



IL SITO PILOTA DEL BANCO DELLA MULA DI MUGGIA

SINTESI NON TECNICA

Impatti del cambiamento climatico
sul sito pilota



SECONDO INCONTRO con i portatori di interessi



PARTNERS DI PROGETTO



REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA



REGIONE DEL VENETO



Javna ustanova za upravljanje zaštićenim
dijelovima prirode Dubrovačko-neretvanske županije



JAVNA USTANOVA
rerasd



**VRANSKO
JEZERO** Park prirode
Nature Park

Change We Care è un progetto europeo finanziato dal programma INTERREG Italia – Croazia, avviato ufficialmente il primo gennaio 2019. Change We Care punta a rafforzare la capacità di pianificare opportune misure di adattamento ai cambiamenti climatici in aree costiere particolarmente vulnerabili del bacino adriatico. La designazione dell'area costiera del Banco della Mula di Muggia (Grado, GO) come uno dei siti pilota del progetto rappresenta una grande opportunità.

Questo documento, continuazione della precedente sintesi, fa il punto sull'aggiornamento delle conoscenze e propone una gestione adattiva ai cambiamenti climatici, seguendo l'approccio "working with nature".

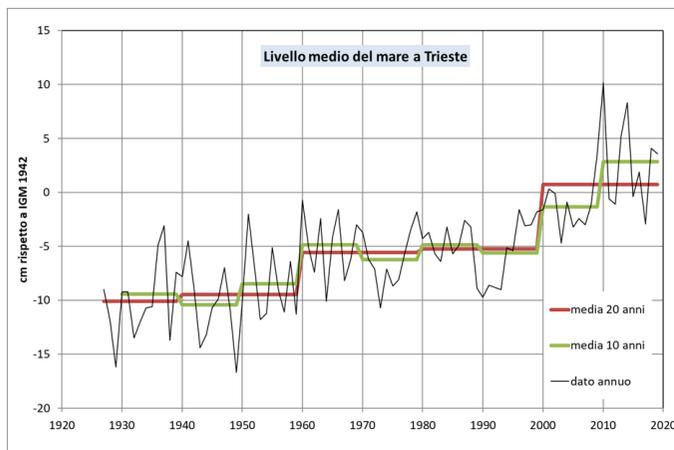


Un dato di fatto, l'innalzamento del livello del mare

I rapporti più recenti sul cambiamento climatico globale hanno messo in guardia i Paesi sul rischio indotto dall'innalzamento del livello del mare. Questa avvertenza deve essere presa seriamente in considerazione per la valutazione della vulnerabilità costiera e del pericolo di inondazione.

Inoltre, la subsidenza costiera naturale o di origine antropica che avviene in molti luoghi a tassi di diversi mm/anno può rappresentare un fattore critico per accelerare i cambiamenti, con differenze anche superiori al 30% rispetto alla media globale.

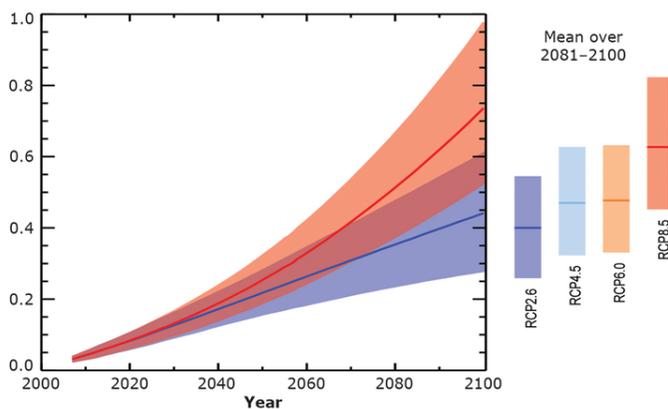
I dati medi annuali del livello del mare registrati a Trieste mostrano come vi siano importanti fluttuazioni da un anno all'altro, ma la tendenza all'innalzamento appare con chiarezza, con una nuova accelerazione a partire dagli anni Novanta.



I dati medi annuali del livello del mare registrati a Trieste dal 1930 al 2020 mostrano chiaramente la tendenza all'innalzamento del livello del mare, con una nuova accelerazione a partire dagli anni Novanta.

Diversi scenari previsionali vengono proposti a livello globale a seconda delle differenti ipotesi di riduzione dell'alterazione climatica.

Applicandone la proiezione al 2100 e aggiungendo l'abbassamento del livello del suolo per l'area costiera di Grado (con un contributo di circa 5 cm) si ottengono valori di innalzamento relativo del livello del mare compresi tra 29 e 180 cm.

