

# Valutazione del successo della rinaturazione alla foce del Ticino: Stato 3 (2021)



Fondazione Bolle di Magadino (FBM)

2023



## Hanno collaborato a questa campagna di rilievi

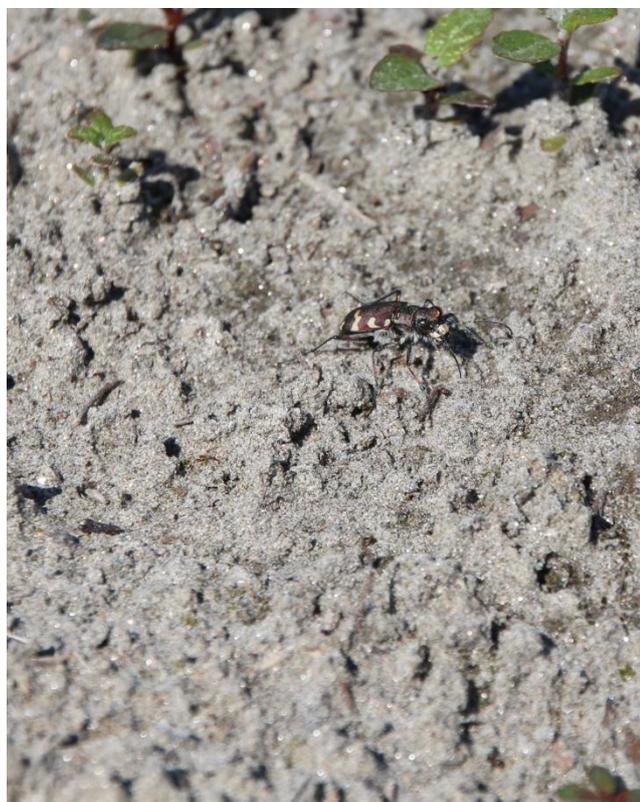
**Pietro Beffa (indicatori idromorfologici)**  
**Lorenzo Giollo (Invertebrati, indicatori biologici, rapporto)**  
**Giuliano Greco (Flora)**

**Roberto Lardelli (Avifauna)**  
**Nicola Patocchi (Araneae, rapporto)**

**Si ringrazia inoltre per la preziosa collaborazione**  
**Yannick Chittaro (verifica det. Carabidae)**  
**L'ufficio cantonale per i corsi d'acqua (UCA)**  
**L'ufficio cantonale per la natura e paesaggio (UNP)**

Citazione:

Giollo L., Beffa P., Greco G., Lardelli R., Patocchi N. 2023. Valutazione del successo della rinaturazione alla foce del Ticino: Stato 3 (2021). Rapporto Fondazione Bolle di Magadino: 58 pp.



*Cicindela hybrida*, Isola principale – 10.6.2021

## CONCLUSIONE

Anche se più lentamente rispetto a quanto ipotizzato, il delta continua a evolvere. A titolo esplicativo, il confronto dell'indicatore 48\* (fauna e flora), che mostra bene lo sviluppo cenotico nel comparto, può essere usato quale sunto della situazione. Nell'immagine a pagina 49, dove sono riportate le cenosi stagionali, è evidente l'impatto della piena dell'anno precedente che ha depositato importanti quantità di sabbia in sponda destra e sulla punta orientale dell'isola principale. Se l'area più occidentale, meno toccata dagli eventi di piena, si è consolidata in un stato più avanzato e palustre rispetto al 2015, il nuovo ambiente creatosi più a est ha permesso lo sviluppo di cenosi pioniere, perlomeno nella prima metà dell'anno. Nonostante ciò, lo stato di successione differisce poco rispetto al 2015, segno che le piene hanno modellato poco la struttura ecologica; lo sviluppo importante di formazioni vegetali a legno molle indica infatti che diverse piante sono state coperte dalla sabbia ma non sradicate.

Queste considerazioni, unitamente al ridotto numero di animali catturati per via dell'entità catastrofica della piena, indicano come:

- i) la superficie della foce è ancora troppo ristretta per evitare eventi catastrofici in caso di grandi piene;
- ii) il delta non è ancora in equilibrio con i livelli artificiali primaverili del lago (ci vorrebbero delle piene in periodo primaverile, con le soglie di regolazione attuali).



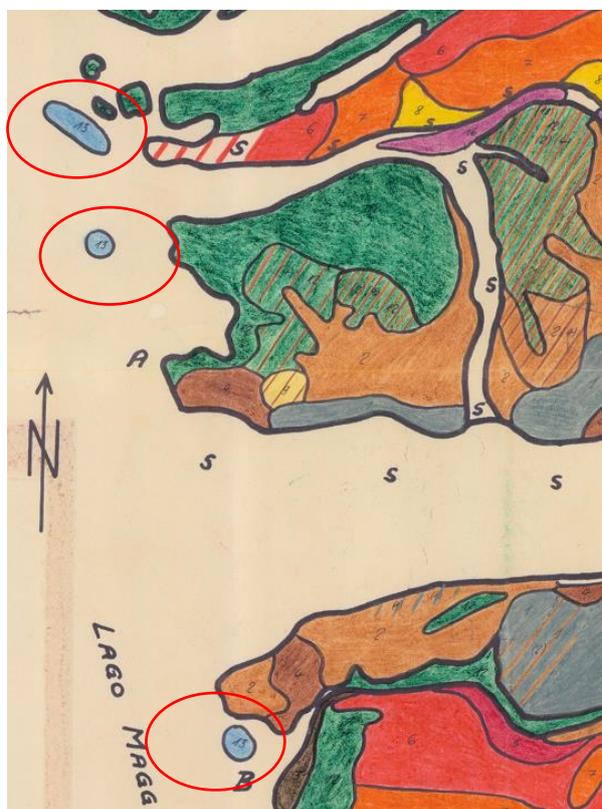
Fronte Est isola principale, sommersa dalla piena del Ticino 1'300 m3/sec, 19.4.2021



Fronte Est isola principale, settore sommerso dalla piena del Ticino 1'300 m3/sec, 22.4.2021 (Staz. 15)



Fronte Ovest a lago. Ricrescita di *Schoenoplectus lacustris*, 27.10.2021. Una specie che a Magadino può essere considerata una buona pioniera igrofila e che non ama la regolazione artificiale del lago (sommersione dei banchi di sabbia).



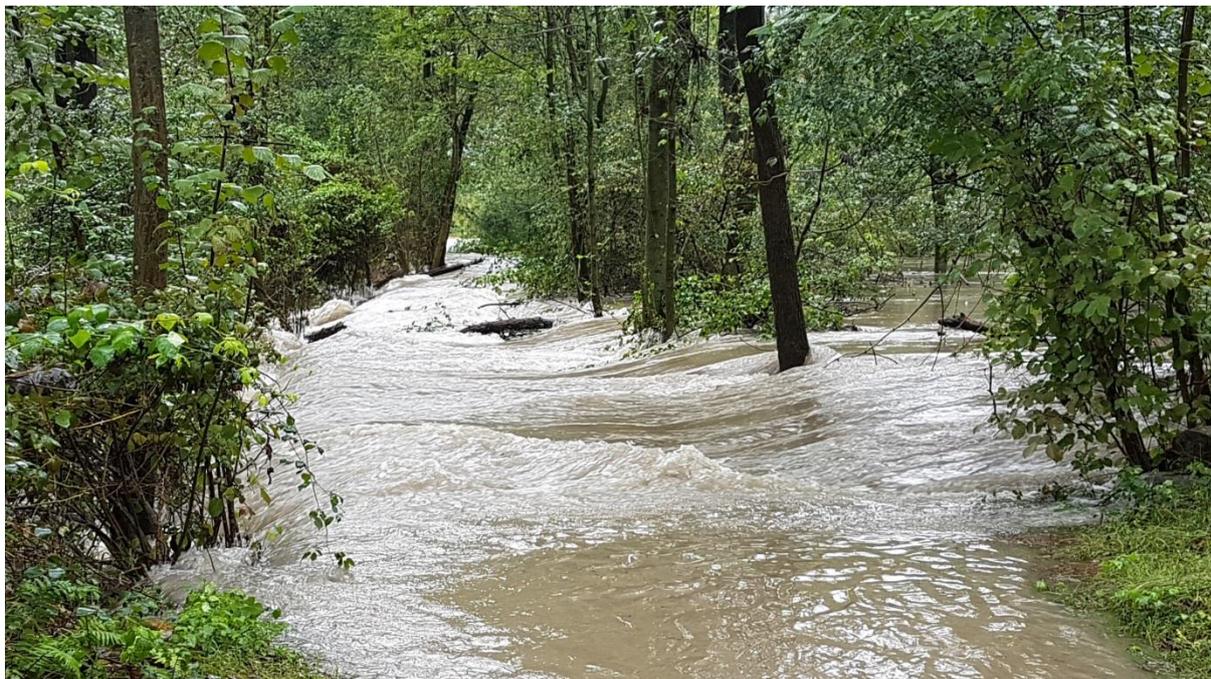
Carta prof. Klötzli 1962 – Unità 13 corrisponde a formazioni di *Schoenoplectus lacustris*. (Poi scomparso dopo il 1970).



Isootto principale dalla sponda destra, fronte Ovest, (fiume a 1'070 m<sup>3</sup>/sec a Bellinzona), 10.43 - 3.10.2020



Isootto principale dalla sponda destra, fronte Est, (fiume a 1'070 m<sup>3</sup>/sec a Bellinzona), 10.43 - 3.10.2020.



Diga della Pepa tra argine insommergibile e sommergibile (guardando verso Nord), fiume a 1'343 m<sup>3</sup>/sec a Bellinzona), 11.20 - 3.10.2020.



Isolotto principale, livello lago a 193.84 m slm, 19.5.2021. (soglia di accumolo tra marzo e settembre, corrisponde a +1.25 m in riferimento alla diga di Sesto calende). Risultano ancora ben visibili i depositi di sabbia depositati dalla piena di ottobre 2020 sulle sponde e sull'isolotto. Banchi di sabbia e ghiaia in alveo sono completamente sommersi a questa quota del lago. Si noti la maggior larghezza del braccio destro del fiume, provocato dall'erosione dell'evento del 3 ottobre 2020.

## Sommario

<b>INTRODUZIONE</b> .....	<b>9</b>
<b>VALUTAZIONE PER INDICATORE</b> .....	<b>12</b>
INDICATORI SOCIOLOGICI .....	15
26. QUANTITÀ DI TRONCHI .....	16
A. MACROFITE ACQUATICHE.....	16
27. SPECIE VEGETALI TIPICAMENTE GOLENALI.....	19
49. CARTOGRAFIA TIPOLOGICA.....	20
48*. SUCCESSIONE E RIGENERAZIONE (VEGETAZIONE E INVERTEBRATI EPIGEI) .....	20
4. PERMEABILITÀ PER I PESCI .....	27
B. SPECIE FAUNISTICHE TIPICAMENTE GOLENALI .....	29
C. UCCELLI NIDIFICANTI.....	30
D. UCCELLI MIGRATORI .....	31
33. DINAMICA STRUTTURALE DEL FONDO.....	32
36. STRUTTURA DEL FONDO .....	34
43. DINAMICA STRUTTURALE DELLE SPONDE.....	35
45. STRUTTURA DELLE SPONDE .....	38
E. CRESCITA DEL DELTA NEL LAGO .....	39
13*. DINAMICA D'INONDAZIONE: DURATA, TIPO E AMPIEZZA.....	41
<b>VALUTAZIONE GLOBALE</b> .....	<b>45</b>
<b>CONCLUSIONE</b> .....	<b>50</b>

**(Documentazione fotografica da pagina 51)**

## INTRODUZIONE

Terminata la rinaturazione alla fine del 2009, dopo le prime valutazioni avvenute nel 2010 e 2015, a più di 5 anni di distanza siamo ora alla terza valutazione del successo dell'intervento. Rispetto agli indicatori scelti, tenuto conto che 5 anni sono un periodo abbastanza breve, alcuni indicatori non sono stati analizzati. Lo saranno nelle fasi successive (2030). L'intervallo di tempo scelto dal programma di controllo è di 5 anni, ma visto che il periodo 2015-2020 è stato abbastanza tranquillo dal punto di vista degli eventi idrologici, si è deciso di ritardare il momento del controllo 3. Proprio il 4 ottobre 2020 è avventa una piena significativa, per cui si è deciso di attuare il programma di controllo nel corso del 2021, affinché si possano studiare i cambiamenti indotti.

### Situazione generale tra il 2015 e il 2021

Nel periodo intercorso tra la seconda valutazione e la terza valutazione vi è stato un evento di piena importante. La portata massima misurata alla stazione UFAM di Bellinzona il 03.10.2020 alle ore 12:20 è stata di 1'341 m<sup>3</sup>/s, che secondo i dati statistici relativi alla stazione, consultabili sulla scheda "Statistica delle piene", risulta avere un periodo di ritorno di ca. 20 anni.

