



Le mappe di pericolosità e rischio per l'ambito costiero

Luisa Perini, Lorenzo Calabrese, Giovanni Salerno, Paolo Luciani

"Attuazione della Direttiva Alluvioni 2007/60/CE in Regione Emilia Romagna" 2 Dicembre 2013

La direttiva 2007/60 applicata all'ambito costiero

Le inondazioni delle aree costiere possono essere fenomeni molto devastanti come è avvenuto lungo le coste Francesi nel marzo 2010



Fino ad oggi i piani di assetto idrogeologico (PAI) non hanno incluso questo ambito – per questo motivo la novità introdotta dalla direttiva 2007/60 ha generato discussioni e la sperimentazione di diversi metodi di analisi

Non sempre i fenomeni di mareggiata, anche intensi, producono inondazione, il fenomeno avviene quando l'onda di tempesta supera la quota della spiaggia, della duna o degli argini di difesa. Non va confuso con l'erosione costiera .

Gli impatti delle mareggiate in Emilia-Romagna



l'erosione dei litorali e delle dune costiere è un fenomeno legato dall'azione delle onde e delle correnti



Gli impatti delle mareggiate in Emilia-Romagna



L'allagamento di infrastrutture turistiche e aree urbane

avviene in occasione di fenomeni di mareggiata accompagnate dall'acqua alta



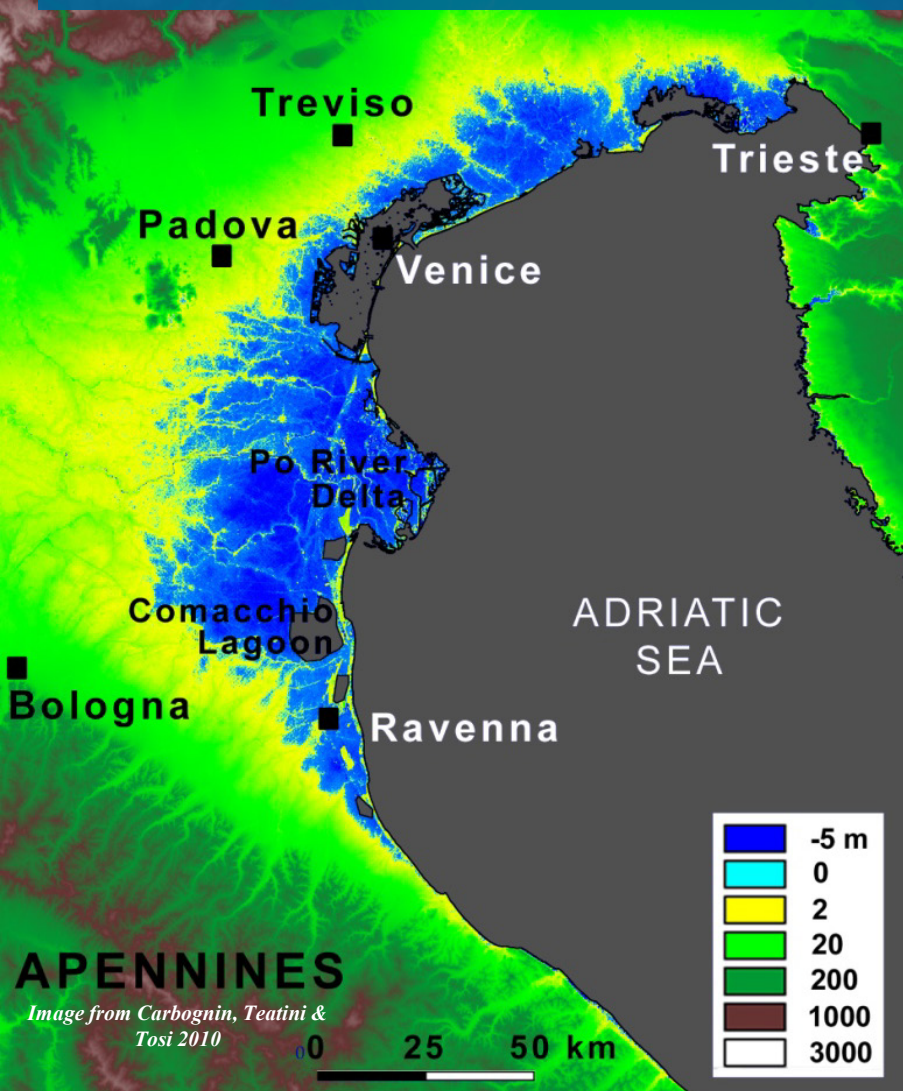
Gli impatti delle mareggiate in Emilia-Romagna

L'acqua alta è spesso accompagnata da fenomeni di 'overwash': trasporto di acqua e sedimento verso terra con grave perdita di sabbia dal sistema



I fattori predisponenti del territorio

Topografia caratterizzata da vaste aree con quote sotto il l.m.m.



L'assenza e/o frammentazione della duna costiera

| Provincia | Estensione litorale | Estensione difese naturali (duna): |
|--------------|---------------------|------------------------------------|
| Ferrara | □ 40 Km | □ 18 Km (□ 55%) |
| Ravenna | □ 47,5 Km | □ 18,3 Km (□ 39 %) |
| Forlì-Cesena | □ 9,5 Km | □ 0,2 Km (□ 2%) |
| Rimini | □ 35 Km | □ 0,5 Km (□ 1%) |

