



## Misure/interventi pilota EbA/Eco-DRR locali in Veneto

## Lokalni pilotni ukrepi/intervencije EbA/Eco-DRR v Venetu

Report D3.1.3

Poročilo D3.1.3

DATA 13/03/2025

DATUM: 13/03/2025



Partner di progetto PP4

Projektni partner: PP4





## Colophon:

*TITOLO Analisi necessità/stato EbA/Eco-DRR*

Autori Alessandro Rosa, Rachele Dandolo, Alessandro Manzardo, Alberto Barausse

Il rapporto si riferisce al risultato D3.1.3 (Misura/intervento pilota EbA/Eco-DRR locali in Veneto), all'effetto diretto del progetto O3.1 (Missioni pilota EbA ed Eco-DRR sviluppate congiuntamente) e al risultato R1 (211 RCR79: Strategie e piani d'azione congiunti adottati da organizzazioni).

L'edizione online è disponibile al sito [www.ita-slo.eu/eco2smart](http://www.ita-slo.eu/eco2smart)

Il progetto ECO2SMART promuove la consapevolezza attiva dei cittadini riguardo alla riduzione dell'impatto dei cambiamenti climatici e dei rischi di catastrofi attraverso l'utilizzo di soluzioni ecosistemiche. Sulla base di ciò si mira a rafforzare la resilienza delle aree costiere incluse nel progetto.

## Partner del progetto:

LP/VP: Mestna občina Koper – Comune città di Capodistria  
PP2: Znanstveno-raziskovalno središče Koper  
PP3: Comune di Monfalcone  
PP4: Università degli Studi di Padova  
PP5: Shoreline Società Cooperativa  
PP6: Consorzio di Bonifica Veneto Orientale

**La pubblicazione è cofinanziata nell'ambito del Programma Interreg VI-A Italia-Slovenia 2021-2027 dal Fondo europeo di sviluppo Regionale e dai fondi nazionali.**

Il contenuto della presente pubblicazione non riflette necessariamente le posizioni ufficiali dell'Unione Europea. La responsabilità del contenuto della presente pubblicazione è dell'autore indicato nella testata della pubblicazione.

©

La presente pubblicazione è protetta dal diritto d'autore, ma può essere riprodotta in qualsiasi modo senza pagamento o previa autorizzazione per scopi didattici e di ricerca, ma non per la rivendita.

## Kolofon:

*NASLOV Analiza potreb/stanja EbA/Eco-DRR*

Avtorji Rachele Dandolo, Alessandro Rosa, Alessandro Manzardo, Alberto Barausse

Poročilo se nanaša na dosežek D3.1.3 (Pilotni lokalni ukrepi/intervencije EbA/Eco-DRR v Venetu), neposredni učinek projekta O3.1 (Skupno razvite pilotne misije EbA in Eco-DRR) in rezultat R1 (211 RCR79: Skupne strategije in akcijski načrti, ki jih uporabljajo organizacije).

Spletna izdaja, dostopna na [www.ita-slo.eu/eco2smart](http://www.ita-slo.eu/eco2smart)

Projekt ECO2SMART spodbuja aktivno ozaveščenost državljanov glede zmanjševanja vpliva podnebnih sprememb in tveganj naravnih nesreč z uporabo ekosistemskih rešitev. Na osnovi tega ima cilj krepite odpornost obalnih območij vključenih v projekt.

## Partnerji projekta:

LP/VP: Mestna občina Koper – Comune città di Capodistria  
PP2: Znanstveno-raziskovalno središče Koper  
PP3: Comune di Monfalcone  
PP4: Università degli Studi di Padova  
PP5: Shoreline Società Cooperativa  
PP6: Consorzio di Bonifica Veneto Orientale

**Objava je sofinancirana v okviru Programa Interreg VI-A Italia-Slovenija 2021-2027 iz sredstev Evropskega sklada za regionalni razvoj in nacionalnih sredstev.**

Vsebina te publikacije ne odraža nujno uradnih stališč Evropske unije. Odgovornost za vsebino te publikacije pripada avtorju, ki je naveden v kolofonu publikacije.

