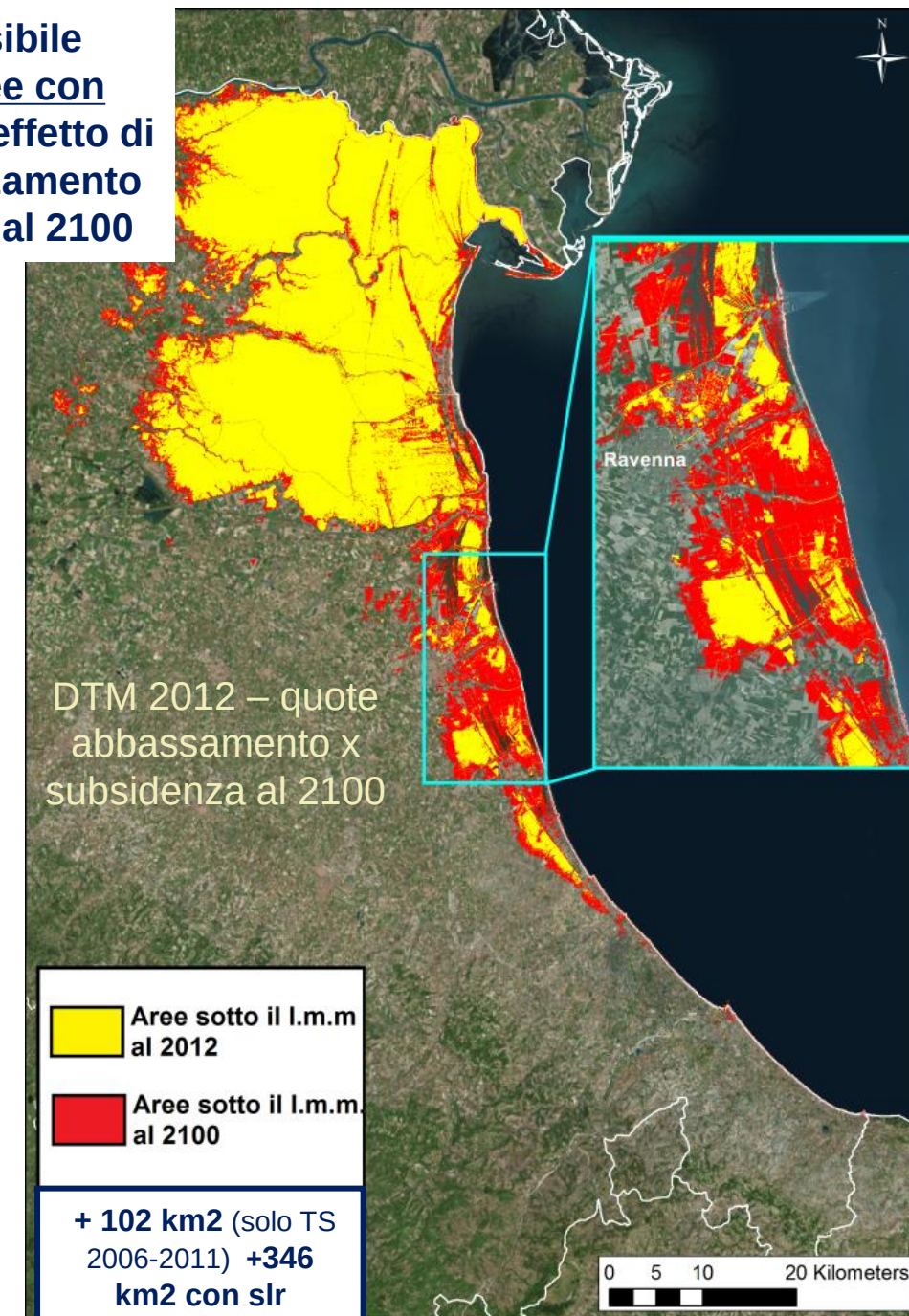
SIMULAZIONE DELLO SCENARIO PEGGIORE IN CASO DI NON INTERVENTO

simulazione dello scenario peggiore in caso di tassi di subsidenza invariati, innalzamento del livello del mare e non intervento

Dagli attuali 1200 km² di aree depresse a oltre 1500 km² - nello scenario peggiore; molte aree non in diretta connessione con il mare



Calcolato il possibile aumento delle aree con quota < al l.m.m per effetto di subsidenza e innalzamento del livello del mare al 2100



Analisi scenari futuri al 2100: aumento delle aree allagabili

Simulato l'effetto di mareggiata + innalzamento del livello del mare + subsidenza al 2100

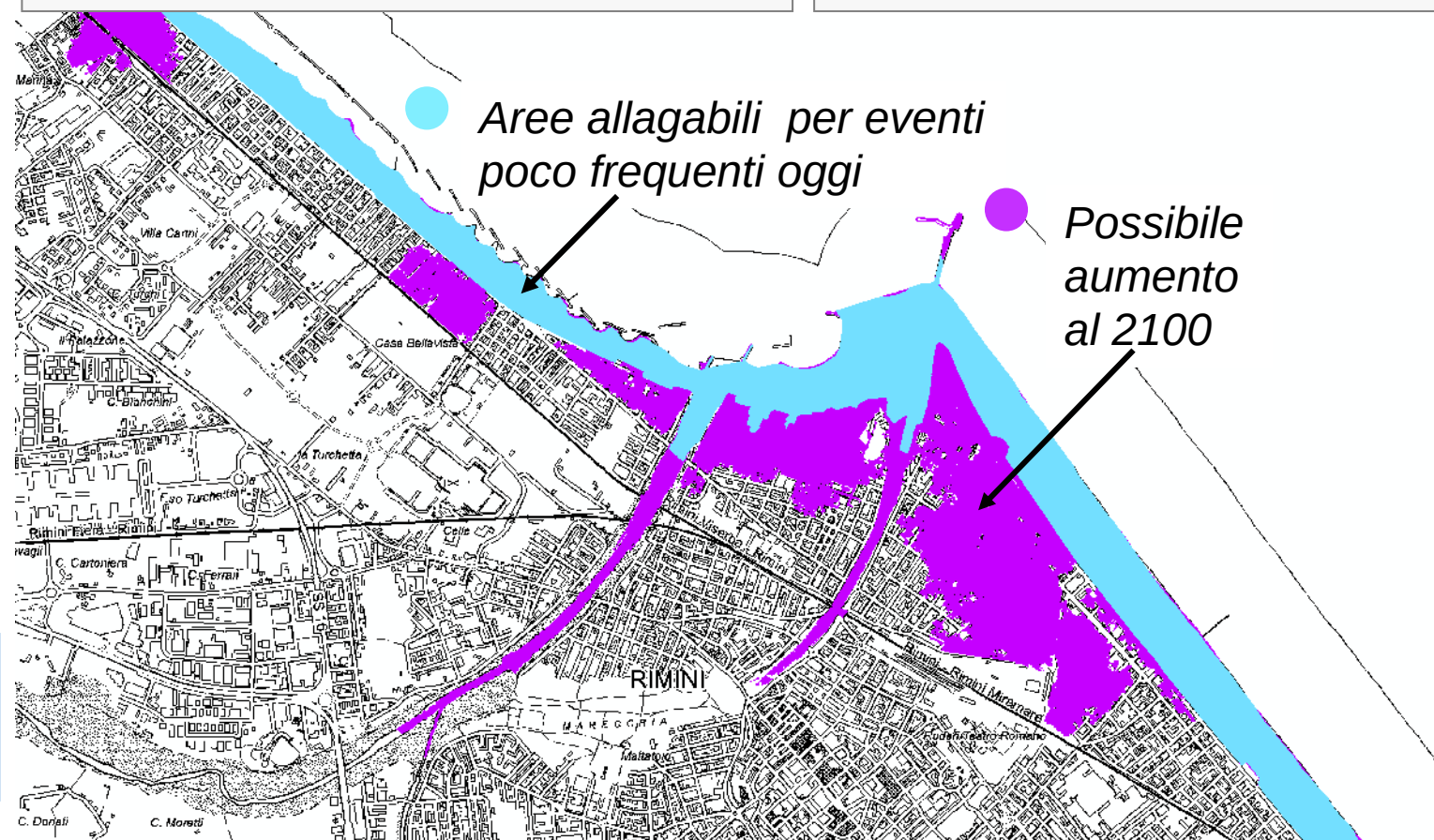
Superfici allagabili totali per scenari di inondazione da mareggiata con Tr= 100 anni – poco frequenti

cartografia	Superficie regionale coinvolta	% incremento rispetto al 2012
Aree allagabili al 2012	29 km ²	
Mappe al 2100: solo contributo subsidenza - scenario mareggiata Tr 100 anni (P2)	59 km ²	+ 95%
Mappe al 2100: scenario subsidenza +slr 'Best'+ Tr 100 anni (P2)	72 km ²	+ 133%
Mappe al 2100: scenario subsidenza +slr 'worst'+ Tr 100 anni (P2)	105 km ²	+ 236%

Simulazione peggiore in uno scenario
NON GESTITO

Il massimo aumento del rischio di inondazione è atteso nelle zone centrali: ravennate e cesenate, sono ampie le aree con quote prossime al livello del mare

nello **scenario 'più catastrofico'** di innalzamento del mare l'aumento sarebbe **3.5 volte maggiore dell'attuale**