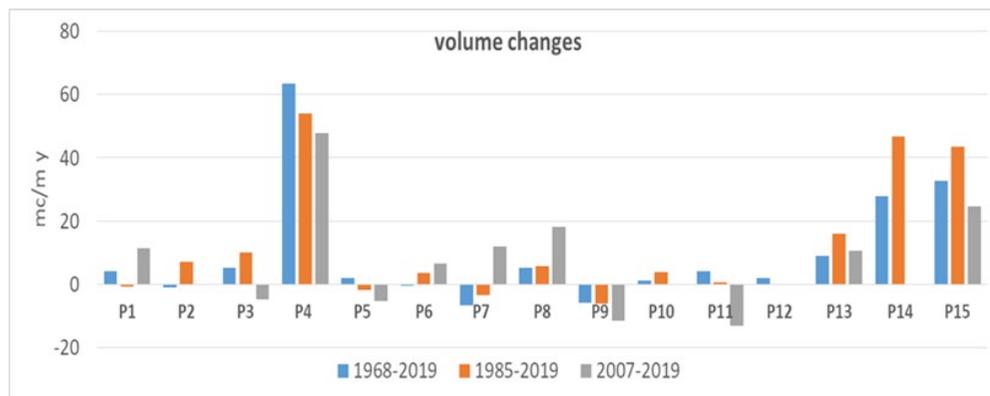
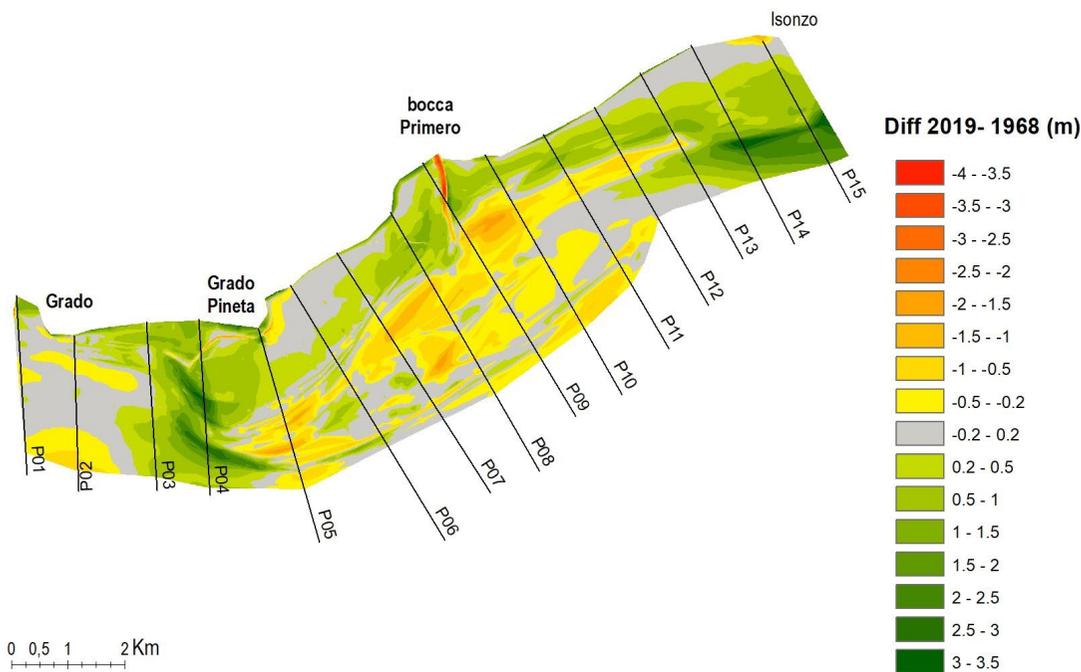


Scenario	Scenario RCP	Caratteristiche
Nessuna protezione del clima	RCP8.5	Non viene preso alcun provvedimento in favore della protezione del clima. Le emissioni di gas a effetto serra aumentano in modo continuo
Limitata protezione del clima	RCP4.5	L'emissione di gas a effetto serra è arginata, ma le loro concentrazioni nell'atmosfera aumentano ulteriormente nei prossimi 50 anni. L'obiettivo dei "+2 °C" non è raggiunto.
Consequente protezione del clima	RCP2.6	Vengono presi provvedimenti in favore della protezione del clima. L'aumento di gas ad effetto serra nell'atmosfera è arrestato entro 20 anni attraverso l'immediata riduzione delle emissioni.



Tassi medi di abbassamenti del suolo ottenuti dall'elaborazione dei dati del satellite Sentinel 1 (periodo aprile 2015- maggio 2020) elaborati da Planetek Italia Srl.

Cosa abbiamo imparato sui sedimenti



Bilanci volumetrici dei fondali ottenuti dal confronto dei rilievi batimetrici 1968 -2019: in alto carta delle differenze; in basso differenze lungo i profili.

I dati di bilancio sedimentario ottenuti grazie al progetto mostrano come i sedimenti convogliati alla foce dal fiume Isonzo siano trasportati dal regime d'onda dominante (Bora e Levante) verso Grado, dapprima superando la bocca di Primero e tutto il corpo centrale del Banco, per depositarsi sul lato occidentale, che funge da trappola sedimentaria.

La distribuzione dei tassi di accumulo è disomogenea: la maggior parte dell'accumulo avviene sul limite occidentale dell'area del Banco (profilo P4), mentre i tassi di accumulo verso il porto di Grado sono gradualmente più bassi. Nonostante i dati non evidenzino hot spot erosivi sui fondali, alcune delle spiagge turistiche di Grado sono periodicamente soggette a perdite di sabbia a seguito di tempeste e acque alte.

Negli ultimi vent'anni, sono state realizzate per questo tre interventi di ripascimento: nel 2005 (75.000m³), nel 2013 (20.000m³) e nel 2019 (70.000m³).

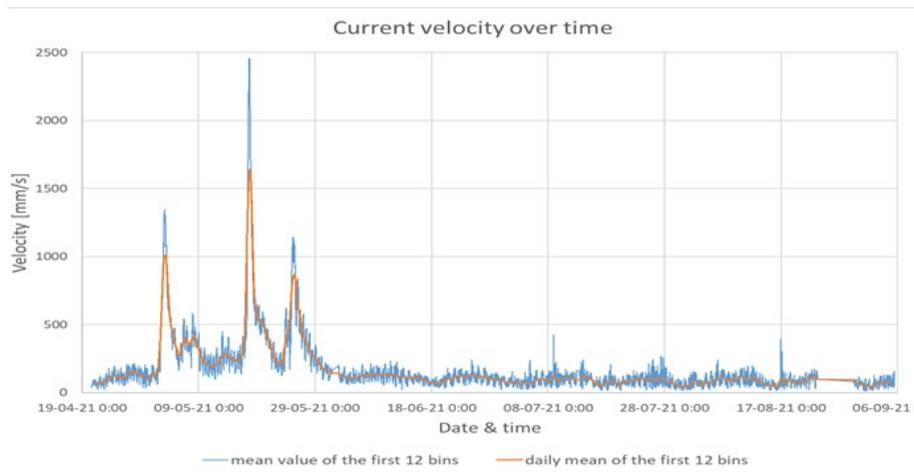


Cosa abbiamo imparato sui sedimenti

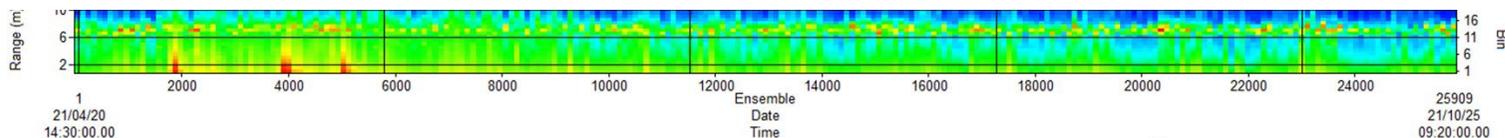
Per valutare l'apporto solido del fiume Isonzo, è stato installato sul letto del fiume un profilatore di corrente doppler acustico (ADCP).