©

Ta publikacija je zaščitena z avtorskimi pravicami, vendar jo je mogoče reproducirati na kakršen koli način brez plačila ali predhodnega dovoljenja za namene poučevanja in raziskovanja, ne pa tudi za nadaljnjo prodajo.



*INDICE / KAZALO*

<b><u>1. ANALISI ESEGUITE</u></b>	<b>4</b>
<b><u>2. RISULTATI</u></b>	<b>6</b>
<b><u>3. CONCLUSIONI</u></b>	<b>8</b>
<b><u>1. OPRAVLJENE ANALIZE</u></b>	<b>4</b>
<b><u>2. REZULTATI</u></b>	<b>6</b>
<b><u>3. ZAKLJUČKI</u></b>	<b>8</b>

## 1. Analisi eseguite

Come attività previste nel deliverable 3.1.3 “Misure/interventi pilota EbA/Eco-DRR locali in Veneto” sono stati svolti, durante secondo e terzo periodo di rendicontazione, sette uscite sul campo nella laguna di Caorle, da operatori dell’Università di Padova, del Consorzio di Bonifica del Veneto Orientale e della Società Cooperativa Shoreline nelle date 12/03/2024, 29/05/2024, 20/06/2024, 03/07/2024, 16/07/2024, 17/07/2024 e 23/10/2024.

Lo scopo delle stesse era quello di determinare lo stato di naturalizzazione delle barene artificiali in laguna di Caorle.

Le attività svolte su campo sono state le seguenti:

-Analisi della copertura vegetale alofila: tramite la determinazione delle specie alofile e la relativa copertura del suolo in 90 quadrati 70x70 centimetri nei 4 principali corpi barenali.

-Analisi della copertura vegetale terrestre: tramite la determinazione delle specie principali non caratteristiche dell’habitat di barena.

-Analisi della copertura di fanerogame marine: i margini delle due barene più vicine alla bocca di porto (una naturale e una artificiale) sono stati suddivisi in transetti che sono stati percorsi da due operatori muniti di telecamere che hanno registrato il fondale. I video sono stati poi processati e la copertura di fanerogame marine è stata assegnata ad ogni transetto.

-Analisi del potenziale redox: tramite una sonda apposita, in associazione a 45 dei 90 quadrati menzionati al punto precedente.

-Analisi delle quote della barena: tramite un GPS differenziale ZENITH16, in associazione ai 90 quadrati menzionati al punto precedente, oltre ad altri punti in aree non coperte da vegetazione di barena, ma da arbusti e alberi terrestri, all’interno dei

## 1. Opravljene analize

Kot predvidene dejavnosti v okviru dosežka 3.1.3 »Lokalni pilotni ukrepi/posegi EbA/Eco-DRR v Venetu« je bilo v drugem in tretjem obdobju poročanja izvedenih sedem terenskih obiskov v laguni Caorle s strani strokovnjakov Univerze v Padovi, Konzorcija za bonifikacijo vzhodne Benečije in Zadruge Shoreline, in sicer 12.03.2024, 29.05.2024, 20.06.2024, 03.07.2024, 16.07.2024, 17.07.2024 in 23.10.2024.

Namen teh obiskov je bil določiti stanje naturalizacije umetnih barij v laguni Caorle.

Terenske dejavnosti so bile naslednje:

-Analiza halofitne vegetacijske pokritosti: z določanjem halofitnih vrst in njihove pokritosti tal v 90 kvadratih velikosti 70x70 centimetrov na 4 glavnih barenških telesih.  
-Analiza kopenske vegetacijske pokritosti: z določanjem glavnih vrst, ki niso značilne za habitat barij.

-Analiza pokritosti morskih cvetnic: robovi dveh barij, najbližjih pristaniškemu vhodu (eno naravno in eno umetno), so bili razdeljeni na transekte, ki sta jih prehodila dva operatorja, opremljena s kamerami, ki sta snemala morsko dno. Videoposnetki so bili nato obdelani in pokritost morskih cvetnic je bila dodeljena vsakemu transektu.