4 Maggio 2021



Pennelli in pietrame

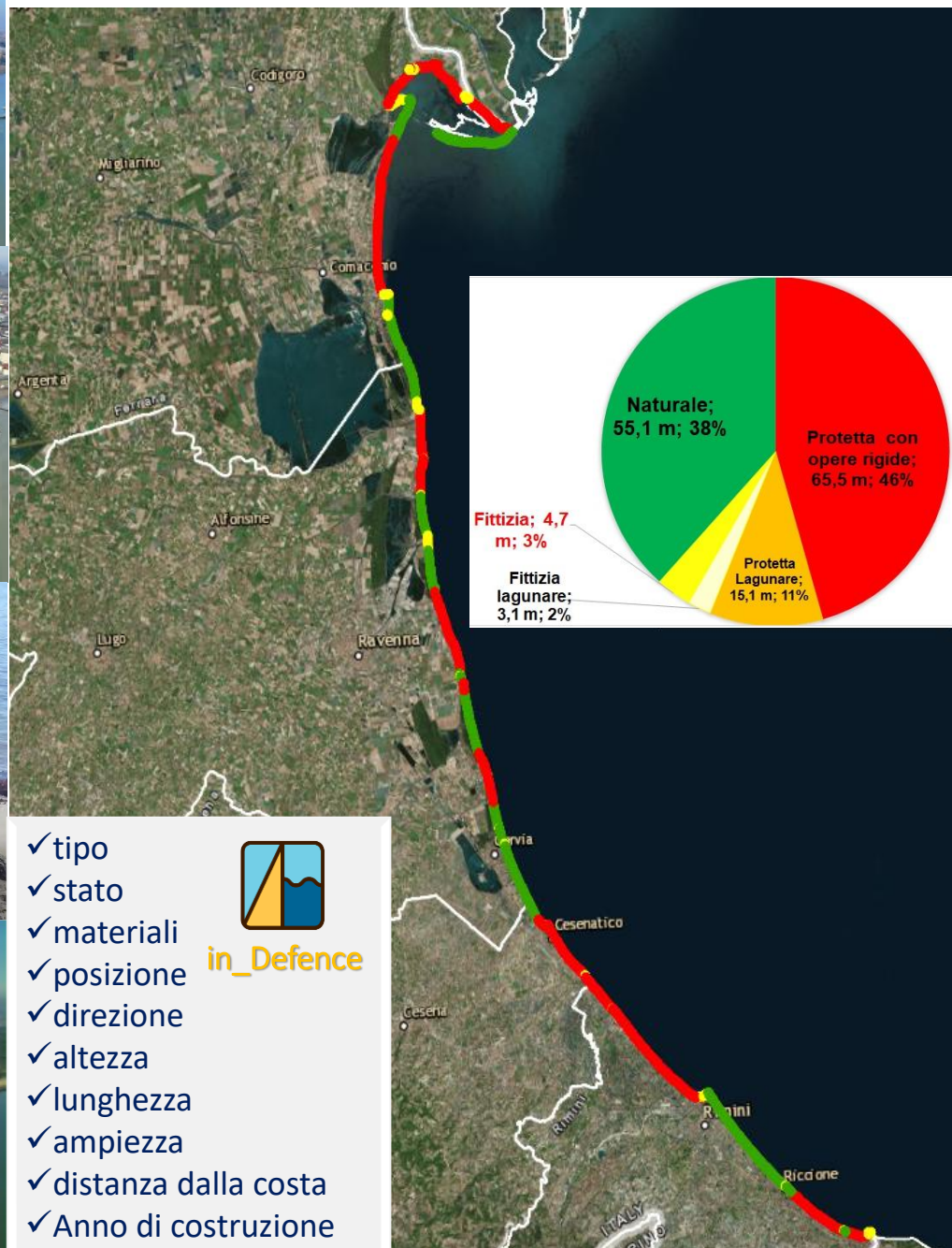


Pennelli in legno

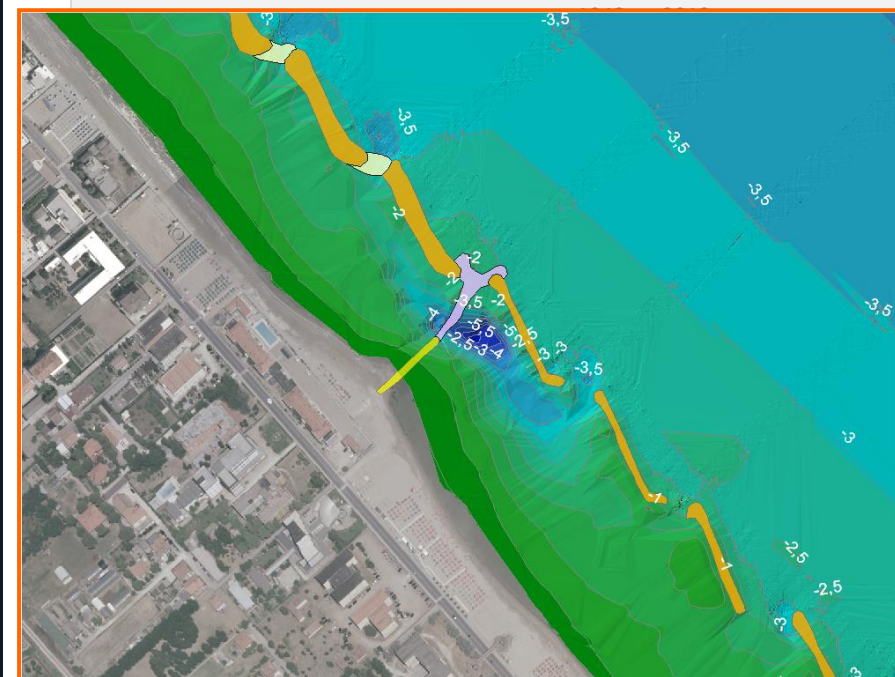
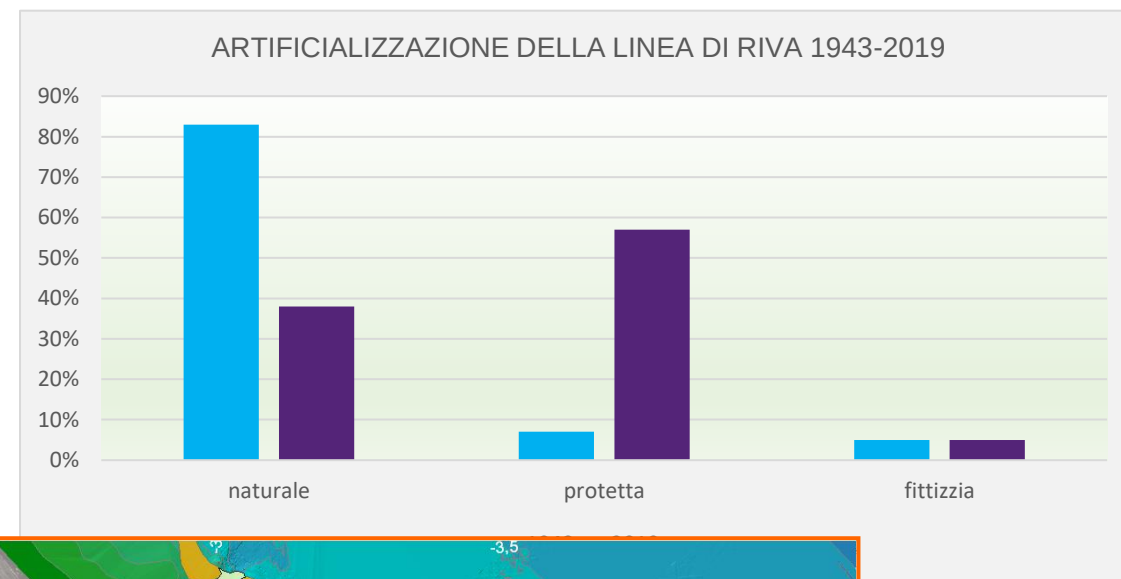


Argini in massi

Le difese rigide



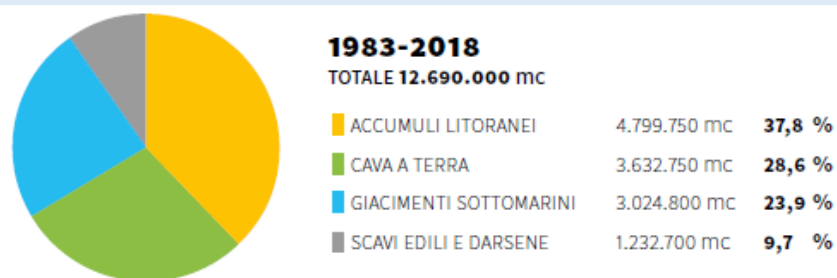
artificializzazione della linea di costa



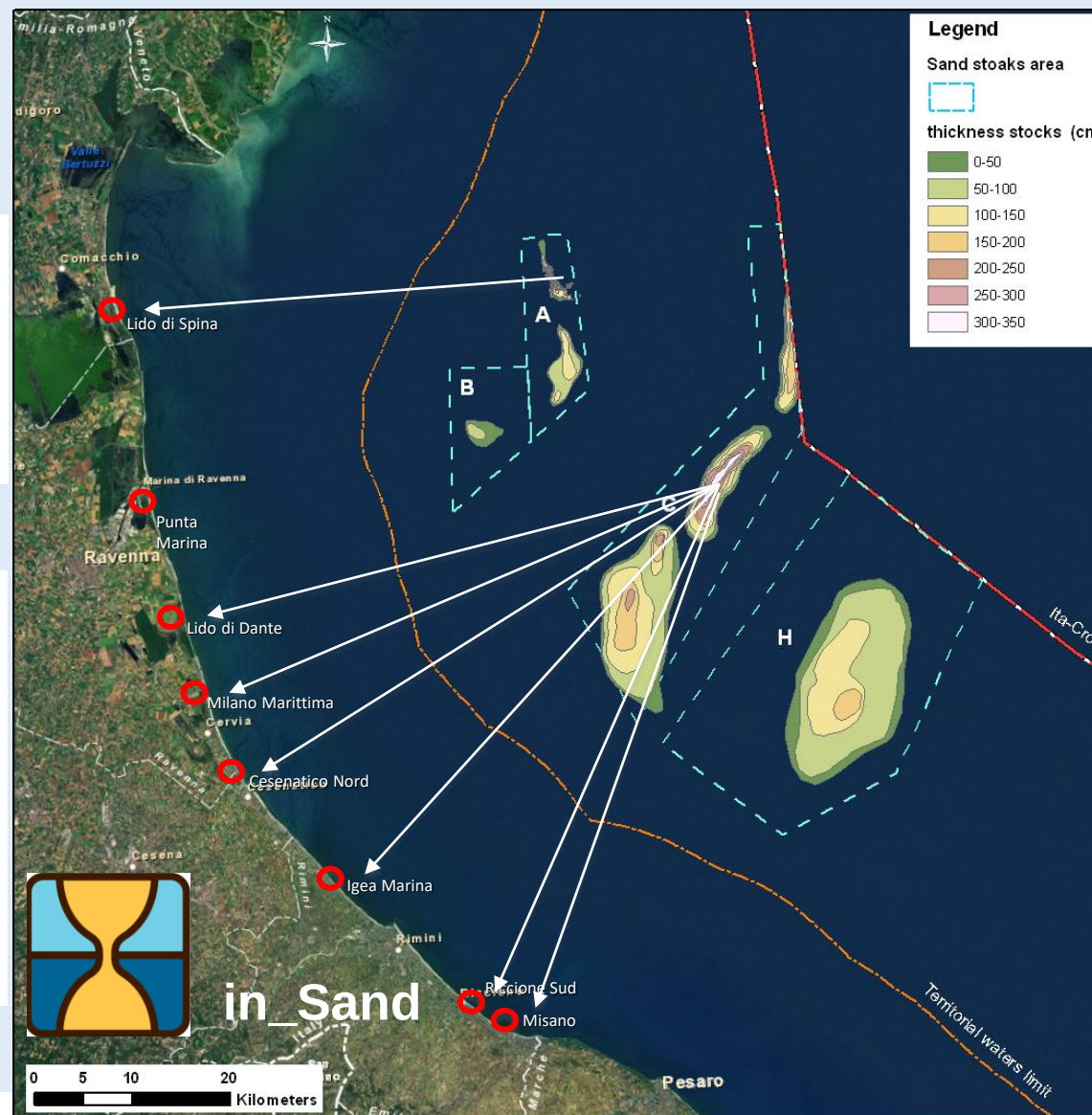
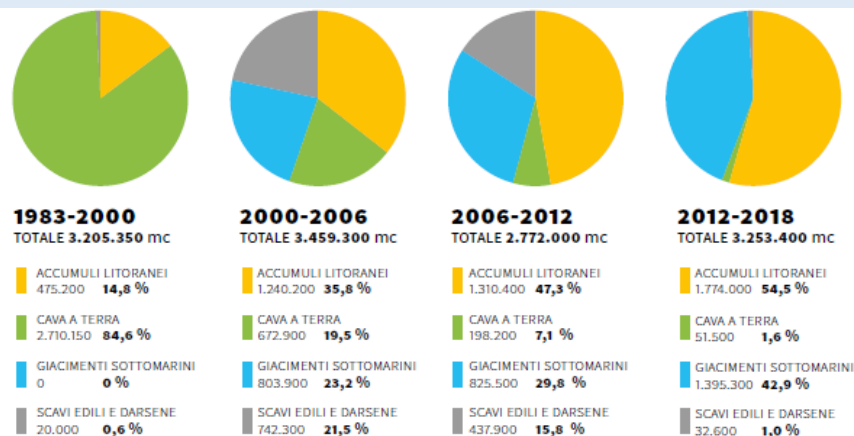
I ripascimenti

3 progettati già realizzati nel 2002-2007-2016

I sedimenti sono l'elemento strategico per mantenere le funzioni attuali della costa