Le misure sono incominciate il 20/04/2021 ed è stato possibile misurare gli effetti delle varie onde di piena del fiume Isonzo che si sono susseguite.

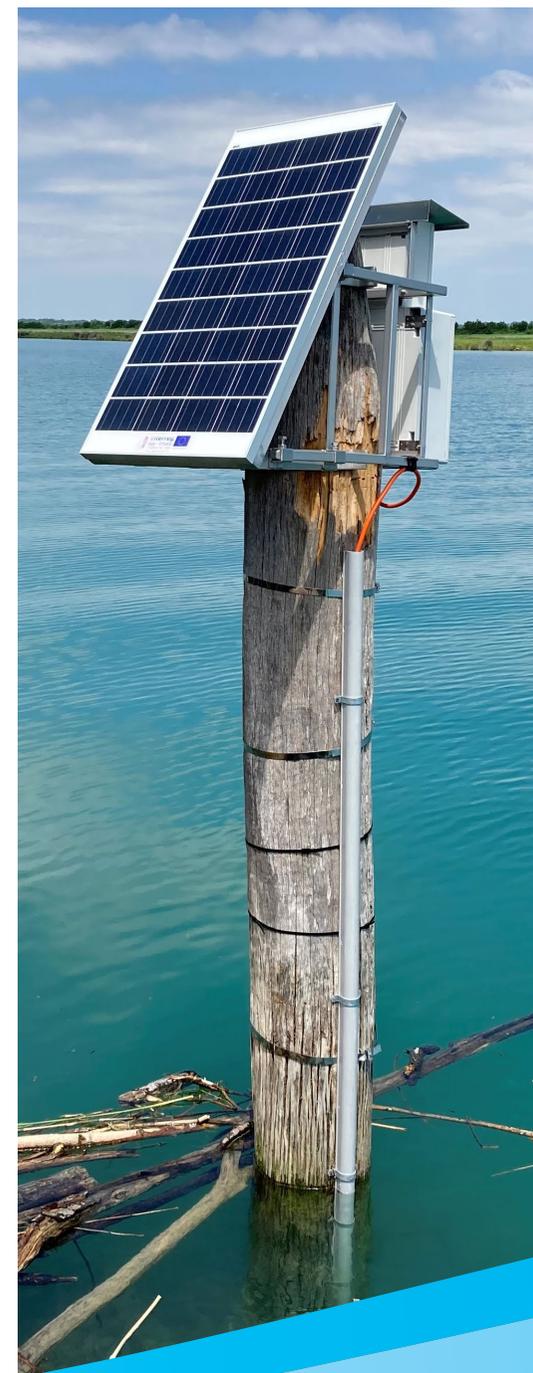
Oltre alla velocità della corrente lo strumento misura l'intensità del segnale acustico retrodiffuso dalle particelle sospese nell'acqua, consentendo di stimare il volume di sedimento trasportato dal fiume.



L'immagine mostra il grafico della velocità di corrente nel tempo. Tra la fine di aprile e maggio ci sono tre picchi che rappresentano tre eventi alluvionali del fiume Isonzo. La velocità di corrente durante gli eventi alluvionali è circa 20-30 volte superiore alla velocità durante i periodi di magra.

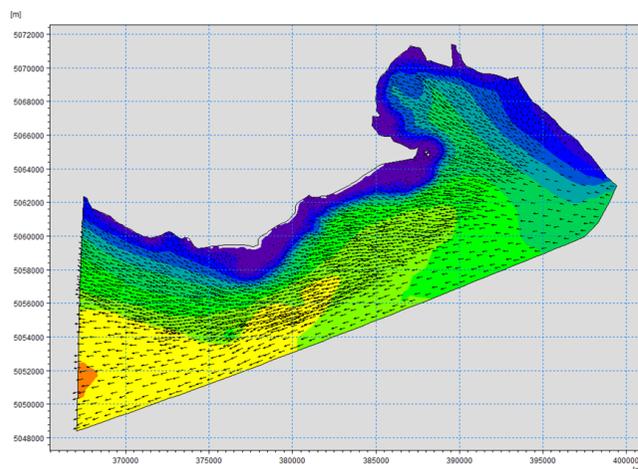


Serie temporale di misure di intensità riflessa da aprile 2021 ad oggi, i valori rossi indicano maggiore concentrazione del sedimento, in ascissa il tempo in ordinata le profondità di acquisizione, il livello dell'acqua corrisponde al bin 16, il fondo del fiume al bin 1.

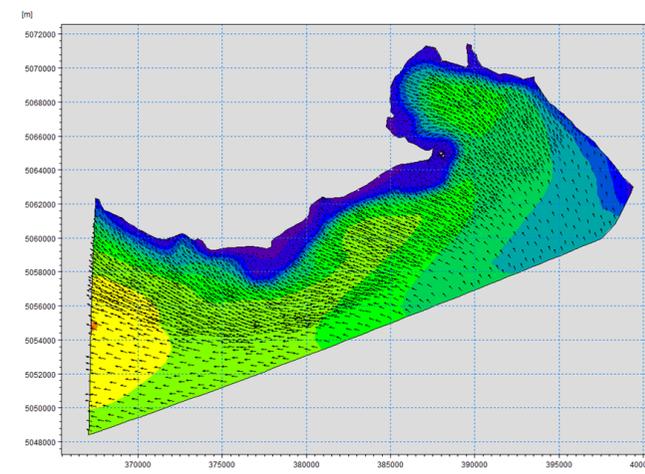


3 Cosa abbiamo imparato sui sedimenti

A cura dell'università di Bologna si è proceduto con uno studio per indagare a fondo l'idrodinamica e la morfodinamica dell'area attraverso la modellazione numerica. I risultati confermano la prevalenza delle correnti e del trasporto longshore diretto da est a ovest dalla foce dell'Isonzo all'apice del Banco.