Inoltre, si segnala che vi sono stati altri eventi di piena, tra cui uno significativo verificatosi il 17.06.2016 quando alla stazione di Bellinzona si è registrato un picco di 1'107 m<sup>3</sup>/s che equivale ad un periodo di ritorno di ca. 5 anni.

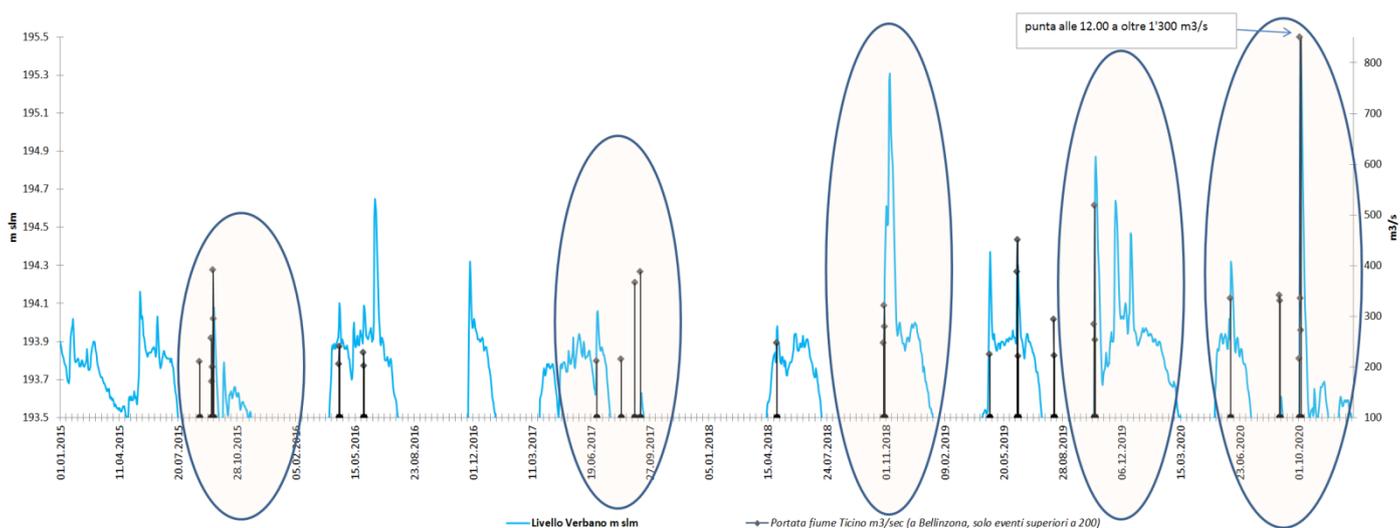
Si ritiene opportuno segnalare anche un altro fattore rilevante per le modifiche delle strutture morfologiche della foce:

"Durante la fine del mese di agosto del 2020 degli eventi meteorologici particolarmente intensi sviluppatasi sull'arco di ca. 3 giorni in particolare sul Gambarogno e sul Piano di Magadino (in particolare tra Sementina e Gordola) hanno mobilitato grossi quantitativi di materiale solido, depositatisi poi nelle varie camere e nell'alveo dei riali. Tali depositi hanno ridotto in modo importante la capacità idraulica delle opere e delle sezioni dei riali, rendendo impellente una misura di ripristino della funzionalità idraulica e della sicurezza contro le piene. È stata quindi organizzata un'azione di gestione dei materiali alluvionali che ha visto la vuotatura di camere e alvei e la reimmissione di ca. **53'000 m<sup>3</sup>** di materiale solido nel fiume Ticino. L'esperienza positiva accumulata con le azioni di reimmissione dello scorso anno ha permesso di riproporre un'operazione analoga anche a seguito dell'evento del 7 e 8 agosto 2021 – con un conseguente picco di deflusso sul fiume Ticino misurato dalla stazione BAFU a Bellinzona che ha raggiunto e superato i 700 m<sup>3</sup>/s – che ha mobilitato ingenti quantitativi di materiale i quali, seppur con volumetrie totali inferiori a quelle mobilitate nell'estate del 2020, hanno riempito diverse vasche attorno all'agglomerato di Bellinzona. In questo caso sono stati reimmessi ulteriori **9'700 m<sup>3</sup>**" (estratto da **Consorzio Correzione Fiume Ticino**: Fiume Ticino e riali affluenti – Gestione del materiale alluvionale evento agosto 2021. Operazioni di sgombero camere riali e immissione controllata nel fiume Ticino. Rapporto di fine lavori.)



Operazione di reimmissione in alveo a Gudo con materiale proveniente dalla svuotature delle camere dei riali, 15.1.2021.

Con le reimmissioni si tratta di depositi erodibili in caso di piena, in questo modo il materiale viene trasportato sino alla foce dove si deposita con il rallentamento della corrente. Questo processo è interessante per gli obiettivi di rinaturazione prestabiliti, in quanto favorisce la dinamica alluvionale della foce.



Andamento del livello del lago (celeste) e delle piene del Ticino (picchi grigi) nel periodo 2015-2020 (fonte: [www.hydrodaten.admin.ch](http://www.hydrodaten.admin.ch)).

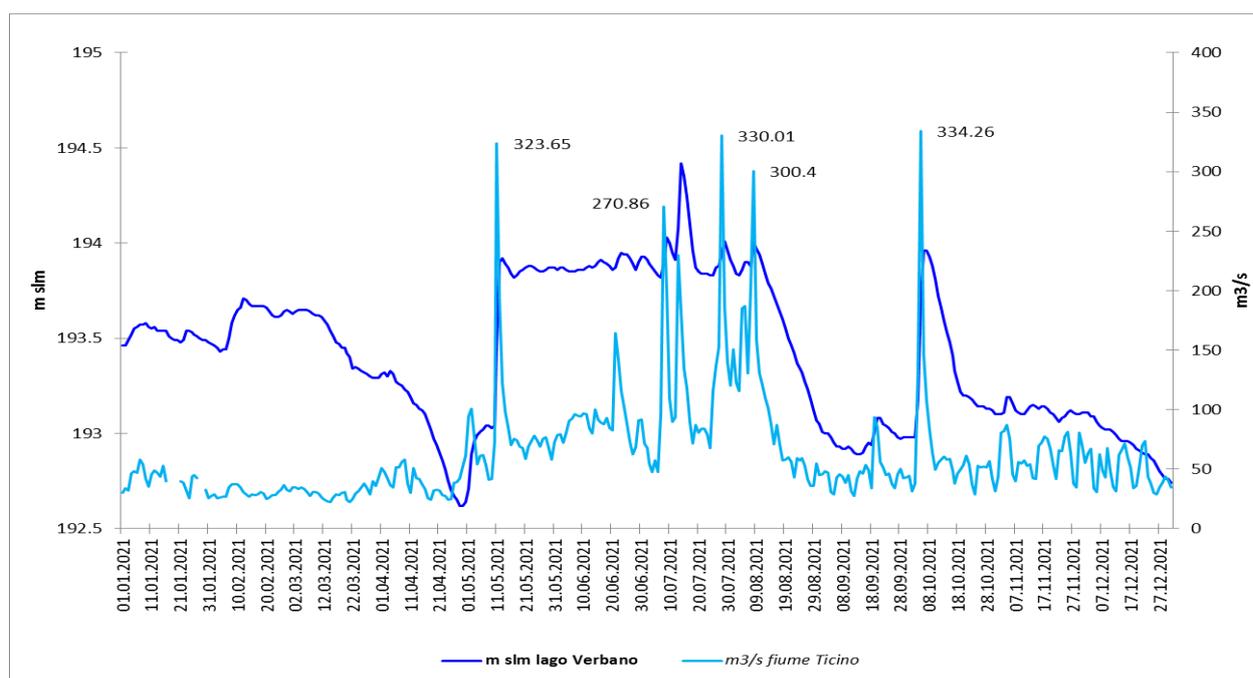
A parte l'evento del 4 ottobre 2020, il Ticino è rimasto abbastanza tranquillo. Il lago nel novembre 2018 ha sommerso in modo importante e completo la foce, raggiungendo e superando la quota 195.0 m. Ma questo tipo di esondazione non trasforma la morfologia del delta.

Tra il 2015 e il 2021 il periodo primaverile ha comportato l'applicazione della soglia di regolazione sperimentale (rialzo estivo), che prevede l'accumulo di acqua nel lago fino alla soglia di 193.90 m slm. Quando questo livello del lago è raggiunto, nessun isolotto di sabbia e ghiaia è dunque emerso (cf foto aerea panoramica sopra, con lago a 193.83 m).

Durante il periodo di campionamento nel corso del 2021 va segnalato il tardivo accumolo primaverile per assenza di precipitazioni. Infatti solo a partire dal 10 maggio, il livello ha raggiunto la soglia di regolazione massima. Da un punto di vista ecologico questo andamento ha da un lato favorito la germinazione del canneto a lago, mentre dall'altro le nidificazioni iniziate sui banchi sabbiosi emersi (Piro piro piccolo, Pavoncella), sono state inondate in pieno periodo di cova.

Fino ad agosto poi il livello si è potuto regolare attorno alla soglia dei 193.90 m. soglia di regolazione stabilita per il periodo di sperimentazione, al posto della storica soglia primaverile-estiva di 193.65 m.

Il Ticino durante tutto l'anno non ha fatto piene rilevanti e gli isolotti non sono mai stati sommersi.



Situazione 2021 per il livello del lago e le portate del Ticino (misurate a Bellinzona).

## **VALUTAZIONE PER INDICATORE**

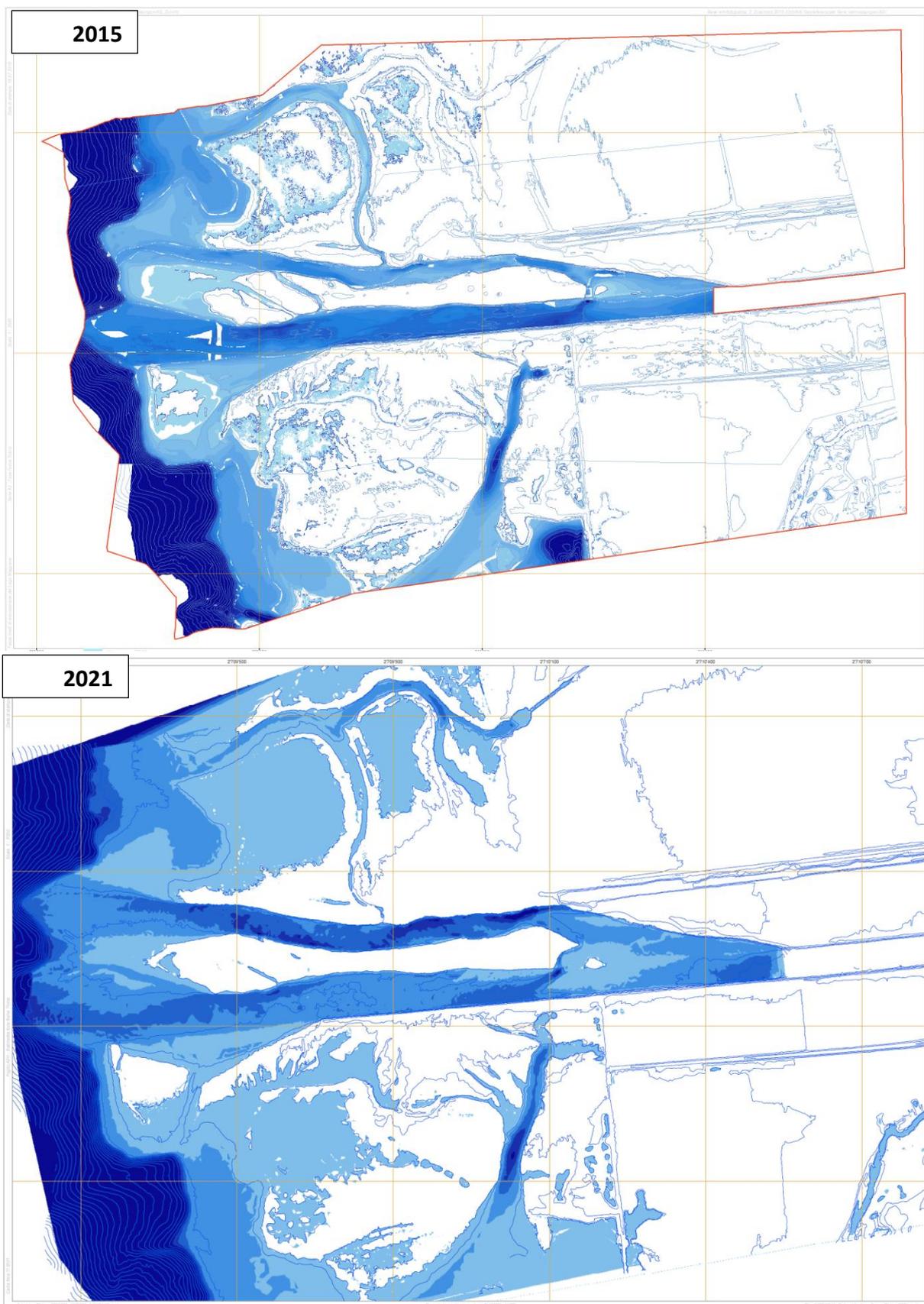
La definizione e la spiegazione degli indicatori e le formulazioni per la normalizzazione dei parametri sono contenuti nel rapporto “Strumento di controllo del successo della rinaturazione alla foce del Ticino” 2009-2010, a disposizione su [www.bolledimagadino.com](http://www.bolledimagadino.com) .