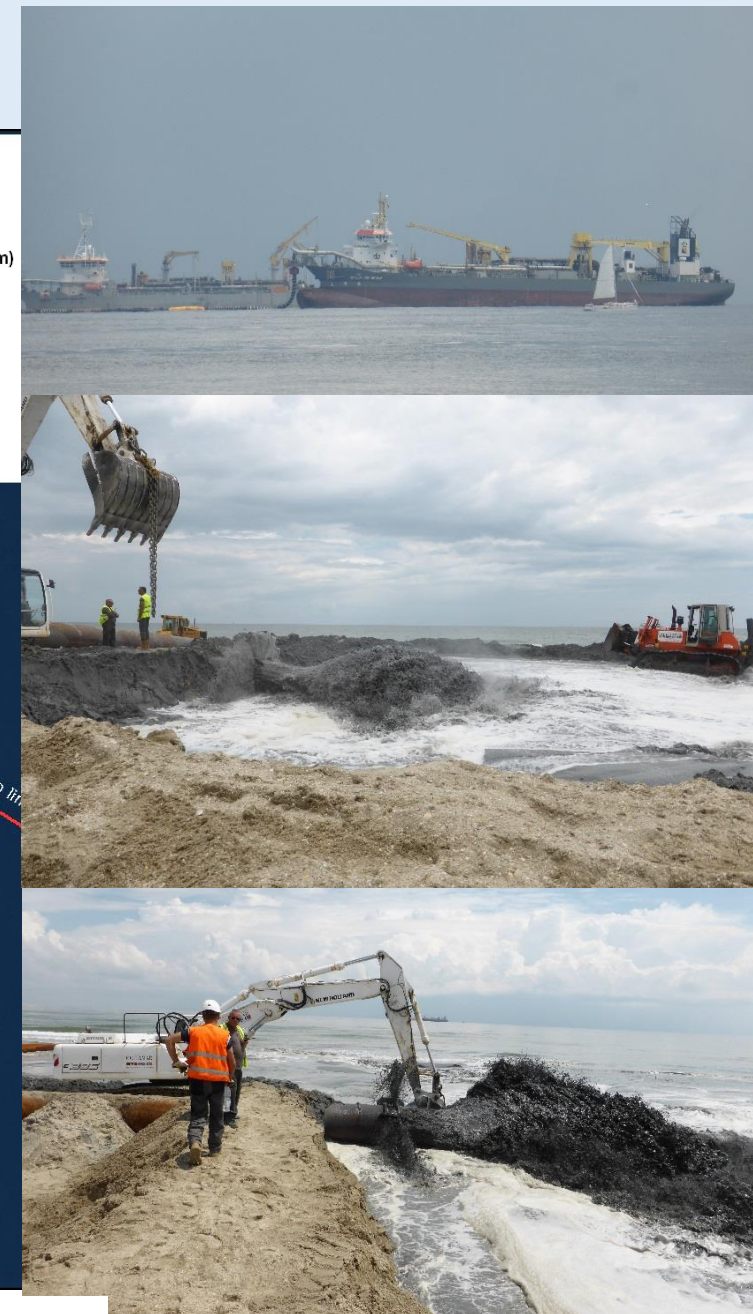


SLEM –Arpae 2020



circa 220 Mm3 i sedimenti disponibili 390 Mm3 potenzialmente accessibili

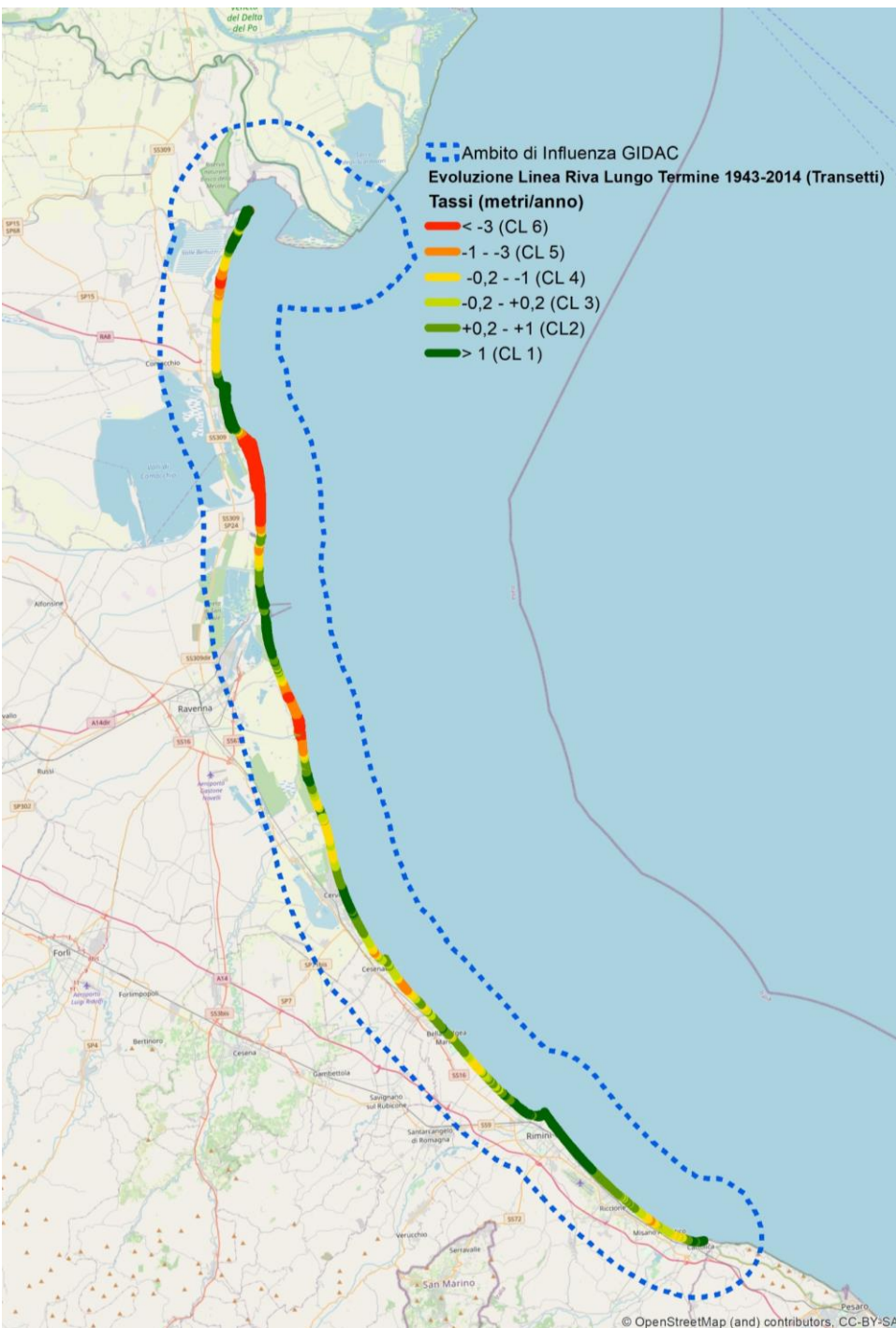
4 Maggio 2021



I settori critici

‘Hot spot erosive e per ingressione marina’:

- Lidi ferraresi nord
- Zona foce Reno
- Ravenna Lidi sud - Fiumi Uniti
- Lido di Savio
- Milano Marittima nord
- Cesenatico ponente e Valverde
- Bellaria –Igea Marina
- Riccione sud-Misano



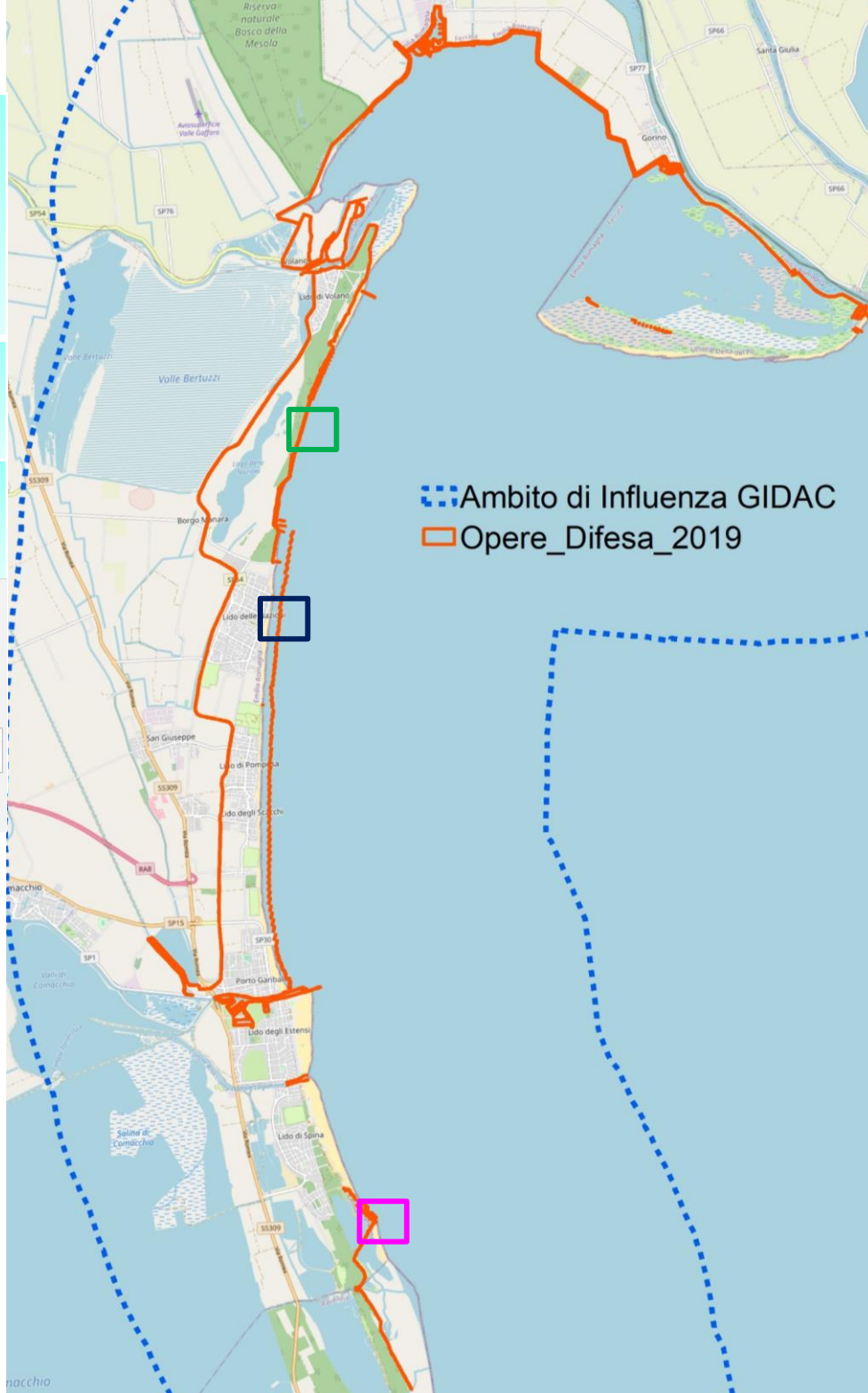
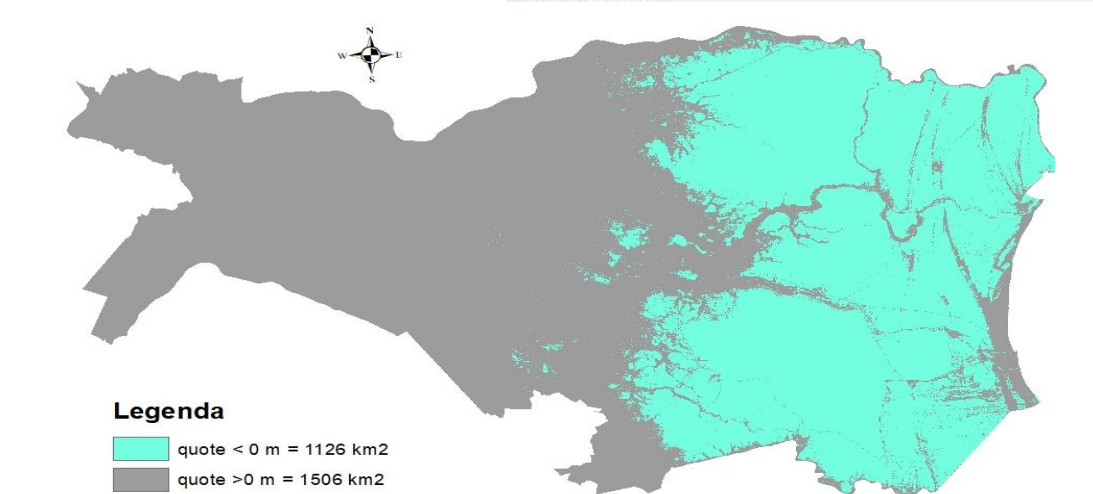
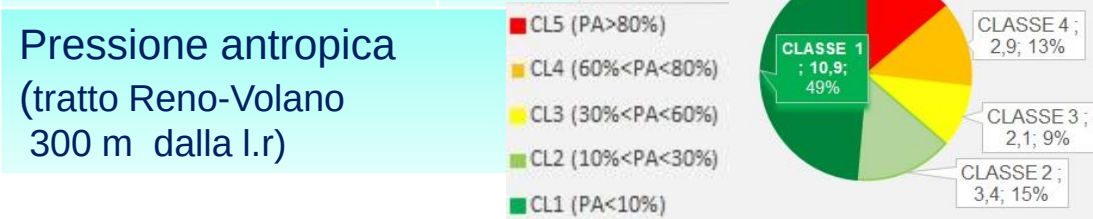
Costa Ferrarese

Contesto geografico Porzione meridionale del sistema deltizio del Po, diffuse aree umide e lagunari – antichi cordoni litorali - aree bonificate con quota < al livello del mare

Lunghezza totale linea di costa 53.2 km

Costa protetta mare 28,7 km (15.1 interni alla Sacca di Goro) **53.9%**

Argini interni 44 km



II Ferrarese

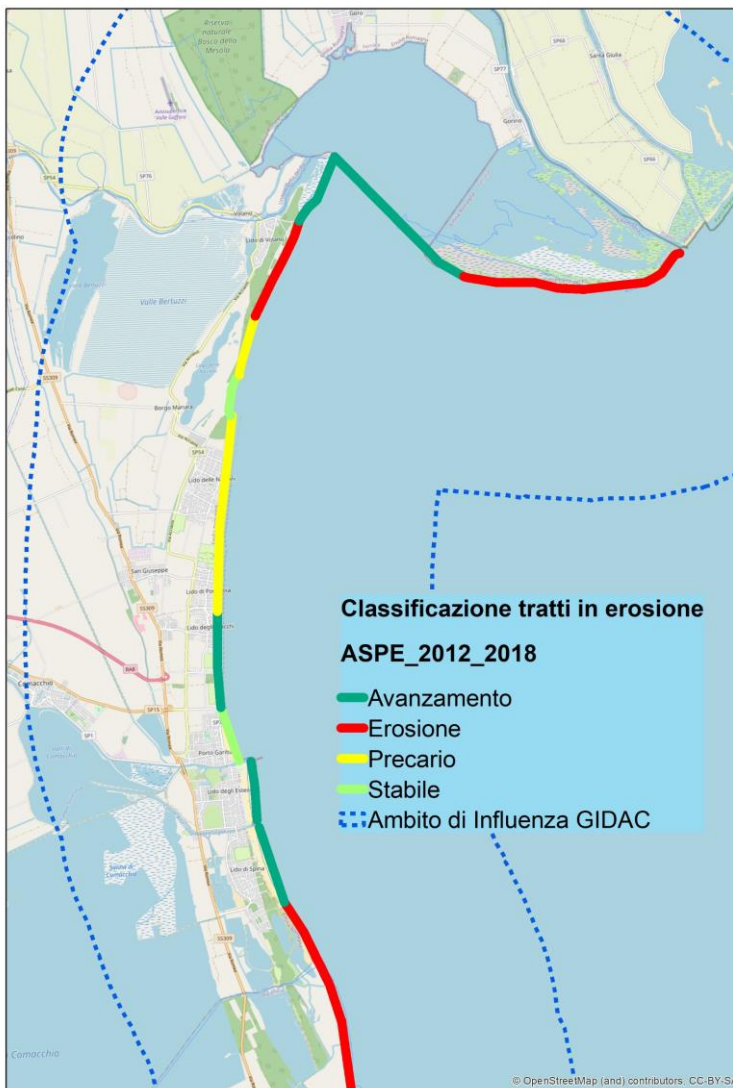
Problematiche ambientali e del Sistema Fisico

- Anossia nella Sacca di Goro:
- Inondazioni e erosioni croniche nei Lidi Ferraresi Nord (es. *Eremita-Lido 3 Moschettieri*):
 - Troncatura dei cordoni litorali antichi; spiagge sottili
 - Deficit sedimentario da fine '800, per effetto dei moli P.to Garibaldi e della riduzione dell'apporto fluviale
 - Zone storicamente esposte ai venti di bora: 'washover' – Bocca del Bianco
- Insabbiamento di Porto Garibaldi e Logonovo - fenomeni di tracimazione
- Tracimazioni Valle Molino e Canale delle Vene
- Smantellamento apparato Foce Reno: gravi erosioni a Lido di Spina sud