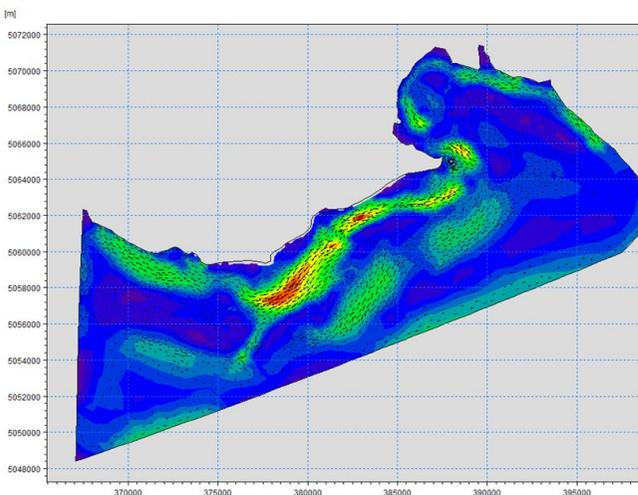
Campo d'onda per un evento di Bora



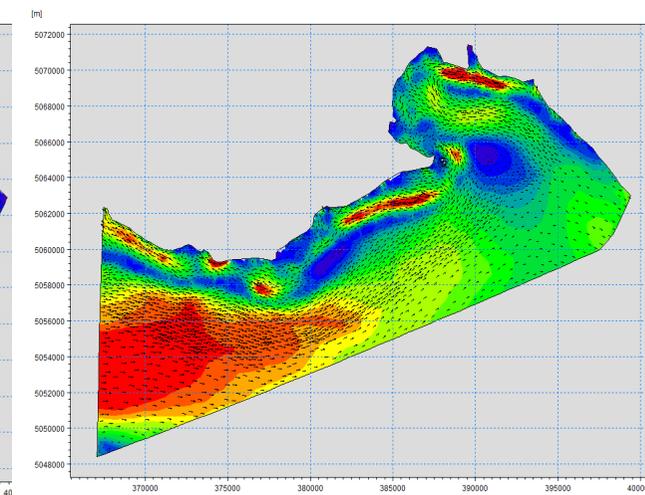
Campo d'onda per un evento di Scirocco



Andamento qualitativo del trasporto dei sedimenti annuale stimato per l'anno 2012



Campo idrodinamico per un evento di Bora

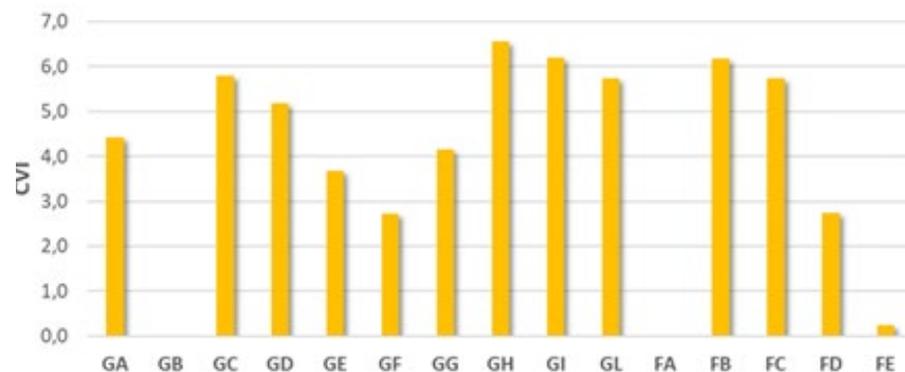
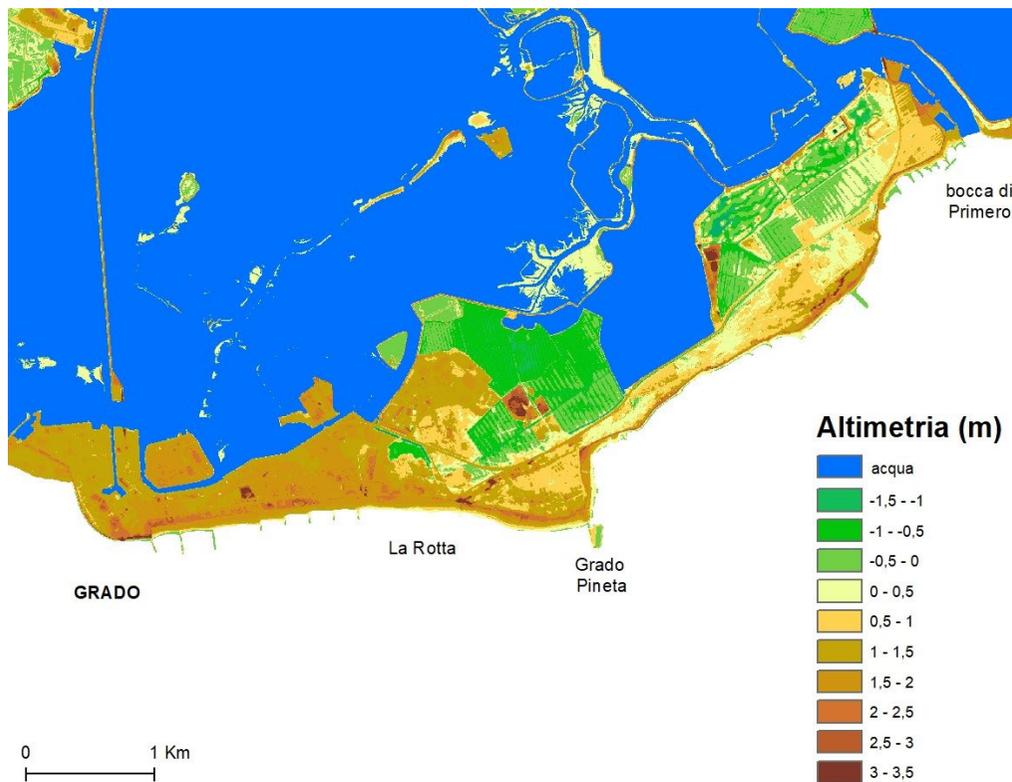