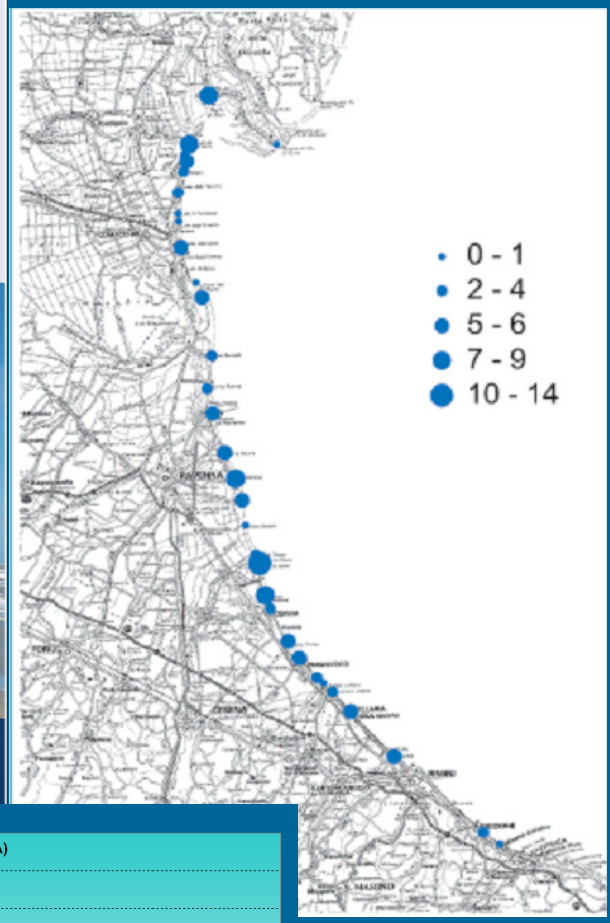
L'urbanizzazione della fascia costiera

| Provincia | estensione litorale | Indice di urbanizzazione lu della spiaggia (lungh. Urb/ lungh.) e (lunghezza naturale) |
|--------------|---------------------|--|
| Ferrara | 40 km | lu= 0, 5 (circa 20 km liberi) |
| Ravenna | 47,5 km | lu= 0,6 (circa 19 km liberi) |
| Forlì-Cesena | 9,5 km | lu= 1 (circa 0 km liberi) |
| Rimini | 35 km | lu= 1 (circa 0 km liberi) |

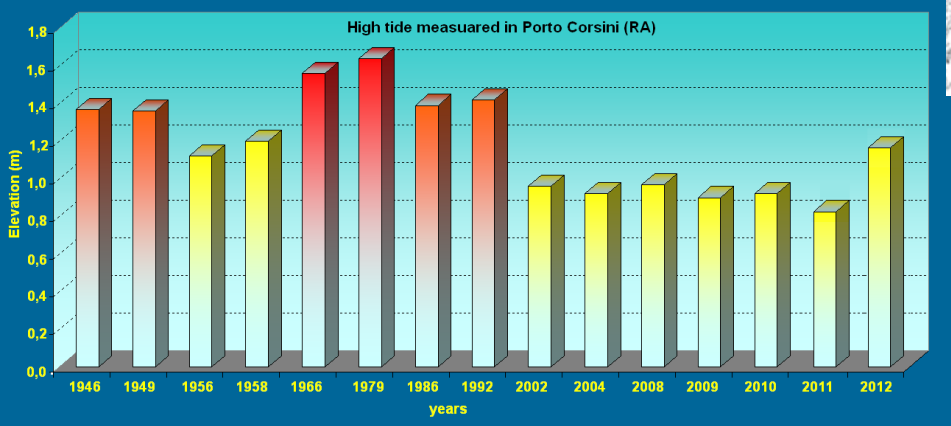
le mareggiate e gli impatti sulla Costa in Emilia-Romagna 1946-2010



I dati storici



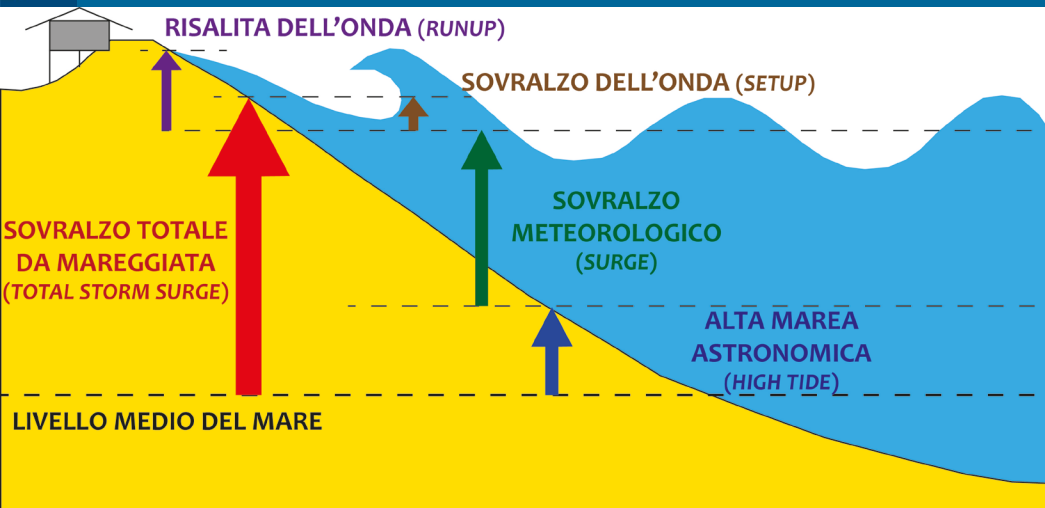
Mappe delle località storicamente interessate da inondazione marina



Dati meteomarini; massime acque alte

Gli scenari considerati

Le mareggiate che generano inondazione sono fenomeni complessi dovuti alla concomitanza di più fattori



Onde (che sottocosta generano un rialzo wave set-up)

Acqua alta: marea astronomica (tide) + sovrалzo atmosferico (surge)
NB: ciò che si misura al mareografo