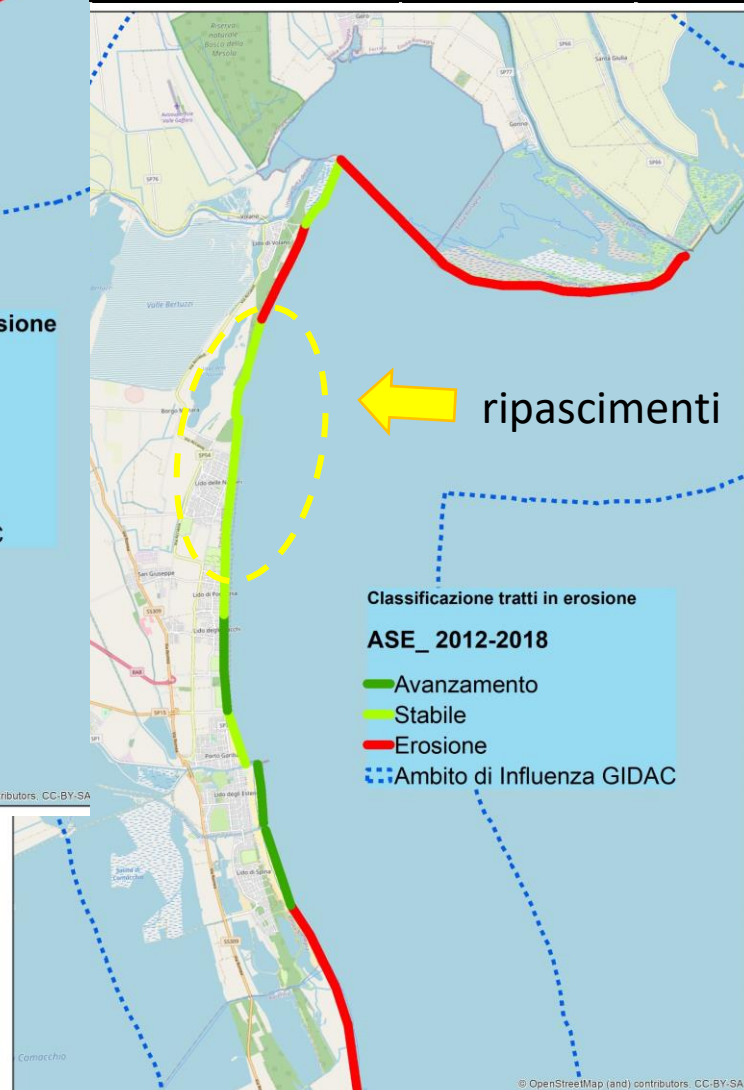


4 Maggio 2021

II Ferrarese



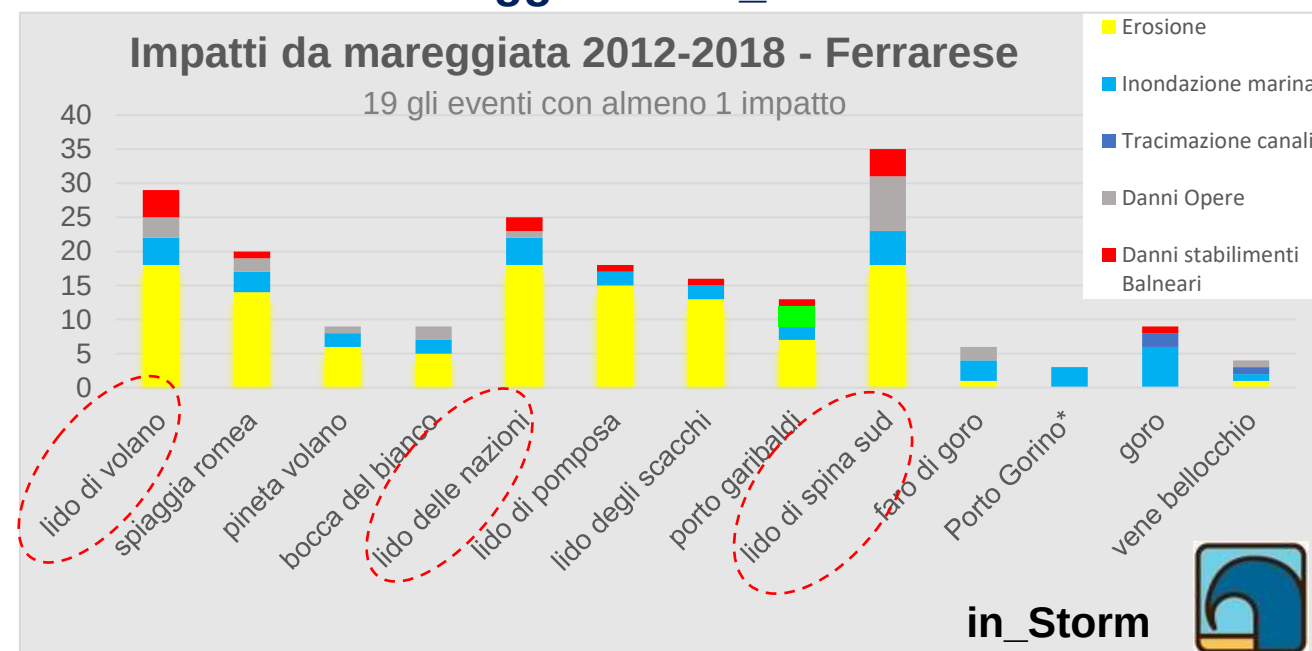
Ferrara	lung. costa analizzata in metri	erosione	%	non cl	%	precario	%	stabile	%	avanz	%
indicatore Aspe	51057	10682	20,92	18340	35,92	6740	13,20	2610	5,11	12685	24,84
indicatore Ase	51057	15307	29,98	18340	35,92			11300	22,13	6110	0,00



Dati monitoraggio topo-batimetrico campagna Arpae 2018

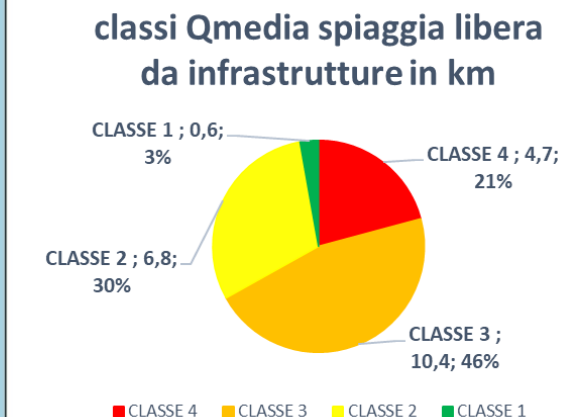
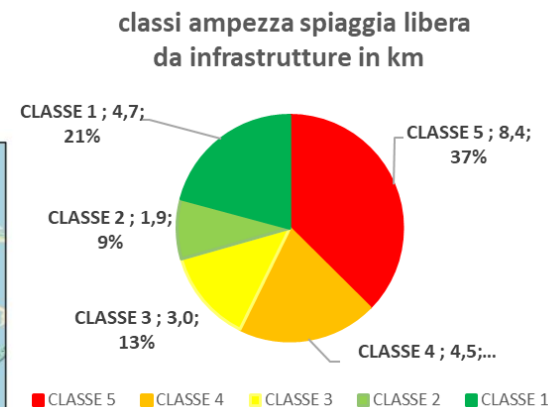
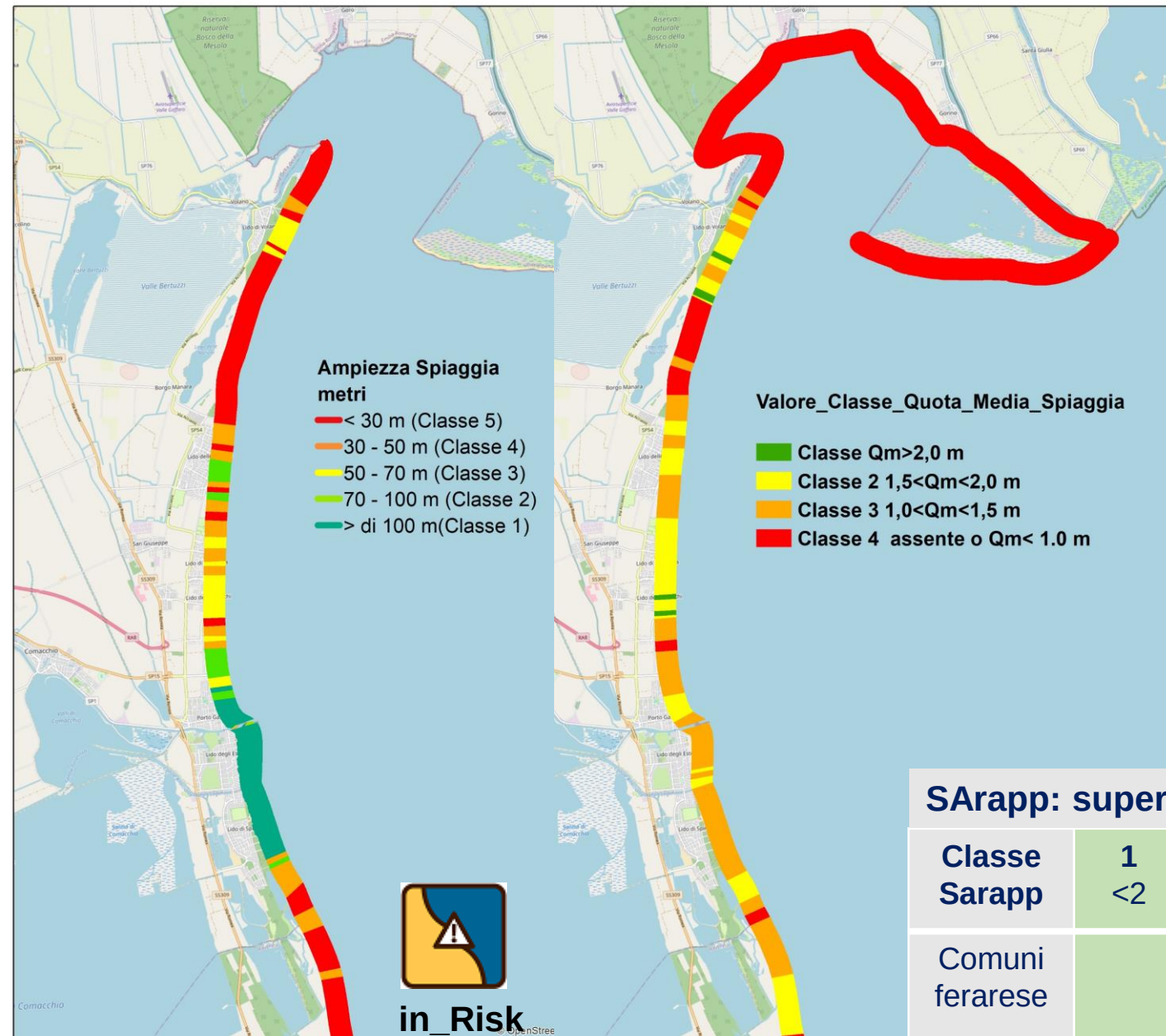
I ripascimenti dei lidi nord hanno determinato la stabilità di quel settore nel periodo 2012-2018

Dati monitoraggio DB IN_STORM SGSS



II Ferrarese

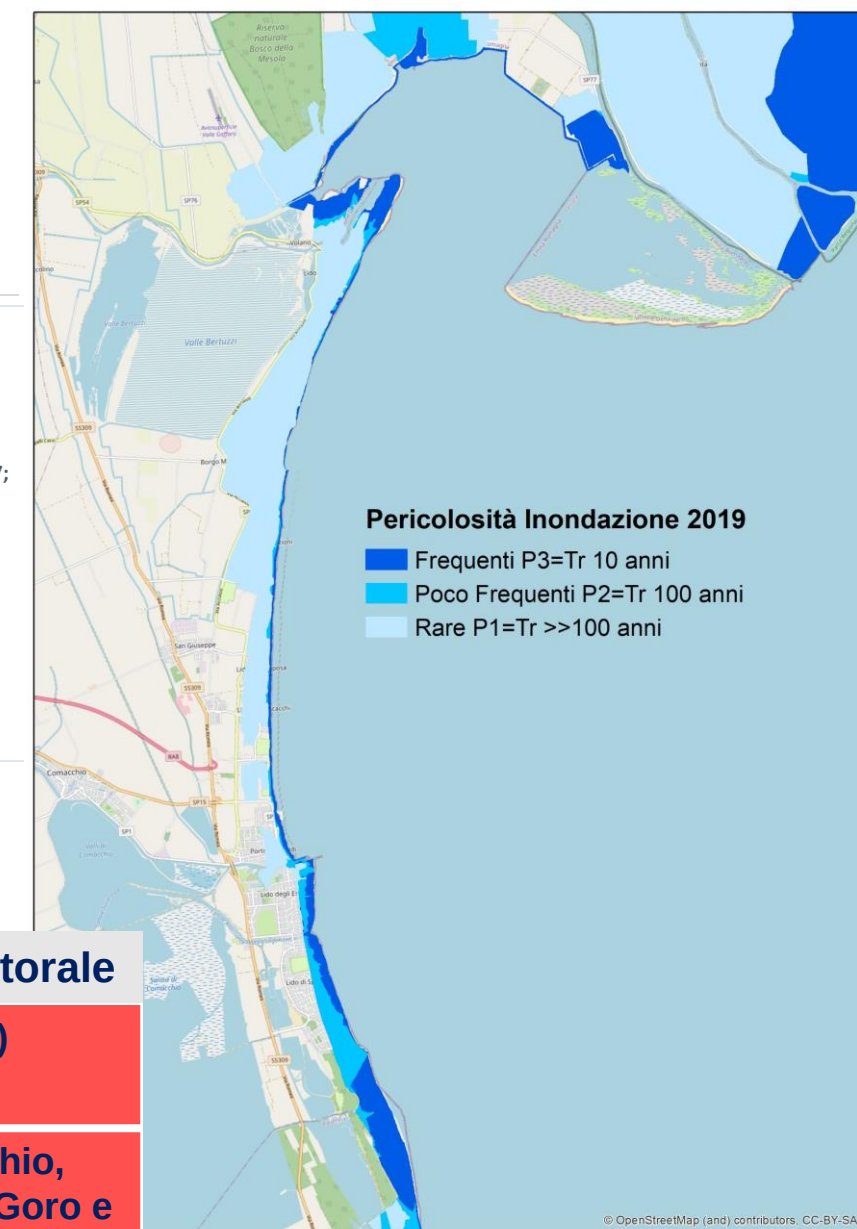
INDICATORI MORFOLOGICI



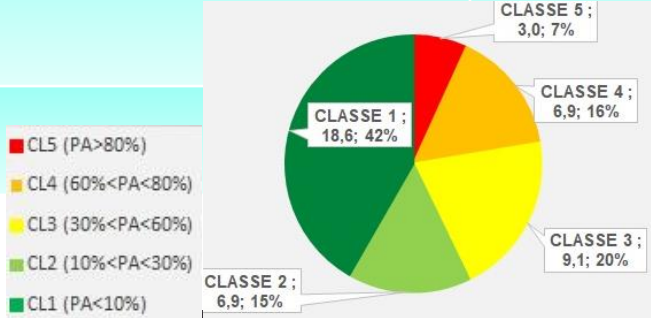
Sarapp: superficie allagabile/lunghezza litorale