## **RILIEVO BATIMETRICO**

Il rilievo batimetrico 2021 della foce, utilizzato nell'analisi dei cambiamenti, è avvenuto su mandato della Fondazione alle ditte Sixsense Helimap Voiron-Epalinges e Terra Vermessungen AG, Zurigo

Il rilievo si è svolto nel seguente modo:

- Rilievo altimetrico delle terre emerse, eseguito il 08.04.2021 con quota del lago a 193.25 m s.l.m. (LiDAR-Fotogrammetrico con elicottero).
- Rilievo batimetrico dell'alveo bagnato, eseguito il 15.06.2021 con quota del lago a 193.88 m s.l.m. (da natante).
- Per gli indicatori idraulici inoltre si è provveduto ad un rilievo di terreno delle strutture morfologiche, eseguito il 30.09.2021 con quota del lago a 192.96 m s.l.m.



Livello massimo dell'acqua in blu nel disegno: 193.50 m slm (poi più è scuro più è profondo). Curve di livello rappresentate ogni 100 cm. Elaborazione grafica FBM.

## **INDICATORI SOCIOLOGICI**

Gli indicatori seguenti non sono stati rilevati in questa fase:

- 1. Accettazione da parte dei gruppi di interesse
- 5. Numero di visitatori
- 20. Valore estetico del paesaggio non sono stati rilevati nuovamente.
- 18. Costi del progetto (valutato una sola volta, per confrontare i costi effettivi con il preventivo)

## 26. QUANTITÀ DI TRONCHI



15.9.2021 (lago a 192.90 m). I tronchi insabbiati sul fondale sabbioso fungono da rifugio e posatoi per numerosi uccelli, contribuendo alla diversificazione degli habitat che il delta offre.

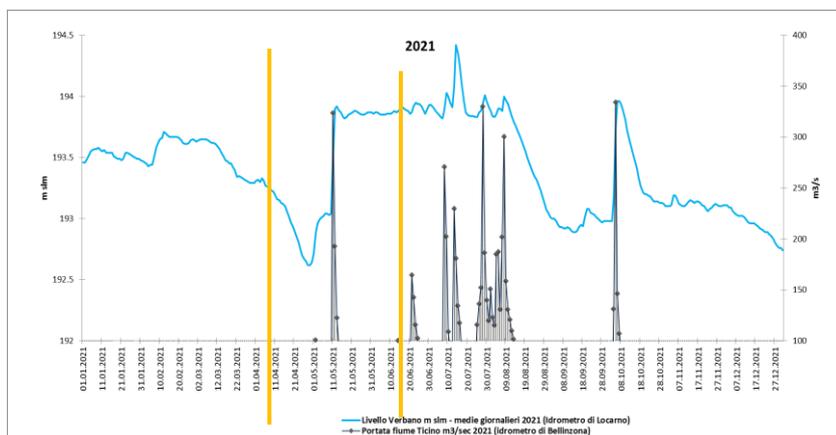
La valutazione del valore prima della rinaturazione era stata fatta in modo indicativo sulla base di foto aeree. La valutazione del successo viene ora effettuata confrontando lo Stato 2 (2015) con lo Stato 3 (2021).

### STATO 3

Conteggi effettuati a 2 riprese:

Ortofoto del 8.4.2021 (lago a 193.25) e rilievo del 17.6.2021 (con lago a 193.90, lago alto senza ammassi)

Data	Numero di tronchi	Superficie ammassi legname
8.4.2021	29	150 m <sup>2</sup>
17.6.2021	13	30 m <sup>2</sup>



Livello del lago Maggiore (media giornaliera a Locarno) e portata del fiume Ticino (media giornaliera a Bellinzona o punte giornaliere (massime mensili) se superiori a 200 m<sup>3</sup>/sec), durante il 2021. Le linee gialle indicano i due periodi di conteggio dei tronchi.

**VALUTAZIONE DEL SUCCESSO**

La categoria di variazione è calcolata confrontando lo stato 2 (2015) con lo stato 3 (2021)

	Valore stand 2015	Val. stand. 2021	Categoria di variazione
<b>Numero di tronchi</b>	0.37	1	Forte miglioramento
<b>Superficie legname</b>	0.09	0	Nessun cambiamento

La categoria di variazione è calcolata confrontando lo stato 1 (2010) con lo stato 3 (2021)

	Val. stand. 1997-2007	Val. stand. 2010	Val. stand. 2021	Categoria di variazione
<b>Numero di tronchi</b>	0.16	0.65	1	Forte miglioramento
<b>Superficie legname</b>	0.5	0.09	0	Nessun cambiamento



19.4.2021 (lago a 192,97 m)

## A. MACROFITE ACQUATICHE

### STATO 3

Nel 2021 sono state ritrovate solo 5 specie (gli stagni sugli isolotti sono stati riempiti di sabbia dalla piena):

Valore standardizzato: 5 sp. presenti / 38 sp. potenziali = **0.13**

Lista delle specie potenziali (rilevate almeno una volta alle Bolle di Magadino, con un'aggiunta rispetto al 2010: *Spirodela polyrhiza* nuova specie per la riserva, ma fuori perimetro), **in grassetto** le specie rilevate nel 2021 nel perimetro di rilievo dell'indicatore:

<i>Callitriche hamulata</i>	<i>Nymphaea alba</i>
<i>Callitriche palustris</i>	<i>Nymphoides peltata</i>
<i>Callitriche stagnalis</i>	<i>Potamogeton berchtoldii</i>
<i>Ceratophyllum demersum</i>	<i>Potamogeton crispus</i>
<i>Ceratophyllum submersum</i>	<i>Potamogeton lucens</i>
<b><i>Chara sp.</i></b>	<b><i>Potamogeton natans</i></b>
<i>Glyceria fluitans</i>	<i>Potamogeton nodosus</i>
<i>Glyceria notata</i>	<i>Potamogeton perfoliatus</i>
<i>Groenlandia densa</i>	<i>Potamogeton pusillus</i>
<i>Isoetes echinospora</i>	<i>Ranunculus aquatilis</i>
<i>Lagarosiphon major</i>	<i>Ranunculus circinatus</i>
<i>Lemna gibba</i>	<i>Ranunculus trichophyllus</i>
<b><i>Lemna minor</i></b>	<i>Sparganium emersum</i>
<b><i>Lemna minuta</i></b>	<b><i>Sparganium erectum</i></b>
<i>Myriophyllum heterophyllum</i>	<i>Spirodela polyrhiza</i>
<i>Myriophyllum spicatum</i>	<i>Utricularia australis</i>
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	<i>Utricularia vulgaris</i>
<i>Najas marina</i>	<i>Vallisneria spiralis</i>
<i>Nasturtium officinale</i>	<b><i>Zannichellia palustris</i></b>

### VALUTAZIONE DEL SUCCESSO

La categoria di variazione è calcolata confrontando lo stato 1 (2010) con lo stato 3 (2021), ma non cambia rispetto allo stato 2 (2015).

Valore stand. prima rinat.	Valore stand. 2010	Valore stand. 2015	Valore stand. 2021	Categoria di variazione
0.03	0.16	0.18	0.13	Nessun cambiamento

### OSSERVAZIONI

Peggioramento anche rispetto allo Stato 1 (2010). Con la piena sulla foce si hanno fondali appena depositati e non ancora colonizzati da macrofite. Il riempimento degli stagni situati sull'isola centrale ha eliminato un habitat interessante per queste specie.

## 27. SPECIE VEGETALI TIPICAMENTE GOLENALI

### STATO 3

Nel 2021 è stata osservata solo una delle nove specie considerate per questo indicatore (in grassetto):

Specie	no. ind.	Val. stand.
<i>Typha minima</i>	0	
<i>Typha shuttleworthii</i>	0	
<i>Cyperus michelianus</i>	0	
<i>Eleocharis ovata/obtusa</i>	0	
<i>Schoenoplectus mucronatus</i>	0	
<i>Schoenoplectus triqueter</i>	0	
<i>Schoenoplectus supinus</i>	0	

Specie	m <sup>2</sup>	Val. stand.
<i>Littorella uniflora</i>	0	
<b><i>Eleocharis acicularis</i></b>	5	<b>0.0001</b>

### VALUTAZIONE DEL SUCCESSO

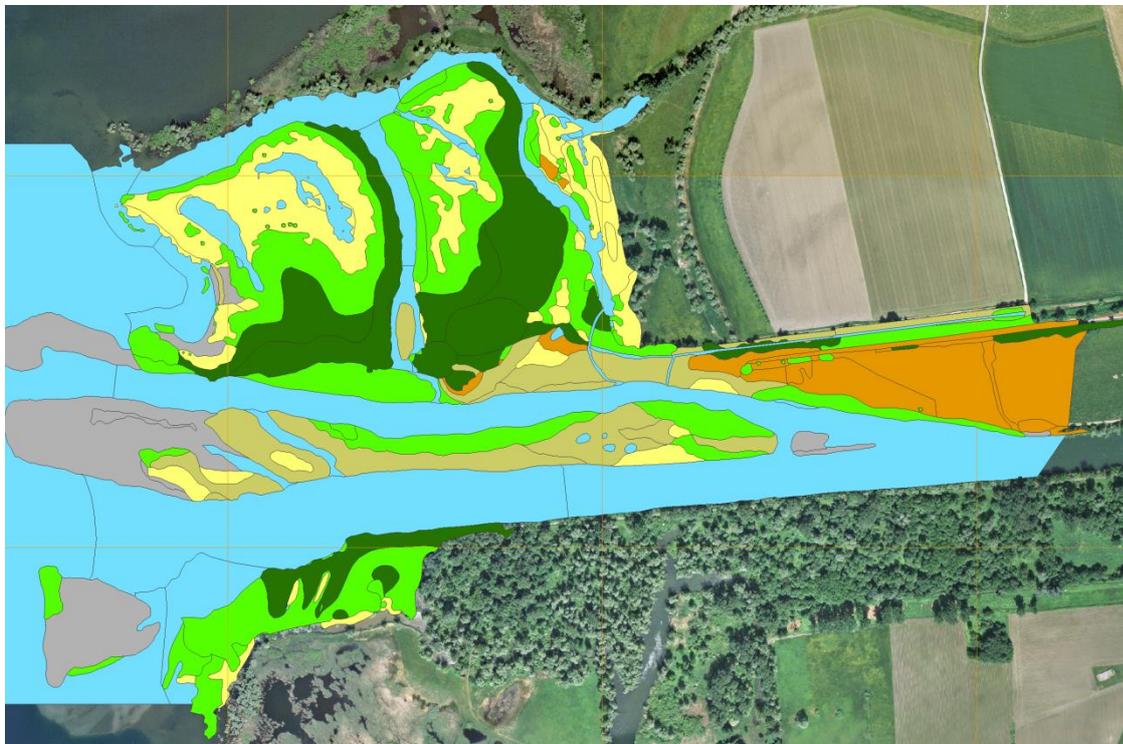
Specie	Val. stand. 2010	Val. stand. 2015	Val. stand. 2021	Categoria di variazione
<i>Typha minima</i>	0			Nessun cambiamento
<i>Typha shuttleworthii</i>	0			Nessun cambiamento
<i>Cyperus michelianus</i>	0			Nessun cambiamento
<i>Eleocharis ovata/obtusa</i>	0.02	0.02	0	Nessun cambiamento
<i>Schoenoplectus mucronatus</i>	0.1	0.2	0	Nessun cambiamento
<i>Schoenoplectus triqueter</i>	0			Nessun cambiamento
<i>Schoenoplectus supinus</i>	0			Nessun cambiamento
<i>Littorella uniflora</i>	0			Nessun cambiamento
<b><i>Eleocharis acicularis</i></b>	0	0.0001	0.0001	Nessun cambiamento

### OSSERVAZIONI

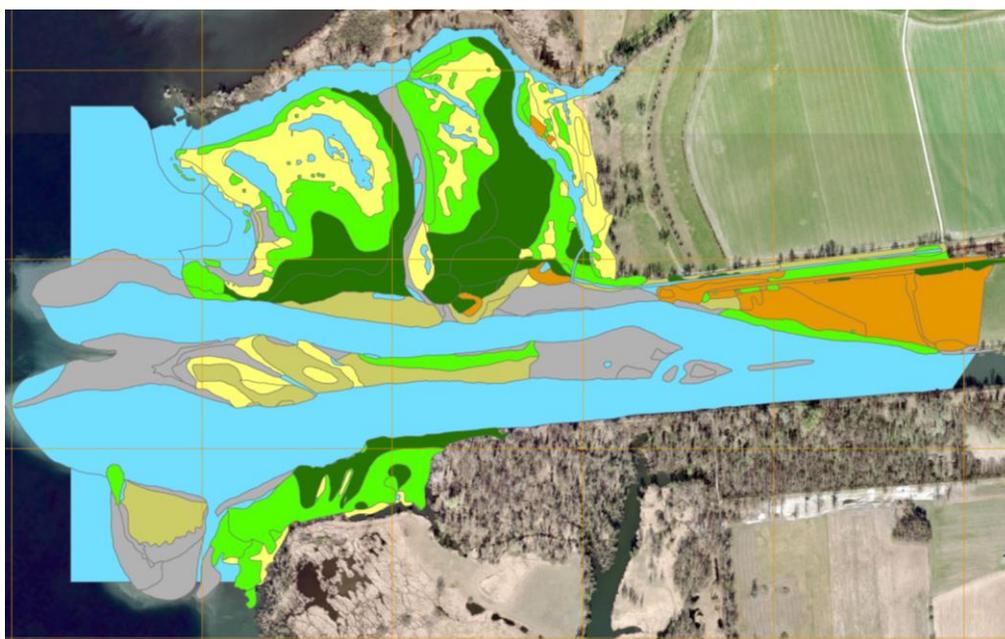
Gli ambienti favorevoli sono restati sommersi da maggio a agosto. Anche il periodo tardo estivo non ha visto il lago abbassarsi troppo. Le nuove aree pioniere create dalla piena non sono state colonizzate da queste specie.