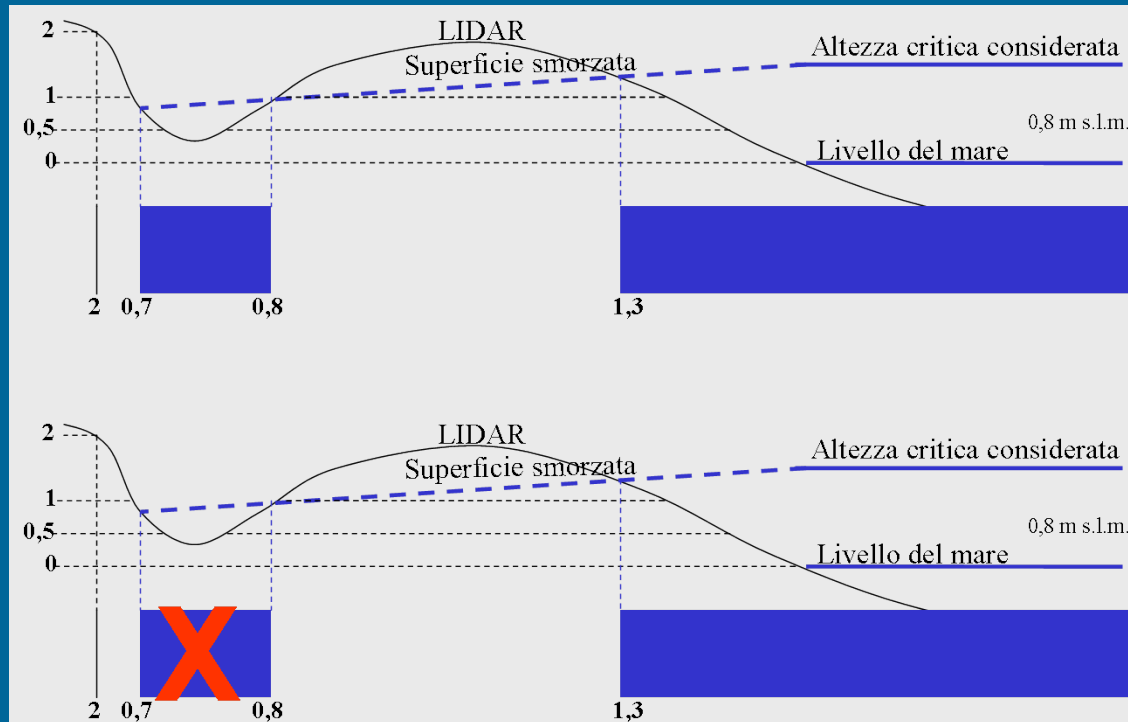
non è considerato il run-up che necessita di un modello ad hoc

Sovralzo totale da mareggiata = set up onda + marea astronomica + surge

| Scenario | Tr | Elevazione totale superficie del mare in metri |
|--------------------------|------------|--|
| Frequente P3 | Tdr = 10 | 1,49 |
| Poco Frequente P2 | Tdr = 100 | 1,81 |
| Raro P1 | Tdr >> 100 | 2,5 m (Dato Piano costa RER '82) |

Il modello utilizzato

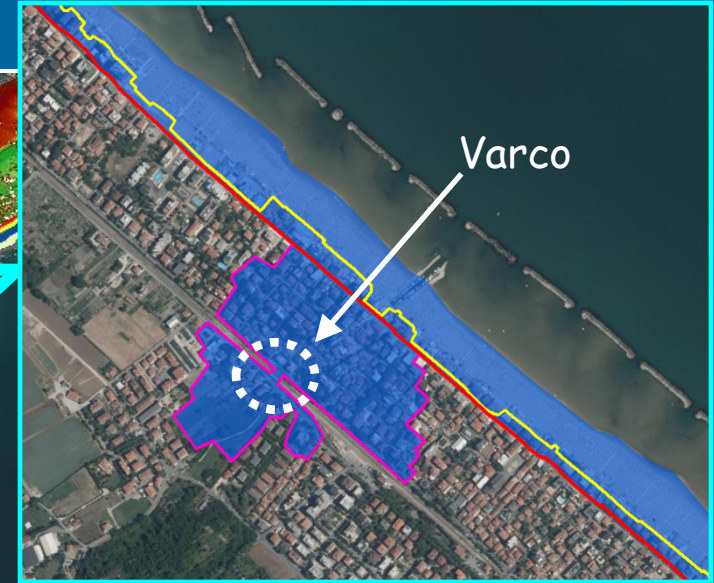
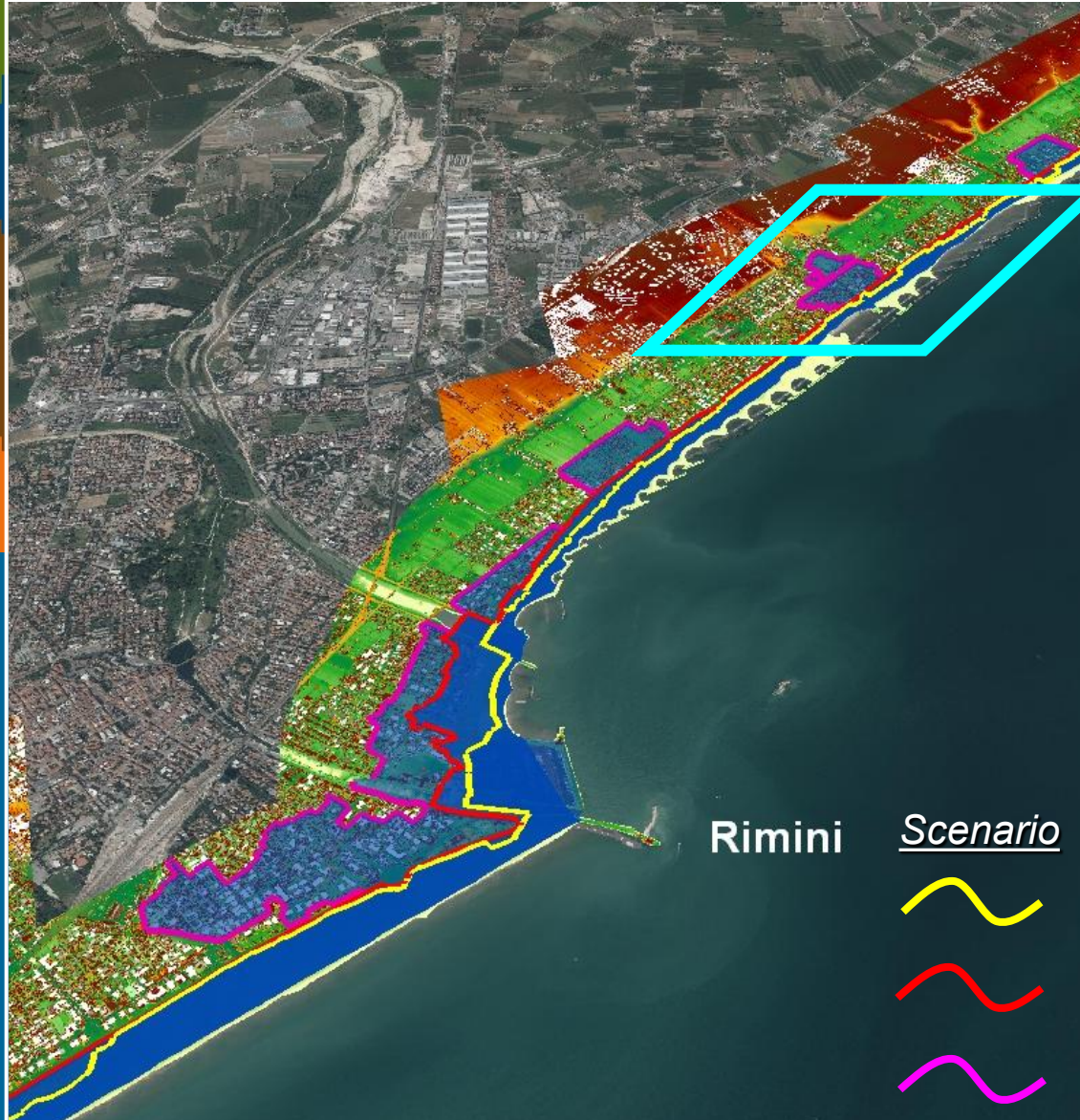
sviluppato in ambiente GIS simula la propagazione dell'onda sulla base di:



- quota
- presenza di varchi
- smorzamento dell'onda in funzione della distanza dalla linea di riva

Si è deciso di **non** considerare in questa fase la presenza di difese temporanee quali le dune invernali e paratie

Le mappe di pericolosità



Rimini

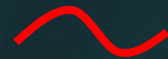
Scenario

Altezza Totale



Frequente

1,49 m



Poco frequente

1,82 m



Raro

2,50 m

Calibrazione delle mappe

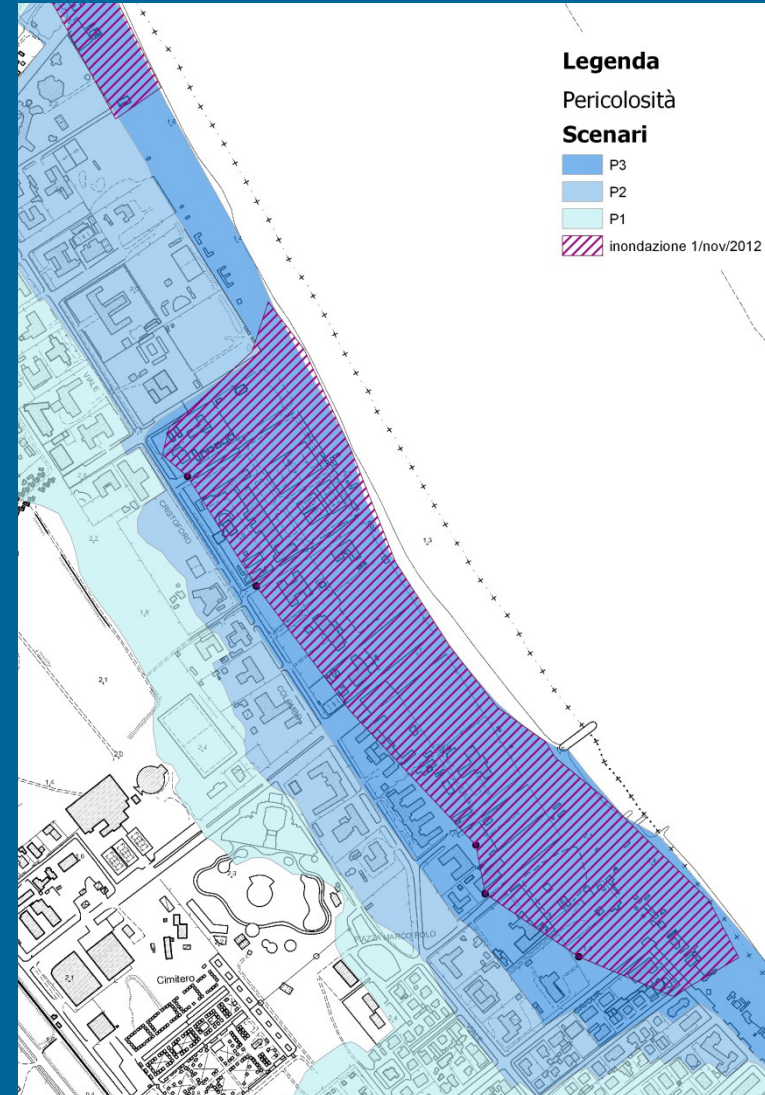
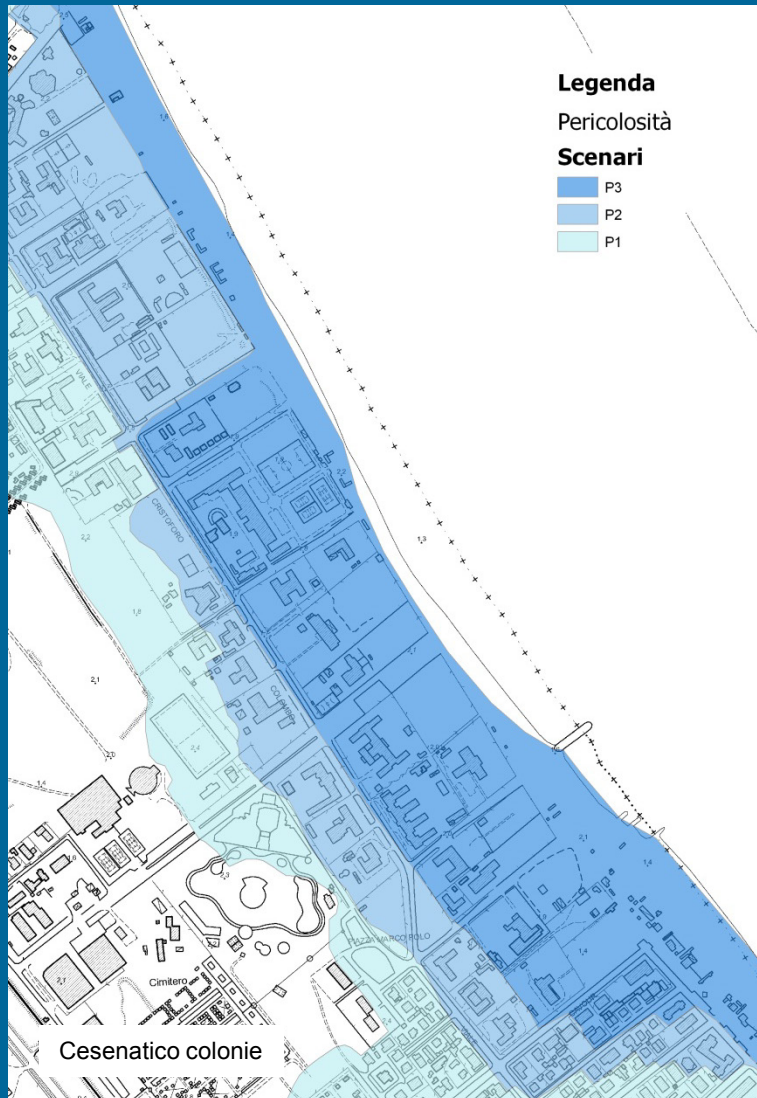
aree storicamente allagate