-Analiza redoks potenciala: s posebno sondjo, v povezavi s 45 od 90 kvadratov, omenjenih v prejšnji točki.

-Analiza višin barij: z diferencialnim GPS-om ZENITH16, v povezavi z 90 kvadrati, omenjenimi v prejšnji točki, ter dodatnimi točkami na območjih, ki niso pokrita z vegetacijo barij, temveč s kopenskimi grmi in drevesi, znotraj barenških teles, z

corpi barenali, al fine di caratterizzare le quote delle aree in cui il ripristino non ha portato all'effetto desiderato.

-Prelevo di carote di sedimento: sono state prelevate 32 carote di sedimento di 10 centimetri di profondità, 8 per ogni corpo barenale principale, sulle quali sono state eseguite successivamente analisi di laboratorio.

Le attività svolte in laboratorio sono le seguenti:

-Analisi statistiche e modellazione ecologica: è stata determinata la differenza in composizione di specie tra i quadrati appartenenti a barene artificiali e barene naturali in associazione ai parametri ambientali presi in analisi.

-Calcolo delle quote: tramite il software QGIS, sulla base delle misurazioni effettuate con il GPS differenziale, è stato delineato il profilo altimetrico delle barene, con particolare attenzione alle aree coperte da vegetazione terrestre per stimare il volume di un eventuale lavoro di livellamento.

-Analisi della granulometria: è stata determinata la composizione granulometrica delle carote prelevate nei siti in barena naturale e in barena artificiale, utilizzando una tecnologia di diffrazione laser LS 13 320 XR Laser Diffraction Particle Size Analyzer, presso la stazione biologica "Umberto d'Ancona" del dipartimento di Biologia Marina dell'Università di Padova a Chioggia.

-Analisi del contenuto di carbonio: è stato determinato il contenuto di carbonio organico nelle carote di sedimento prelevate nei siti di barena naturale e artificiale, utilizzando la tecnica della "Loss Of Ignition" secondo il protocollo presente nell'articolo "Roner et al. 2016", presso la stazione biologica "Umberto d'Ancona" del dipartimento di Biologia Marina dell'Università di Padova a Chioggia.

-Analisi della salinità del sedimento: è stata determinata la salinità del suolo delle carote prelevate nei siti in barena naturale

namenom opredelitve višin območij, kjer obnova ni prinesla želenega učinka.

-Odvzem sedimentnih jeder: odvzetih je bilo 32 sedimentnih jeder globine 10 centimetrov, 8 za vsako glavno barenko telo, na katerih so bile kasneje izvedene laboratorijske analize.

Laboratorijske dejavnosti so bile naslednje:

-Statistične analize in ekološko modeliranje: določena je bila razlika v sestavi vrst med kvadrati, ki pripadajo umetnim in naravnim barjem, v povezavi z analiziranimi okoljskimi parametri.

-Izračun višin: s programsko opremo QGIS je bil na podlagi meritev, opravljenih z diferencialnim GPS-om, določen višinski profil barij, s posebno pozornostjo na območja, pokrita s kopensko vegetacijo, za oceno volumna morebitnega izravnalnega dela.

-Analiza granulometrije: določena je bila granulometrična sestava jeder, odvzetih na naravnih in umetnih barenških območjih, z uporabo tehnologije laserske difrakcije LS 13 320 XR Laser Diffraction Particle Size Analyzer na biološki postaji "Umberto d'Ancona" Oddelka za morsko biologijo Univerze v Padovi v Chioggi.

-Analiza vsebnosti ogljika: določena je bila vsebnost organskega ogljika v sedimentnih jedrih, odvzetih na naravnih in umetnih barenških območjih, z uporabo tehnike "Loss Of Ignition" po protokolu iz članka "Roner et al. 2016" na biološki postaji "Umberto d'Ancona" Oddelka za morsko biologijo Univerze v Padovi v Chioggi.