Classe Sarapp	1 <2	2 (2-4)	3 (4-6)	4 (>6)
Comuni ferarese				Comacchio, Codigoro, Goro e Mesola

Pericolosità inondazione marina

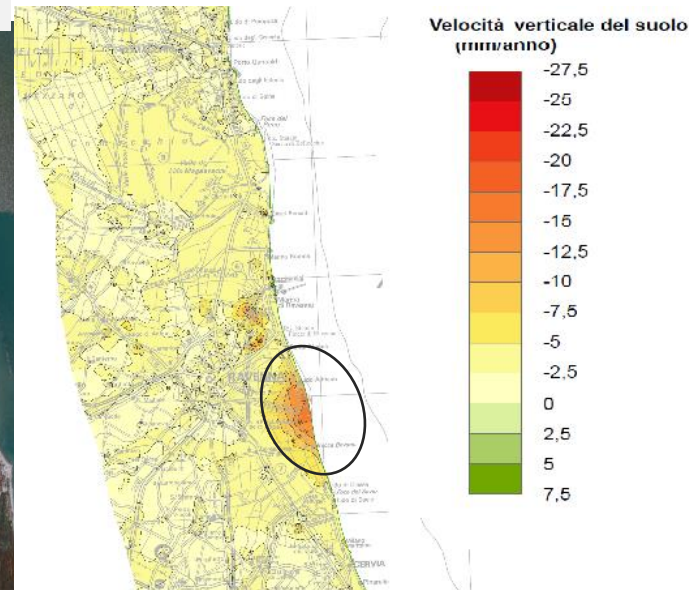
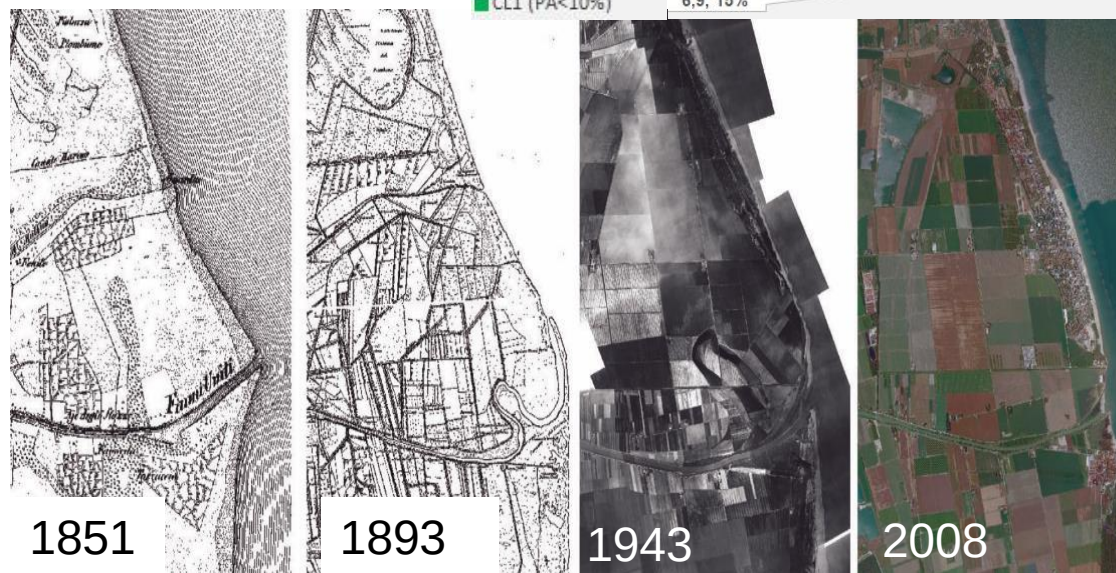


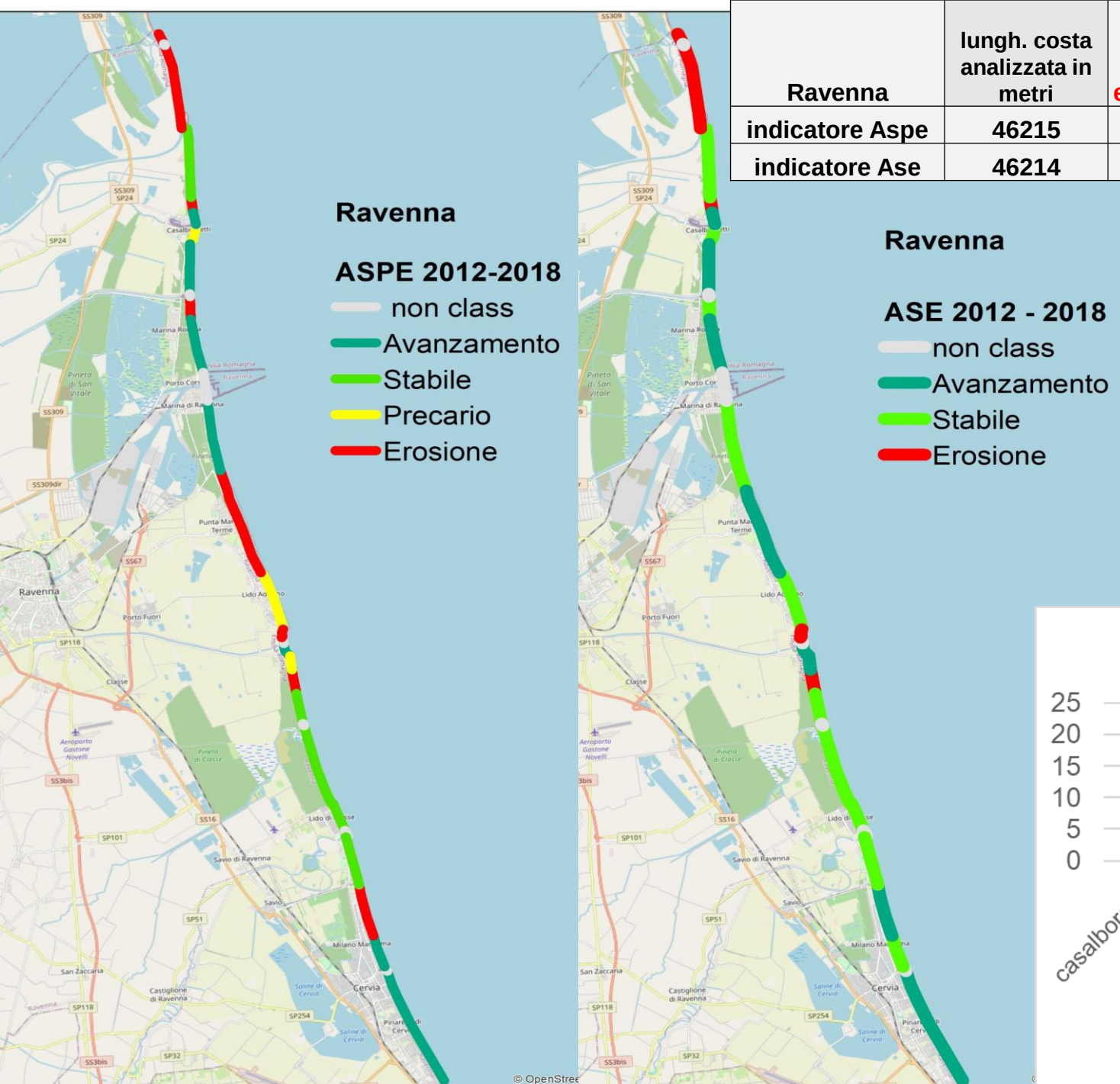
Costa Ravennate

Contesto geografico	Porzione meridionale piana deltizia del Po, presenti aree umide– antichi cordoni litorali affioranti - aree bonificate con quota < al livello del mare Assente o Critico il Dosso costiero	
Lunghezza totale linea di costa	46.2 km	
Costa protetta mare	18,8 km (15.1 interni alla Sacca di Goro)	40,6%
Pressione antropica (300 m dalla l.r)	 CLASSE 1 ; 18,6; 42% CLASSE 2 ; 6,9; 15% CLASSE 3 ; 9,1; 20% CLASSE 4 ; 6,9; 16% CLASSE 5 ; 3,0; 7% CL5 (PA>80%) CL4 (60%<PA<80%) CL3 (30%<PA<60%) CL2 (10%<PA<30%) CL1 (PA<10%)	

Problematiche ambientali e del Sistema Fisico

- Smantellamento Foci - Reno:- fiumi Uniti - Savio; gravi erosioni e inondazioni zona 'poligono' di tiro – Lidi Ravenna sud – Lido di Savio
- 'Hot spot ambientale' zona Porto Ravenna e pialasse Piomboni
- Subsidenza antropica ancora elevata a Fiumi Uniti e area portuale RA





Ravenna	lunghezza analizzata in metri	erosione	%	non cl	%	precario	%	stabile	%	avanz	%
indicatore Aspe	46215	13880	30,03	2390	5,17	4000	8,66	11000	23,80	14945	32,34
indicatore Ase	46214	6041	13,07	2390	5,17			20572	44,51	17211	37,24

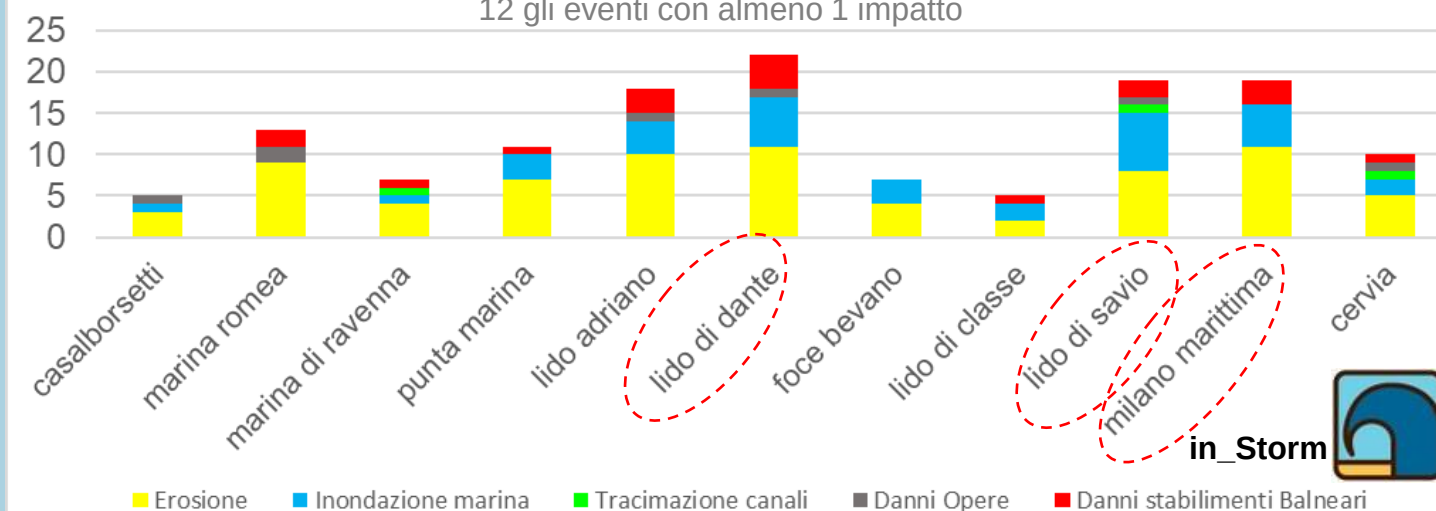
Dati monitoraggio topo-batimetrico campagna Arpae 2018

I ripascimenti dei lidi ravennati sud hanno determinato la stabilità di quel settore nel periodo 2012-2018