analisi delle mappe con i
servizi tecnici di bacino



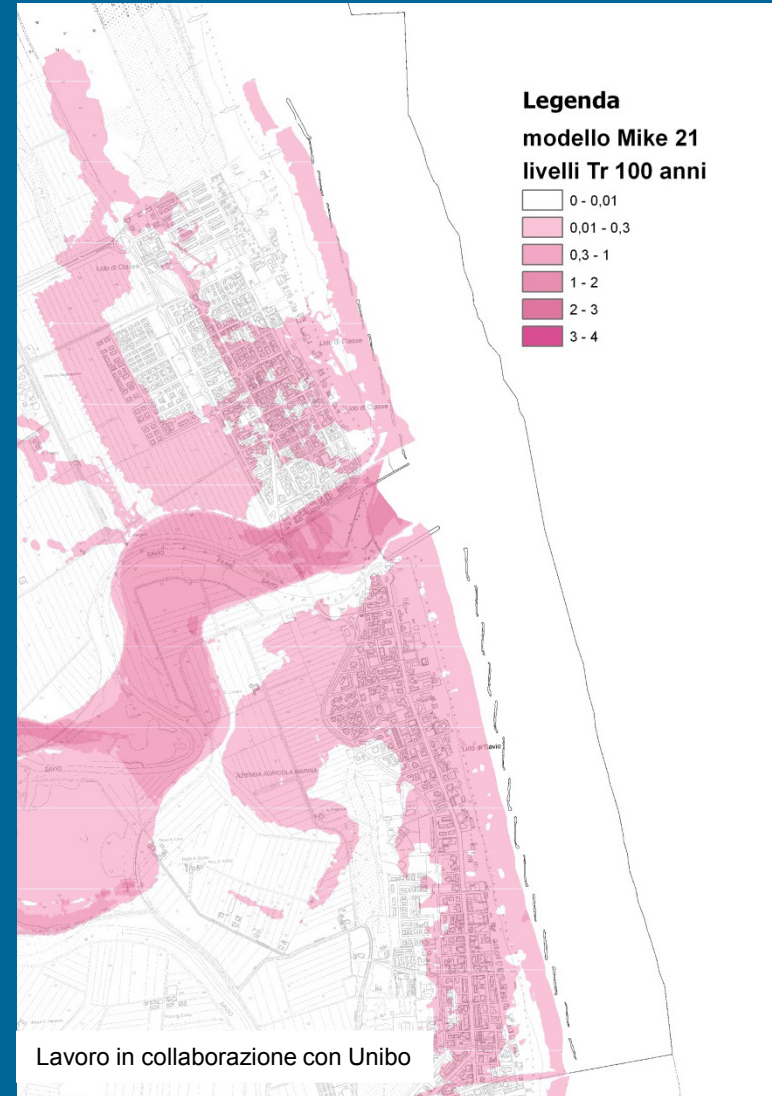
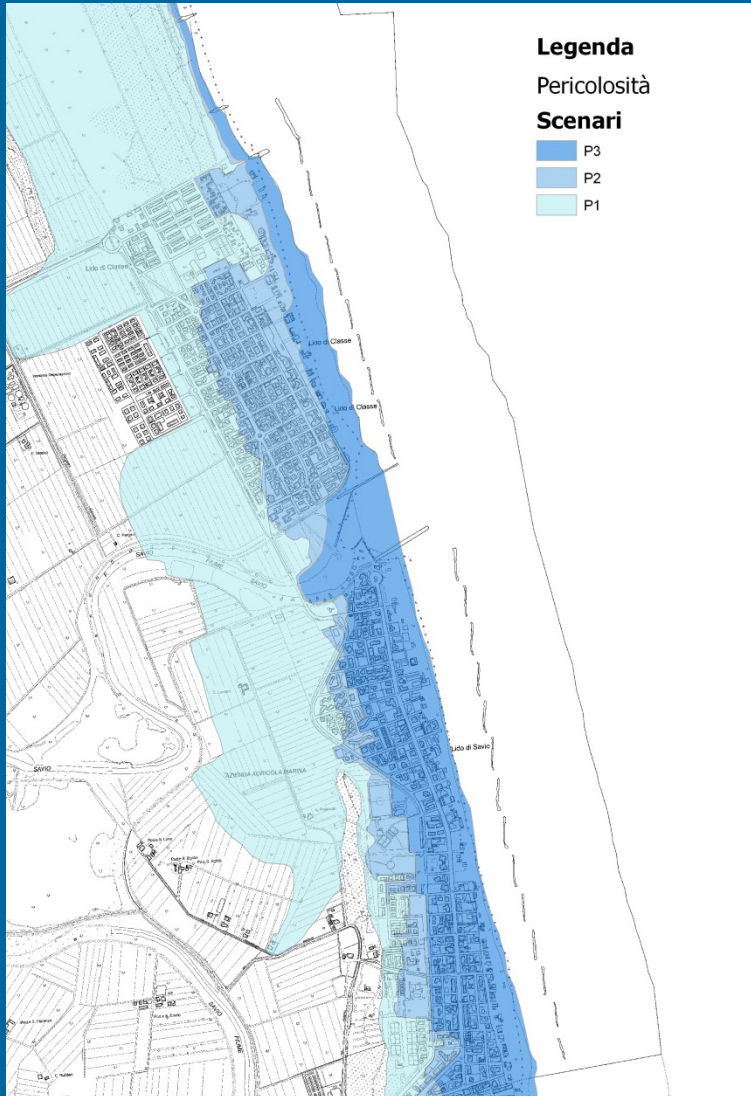
Calibrazione delle mappe