Campo idrodinamico per un evento di Scirocco

Lo scenario di vulnerabilità a breve termine

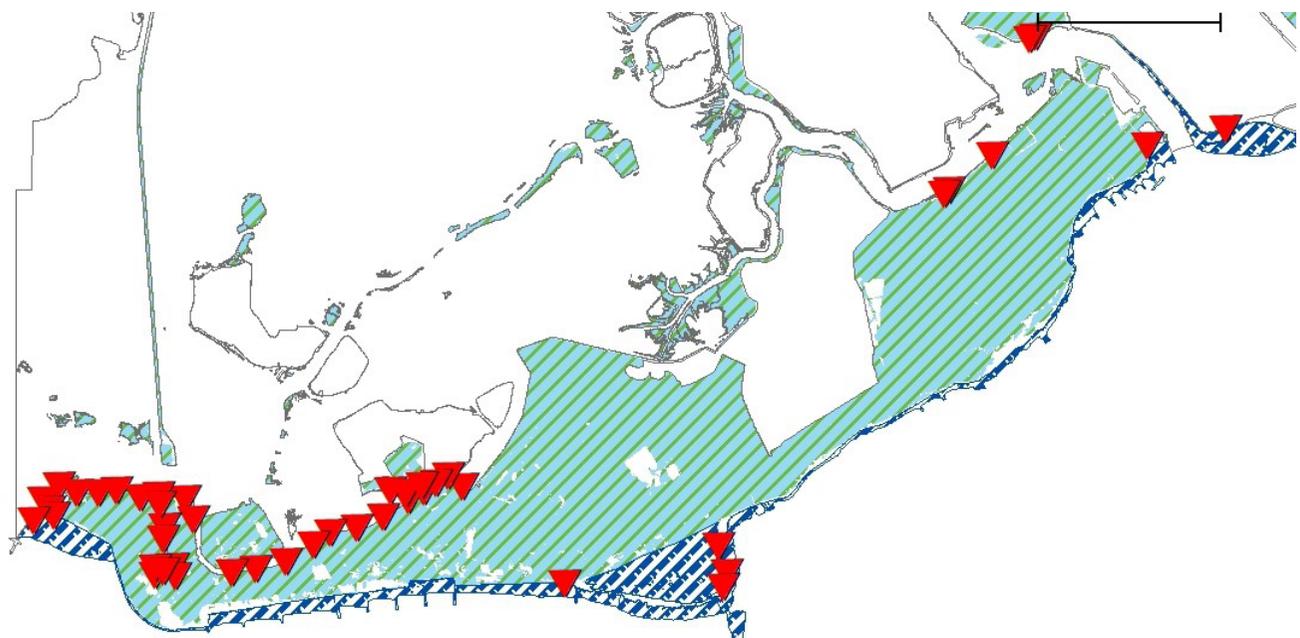
Gli allagamenti sono considerati gli eventi più importanti nella gestione delle aree costiere, e possono essere definiti come trasgressioni marine temporanee, che interessano aree ben definite in un breve lasso di tempo. La distribuzione delle zone a rischio è strettamente legata all'altimetria del territorio.

L'analisi di vulnerabilità costiera effettuata nell'ambito del progetto si rifà al principio che la vulnerabilità agli allagamenti sia fortemente condizionata dalle differenti caratteristiche dei settori di costa ed al conseguente potere dissipativo dell'energia delle onde. Un indice denominato CVI è stato definito per tutti i settori individuati nell'area di Grado, enfatizzando le caratteristiche morfologiche ed evolutive della spiaggia e dei fondali antistanti, con una situazione anomala rispetto alle altre spiagge Adriatiche soprattutto tra la Rotta e la bocca di Primero.



Lo scenario di vulnerabilità costiera a lungo termine

Il territorio di Grado allagato secondo lo scenario massimo RCP 2.6 in condizioni di acqua alta (+1,69 m).
La penetrazione potrebbe avvenire dal mare e dalla laguna, dal fiume o dai canali interni.



- ▼ punti debolezza
- aree di probabile allagamento a partire dal lato laguna
- aree di probabile allagamento a partire dal lato mare

Condizioni di acqua alta nello scenario RCP 2,6 MAX (+1,99 m)



Diversi modelli di allagamento per gli scenari RCP sono stati ottenuti imponendo i rispettivi valori di innalzamento del livello del mare sul modello digitale derivato dall'ultimo rilievo Lidar. Essi evidenziano limitate aree di probabile allagamento, grazie alla presenza delle difese costiere e di morfologie costiere con quote superiori a 1m.

Sommando ai valori di innalzamento del livello del mare, quelli per eventi di acqua alta (0,59 + 1,40) si ottiene un potenziale allagamento quasi completo dell'isola di Grado per la presenza di numerosi punti di possibile penetrazione dell'acqua sia dalla laguna che dal mare.