## 49. CARTOGRAFIA TIPOLOGICA

### STATO 2 (2015)



### STATO 3 (2021)



Superficie e percentuale delle diverse formazioni:

Formazione	m <sup>2</sup>	%
residui	0	0
acqua	315'479	44
banchi sedimenti (senza o poca vegetazione)	84'522	12
canneti	67'795	9
vegetazione erbacea pioniera	42'962	6
formazioni golenali a legno molle	92'427	13
formazioni golenali a legno duro	75'847	10
altre zone (non golenali)	43'898	6
<b>Totale</b>	<b>722'930 m<sup>2</sup></b>	<b>100</b>

Indice di Shannon (diversità delle formazioni):

Per il calcolo dell'indice, canneti e vegetazione erbacea pioniera sono raggruppate in un'unica formazione (golenale erbacea).

$$H' = - [\ln (0.44) * 0.44 + \ln (0.12) * 0.12 + \ln (0.15) * 0.15 + \ln (0.13) * 0.13 + \ln (0.10) * 0.10 + \ln (0.06) * 0.06] = \mathbf{1.56}$$

Valore standardizzato = **1**

Percentuale di formazioni pioniere:

banchi di sedimenti + formazioni golenali erbacee + formazioni golenali a legno molle = 219'911 m<sup>2</sup> = 31%

Valore standardizzato (per valore compreso tra 30 e 40%) = **0.6**

### VALUTAZIONE DEL SUCCESSO

Parametro	Valore stand. 2010	Valore stand. 2015	Valore stand. 2021	Categoria di variazione 15-21	Categoria di variazione 10-21
Indice di Shannon	0.87	1	1	Nessun cambiamento	Miglioramento medio
Percentuale formazioni pioniere	0.4	0.6	0.6	Nessun cambiamento	Miglioramento medio

**48\*. SUCCESSIONE E RIGENERAZIONE (VEGETAZIONE E INVERTEBRATI EPIGEI)****STATO 3**

Nel 2021 le trappole per la fauna epigea sono state aperte per 5 periodi tra aprile e giugno e per altri 2 in settembre. Come nel 2015, anche nel 2021 è stato rilevato soltanto il transetto sull'isola (T3), poiché gli ambienti di T1 e T2 sono rimasti intoccati da eventi di piena. Dai rilievi del 2015 la punta orientale dell'isola e la sponda destra del Ticino all'altezza dell'isola hanno subito un'ulteriore importante erosione che ha richiesto lo spostamento delle stazioni I1, I2, I3, I4, I6 e per i rilievi del 2021.

	Periodo	Data inizio	Data fine
<b>T3 (2021)</b>	1	19.4	22.4
	2	4.5	7.5
	3	18.5	21.5
	4	31.5	3.6
	5	15.6	18.6
	6	7.9	10.9
	7	21.9	24.9

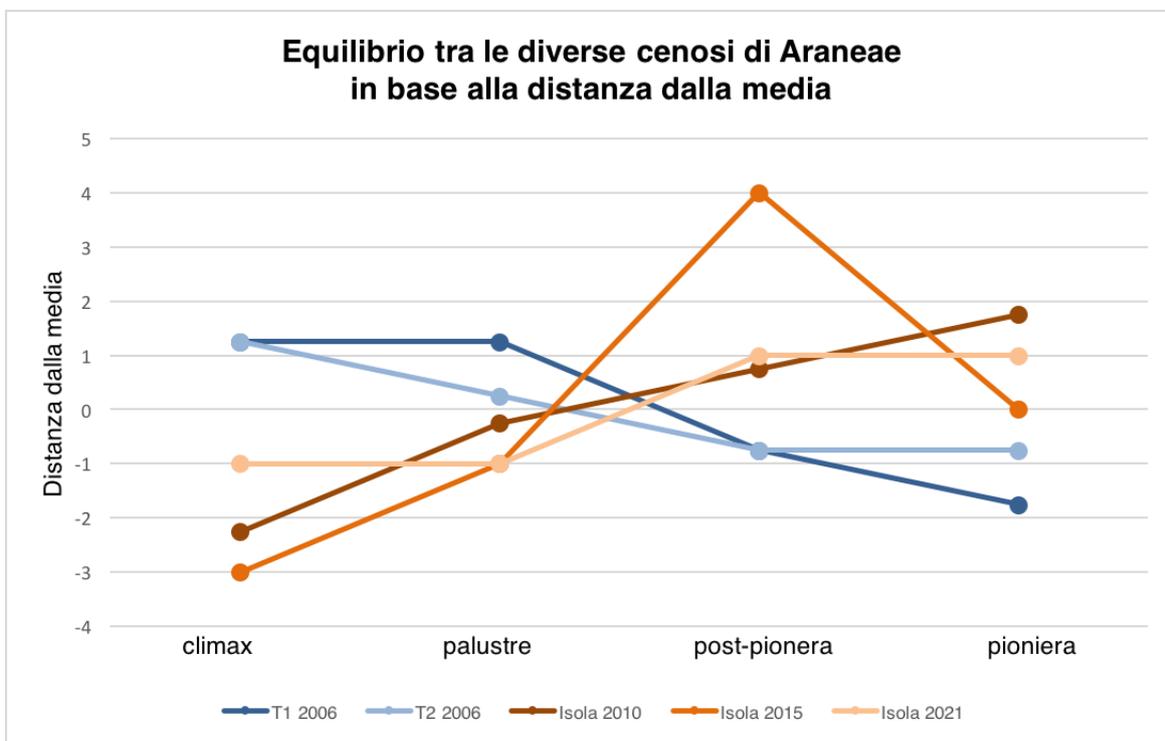
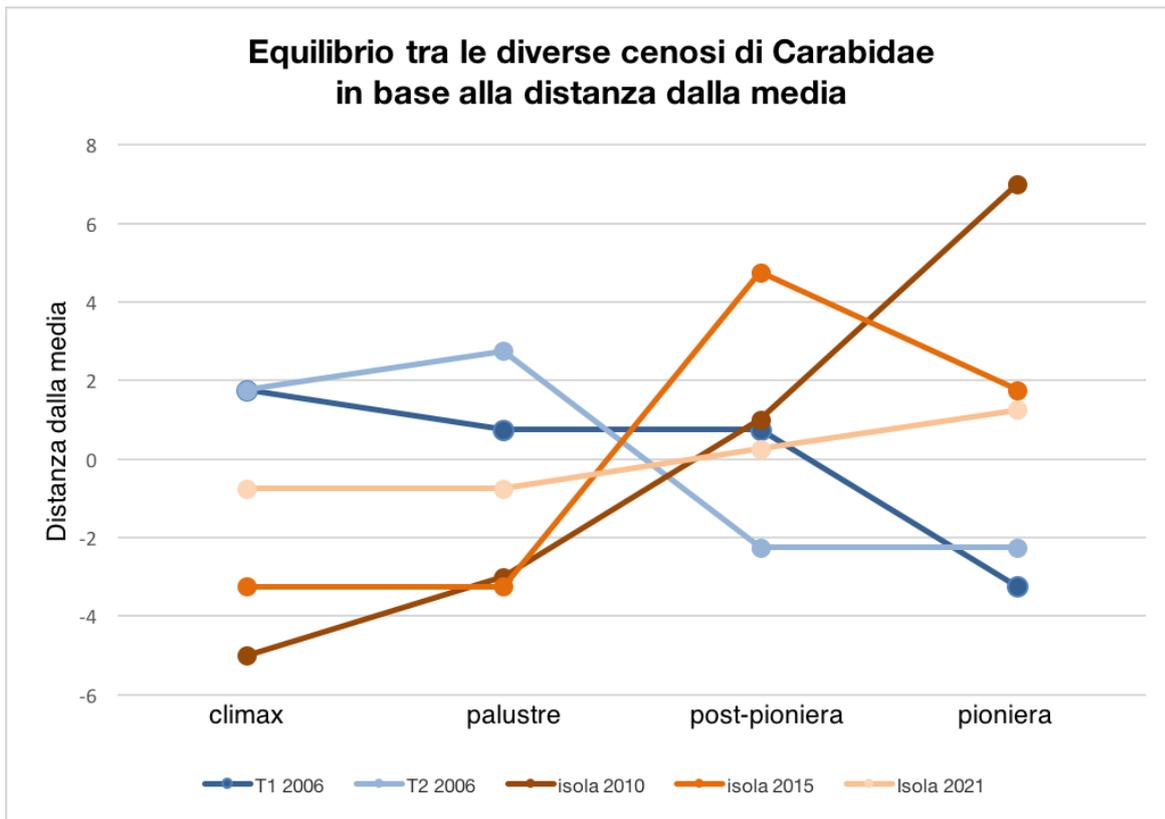


Anche nei rilievi floristici, a causa dell'erosione della piena del 2020 in sponda sinistra, una stazione ha dovuto essere spostata (R22), mentre le stazioni I17, I18 e I19 sono rimaste sommerse tutta l'estate rendendo impraticabili i rilievi.

	2010	2015	2021
<i>Artemisia annua</i> L.			
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist			
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.			
<i>Cyperus fuscus</i> L.			
<i>Melilotus albus</i> Medik.			
<i>Cyperus flavescens</i> L.			
<i>Populus nigra</i> L. s.l.			
<i>Salix alba</i> L.			
<i>Salix purpurea</i> L.			
<i>Alnus incana</i> (L.) Moench			
<i>Equisetum ramosissimum</i> Desf.			
<i>Agrostis gigantea</i> Roth			
<i>Trifolium hybridum</i> L. s.str.			
<i>Ulmus minor</i> Mill.			
<i>Salix caprea</i> L.			
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.			
<i>Aster novi-belgii</i> aggr.			
<i>Poa compressa</i> L.			
<i>Poa pratensis</i> L.			
<i>Epilobium palustre</i> L.			
<i>Juncus articulatus</i> L.			
<i>Phalaris arundinacea</i> L.			
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Steud.			
<i>Bidens frondosa</i> L.			
<i>Juncus inflexus</i> L.			
<i>Lythrum salicaria</i> L.			
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.			
<i>Carex acutiformis</i> Ehrh.			
<i>Agrostis stolonifera</i> L.			
<i>Lycopus europaeus</i> L. s.l.			
<i>Poa palustris</i> L.			

L'estratto dei rilievi floristici presentato nella tabella riporta le specie selezionate quali indicatrici dello stato ecologico nei tre anni di campionamento: in blu le pioniere, in giallo le post pioniere e in marrone le palustri. Per la lista floristica completa si rimanda all'Allegato I.

Rispetto al 2015 il numero di specie indicatrici è leggermente diminuito ed è apparsa una nuova specie palustre. Ciononostante, l'equilibrio di specie nelle tre categorie di cenosi è rimasto pressoché invariato tra il 2015 e il 2021.