Sulla base di dati misurati, monitoraggio evento del 31 ottobre – 1 Novembre 2012



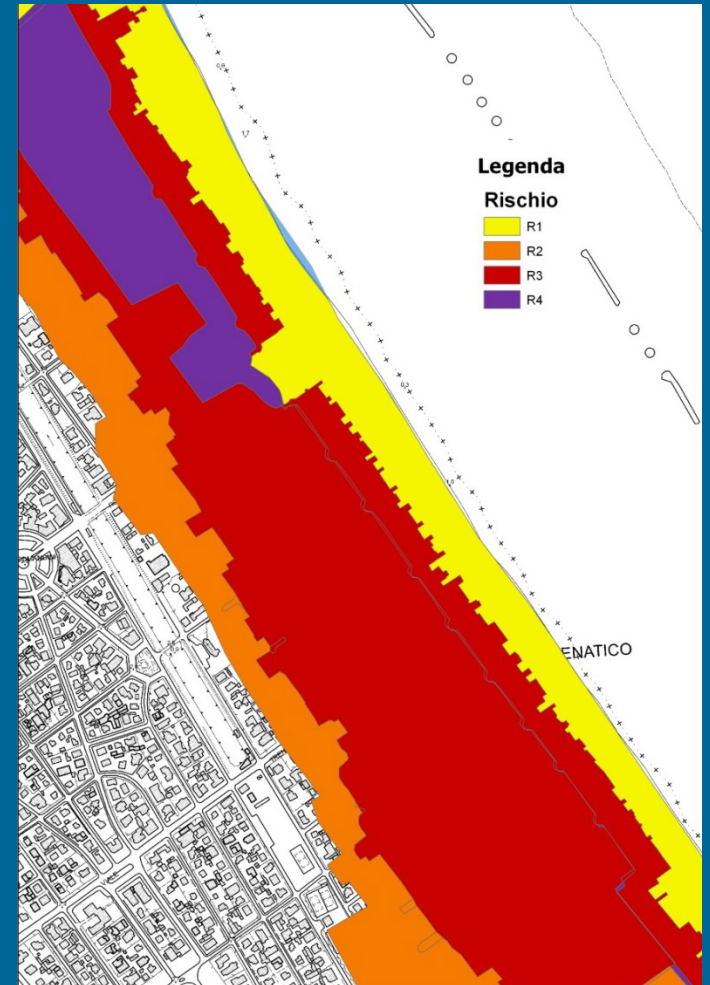
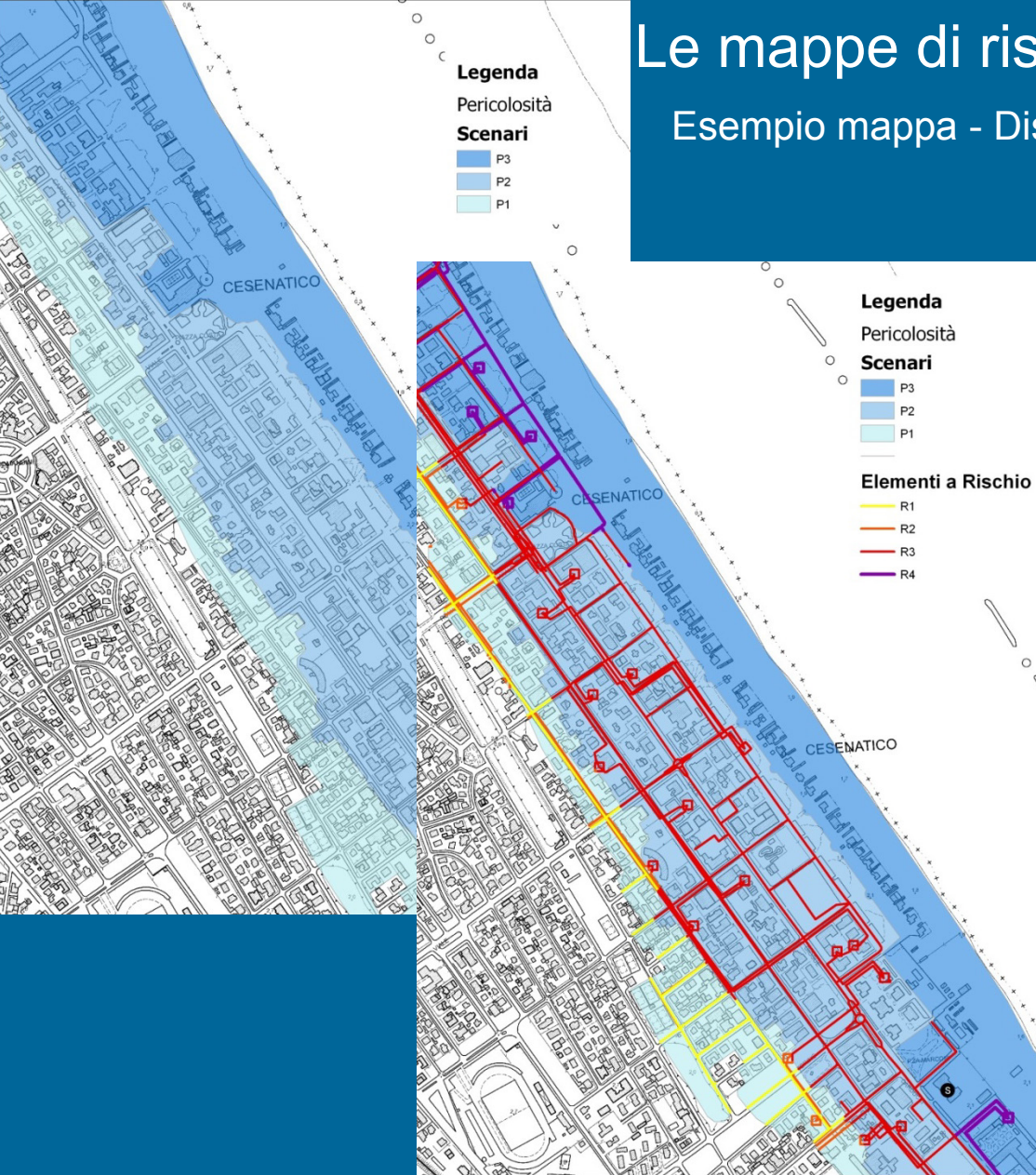
Calibrazione delle mappe