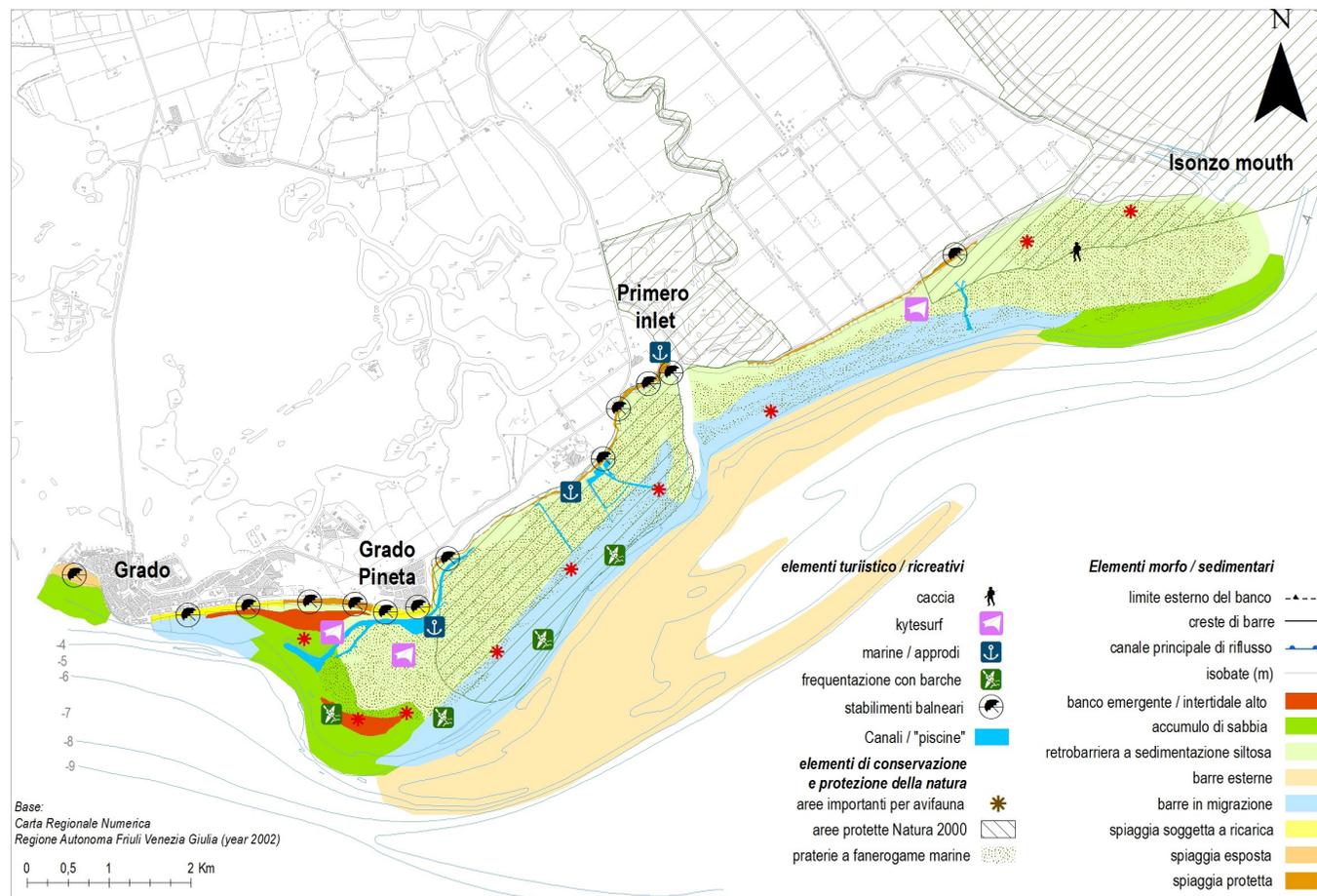
La coesistenza tra natura e turismo

Molti degli elementi naturali della zona costiera sono stati preservati, portando alla realizzazione di un programma di conservazione che comprende la creazione di aree protette Natura 2000 anche in presenza di un importante sviluppo turistico.

Il litorale di Grado deve essere necessariamente gestito per un uso polivalente, combinando le esigenze del turismo e della protezione della natura.

I risultati di Change We Care hanno permesso di mappare aree con caratteristiche diverse e con distinti valori turistico-ricreativi, ecologici e di conservazione, creando una zonizzazione.

L'obiettivo della zonizzazione è quello di sintetizzare dinamiche naturali, usi e conflitti e fornire una base per le future linee guida di gestione. La mappa sottolinea come le zone costiere siano state sviluppate senza considerare le loro caratteristiche intrinseche, in assenza di linee guida coordinate per la gestione delle coste.



Differenti aree ed elementi di rilevanza della fascia costiera: caratteristiche morfo-sedimentarie, valori turistico-ricreativi, ecologici e di conservazione

7 Le proposte per il futuro



Monitorare

La creazione di una banca dati con tutti i rilievi del passato ha evidenziato la cronica mancanza di rilievi sistematici. Nessuna programmazione e gestione adattativa è di fatto possibile senza una conoscenza di base e un monitoraggio continuo e adeguato delle modificazioni costiere. Esso dovrà comprendere in particolare rilievi morfo-batimetrici accurati e realizzati con un approccio di tipo geomorfologico, capitalizzando quanto fatto in Change We Care



Rapid response

Gli eventi naturali ordinari ed estremi che colpiscono le coste, quali tempeste, mareggiate, piene fluviali possono indurre modificazioni morfologiche significative nel giro di poche ore quali arretramenti della linea di riva, erosione di dune e di isole barriera, trascinamenti di sabbia, grandi quantità di depositi spiaggiati e distruzione di habitat.

Per affrontare le conseguenze di questi fenomeni è fondamentale adottare una metodologia di valutazione rapida (Rapid Environmental Assessment, REA) delle modificazioni intercorse a seguito dell'evento. Utilizzando metodi e tecnologie per rilievi speditivi dello stato post-evento (a partire da un dato pregresso recente) è possibile avere una quantificazione della modificazione e del danno subito. Un approccio di REA, fortemente incentivato dall'Unione Europea e a livello nazionale, è sicuramente il mezzo più appropriato, se attivato in tempi brevi a ridosso dell'evento, in contesti di aumento dei fenomeni estremi al fine di giungere rapidamente a soluzioni di intervento. Il risultato di questo tipo di valutazioni deve rientrare all'interno del processo di pianificazione e gestione del litorale.



7 Le proposte per il futuro



Preservare il sistema morfo-sedimentario del banco

La preservazione degli ambienti naturali costieri risponde agli obiettivi del Green Deal che richiede di guardare al futuro dell'economia e della società ripensando al concetto di sostenibilità come un'opportunità per massimizzare i livelli di efficienza della blue economy preservando le risorse naturali fondamentali al benessere dell'uomo. Il sistema del Banco rappresenta un'importante, naturale protezione per gli insediamenti umani e le infrastrutture anche nella prospettiva dell'innalzamento del livello del mare e offre inoltre una serie di co-benefici naturali come habitat per la fauna ittica, il sequestro del carbonio, le opportunità di turismo, l'istruzione e la ricerca.



Conservare la fonte dei sedimenti

Mentre l'erosione e la perdita di sabbia sono a livello mondiale un problema importante per l'industria del turismo, i rapidi cambiamenti morfologici e la gestione di importanti quantità di sedimenti mobili rappresentano la sfida - così come l'opportunità - qui. L'abbondanza di sedimenti rappresenta una fonte di grande ricchezza, nonché una concreta possibilità di contrastare la minaccia dell'innalzamento del livello del mare.

L'obiettivo a medio-lungo termine più importante è quello di migliorare la conoscenza e preservare le fonti sedimentarie (fiume Isonzo) e la naturale capacità delle correnti lungo la costa di distribuire la sabbia lungo il litorale verso ovest. Per questa ragione è necessario garantire il deflusso minimo e operare con una corretta pianificazione degli interventi idraulici nel bacino di drenaggio, monitorare le modificazioni dell'alveo e le estrazioni dei sedimenti, nonché preservare il trasporto costiero lungo riva evitando qualunque opera aggettante (pennelli, moli).