CARABIDAE	Numero di specie					Distanza dalla media					Valore standardizzato				
	T1 2006	T2 2006	Isola 2010	Isola 2015	Isola 2021	T1 2006	T2 2006	Isola 2010	Isola 2015	Isola 2021	T1 2006	T2 2006	Isola 2010	Isola 2015	Isola 2021
climax	5	4	0	2	1	1.75	1.75	-5	-3.25	-0.75	0.31	0.31	0	0	0.17
palustre	4	5	2	2	1	0.75	2.75	-3	-3.25	-0.75	0.25	0.46	0	0	0.17
post-	4	0	6	10	2	0.75	-2.25	1	4.75	0.25	0.25	0.08	0.25	0.65	0.25
pioniera	0	0	12	7	3	-3.25	-2.25	7	1.75	1.25	0	0.08	0.75	0.31	0.33
media	3.25	2.25	5	5.25	1.75										

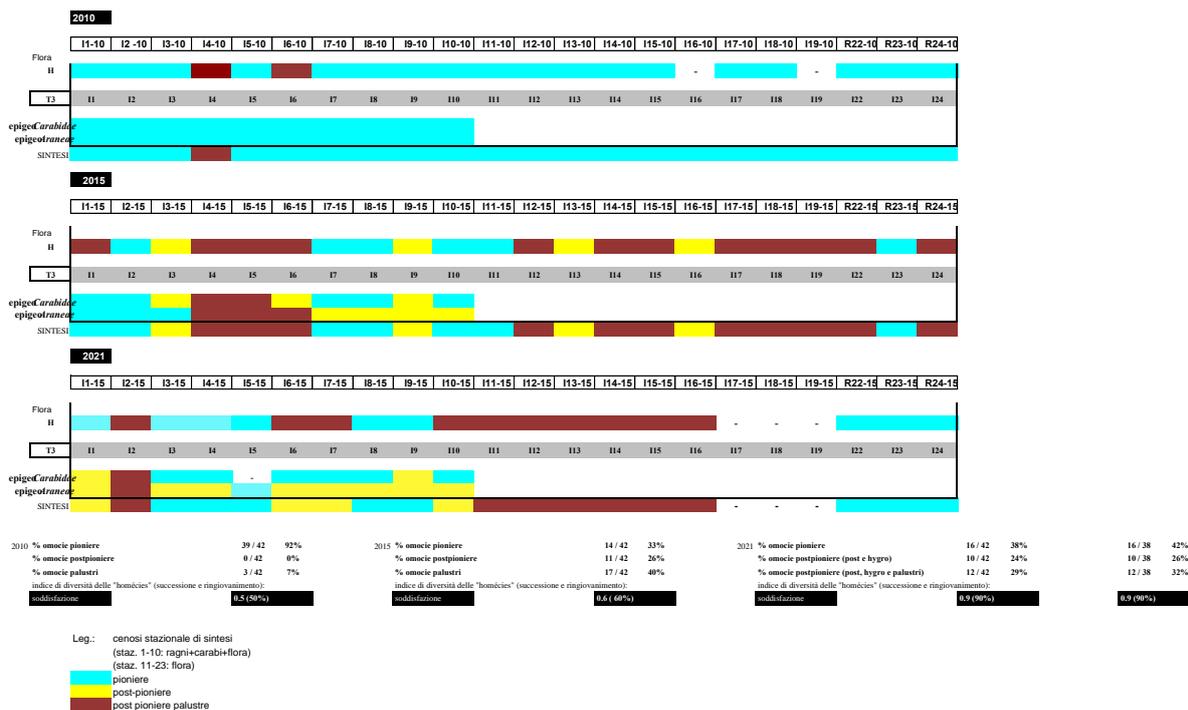
ARANEAE	Numero di specie					Distanza dalla media					Valore standardizzato				
	T1 2006	T2 2006	Isola 2010	Isola 2015	Isola 2021	T1 2006	T2 2006	Isola 2010	Isola 2015	Isola 2021	T1 2006	T2 2006	Isola 2010	Isola 2015	Isola 2021
climax	4	3	0	1	1	1.25	1.25	-2.25	-3	-1	0.33	0.33	0.02	0.02	0.15
palustre	4	2	2	3	1	1.25	0.25	-0.25	-1	-1	0.33	0.23	0.19	0.15	0.15
post-	2	1	3	8	3	-0.75	-0.75	0.75	4	1	0.17	0.17	0.23	0.55	0.31
pioniera	1	1	4	4	3	-1.75	-0.75	1.75	0	1	0.1	0.17	0.31	0.21	0.31

I grafici dell'equilibrio fra le cenosi, sia di carabidi che di ragni, mostrano globalmente per il 2021 un avvicinamento alla media rispetto al 2015. Sebbene ciò sia in parte dovuto al ridotto numero di specie campionate, il fenomeno è indice di stabilizzazione dell'ambiente dove nessun livello di successione ecologica emerge particolarmente. L'unico caso di allontanamento dalla media rispetto al 2015 si osserva per la cenosi pioniera di ragni benché di poca rilevanza.

Paragonando i grafici dei vari anni di campionamento si ha un'idea della variazione temporale degli equilibri tra i tipi di cenosi e perciò un indizio della successione ecologica dell'ambiente. Dal 2010 si osserva per entrambi i gruppi faunistici una diminuzione della pendenza positiva delle linee dei grafici. Il fenomeno è sintomo di assenza di una dinamica fluviale sufficiente a mantenere gli ambienti pionieri obiettivo della rinaturazione. Se tale situazione permane nel tempo la tendenza delle pendenze delle linee dei grafici è quella di diventare negativa avvicinandosi a quelle della situazione del 2006, indice di un climax ecologico verso un bosco palustre.

## OSSERVAZIONI

L'evento distruttivo della piena dell'ottobre 2020 ha portato alla sommersione della metà orientale dell'isola principale, che appariva come una distesa di sabbia a primavera 2021. Già nell'estate dello stesso anno però, la copertura vegetale era quasi totale; nell'area dei campionamenti faunistici questa era dominata da formazioni golenali a legno molle e da canneto. Ciò indica che la piena non è stata sufficiente per rallentare la successione ecologica in atto, come emerso anche nei rilievi floristici. Se da un lato la piena del 2020 sembra aver avuto poco effetto sulla successione ecologica dell'area studiata, dall'altro può essere considerata catastrofica. Particolarmente evidente è la diminuzione del numero di individui di ragni e carabidi catturati nel 2021, dieci volte minore rispetto agli anni precedenti. Conseguenza naturale di una dinamica fluviale, questo evento risulta catastrofico nel caso specifico per via della ridotta superficie dell'area rinaturata. Se in una situazione ideale una piena può risparmiare certe zone dell'alveo, alla foce del Ticino tutto viene inondato riducendo la probabilità di mantenere delle popolazioni che potrebbero in seguito colonizzare i nuovi ambienti creati.



L'immagine d'insieme, con integrazione di flora e fauna, mostra un leggero aumento di cenosi pioniere a scapito di cenosi palustri tra il 2015 e il 2021, che risulta in un grado di soddisfazione della diversità di "homécies" più elevato. Questa differenza emerge principalmente nella fauna epigea e potrebbe spiegarsi nella creazione di un ambiente pioniere nella prima metà del 2021 in seguito alla piena e alla cattura di specie che ne sono state attratte.

Questi risultati, seppur esplicitivi, sono da prendere con cautela; la categorizzazione in cenosi di fauna epigea delle singole stazioni si basa un numero estremamente ridotto di individui, talvolta su uno soltanto. Il paragone con gli anni precedenti è pertanto poco solido.

**VALUTAZIONE DEL SUCCESSO**

Parametro		Valore stand. 2010	Valore stand. 2015	Valore stand. 2021	Categoria di variazione 15-21	Categoria di variazione 10 -21
Trend ecologico cenosi pioniere T3	Carabidae T3	0.75	0.31	0.33	Nessun cambiamento	Degrado
	Araneae T3	0.31	0.21	0.31	Leggero miglioramento	Nessun cambiamento
Diversità e carattere alluvionale "Homecies" T3 (flora + carabidi+ragni)		0.5	0.6	0.9*	Miglioramento medio	Miglioramento medio

\*indice basato su una quantità di dati faunistici ridotta

#### 4. PERMEABILITÀ PER I PESCI

##### STATO 3

Nel 2021 né il canale principale, né il canale laterale si sono prosciugati, neanche quando il livello del lago era molto basso. L'erosione del fondale e l'allargamento del canale destro non vanno in asciutta neanche con i livelli minimi del lago. Il canale di sinistra invece ha subito il deposito di sabbia, ma comunque rimane sempre in continuità con il lago e il fiume.

I banchi di sabbia sul lato sinistro della foce emergono gradualmente con il diminuire del livello, senza per ora creare pozze isolate al loro interno. In effetti con la piena del 2020 vi sono stati dei depositi che hanno innalzato e uniformato la superficie sabbiosa.

	Numero di eventi con livello basso	Numero di eventi con livello basso e pozze prosciugate	Numero giorni con livello basso		% pozze prosciugate	
			Somma	Val. Stand.	Media	Val stand.
<b>Braccio sinistro (ex principale)</b>	0	0	0	1	0	1
<b>Braccio laterale destro</b>	0	0	0	1	0	1

##### VALUTAZIONE DEL SUCCESSO

Parametro		Valore stand. 2010	Valore stand. 2015	Valore stand. 2021	Categoria di variazione 2 -3	Categoria di variazione 1 -3
<b>Braccio principale</b>	Numero di giorni in secca	1	1	1	Nessun cambiamento	Nessun cambiamento
	% di pozze prosciugate	1	1	1	Nessun cambiamento	Nessun cambiamento
<b>Braccio laterale</b>	Numero di giorni in secca	0.83	1	1	Nessun cambiamento	Forte miglioramento
	% di pozze prosciugate	0.97	1	1	Nessun cambiamento	Forte miglioramento



Dopo la piena del 2020, con depositi di sabbia sugli isolotti frontali, l'abbassamento progressivo del livello non crea punti d'acqua isolati sugli isolotti che possono creare problemi alla fauna ittica (isolotto fronte Ovest, 18.8.2021, lago a 193.60 m, continuerà a scendere fino a 192.9 m il 12 settembre).

**B. SPECIE FAUNISTICHE TIPICAMENTE GOLENALI**

*Cicindela germanica* osservata sull'isolotto principale l'11.8.2015

**STATO 3**

Specie	Osservazioni nel settore di rilievo della foce	Valore standardizzato
<i>Onychogomphus forcipatus unguiculatus</i>	Nessuna osservazione	0
<i>Cicindela germanica</i>	10 individui osservati in vivo sull'isola principale	0.1
<i>Aiolopus thalassinus</i>	Nessuna osservazione	0

**VALUTAZIONE DEL SUCCESSO**

Specie	Valore stand. prima rinaturazione	Valore stand. 2010	Valore stand. 2015	Valore stand. 2021	Categoria di variazione
<i>Onychogomphus forcipatus unguiculatus</i>	0	0	0	0	Nessun cambiamento
<i>Cicindela germanica</i>	0	0.01	0.01	0.1	Leggero miglioramento
<i>Aiolopus thalassinus</i>	0	0	0	0	Nessun cambiamento

**C. UCCELLI NIDIFICANTI****STATO 3**

Territori/nidificazioni accertate nel 2021 nel perimetro della rinaturazione:  
27 territori – 11 specie

namefz	2021	territori contati da Terrimap 2021 settore Foce Ticino	
Corriere piccolo	0	(1) non riuscita	Innalzamento repentino del lago
Pavoncella	0	(1) non riuscita	Innalzamento repentino del lago
Migliarino di palude	9	1	
Cigno	6	1	
Folaga	23	1	
Fuligule milouin	0	1	
Tuffetto	17	1	
Martin pescatore	4	2	
Germano reale	13	3	
Canareccione	39	3	
Svasso maggiore	113	4	
Cannaiola	78	5	
Cannaiola verdognola	26	5	
1 parete	7 acquatici	4 canneto	0 Greti

Anno	nidificanti in parete		acquatici		ripicoli (greti)		Numero di specie	
	Numer o nidif.	Val. stand.	Numer o nidif.	Val. stand.	Numer o nidif.	Val. stand.	Numer o sp.	Val. stand.
2021	1	1	7	1	0	0	11	1
Anno	Nidificanti nel canneto							
	Numer o nidif.	Val. stand.						
2021	4	0.8						

**VALUTAZIONE DEL SUCCESSO**

	Valore stand. 2015	Valore stand. 2021	Categoria di variazione
Nidificanti in parete	1	1	Nessun cambiamento
Acquatici	0.55	1	Frande miglioramento
Ripicoli (greti)	0	0	Nessun cambiamento
Nid. canneto	1	0.8	Insuccesso
Numero di specie	0.9	1	Forte miglioramento

**D. UCCELLI MIGRATORI****STATO 3**

Nel periodo previsto dall'indicatore (5-20 aprile, periodo principale di migrazione) sono state osservate **12 specie** migratrici (in giallo) di cui **6 specie prioritarie** (in grassetto).