Sulla base dei risultati del modello bidimensionale



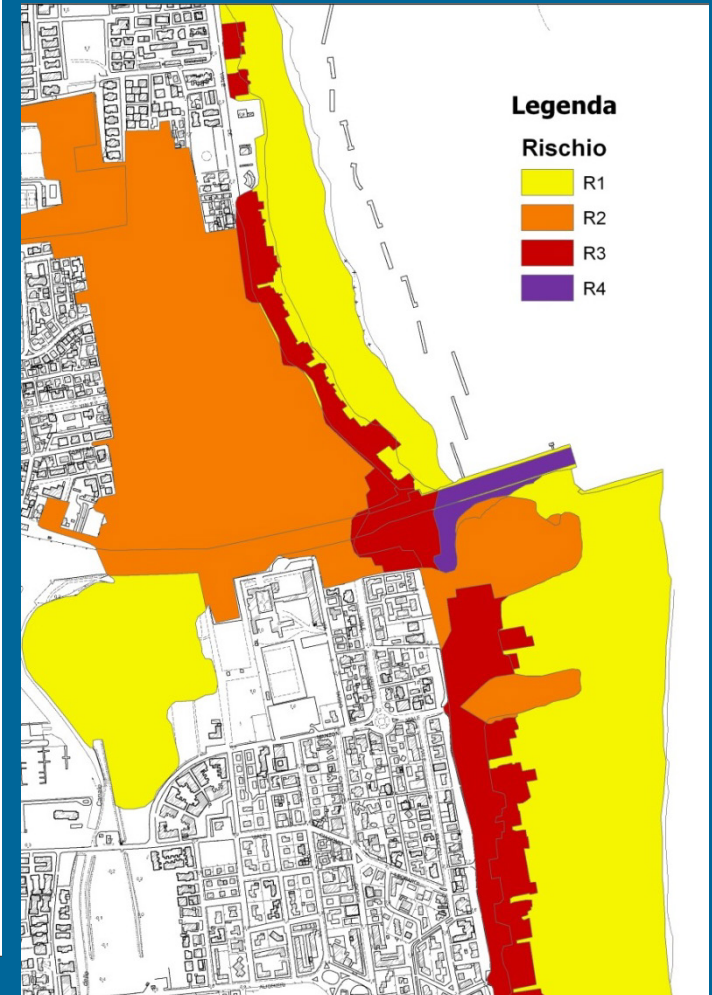
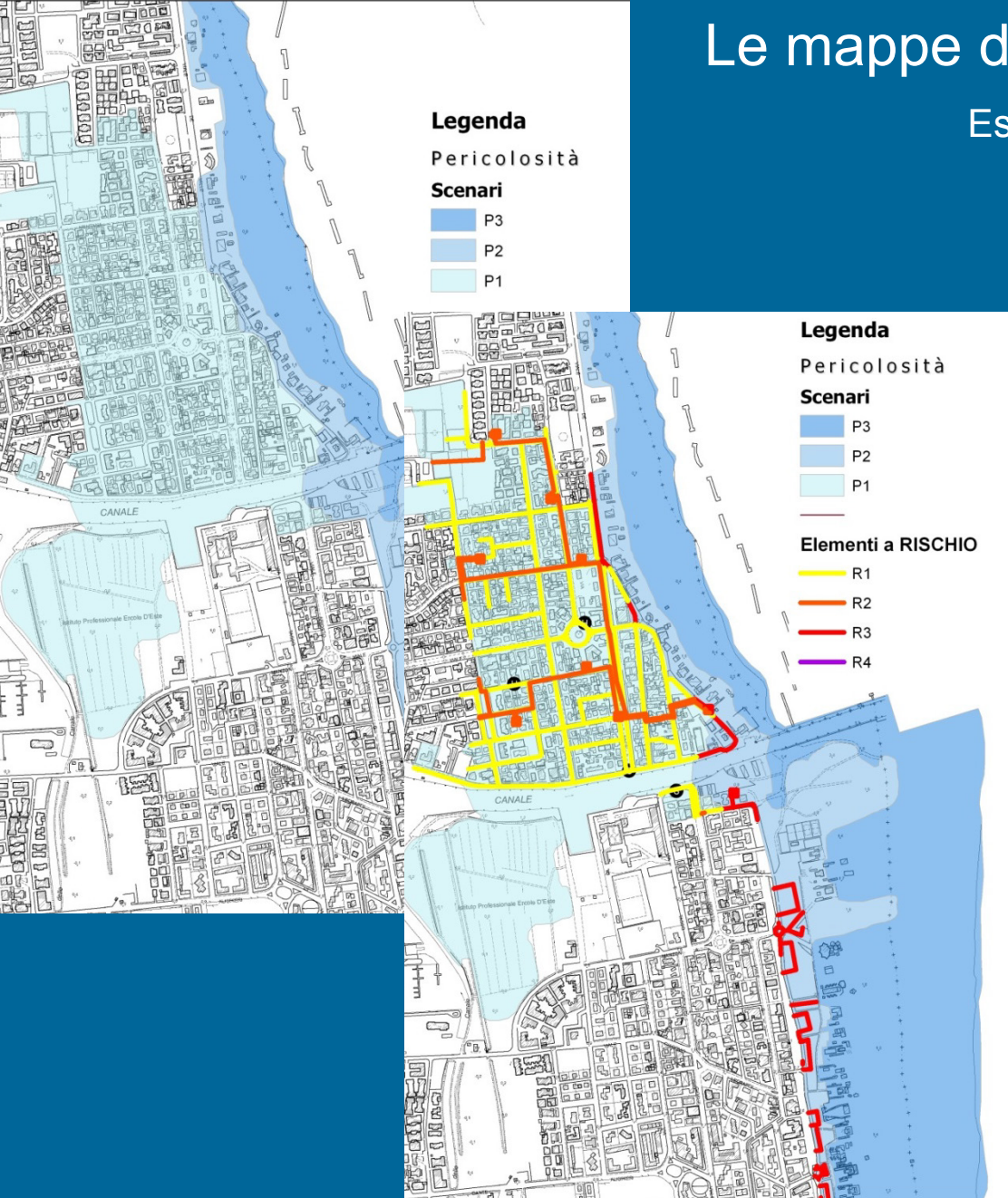
Le mappe di rischio