7 Le proposte per il futuro



Protezione della natura

L'ampia diffusione del kitesurf, che interessa numerose zone sia entro che fuori i confini del sito Natura 2000, appare di rilevante impatto per l'avifauna acquatica da metà settembre a fine aprile, come testimoniato da una ormai ampia letteratura scientifica in campo internazionale.

In particolare, le zone di accumulo di sabbia recente, che si stanno sviluppando sopra il livello medio del mare (nella mappa "banchi emergenti o intertidali recenti") rappresentano un habitat estremamente prezioso per il rifugio dell'avifauna acquatica durante l'alta marea. In queste aree, prossime al perimetro dei siti Natura 2000, vi è la necessità di armonizzare la protezione dell'avifauna con le norme di tutela già previste dai rispettivi piani di gestione. A questo proposito, sarebbe opportuno minimizzare l'impatto del kitesurf nella stagione non balneare, individuando siti alternativi da destinare a questa pratica. L'utilizzo di questi ultimi, ubicandoli in aree più antropizzate e in grado di fornire servizi, può favorire inoltre la destagionalizzazione del turismo.



Difese

L'analisi di vulnerabilità ha messo in luce alcuni elementi di debolezza del sistema costiero nei confronti dell'ingressione marina nella sua proiezione al 2100. Per le zone individuate (camping al Bosco, lato est Punta Barbacale) va fatta un'analisi e una progettazione di integrazione delle difese, possibilmente con interventi di tipo "morbido" con l'utilizzo di tecniche di ingegneria naturalistica che tengano conto delle caratteristiche ecologiche e morfologiche e tendano a loro miglioramento.



7 Le proposte per il futuro

Ripascimenti

In un ambiente così dinamico e caratterizzato da importanti elementi naturali e paesaggistici, il ripascimento appare la misura di intervento costiero maggiormente adatta e a basso impatto. La presenza di consistenti aree di accumulo sabbioso favorisce l'applicazione di un approccio a celle costiere. Una volta stabilita la compatibilità dei sedimenti, i sedimenti sovrabbondanti in queste aree possono essere gestiti come un serbatoio temporaneo per il ripascimento di spiagge adiacenti, con l'adozione di dragaggi / ripascimenti periodici e programmati. Questo approccio è favorito dal fatto che le aree deficitarie sono di dimensioni modeste e sono principalmente spiagge protette, quindi conservative e dalla necessità di dragare periodicamente alcuni canali navigabili di accesso alla laguna (porto di Grado, bocca di Primero).

In base a quanto realizzato finora (dal 2005 al 2019) è stimabile per il ripascimento una quantità di sabbia pari a 10 000 mc/anno. Oltretutto per le spiagge, neo-apporti di sabbie possono anche essere previste (come già indicato nei piani di gestione dei siti Natura 2000) per interventi di rinforzo o di rialzo localizzati, onde favorire la presenza dell'avifauna acquatica.

Il trasferimento di sabbie da un'area sorgente (cava) a una di deposito (ripascimento) può avvenire, come indicato nella figura sottostante, sia nella direzione delle dinamiche naturali di trasporto lungo riva (principio del bypass), sia in senso contrario, rallentando in quest'ultimo caso i processi di migrazione naturali.

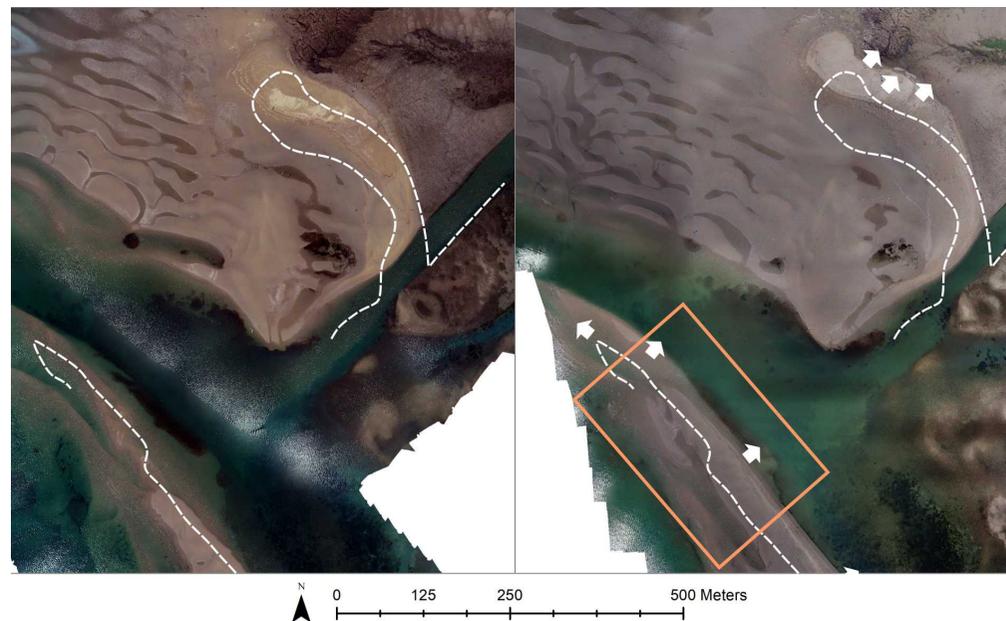
IPOTESI DI RIPASCIMENTO PERIODICO E PROGRAMMATO

- area di cava
- area di destinazione
- movimentazione
- direzione naturale di trasporto sedimentario



Limitazioni delle naturali dinamiche

Nelle aree a barre sabbiose in migrazione e nelle zone di accumulo, la vivace morfodinamica dovuta a onde e correnti diviene predominante sugli altri aspetti. In particolare, la parte più occidentale del banco della Mula di Muggia è vista come una minaccia per le attività turistiche a causa della sua rapida estensione verso ovest. Essa determina inoltre problemi di accesso alla piccola darsena sita a Punta Barbacale. Interventi di tipo strutturale non sono attuabili sia per la grande complessità della dinamica costiera sia nell'ottica di preservazione generale del sistema dei banchi e del naturale trasporto dei sedimenti verso ovest a raggiungere e superare la bocca di Grado fino ad alimentare il sistema di banchi esterni della laguna di Grado. Possono essere invece adottate tecniche di contenimento del flusso sedimentario asportando quantitativi di sedimento attraverso dragaggi localizzati e destinazione dei sedimenti per ripascimenti.