Per il calcolo del valore standardizzato vengono prese in considerazione solo le specie osservate tra il 5 e il 20 aprile:

Fenicottero	Gambecchio
Oca granaiola	Gambecchio nano
Oca lombardella	<b>Piovanello</b>
Oca selvatica	<b>Piovanello pancianera</b>
<b>Volpoca</b>	<b>Combattente</b>
Gru	<b>Beccaccino</b>
Beccaccia di mare	Crocolone
<b>Cavaliere d'Italia</b>	Pittima reale
Avocetta	Pittima minore
Occhione	<b>Chiurlo piccolo</b>
Pernice di mare	Chiurlo maggiore
<b>Corriere piccolo</b>	Totano moro
<b>Corriere grosso</b>	<b>Pettegola</b>
Fratino	<b>Pantana</b>
Piviere dorato	<b>Piro-piro-culbianco</b>
Pivieressa	<b>Piro-piro boschereccio</b>
Pavoncella gregaria	<b>Piro-piro piccolo</b>
<b>Pavoncella</b>	Voltapietre
Piovanello maggiore	Falaropo beccosottile
Piovanello tridattilo	Falaropo beccolargo

Specie potenziali:  $12/40 = 0.3$

Specie prioritarie:  $6/9 = 0.66$

**VALUTAZIONE DEL SUCCESSO**

	Valore stand. prima rinaturazione	Valore stand. 2010	Valore stand. 2015	Valore stand. 2021	Categoria di variazione
Specie potenziali	-	<b>0.18</b>	<b>0.15</b>	<b>0.3</b>	Leggero miglioramento
Specie prioritarie	-	<b>0.45</b>	<b>0.45</b>	<b>0.66</b>	Leggero miglioramento

## STRUTTURALE DEL FONDO

### STATO 3

Il mutamento nel tempo delle strutture morfologiche originate con gli eventi di piena, rappresenta un buon indicatore della capacità dell'ecosistema di rigenerarsi e della buona dinamica morfologica.

Il metodo richiede che tra un rilievo e l'altro intercorra del tempo nel quale accada almeno un evento di piena con un periodo di ritorno tra i 2 e i 5 anni e il rilievo avvenga in un periodo di magra. Questi due criteri sono entrambi soddisfatti pertanto l'indicatore può avere una buona valenza nell'interpretazione del risultato.

Il calcolo dell'indicatore è riportato nella seguente tabella.

Descrizione	
Superficie totale del letto del fiume $A_{\text{totale}}$	307'253 m <sup>2</sup>
Superficie con cambiamento $A_{\text{con cambiamento}}$	79'916 m <sup>2</sup>
$p = A_{\text{con cambiamento}} / A_{\text{totale}}$	0.26
<b><math>a = 2.5p - 0.25</math></b>	<b>0.4</b>

$A_{\text{totale}}$  = Letto del fiume nel settore foce = Area bagnata (Quota < 193.5 m slm) + area dei nuovi depositi 2021.

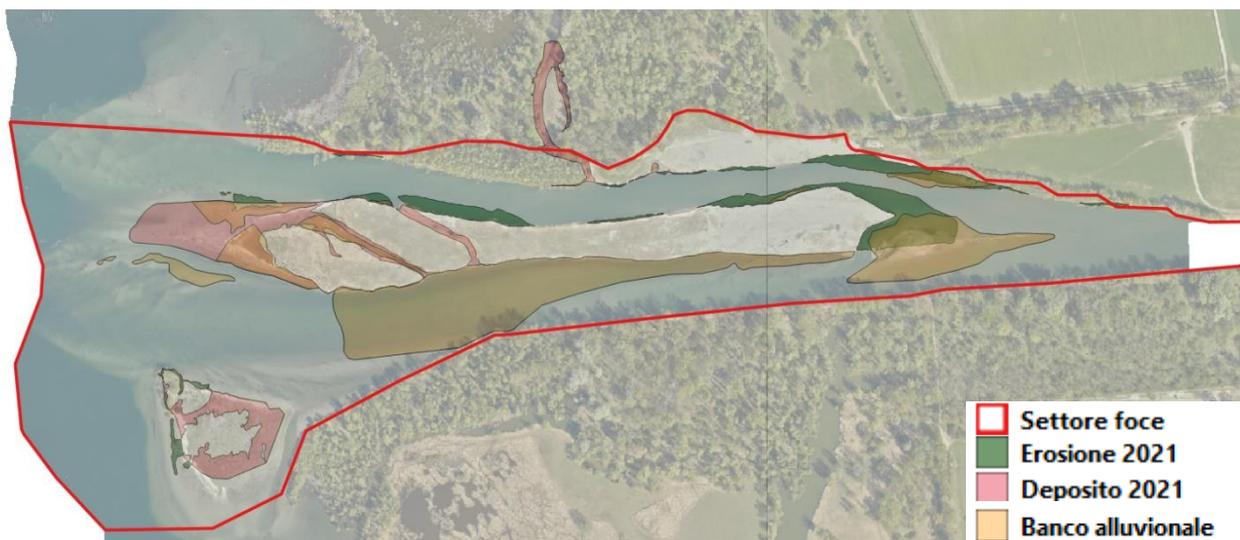
$A_{\text{con cambiamento}}$  = Area dei depositi 2021 + Area erosioni 2021 + area banchi alluvionali 2021 – area banchi alluvionali che corrispondono con depositi o erosioni.

### OSSERVAZIONI

Il tempo trascorso dallo scorso rilievo del 2015 è all'incirca lo stesso trascorso tra quello del 2015 e quello del 2010 dove si riscontrava un insuccesso di questo indicatore dovuto all'assenza di eventi di piena significativi. Questa volta il cambiamento è rilevante ed ha portato ad un leggero miglioramento dell'indicatore.

### VALUTAZIONE DEL SUCCESSO

Valore stand. prima rinat. (1997-2003)	Valore stand. (2006-2010)	Valore stand. 2015	Valore stand. 2021	Categoria di variazione
0.30	0.56	0.05	0.4	Leggero miglioramento



Visualizzazione delle aree di erosione, di deposito e di formazione di banchi alluvionali allo stato 2021 rispetto al 2015.

### 36. STRUTTURA DEL FONDO

La lunghezza di riferimento è fissata a 750 m, in modo da avere due settori equivalenti. Il primo dal km 0 a 0.755 e il secondo dal km 0.755 al 1.487.

#### STATO 3

Nei corsi d'acqua naturali gli eventi di piena caratterizzati da un periodo di ritorno da 2 a 5 anni sono la causa principale della formazione di strutture morfologiche che variano nel tempo. La misura di questo indicatore, come per il precedente, richiede che tra i due rilievi ci sia stato almeno un evento di piena come quello del 17.06.2016.

Il calcolo dell'indicatore è riassunto nella seguente tabella.

Tratta analizzata	Descrizione	Valore indicativo
L <sub>E1</sub> (dal km 0.000 al km 0.755)	Tutte le strutture morfologiche sono presenti ad eccezione del guado, compresa una sequenza zona a scorrimento veloce – zona di acque stagnanti con una densità superiore a 12 strutture morfologiche per L <sub>E</sub>	0.5
L <sub>E2</sub> (dal km 0.755 al km 1.487)	Tutte le strutture morfologiche presenti ad eccezione del guado, compresa una sequenza zona a scorrimento veloce – zona di acque stagnanti con una densità superiore a 12 strutture morfologiche per L <sub>E</sub>	0.5
<b>Valore medio sui due segmenti</b>		<b>0.5</b>

#### OSSERVAZIONI

In assenza del guado, non tutte le strutture morfologiche sono presenti; pertanto, bisogna attribuire il punteggio di 0.5 (su una scala da 0 a 1), se vi fosse anche il guado, il punteggio sarebbe 1, corrispondente alla nota massima per questo parametro. Il valore 0.5 porta ad un peggioramento rispetto al punteggio di 0.75 riscontrato nel rilevamento del 2015.



Localizzazione delle strutture morfologiche all'interno dei due settori di riferimento  $L_E$  definiti dalle linee gialle.

**VALUTAZIONE DEL SUCCESSO**

Valore stand. prima rinat. (2003)	Valore stand. (2003)	Valore stand. (2010)	Valore stand. (2015)	Valore stand. (2021)	Categoria di variazione
0.13	0.13	0.75	0.75	0.5	Insuccesso



## 43. DINAMICA STRUTTURALE DELLE SPONDE

### STATO 3

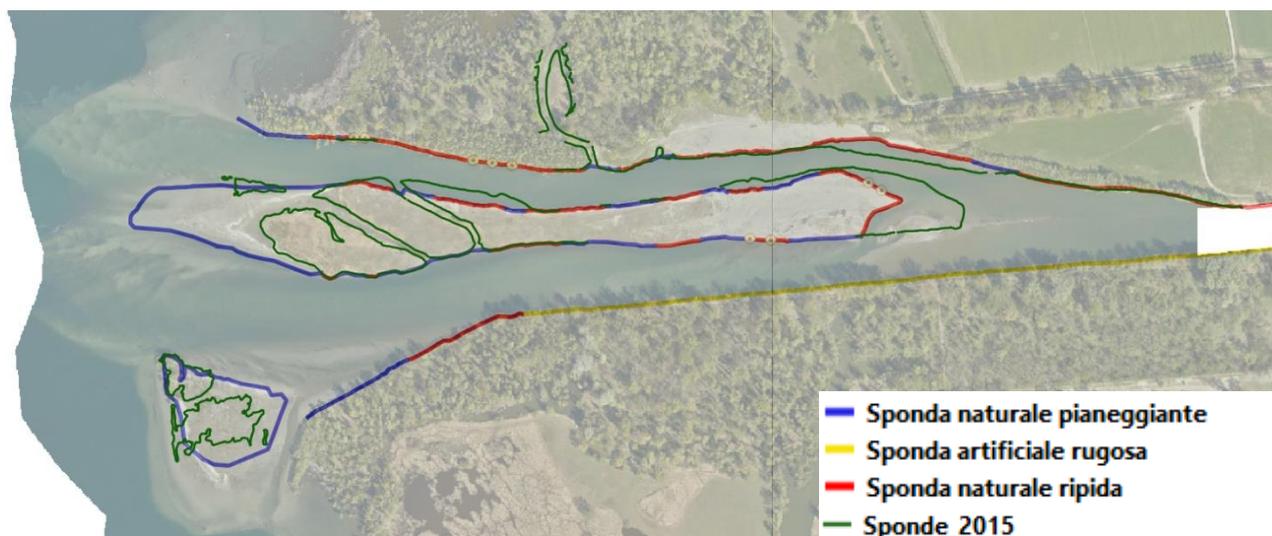
L'evoluzione della struttura delle sponde nel tempo è un buon indicatore per il controllo della dinamica morfologica e della capacità di rigenerarsi dell'ecosistema; infatti, la funzione delle sponde è importantissima per la connettività tra l'ecosistema acquatico e quello terrestre.

Nella tabella seguente sono riportati i rilievi della lunghezza delle sponde e il valore risultante.

Sponda	Lunghezza rive non stabilizzate	Lunghezza rive con cambiamento	Lunghezza rive con spostamento	Fattore k
Sponda destra	1354 m	724 m	0 m	-
Sponda sinistra	301 m	0 m	0 m	-
Isola centrale	2505 m	1906 m	0 m	-
Fattore p				0.63
Valore indicativo a				<b>1.0</b>

### OSSERVAZIONI

Nel confronto con la situazione del 2015 la dinamica delle sponde è rimasta praticamente invariata con un valore pari a 1.0.



Rilievo della struttura delle sponde eseguito nel 2021

**VALUTAZIONE DEL SUCCESSO**

<b>Valore stand. prima rinat. (1997-2003)</b>	<b>Valore stand. (2006-2010)</b>	<b>Valore stand. (2015)</b>	<b>Valore stand. (2021)</b>	<b>Categoria di variazione</b>
1.0	1.0	1.0	1.0	Nessun cambiamento

## 45. STRUTTURA DELLE SPONDE

### STATO 3

La struttura delle sponde, in un corso d'acqua allo stato naturale, è sviluppata dallo spostamento dell'alveo in caso di piena. Nella tabella seguente è riassunto quanto emerso dai rilievi e il valore assegnato per questo indicatore allo stato 3.

Sponda	Lunghezza totale	Lunghezza artificiale			No. Di strutture naturali repertorate	
		liscia	rugosa	totale	L <sub>E1</sub>	L <sub>E2</sub>
Sponda destra	1354 m	0 m	238 m	238 m	5	0
Sponda sinistra	1285 m	0 m	984 m	984 m	0	0
Isola centrale	2505 m	0 m	0 m	0 m	0	4
Totale	5144 m	0 m	1222 m	1222 m	5	4
Fattore A <sub>artificiali</sub>					0.44	
Fattore A <sub>naturali</sub>					0.5	0.375
<b>Valore indicativo a</b>					<b>0.88</b>	

### OSSERVAZIONI

Nel confronto con la situazione del 2015 la struttura delle sponde è rimasta praticamente invariata con un valore pari a 0.88 che porta quindi ad un leggero miglioramento rispetto allo scorso rilievo dovuto all'aumento di un'unità delle strutture naturali repertorate.