Esempio mappa - Distretto Appennino Settentrionale



Le mappe di rischio

Esempio mappa - Distretto Padano



Dati sintetici - Distretto Padano

| Comune | Nr di abitanti | | |
|-----------|----------------|-------|-----|
| | P1 (totale) | P2 | P3 |
| Codigoro | 2 | 1 | 1 |
| Comacchio | 3.276 | 616 | 395 |
| Goro | 3.101 | 2.021 | 583 |

Numero di abitanti per comune e per scenario

| Comune | Superfici (ha) | | |
|-----------|----------------|-----|-----|
| | P1 | P2 | P3 |
| Codigoro | 220 | 1 | 141 |
| Comacchio | 1.139 | 174 | 238 |
| Goro | 580 | 333 | 157 |
| Ravenna | 107 | 57 | 160 |

Superfici allagabili per comune e per scenario

Elementi esposti puntuali

| Elementi puntuali (Numero) | P1 | P2 | P3 | Totale |
|----------------------------|----|----|----|--------|
| Scuole | 7 | 3 | 1 | 11 |
| Presidi sanitari | 8 | 5 | - | 13 |
| Beni storico-culturali | 1 | - | - | 1 |

Elementi lineari puntuali

| Elementi lineari (Lunghezza) | P1 | P2 | P3 | Totale |
|--|---------|--------|-------|---------|
| Reti ferroviarie e stradali primarie e spazi accessori | 2.941 | 4.400 | 144 | 7.485 |
| Reti per la distribuzione di servizi | 50.489 | 14.009 | 3.610 | 68.108 |
| Reti stradali secondarie e spazi accessori | 100.835 | 21.861 | 8.244 | 130.940 |

Dati sintetici - Distretto Appennino Settentrionale

| Comune | Superfici (ha) | | |
|------------------------|----------------|-----|-----|
| | P1 | P2 | P3 |
| BELLARIA-IGEA MARINA | 118 | 43 | 26 |
| CATTOLICA | 6 | 6 | 13 |
| CERVIA | 263 | 128 | 98 |
| CESENATICO | 100 | 101 | 117 |
| GATTEO | 16 | 12 | 11 |
| MISANO ADRIATICO | 17 | 14 | 16 |
| RAVENNA | 1.960 | 286 | 440 |
| RICCIONE | 4 | 36 | 37 |
| RIMINI | 120 | 69 | 123 |
| SAN MAURO PASCOLI | 14 | 2 | 2 |
| SAVIGNANO SUL RUBICONE | 4 | 3 | 4 |

Ravenna: dei 440 ha – 108 sono spiaggia – 81 stabilimenti balneari

Rimini: dei 123 ha – 103 sono spiaggia – 12 stabilimenti balneari

Dati sintetici - Distretto Appennino Settentrionale

| Comune | Nr. di abitanti | | |
|------------------------|-----------------|-------|-------|
| | P1 | P2 | P3 |
| BELLARIA-IGEA MARINA | 4.386 | 1.647 | 154 |
| CATTOLICA | 92 | 80 | 73 |
| CERVIA | 4.715 | 1.400 | 619 |
| CESENATICO | 2.832 | 1.263 | 370 |
| GATTEO | 955 | 557 | 250 |
| MISANO ADRIATICO | 127 | 100 | 36 |
| RAVENNA | 10.634 | 3.566 | 1.172 |
| RICCIONE | 217 | 151 | 88 |
| RIMINI | 4.816 | 560 | 124 |
| SAN MAURO PASCOLI | 372 | 123 | 65 |
| SAVIGNANO SUL RUBICONE | 74 | 48 | 31 |

Ravenna: il numero elevato in P3 è da riferire all'estensione dell'area di Marina di Ravenna interessata da inondazioni storiche

Dati sintetici - Distretto Appennino Settentrionale

| Elementi puntuali (Numero) | P1 | P2 | P3 | Totale |
|-------------------------------|----|----|----|--------|
| Scuole | 23 | 7 | 4 | 34 |
| Presidi sanitari | 56 | 19 | 2 | 77 |
| Impianti | - | 1 | - | 1 |
| Beni storico-culturali | 13 | 2 | 2 | 17 |

Elementi esposti
puntuali

| Elementi lineari (Lunghezza) | P1 | P2 | P3 | Totale |
|---|---------|--------|--------|---------|
| Reti ferroviarie e stradali primarie e spazi accessori | 3.948 | | | 3.948 |
| Reti per la distribuzione di servizi | 255.816 | 99.985 | 37.885 | 393.686 |
| Reti stradali secondarie e spazi accessori | 191.579 | 97.414 | 36.706 | 325.699 |

Elementi esposti
lineari

Considerazioni finali

Le mappe costituiscono la prima tappa del percorso, si basano su dati e conoscenze disponibili, sono calibrate ma possono essere migliorate attraverso:

- indagini mirate nelle aree più critiche
- re analisi degli scenari combinati, tenendo conto anche del run-up
- un'accurata analisi dei varchi e della propagazione dell'onda attraverso gli stessi – utilizzando anche modelli bidimensionali
- aree di foce - scenari combinati di mareggiata e piena fluviale

I primi risultati evidenziano che :

- le aree costiere interessate dallo scenario P3 (molto frequente) sono abbastanza estese: 643 ettari nel DP e 887 in AS, tuttavia un'ampia parte è occupata da spiagge, aree naturali e agricole
- gli interventi temporanei (duna invernale) e le procedure di PC già in atto (su Goro, Gorino e Volano) mitigano abbondantemente gli impatti
- le aree del distretto Padano, pur essendo topograficamente più predisposte ad eventi di inondazione risultano maggiormente protette per la presenza più continua di duna naturale e/o da argini artificiali; il territorio Ravennate e Cesenatico presentano le situazioni più critiche



Grazie per l'attenzione