-Analiza slanosti sedimenta: določena je bila slanost tal jeder, odvzetih na naravnih in umetnih barenških območjih, z metodo

e artificiale mediante il metodo della diluizione in acqua distillata e successiva misura della conducibilità, secondo il protocollo specificato nell'articolo "Bado et al. 2016", presso la stazione biologica "Umberto d'Ancona" del dipartimento di Biologia Marina dell'Università di Padova a Chioggia.

## 2. Risultati

Riassumendo brevemente i risultati dello studio è emerso che le specie vegetali alofile sono quasi le stesse tra barena artificiale e naturale, sebbene le barene naturali presentino un indice di shannon maggiore, che significa che presentano mediamente un maggior numero di specie per ogni quadrato e una più equa ripartizione della copertura tra le diverse specie. I quadrati nelle barene artificiali presentano anche significativamente più suolo nudo non vegetato rispetto alle naturali, indice del fatto che il processo di naturalizzazione non è ancora completo e probabilmente ostacolato dal fatto che alcune aree di barena artificiale si trovano a quote maggiori delle normali escursioni di marea, limitando gli eventi di sommersione utili ad apportare nutrienti e semi delle piante alofile sui terreni delle barene artificiali.

La copertura dei margini sommersi delle barene da parte di piante marine non presenta differenze significative tra le aree naturali e artificiali, sintomo di una buona qualità ambientale in tutti i siti presi in analisi.

Ci è stato impossibile trarre conclusioni circa il potenziale redox dei siti, a causa di un malfunzionamento dello strumento che non ci consente di considerare affidabili le misure effettuate in campo.

Per quanto riguarda le quote esse sono maggiori nelle barene artificiali, con le barene naturali che si attestano sempre tra i 30 e i 55 centimetri sul livello del mare,

redčenja v destilirani vodi in naknadnim merjenjem prevodnosti, po protokolu, navedenem v članku "Bado et al. 2016", na biološki postaji "Umberto d'Ancona" Oddelka za morsko biologijo Univerze v Padovi v Chioggi.

## 2. Rezultati

Če na kratko povzamemo rezultate študije, se je izkazalo, da so halofitne rastlinske vrste skoraj enake med umetnimi in naravnimi barji, čeprav imajo naravna barja višji Shannonov indeks, kar pomeni, da imajo v povprečju večje število vrst na kvadrat in bolj enakomerno porazdelitev pokritosti med različnimi vrstami. Kvadrati na umetnih barjih imajo tudi bistveno več gole, neporaščene zemlje v primerjavi z naravnimi, kar kaže na to, da proces naturalizacije še ni končan in ga verjetno ovira dejstvo, da so nekatera območja umetnih barij na višjih nadmorskih višinah od normalnih plimskih nihanj, kar omejuje poplavne dogodke, ki so koristni za prinašanje hrani in semen halofitnih rastlin na zemljišča umetnih barij.

Pokritost potopljenih robov barij z morskimi rastlinami ne kaže pomembnih razlik med naravnimi in umetnimi območji, kar je znak dobre okoljske kakovosti na vseh analiziranih lokacijah.

Zaključkov o redoks potencialu lokacij nismo mogli podati zaradi okvare instrumenta, zaradi česar meritev, opravljenih na terenu, ne moremo štetiti za zanesljive.

Kar zadeva nadmorske višine, so te višje na umetnih barjih, pri čemer so naravna barja vedno med 30 in 55 centimetri nad morsko gladino, medtem ko imajo umetna

mentre le artificiali che presentano vegetazione di barena tra i 30 e i 75 centimetri, vegetazione erbacea terrestre tra 75 e 85 centimetri e infine una copertura ad arbusti e alberi da 85 fino a 160 centimetri di quota (in un'area specifica in una delle barene artificiali). Interessante il fatto che la vegetazione tipica di barena sia riuscita a crescere anche a quote superiori ai 55 centimetri, solitamente riportato in letteratura come limite superiore, sebbene accompagnata da una percentuale maggiore di suolo nudo.