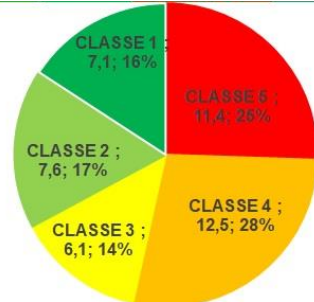
Dati monitoraggio DB IN_STORM SGSS

Impatti da mareggiata 2012-2018 - Ravennate

12 gli eventi con almeno 1 impatto



Classi ampiezza spiaggia libera da infrastrutture



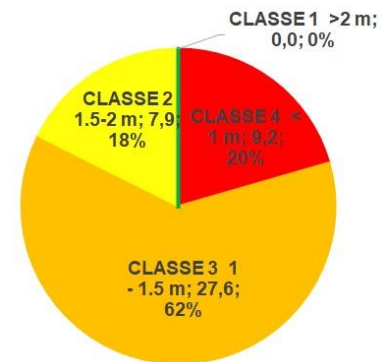
Ampiezza Spiaggia metri

- A < 30 m (Classe 5)
- 30 - 50 m (Classe 4)
- 50 - 70 m (Classe 3)
- 70 - 100 m (Classe 2)
- A > di 100 m (Classe 1)

Valore_Classe_Quota_Media_Spiaggia

- Classe Qm > 2,0 m
- Classe 2 1,5 < Qm < 2,0 m
- Classe 3 1,0 < Qm < 1,5 m
- Classe 4 assente o Qm < 1.0 m

Classi Qm spiaggia libera da infrastrutture



Sarapp: superficie allagabile/lunghezza litorale

Classe Sarapp	1 < 2	2 (2-4)	3 (4-6)	4 (>6)
Comuni Ravennate			Cervia	Ravenna

Pericolosità Inondazione 2019

- Frequenti P3=Tr 10 anni
- Poco Frequenti P2=Tr 100 anni
- Rare P1=Tr >>100 anni

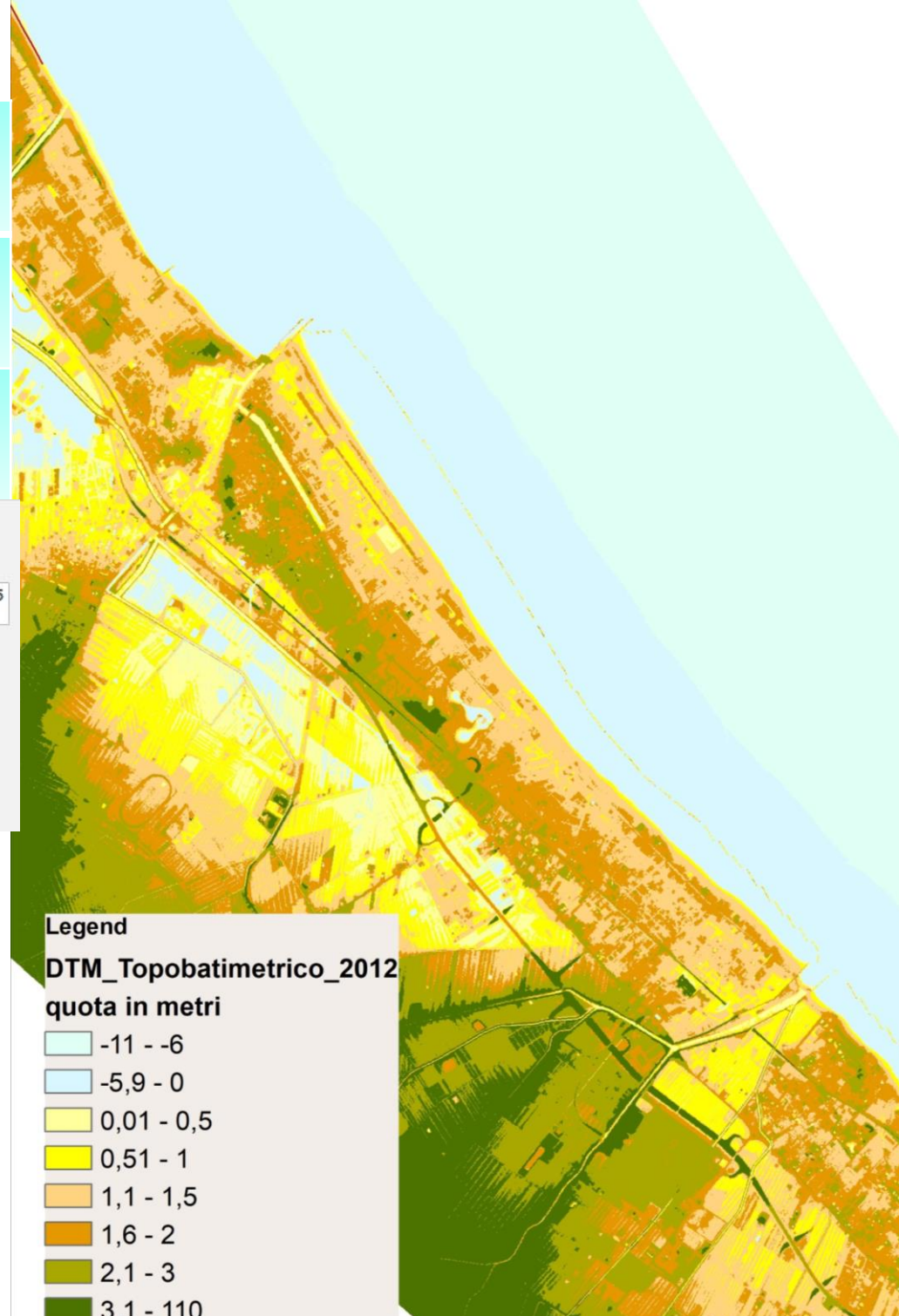
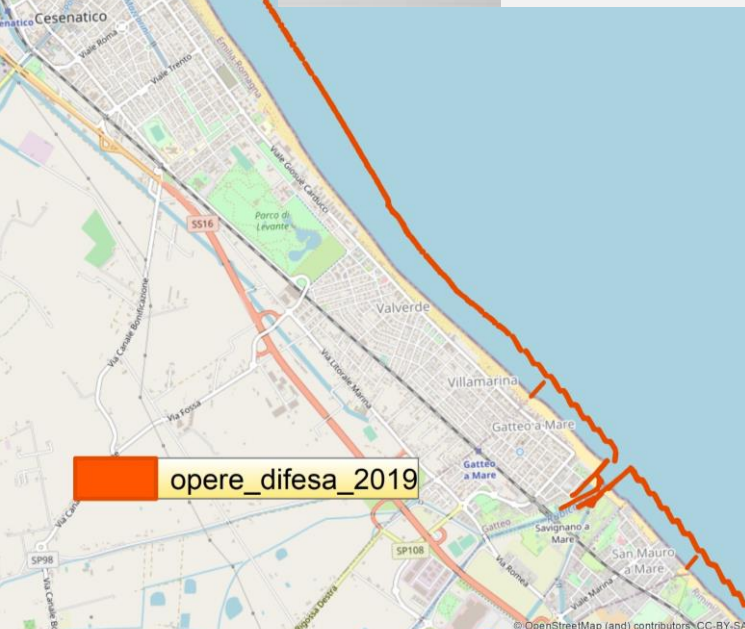
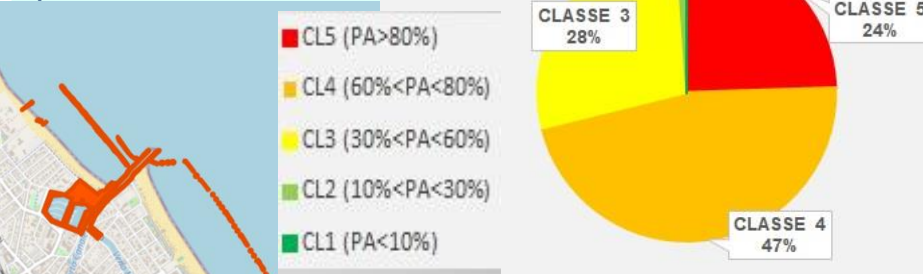


in_Risk

Costa Forlì-Cesena

Contesto geografico	Piana costiera stretta e fortemente antropizzata – dune Assente o Critico il Dosso costiero	
Lunghezza totale linea di costa	8,9 km	
Costa protetta mare	7,2 km	81%

Pressione antropica
(300 m dalla l.r)

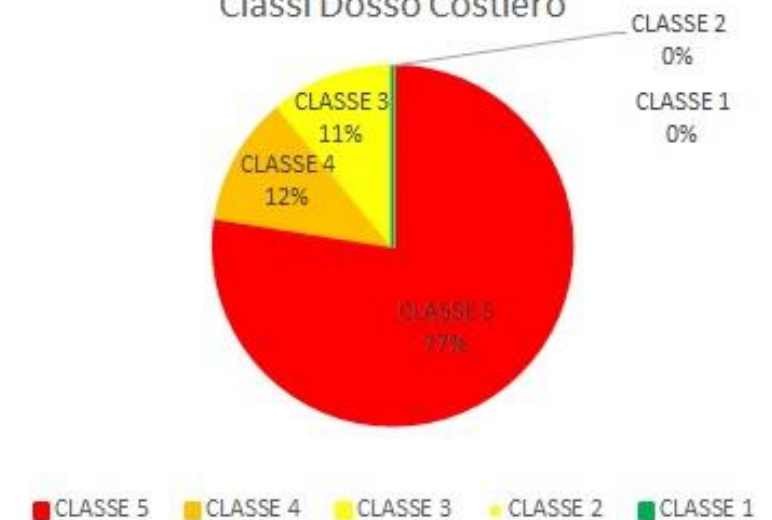


4 Maggio 2021

Problematiche ambientali e del Sistema Fisico

- 'Hot spot erosivi' Cesenatico ponente (zona colonie) – zona Valverde - Savignano
- Interruzione del trasporto litoraneo verso nord legato al Porto di Cesenatico
- problemi di insabbiamento del porto e conseguenze sulla chiusura delle Porte Vinciane in caso di acque alte
- Fenomeni di tracimazione e inondazione marina Cesenatico - Valverde
- Assenza dosso costiero (rilevato naturale e/o artificiale con $Q_m > 2.0$) quasi all'80%

Classi Dosso Costiero



Dati monitoraggio topo-batimetrico campagna Arpae 2018

Forlì-Cesena

ASE 2012 - 2018

- non class
- Avanzamento
- Stabile
- Erosione



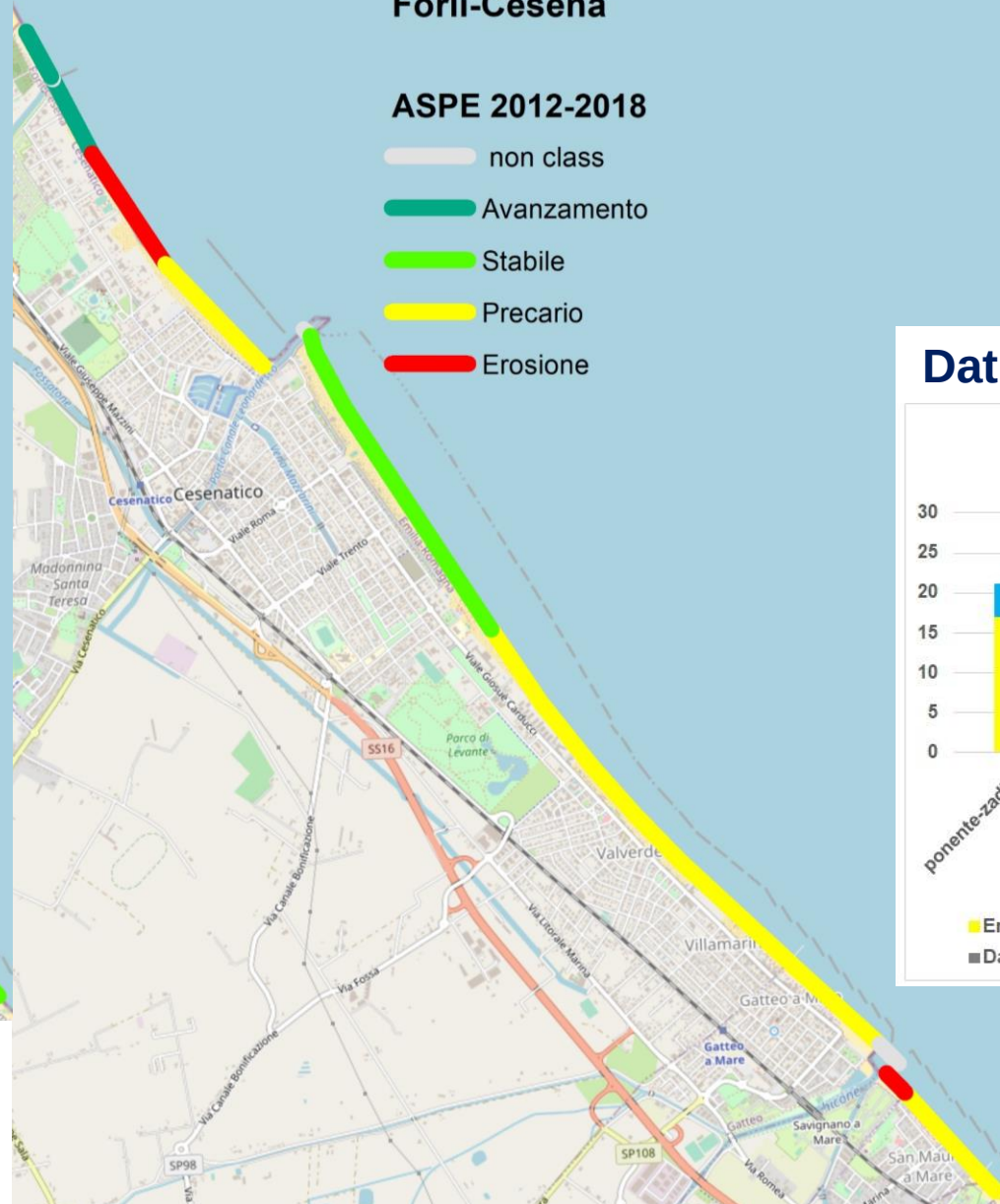
I ripascimenti hanno stabilizzato o permesso
l'avanzamento dei settori critici

	lungh. In metri costa analizzata	erosione	%	non cl	%	precario	%	stabile	%	avanz	%
Forlì Cesena											
indicatore Aspe	8907	930	10,44	230	2,58	4939	55,45	2015	22,62	793	8,90
indicatore Ase	8907			230				4884		3793	