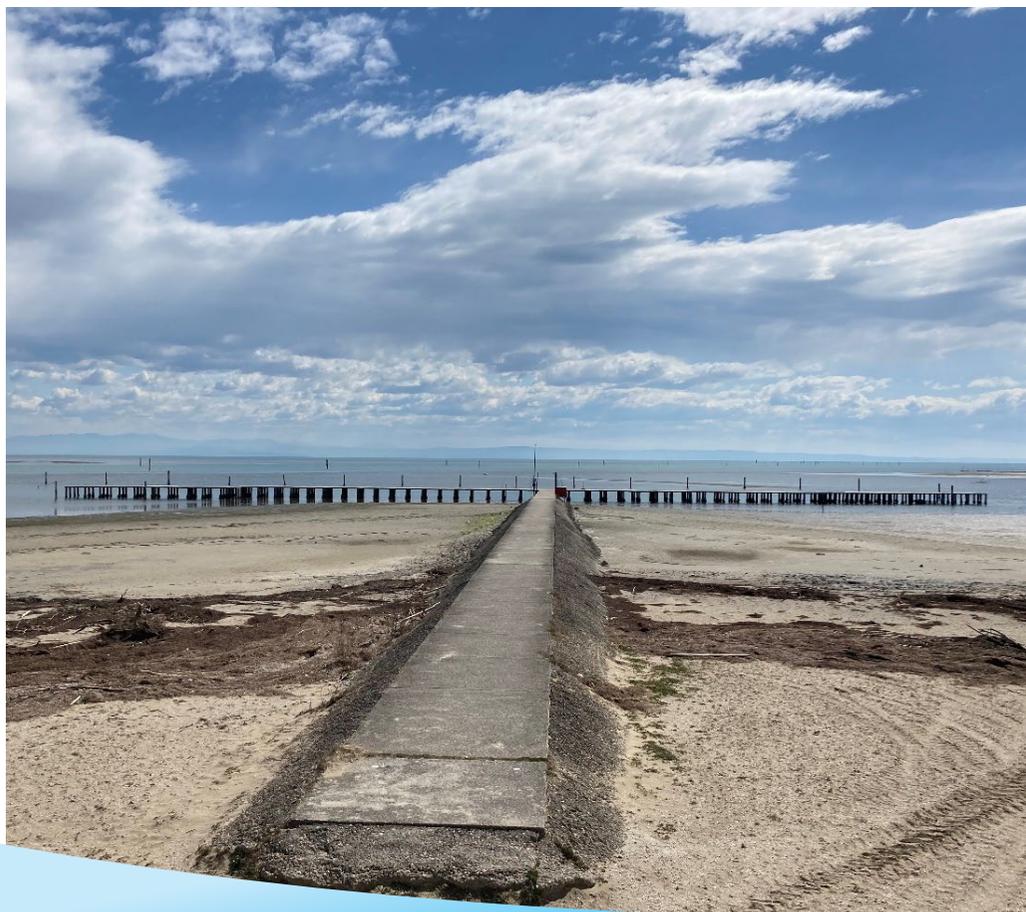
Evoluzione a breve termine del banco di sabbia alla fine del canale Brambati a Grado Pineta

7 Le proposte per il futuro



Piscine naturali e micro - portualità

Vi è la necessità di piccoli interventi utili a migliorare la fruizione turistico balneare delle spiagge protette situate nelle zone di retrobarriera a prevalente sedimentazione fangosa, in particolare piccoli escavi ("piscine naturali" e canali di accesso per micro - portualità). La loro realizzazione non è prevista attualmente entro il perimetro dei siti Natura 2000. La possibilità di intervento in questo senso potrebbe essere normata e portata a verifica di VAS, con adeguate misure compensative. È necessario che si tratti di interventi di piccola entità, ubicati in prossimità della spiaggia che non interferiscano con la circolazione idraulica e non impattino sulle praterie a fanerogame e che inducano una fruizione in armonia con la gestione dei siti natura 2000.



Educazione / informazione

Il turismo costiero locale è per lo più incentrato sulle spiagge attrezzate, con ampio uso di infrastrutture, e scarsità di aree naturali libere. Questo modello implica una mancanza di accettazione delle caratteristiche peculiari dei siti (in particolare l'area di retrobarriera) da parte degli stakeholder e favorisce i conflitti.

Il riconoscimento della valenza della rete Natura 2000 si traduce nell'affermazione di una precisa e inequivocabile priorità, quella della tutela dei valori naturali e della biodiversità. Nel contempo, l'incertezza determinata dal cambiamento climatico indica come prioritario il rispetto della naturale resilienza morfo-sedimentaria della zona costiera. Per una migliore accettazione degli ambienti e dei processi naturali da parte del turista gli devono essere forniti gli elementi di conoscenza che lo portino non solo ad accettare gli elementi naturali propri del luogo, ma anche ad apprezzarli come fattori di pregio e a gradire la possibilità di convivere con questi, attribuendo a questa prospettiva un valore aggiunto rispetto agli altri che già riconosce nella località che frequenta. È evidente che formazione, sensibilizzazione e promozione, sono azioni necessarie al raggiungimento di questo obiettivo. Nel medio - lungo periodo, forme di turismo più ecocompatibili possono contribuire alla conservazione della risorsa turistica stessa e a questa scala temporale sarà possibile apprezzare i benefici economici delle iniziative di informazione ed educazione.





	REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA
DIREZIONE CENTRALE DIFESA DELL'AMBIENTE, ENERGIA E SVILUPPO SOSTENIBILE	
Servizio geologico	



SINTESI REALIZZATA DA

Antonio Bratus, Fiorella Bieker (Regione FVG- Servizio Geologico)
Annelore Bezzi (UNITS- Dipartimento di matematica e geoscienze)



<https://www.italy-croatia.eu/web/changewecare>