### VALUTAZIONE DEL SUCCESSO

Valore stand. prima rinat. (2006)	Valore stand. (2009)	Valore stand. (2010)	Valore stand. (2015)	Valore stand. (2021)	Categoria di variazione
0.45	0.83	0.83	0.83	0.88	Nessun cambiamento

## E. CRESCITA DEL DELTA NEL LAGO

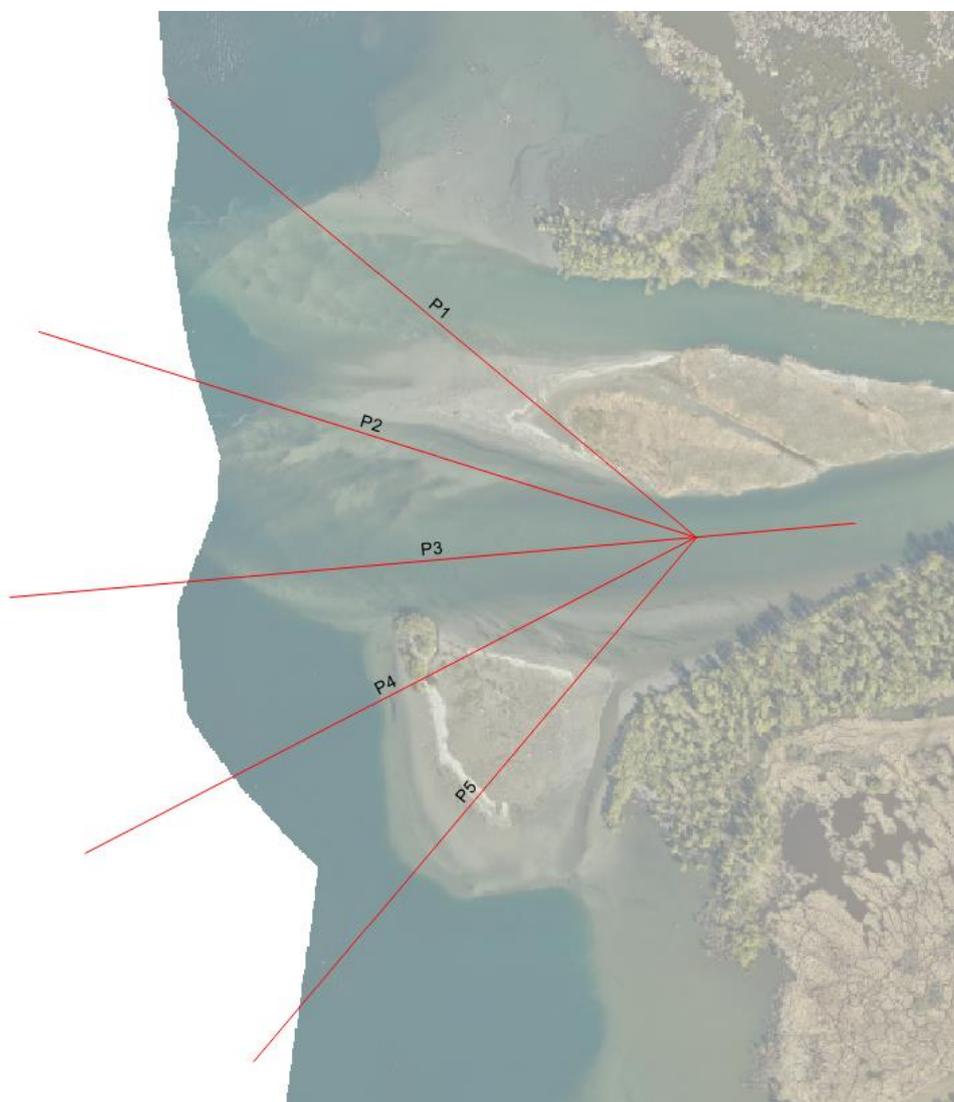
### STATO 3

Questo indicatore, indispensabile per il progressivo aumento degli ecosistemi, va calcolato tramite la definizione dell'avanzamento del fronte del delta.

Il rilievo batimetrico è stato effettuato nel 2021, mentre il precedente risaliva al 2016.

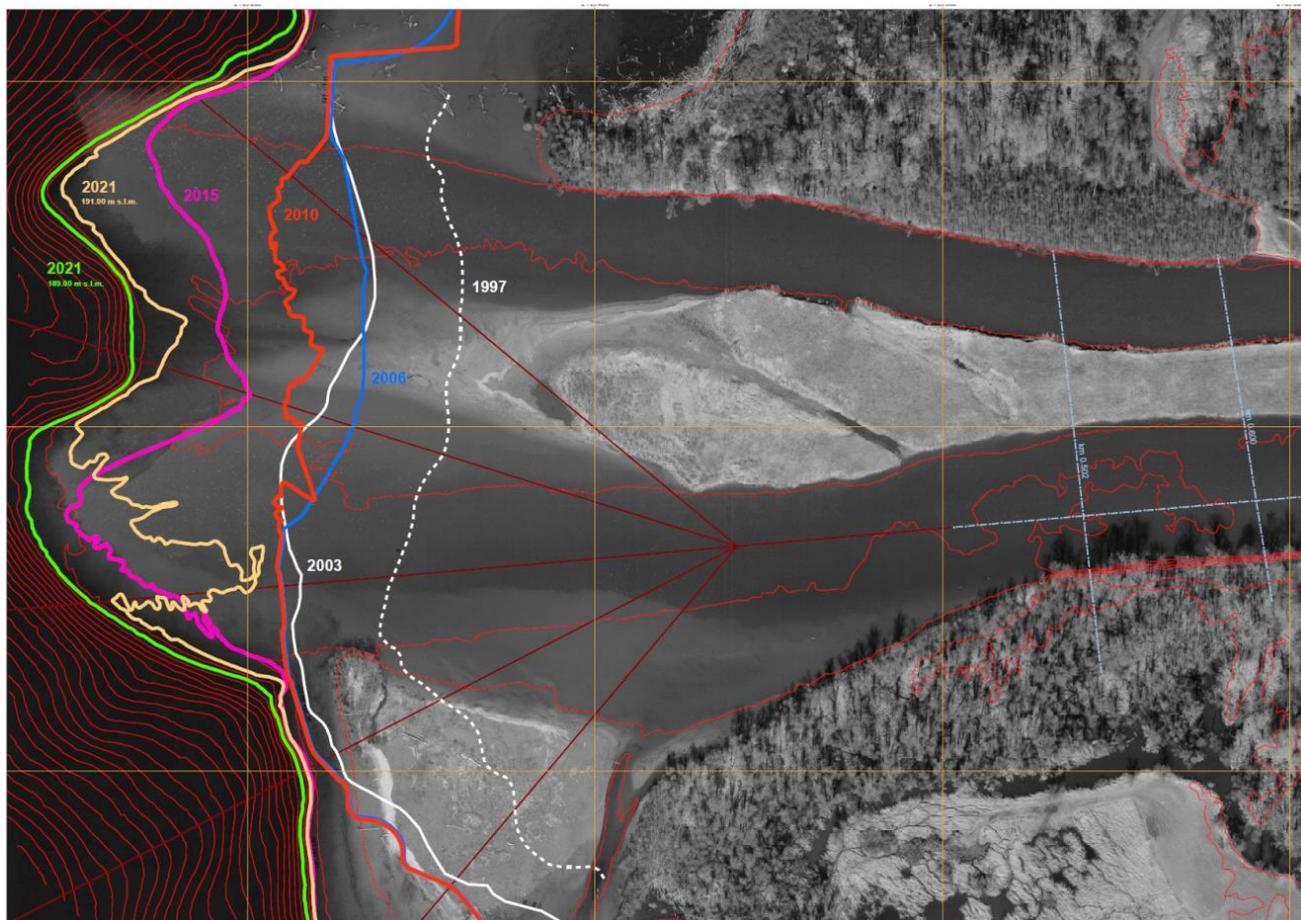
Per la misura del fronte del delta sono definite cinque sezioni tutte originate da un punto fisso situato al KM 0.300 lungo l'asse del fiume Ticino, i 5 profili hanno un'angolazione prefissata.

Di seguito è riportato lo schema della posizione dei profili lungo i quali è stato effettuato il calcolo e i 5 profili a confronto tra il rilievo del 2015 e quello del 2021.



Profili di misurazione dell'avanzamento del delta.

Ortofoto dei profili del delta: per il 2021 sono evidenziati le quote 191 m (beige) e 189 m (verde) poichè il cambio di pendenza è meno uniforme.

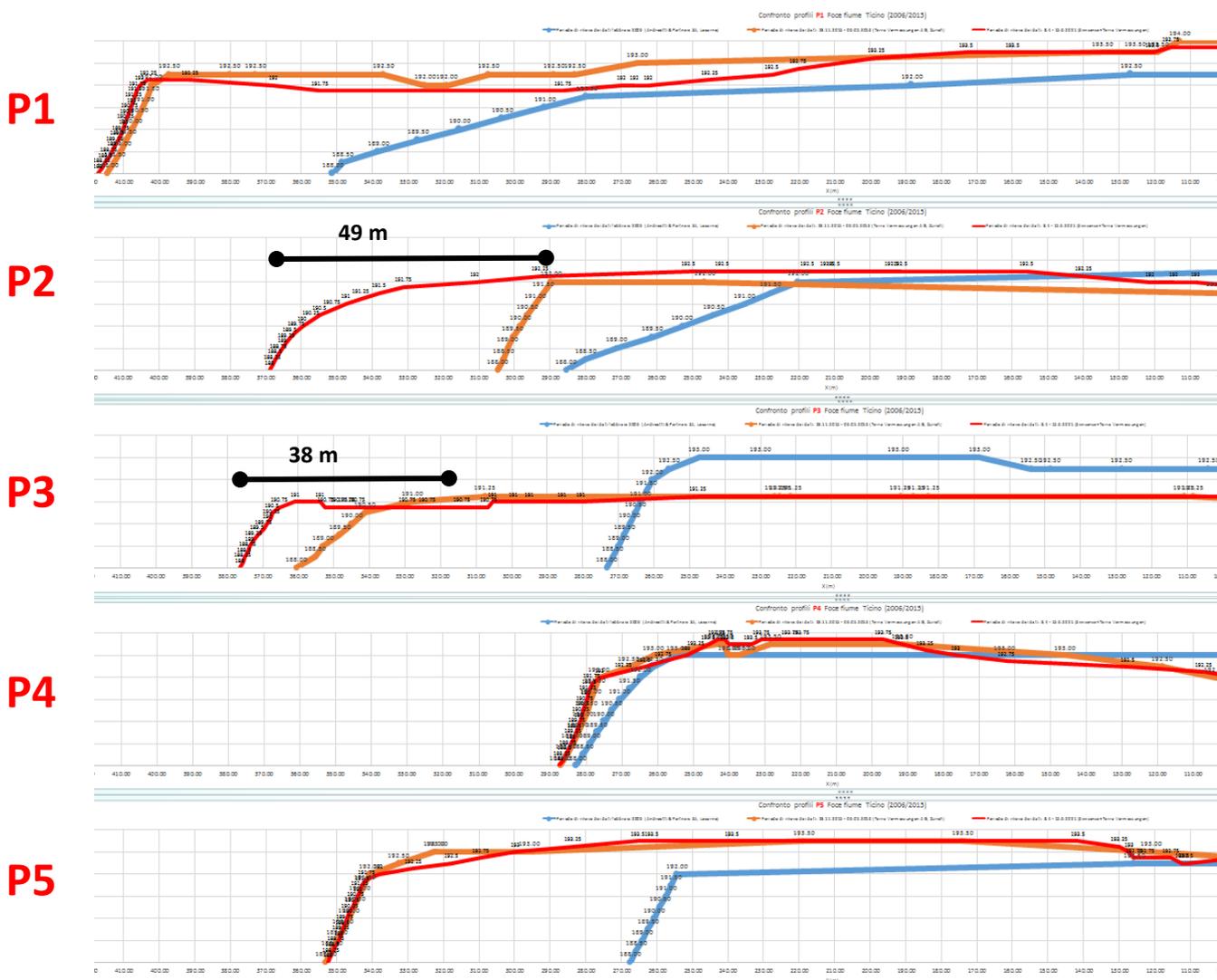


Nella tabella seguente è riassunto il calcolo dell'indicatore sulla base del tasso di avanzamento del delta per ogni profilo.