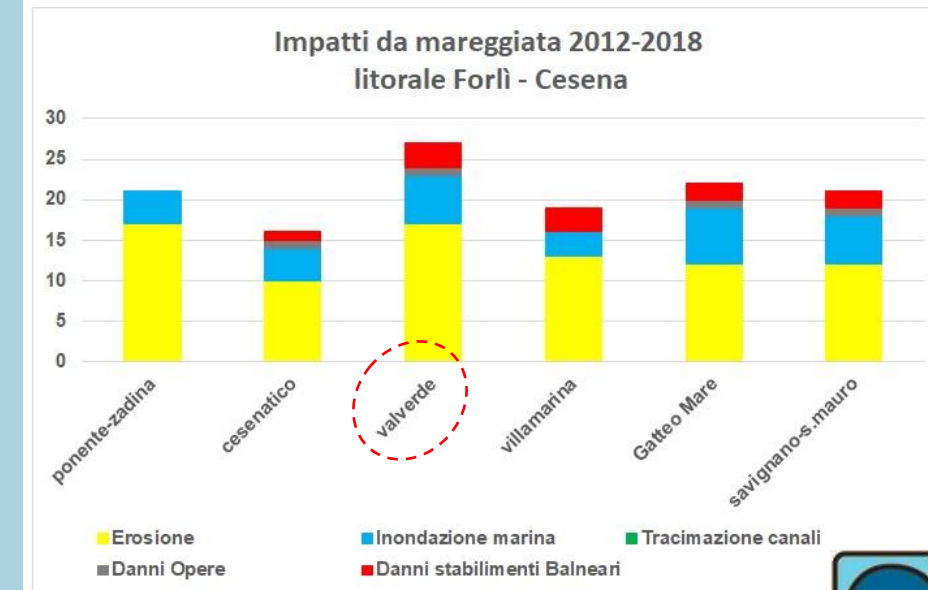
Forlì-Cesena

ASPE 2012-2018

- non class
- Avanzamento
- Stabile
- Precario
- Erosione



Dati monitoraggio DB IN_STORM SGSS



17 gli eventi con almeno 1 impatto in_Storm

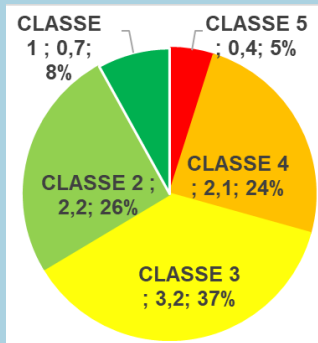


4 Maggio 2021

Classi ampiezza spiaggia libera da infrastrutture

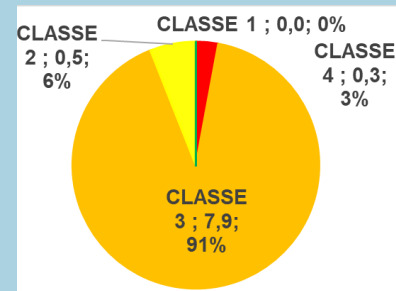
metri

- A < 30 m (Classe 5)
- 30 - 50 m (Classe 4)
- 50 - 70 m (Classe 3)
- 70 - 100 m (Classe 2)
- A > di 100 m (Classe 1)



Classi Qm spiaggia libera da infrastrutture

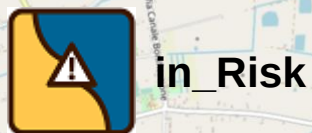
- Classe Qm > 2,0 m
- Classe 2 1,5 < Qm < 2,0 m
- Classe 3 1,0 < Qm < 1,5 m
- Classe 4 assente o Qm < 1,0 m



SArapp: superficie allagabile/lunghezza litorale

Classe Sarapp	1 <2	2 (2-4)	3 (4-6)	4 (>6)
Comuni Forlì - Cesena		San Mauro Pascoli	Savignano sul Rubicone Gatteo, Cesenatico	

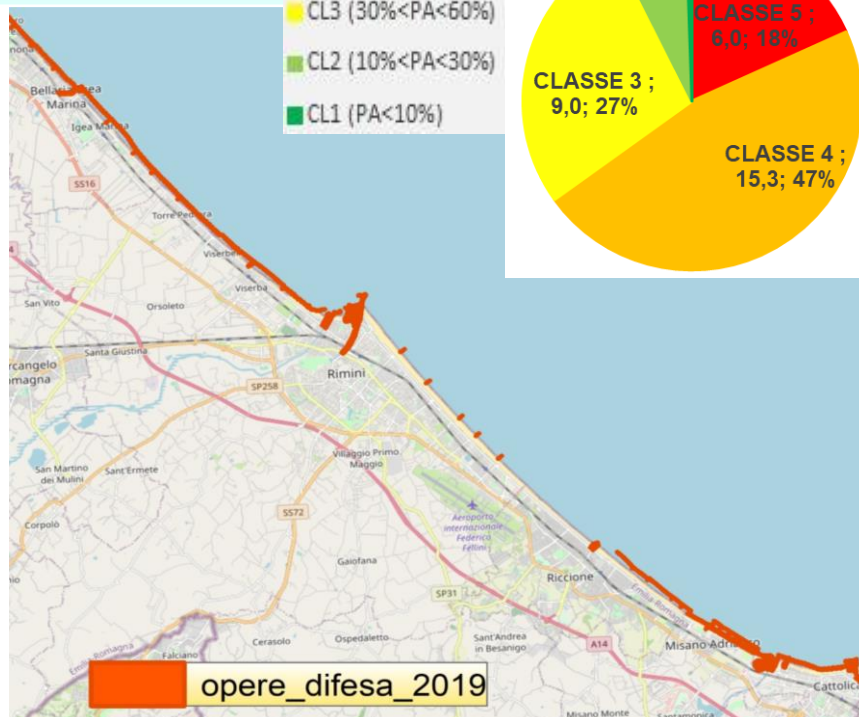
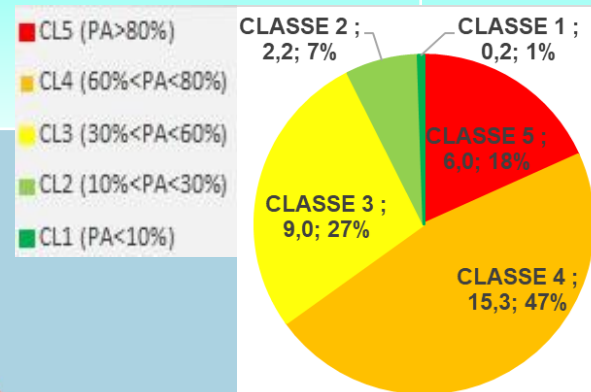
- Frequenti P3=Tr 10 anni
- Poco Frequenti P2=Tr 100 anni
- Rare P1=Tr >>100 anni



Costa Riminese

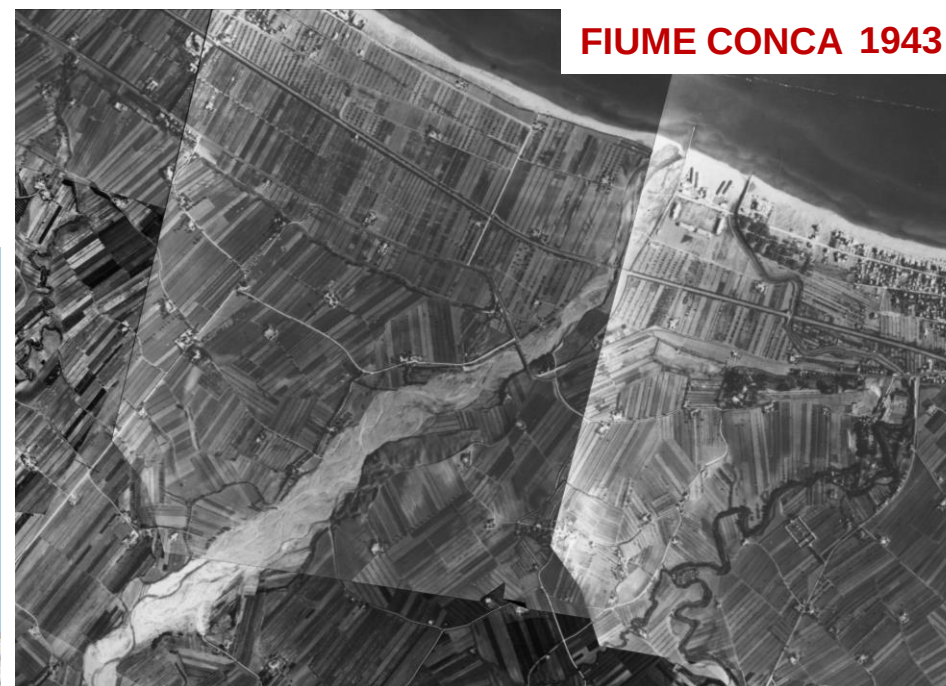
Contesto geografico	Piana costiera molto stretta e sabbiosa – limitata da scarpata morfologica retrostante; Fortemente antropizzata Sistemi deltizi non sviluppati verso mare	
Lunghezza totale linea di costa	33,6 km	
Costa protetta mare	19,9 km	59,4%

Pressione antropica
(300 m dalla l.r.)



Problematiche ambientali e del Sistema Fisico

- Hot spot erosivi Riccione sud -Misano
- Interruzione del trasporto litoraneo verso nord determinato dalla presenza del Porto di Rimini
- Riduzione apporto sedimentario dovuto alla presenza della Diga sul fiume Conca
- Insabbiamento dei porti da Bellaria a Cattolica
- Accumulo sedimenti finì a tergo delle scogliere