Modellando la forma delle zone a quota più elevata coperte di alberi tramite il software QGIS è stata calcolato un volume di terra da rimuovere per riportare l'area a una quota di 85 centimetri massimo (eliminando quindi la nicchia di elevazione della vegetazione arborea e arbustiva) pari a circa 6500 metri cubi, mentre volendo riportare l'area a 75 centimetri massimo (eliminando anche la vegetazione erbacea terrestre) pari a circa 11500 metri cubi.

Le analisi granulometriche indicano un maggior diametro medio delle particelle nelle barene artificiali e anche una maggior eterogeneità nella composizione dei sedimenti suddivisi nelle classi di sabbia, limo e argilla. Al contrario i sedimenti nelle barene naturali sono molto più omogenei e fini.

Il contenuto di carbonio organico nei suoli è maggiore nelle barene naturali, con valori di circa il 4% contro il 2% circa delle barene artificiali. Questo risultato è incoraggiante dato che nello spazio di 15 anni le barene artificiali hanno accumulato un contenuto di carbonio significativo, importante in ottica di mitigazione del cambiamento climatico.

La salinità dei suoli è risultata essere leggermente maggiore nelle barene naturali rispetto alle artificiali, ma comunque si attesta a valori tra 2 e 4 parti per mille, leggermente basso rispetto a dati di letteratura ottenuti in ambienti analoghi (anche se non con lo stesso protocollo,

barja baresko vegetacijo med 30 in 75 centimetri, kopensko travnato vegetacijo med 75 in 85 centimetri ter končno pokritost z grmovjem in drevesi od 85 do 160 centimetrov nadmorske višine (na specifičnem območju na enem od umetnih barij). Zanimivo je, da je tipična bareska vegetacija uspela rasti tudi na višinah nad 55 centimetri, kar se v literaturi običajno navaja kot zgornja meja, čeprav jo spremlica večji odstotek gole zemlje.

Z modeliranjem oblike območij z višjo nadmorsko višino, poraslih z drevesi, s programsko opremo QGIS, je bil izračunan volumen zemlje, ki jo je treba odstraniti, da bi območje vrnili na najvišjo nadmorsko višino 85 centimetrov (s čimer bi odstranili nišo z drevesno in grmovno vegetacijo), in sicer približno 6500 kubičnih metrov, medtem ko bi za vrnitev območja na največ 75 centimetrov (z odstranitvijo tudi kopenske travnate vegetacije) potrebovali približno 11500 kubičnih metrov.

Granulometrične analize kažejo večji povprečni premer delcev v umetnih barjih in tudi večjo heterogenost v sestavi sedimentov, razdeljenih v razrede peska, melja in gline. Nasprotno so sedimenti v naravnih barjih veliko bolj homogeni in fini.

Vsebnost organskega ogljika v tleh je višja v naravnih barjih, z vrednostmi okoli 4% v primerjavi z okoli 2% v umetnih barjih. Ta rezultat je spodbuden, saj so umetna barja v 15 letih nakopičila pomembno vsebnost ogljika, kar je pomembno z vidika blaženja podnebnih sprememb.

Slanost tal se je izkazala za nekoliko višjo v naravnih barjih v primerjavi z umetnimi, vendar se še vedno giblje med 2 in 4 promili, kar je nekoliko nizko v primerjavi s podatki iz literature, pridobljenimi v podobnih okoljih (čeprav ne z istim protokolom, zato se izvajajo dodatne

motivo per cui stanno venendo effettuate altre analisi per chiarire questo punto). Questo comunque potrebbe essere dovuto al fatto che l'apporto di acqua dolce è molto significativo rispetto ad esempio alla Laguna di Venezia. Nelle aree a copertura arbustiva e arborea invece la salinità è risultata molto bassa, comparabile a quella dei suoli terrestri, il che indica che queste aree non vengono mai sommerse nemmeno durante maree particolarmente alte.

### 3. Conclusioni

In conclusione possiamo affermare che il ripristino delle barene della Laguna di Caorle effettuato nel 2010 è nel bel mezzo di una transizione verso uno stato naturale, con una buona copertura e biodiversità della vegetazione alofila anche se non ancora completo e probabilmente rallentato nella sua colonizzazione e nell'accumulo di carbonio da quote che non garantiscono una completa sommersione da parte delle maree ordinarie. Allo stesso tempo le barene artificiali hanno probabilmente favorito la sedimentazione lungo i propri margini di nuove aree barenali di neoformazione, le quali, se considerate come categoria a parte nelle analisi, sono già più vicine ad uno stato naturale delle artificiali dal punto di vista della biodiversità, della granulometria e del contenuto di carbonio.

Le uniche aree la cui vegetazione sviluppatisi non è quella caratteristica di barena sono quelle a quote maggiori, colonizzate da arbusti e alberi terrestri e che data la salinità molto bassa dei suoli, probabilmente non vengono mai sommerse nemmeno durante maree particolarmente alte.

Per quanto riguarda potenziali azioni da intraprendere per il ripristino delle quote corrette, le considerazioni effettuate come team di ECO2SMART sono quelle di

analize za pojasnitev te točke). To bi lahko bilo posledica dejstva, da je dotok sladke vode zelo pomemben v primerjavi na primer z Beneško laguno. Na območjih z grmovno in drevesno pokritostjo pa je bila slanost zelo nizka, primerljiva s slanostjo kopenskih tal, kar kaže, da ta območja niso nikoli poplavljena, niti med posebej visokimi plimami.

### 3. Zaključki

Zaključimo lahko, da je obnova barij v laguni Caorle, izvedena leta 2010, sredi prehoda v naravno stanje, z dobro pokritostjo in biotsko raznovrstnostjo halofitne vegetacije, čeprav še ni popolna in je verjetno upočasnjena v svoji kolonizaciji in akumulaciji ogljika zaradi višin, ki ne zagotavlja popolne potopitve z običajnimi plimami. Hkrati so umetna barja verjetno spodbudila sedimentacijo vzdolž svojih robov novih, na novo nastalih barenških območij, ki so, če jih v analizah obravnavamo kot ločeno kategorijo, z vidika biotske raznovrstnosti, granulometrije in vsebnosti ogljika že bližje naravnemu stanju kot umetna.

Edina območja, kjer razvita vegetacija ni značilna za barja, so tista na višjih nadmorskih višinah, kolonizirana s kopenskimi grmi in drevesi, ki zaradi zelo nizke slanosti tal verjetno niso nikoli poplavljena, niti med posebej visokimi plimami.

Glede morebitnih ukrepov za obnovitev pravilnih višin so razmisleki, ki jih je opravila ekipa ECO2SMART, da se okolje prepusti naravnemu razvoju, glede na

lasciare l'ambiente ad un'evoluzione naturale, visto anche l'inevitabile innalzamento del livello del mare che porterà anche le quote più alte delle barene artificiali a sommersione nel giro di qualche decina d'anni. Al contrario agire immediatamente potrebbe causare danni a un ecosistema che sta evolvendo verso la naturalità e che fornisce svariati servizi ecosistemici di supporto alla biodiversità, smorzamento del moto ondoso con conseguente riduzione dell'erosione costiera e fitodepurazione delle acque, riportando vaste aree allo stato non vegetato del 2010 in caso di interventi invasivi di livellamento effettuati con macchinari pesanti.

neizogibno dvigovanje morske gladine, ki bo v nekaj desetletjih privedlo do potopitve tudi najvišjih delov umetnih barij. Nasprotno bi takojšnje ukrepanje lahko povzročilo škodo ekosistemu, ki se razvija v smeri naravnosti in zagotavlja različne ekosistemski storitve za podporo biotski raznovrstnosti, blaženje valov s posledičnim zmanjšanjem obalne erozije in fitodepuracijo voda, pri čemer bi v primeru invazivnih izravnalnih posegov s težko mehanizacijo obsežna območja vrnili v neporaščeno stanje iz leta 2010.

## Fotografie / Fotografije