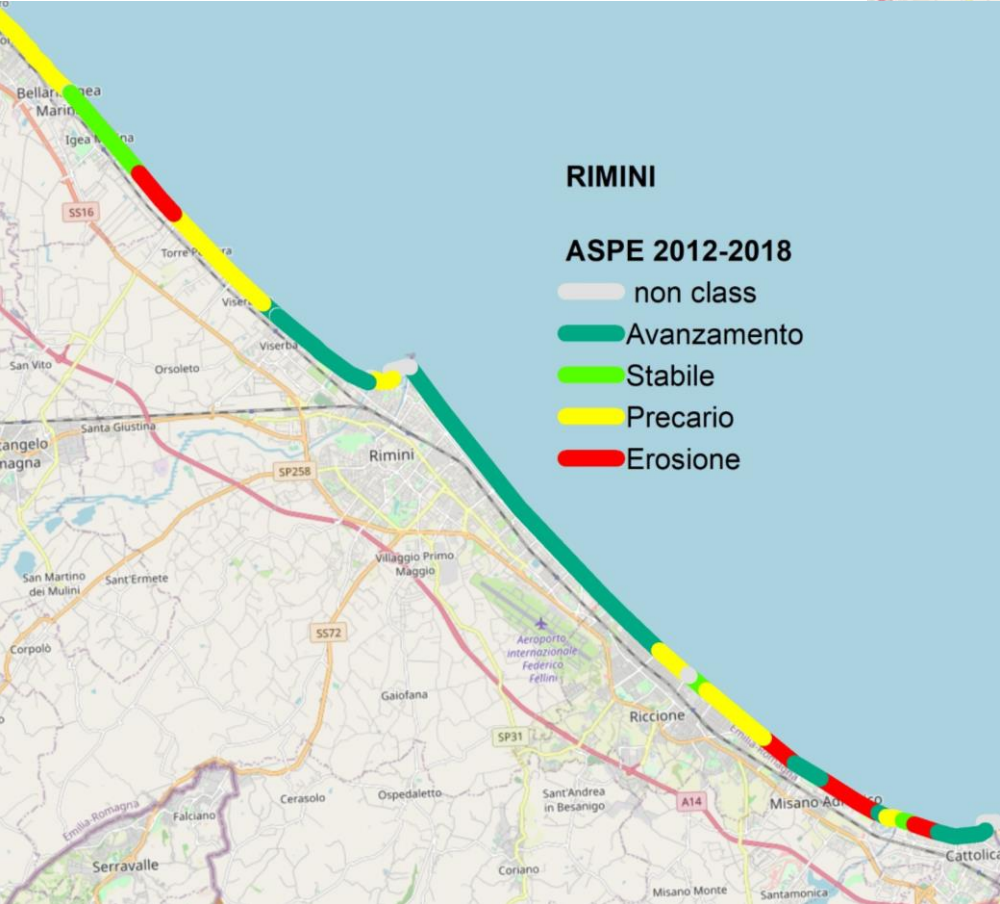
FIUME CONCA 1943



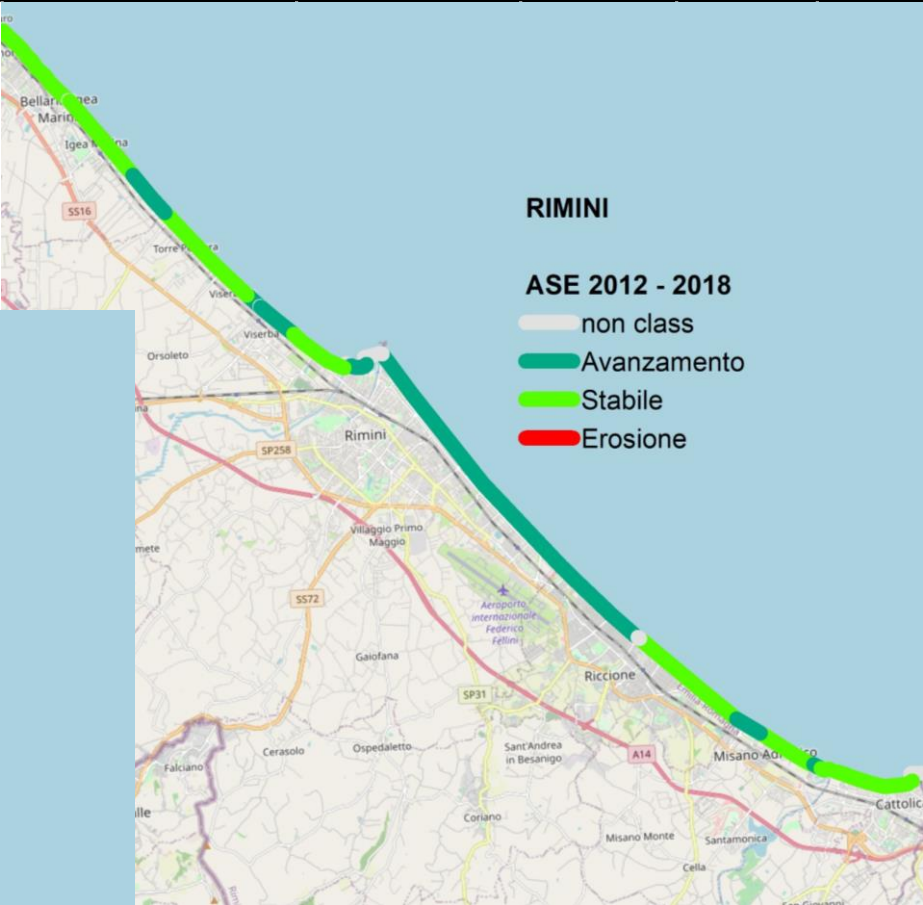
2018

Dati monitoraggio topo-batimetrico campagna Arpae 2018

I ripascimenti hanno stabilizzato o
permesso l'avanzamento dei settori critici



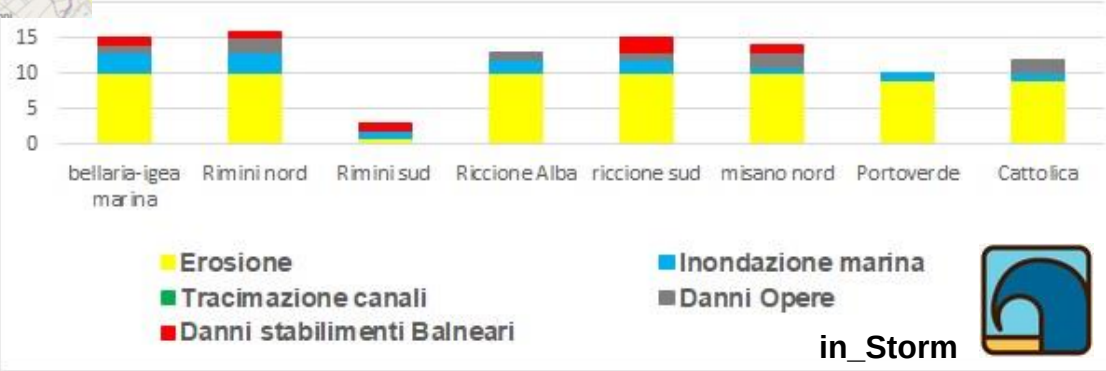
Rimini	lunghezza analizzata in metri	erosione	%	non cl	%	precario	%	stabile	%	avanz	%
indicatore Aspe	33566	4635	13,81	1455	4,33	9136	27,22	3460	10,31	14880	44,33
indicatore Ase	33566			1455				17491		14620	



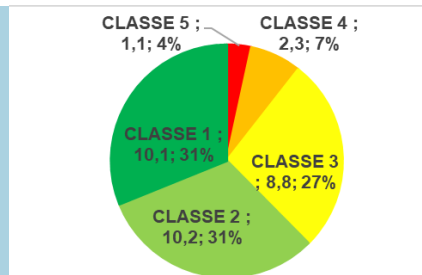
Dati monitoraggio DB IN_STORM SGSS

11 gli eventi con almeno 1 impatto

Impatti da mareggiata 2012-2018 litorale RIMINESE

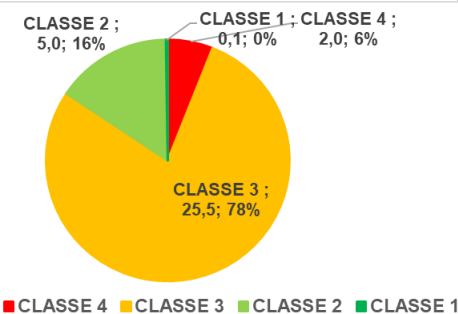


Classi ampiezza spiaggia libera da infrastrutture



■ CLASSE 5 ■ CLASSE 4 ■ CLASSE 3
■ CLASSE 2 ■ CLASSE 1

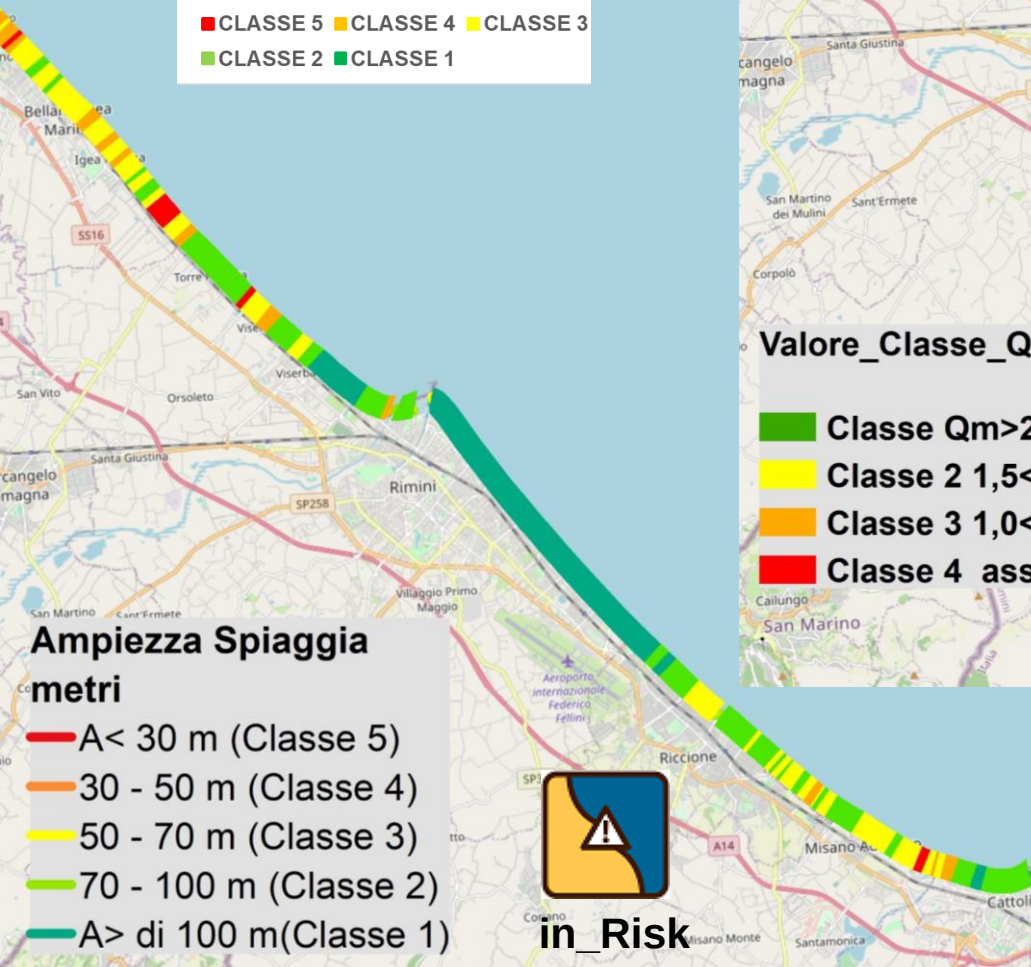
Classi Qm spiaggia libera da infrastrutture



■ CLASSE 4 ■ CLASSE 3 ■ CLASSE 2 ■ CLASSE 1

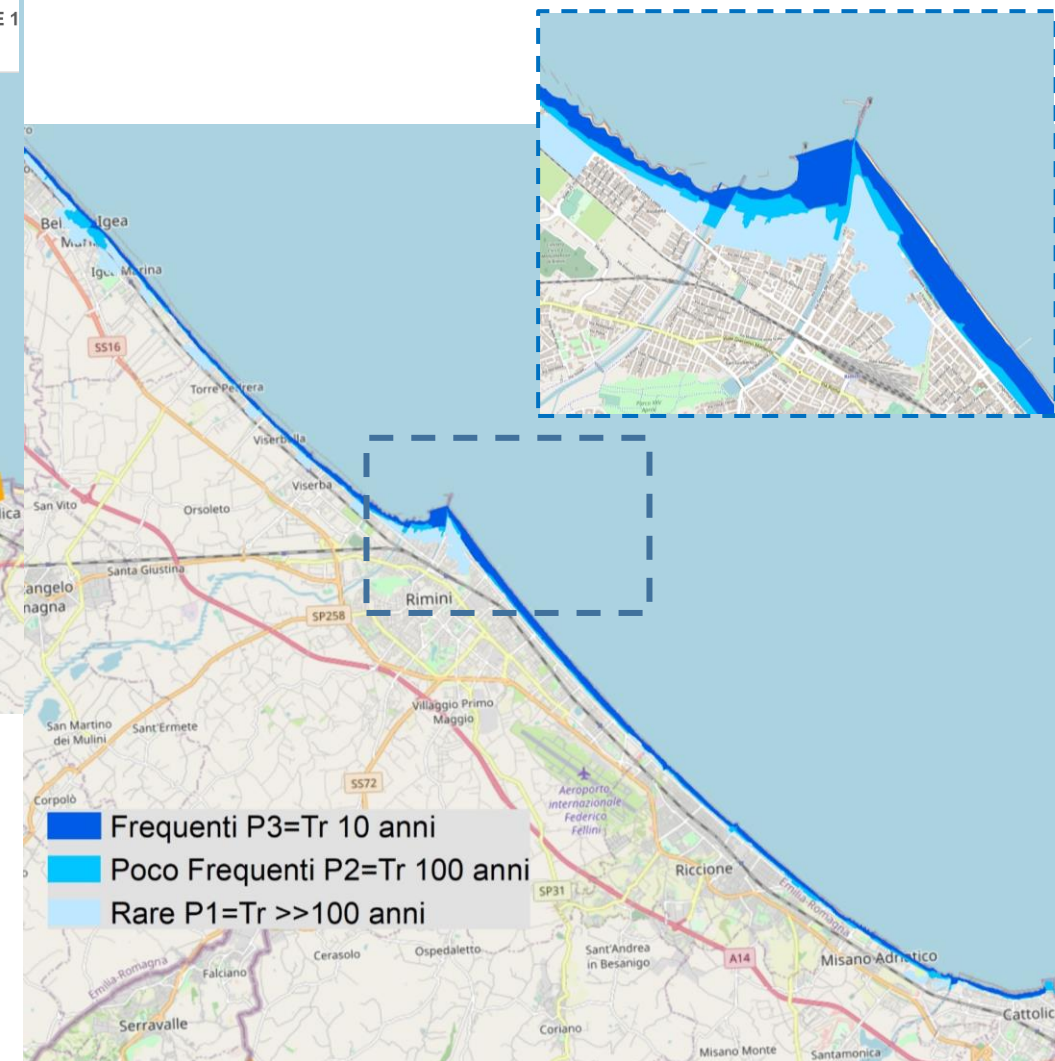
SArapp: superficie allagabile/lunghezza litorale

Classe Sarapp	1 <2	2 (2-4)	3 (4-6)	4 (>6)
Comuni Ravennate	Cattolica, Misano Adriatico, Riccione	Rimini e Bellaria		



Valore_Classe_Quota_Media_Spiaggia

■ Classe Qm > 2,0 m
■ Classe 2 1,5 < Qm < 2,0 m
■ Classe 3 1,0 < Qm < 1,5 m
■ Classe 4 assente o Qm < 1,0 m





Grazie per l'attenzione

Per approfondimenti:

<https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/costa>

Luisa Perini luisa.perini@regione.emilia-romagna.it

Lorenzo Calabrese lorenzo.calabrese@regione.emilia-romagna.it



**Al lavoro partecipano: Servizio Difesa del Suolo, Costa e Bonifica; Arpaе – costa; Servizi di area
Agenzia Protezione Civile - Servizi Direzioni regionali coinvolte in Adriacim e l'Autorità di bacino
distrettuale del fiume Po**