Profilo	P1	P2	P3	P4	P5
Inclinazione profilo	+45°	+22.5°	+0°	-22.5°	-45°
Avanzamento	10m	49m	38m	2m	2m
$C_{rilevato}$	1.7 m/a	8.2 m/a	6.3 m/a	0.3 m/a	0.3 m/a
$C_{teorico}$	1.1 m/a	1.1 m/a	1.1 m/a	1.1 m/a	1.1 m/a
$C_{rilevato}/C_{teorico}$	1.5	7.5	5.7	0.3	0.3
<b>Valore indicativo a</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0.3</b>	<b>0.3</b>
<b>Valore a medio</b>	<b>0.72</b>				

**OSSERVAZIONI**

Si nota che i profili P4 e P5 non hanno avuto un avanzamento marcato in quanto la crescita è ostacolata dall'isola formatasi sulla sinistra del delta.



**VALUTAZIONE DEL SUCCESSO**

Valore stand. prima rinat. (1997-2003)	Valore stand. (2009- 2015)	Valore stand. (2015- 2021)	Categoria di variazione
1	1	0.72	Insuccesso

Rispetto ad una crescita a ventaglio del delta rientriamo nella categoria di insuccesso, poiché vi è uno sviluppo solo centrale. Comunque testimone di uno squilibrio presente?

### 13\*. DINAMICA D'INONDAZIONE: DURATA, TIPO E AMPIEZZA

#### STATO 3

Il calcolo della dinamica di inondazione include la durata, il tipo e l'ampiezza d'inondazione delle sponde. Il metodo di calcolo infatti considera la durata di inondazione delle isole al centro della foce per ogni evento, il rapporto tra la superficie inondata rispetto alla superficie totale degli isolotti e il fatto che l'inondazione sia statica o dinamica.

Nella tabella di calcolo presentata al paragrafo Osservazioni sotto sono riassunti tutti gli eventi dal 2016 al 2020 e per ogni evento è indicato il calcolo dei fattori. Come ultima riga si nota il valore generale assegnato per questo indicatore. Nel 2016 vi sono stati cinque eventi, un evento nel 2017 così come nel 2018, nel 2019 vi sono stati sei eventi e infine nel 2020 due eventi.

Il valore dell'indicatore è dato dalla sommatoria dell'indicatore di ogni singolo evento:

$$a = \sum a_i = \sum E_i I_i D_i = 0.19$$

#### OSSERVAZIONI

I parametri I e D sono indipendenti dal progetto di rinaturazione, il loro valore dipende dalle condizioni meteorologiche. Nel periodo trascorso le condizioni delle inondazioni (tipo e durata) sono state sempre sfavorevoli condizionando i parametri I e D. Il valore complessivo di  $a = 0.19$  per questo parametro porta ad un insuccesso rispetto agli scorsi rilievi non dovuto però alle condizioni locali.

Per questo indicatore sono stati presi in considerazione gli anni 2015-2020. Questo permette di avere una visione su un tempo più lungo rispetto all'anno, anche perchè nel 2021 non ci sono stati eventi d'inondazione

Anno evento	2016					2017	2018	2019						2020	
Data evento	18-19/04	30/05-01/06	17-24/06	25-29/11	03/12	29-30/06	30/10-18/11	26-29/04	11-16/06	21-29/10	23/11-3/12	10-13/12	19-25/12	07-12/06	03-12/10
<b>Tipo d'inondazione [I]</b>															
no. Giorni h lago >= 194.00 m s.m.	2	5	8	5	1	2	20	4	6	9	11	4	7	6	10
no. Giorni Q fiume >= 200 m <sup>3</sup> /s	1	1	2	0	0	0	1	1	3	2				1	3
<b>I</b>	0.50	0.20	0.25	0.00	0.00	0.00	0.05	0.25	0.50	0.22	0.00	0.00	0.00	0.17	0.30
<b>Durata d'inondazione [D]</b>															
no. Giorni h lago >= 194.00 m s.m.	2	5	8	5	1	2	20	4	6	9	11	4	7	6	10
<b>D</b>	0.08	1	0.2	1	0.3	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
<b>Ampiezza d'inondazione [Ei]</b>															
Superficie di referenza	89189	89189	89189	89189	89189	89189	89189	89189	89189	89189	89189	89189	89189	89189	89189
Quota lago media evento	194.1	194.1	194.4	194.2	194	194.1	194.6	194.2	194.2	194.5	194.3	194	194.2	194.2	194.8
Superficie inondata	24486	24486	47476	46668	2304	24486	48838	46668	46668	48157	47072	2304	46668	46668	89189
<b>Ei</b>	0.27	0.27	0.53	0.52	0.03	0.27	0.55	0.52	0.52	0.54	0.53	0.03	0.52	0.52	1.00
<b>ai = I*D*Ei</b>															
<b>ai</b>	0.01	0.05	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03
<b>a = Σai</b>	0.19														

**VALUTAZIONE DEL SUCCESSO 2015-2020**

Valore stand. prima rinat. (2003)	Valore stand. (2010)	Valore stand. (2015)	Valore stand. (2015-2020)	Categoria di variazione
0	0.39	0.22	0.19	(Insuccesso)

Eventi nel 2021	(1) 11 maggio	(2) 13-17 luglio	(3) 28-29 luglio	(4) 7-8 agosto	(5) 5 ottobre
-----------------	---------------------	------------------------	------------------------	----------------------	---------------------

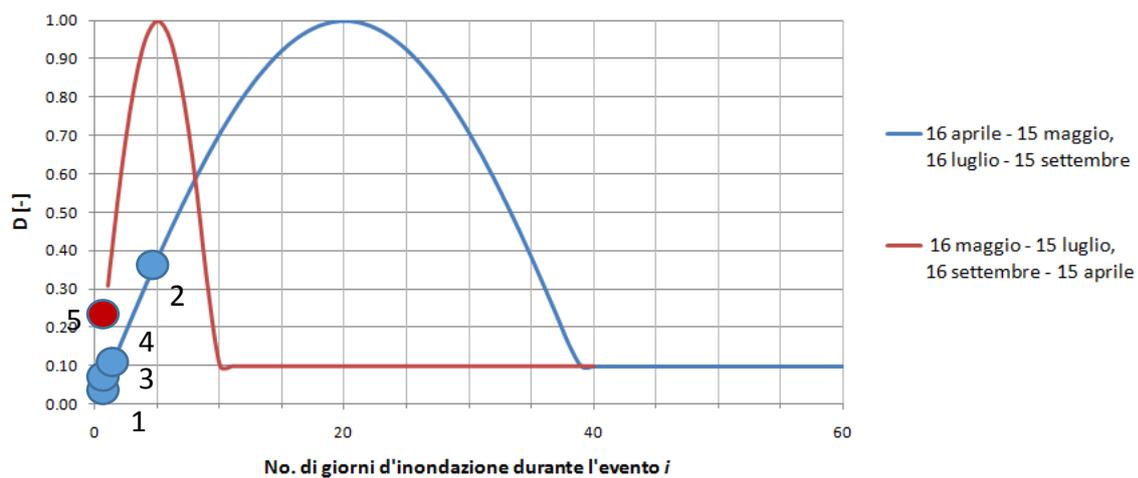
Tipo d'inondazione					
No. giorni $h_{\text{lago}} \geq 194.00$ m s.m.	0	5	1	1	0
No. giorni $Q_{\text{fiume}} \geq 200$ m <sup>3</sup> /s	1	1	1	2	1
<b>I [-]</b>	<b>0</b>	<b>0.2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0</b>

Durata d'inondazione					
No. giorni $h \geq 194$ m s.m.	0	5	1	1	0
<b>D [-]</b>	<b>0</b>	<b>0.4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Ampiezza d'inondazione					
Superficie di riferimento [m <sup>2</sup> ]*	89189	89189	89189	89189	89189
Quota lago [m s. m.] (media evento)	0	194.23	194.01	194.00	0
Superficie inondata [m <sup>2</sup> ]		46'668	2'304	2'304	
<b>Ei [-]</b>		<b>0.52</b>	<b>0.03</b>	<b>0</b>	

$a_i$ [-]		0.04	0	0	0
<b>a [-]</b>			<b>0.1</b>		

\*Superficie di riferimento x inondazione: terre emerse sopra 193.50 m slm all'interno del settore foce di 325'261 m<sup>2</sup>



### VALUTAZIONE DEL SUCCESSO 2021

Valore stand. prima rinat. (2003)	Valore stand. (2010)	Valore stand. (2015)	Valore stand. (2021)	Categoria di variazione
0	0.39	0.22	0.04	Insuccesso

## VALUTAZIONE GLOBALE per il 2021

<b>1. ACCETTAZIONE DA PARTE DEI GRUPPI DI INTERESSE</b>		n.r.				
<b>5. NUMERO DI VISITATORI</b>		n.r.				
<b>20. VALORE ESTETICO DEL PAESAGGIO</b>		n.r.				
Parametro indicatore	Valore stand. prima rinat.	Valore stand. 2010	Valore stand. 2015	Valore stand. 2021	Categoria di variazione 15-21*	
<b>26. QUANTITÀ DI TRONCHI</b>						
Numero di tronchi	0.16	0.65	0.37	1	Forte miglioramento	
Superficie legname	0.5	0.09	0.09	0	Nessun cambiamento	
<b>A. MACROFITE ACQUATICHE</b>						
	0.03	0.16	0.18	0.13	Insuccesso	
<b>27. SPECIE VEGETALI TIPICAMENTE GOLENALI</b>						
<i>Typha minima</i>	0	0	0	0	Nessun cambiamento	
<i>Typha shuttleworthii</i>	0	0	0	0	Nessun cambiamento	
<i>Cyperus michelianus</i>	0	0	0	0	Nessun cambiamento	
<i>Eleocharis ovata</i>	0.5	0.02	0.02	0	Insuccesso	
<i>Schoenoplectus mucronatus</i>	0.02	0.1	0.2	0	Insuccesso	
<i>Schoenoplectus triqueter</i>	0	0	0	0	Nessun cambiamento	
<i>Schoenoplectus supinus</i>	0	0	0	0	Nessun cambiamento	
<i>Littorella uniflora</i>	0	0	0	0	Nessun cambiamento	
<i>Eleocharis acicularis</i>	0.00017	0	0.0001	0.0001	Nessun cambiamento	
<b>48*. SUCCESSIONE E RIGENERAZIONE (VEGETAZIONE E INVERTEBRATI EPIGEI)</b>						
Trend ecologico cenosi pioniere	Carabidae	-	0.75	0.31	0.33	Nessun cambiamento
	Araneae	-	0.31	0.21	0.31	Leggero miglioramento
Diversità e carattere alluvionale (flora + fauna)		-	0.5	0.6	0.9	Miglioramento medio
<b>49. CARTOGRAFIA TIPOLOGICA</b>						
Indice di Shannon	0.85	0.87	1	1	Nessun cambiamento	
Percentuale formazioni pioniere	0.2	0.4	0.6	0.6	Nessun cambiamento	

Parametro indicatore		Valore stand. prima rinat.	Valore stand. 2010	Valore stand. 2015	Valore stand. 2021	Categoria di variazione 15-21*
<b>4. PERMEABILITÀ PER I PESCI</b>						
Braccio principale	Numero di giorni in secca	1	1	1	1	Nessun cambiamento
	% di pozze prosciugate	1	1	1	1	Nessun cambiamento
Braccio laterale	Numero di giorni in secca	-	0.83	1	1	Nessun cambiamento
	% di pozze prosciugate	-	0.97	1	1	Nessun cambiamento
<b>B. SPECIE FAUNISTICHE TIPICAMENTE GOLENALI</b>						
<i>Onychogomphus forcipatus unguiculatus</i>		0	0	0	0	Nessun cambiamento
<i>Cicindela germanica</i>		0	0.01	0.01	0.1	Leggero miglioramento
<i>Aiolopus thalassinus</i>		0	0	0	0	Nessun cambiamento
<b>C. UCCELLI NIDIFICANTI</b>						
Nidificanti in parete		0	1	1	1	Nessun cambiamento
Acquatici		0	1	0.55	1	Forte miglioramento
Ripicoli (greti)		0.25	0.75	0	0	Nessun cambiamento
Canneti				1	0.8	Insuccesso
Numero di specie		0.1	0.6	0.9	1	Forte miglioramento
<b>D. UCCELLI MIGRATORI</b>						
Specie potenziali		-	0.18	0.15	0.3	Leggero miglioramento
Specie prioritarie		-	0.45	0.45	0.66	Leggero miglioramento
<b>33. DINAMICA STRUTTURALE DEL FONDO</b>						
		0.30	0.56	0.05	0.4	Leggero miglioramento
<b>36. STRUTTURA DEL FONDO</b>						
		0.13	0.75	0.75	0.5	Insuccesso
<b>43. DINAMICA STRUTTURALE DELLE SPONDE</b>						
		1	1	1.0	1	Nessun cambiamento
<b>45. STRUTTURA DELLE SPONDE</b>						
		0.45	0.83	0.83	0.88	Nessun cambiamento

Parametro indicatore	Valore stand. prima rinat.	Valore stand. 2010	Valore stand. 2015	Valore stand. 2021	Categoria di variazione 15-21*
<b>E. CRESCITA DEL DELTA NEL LAGO</b>					
	1	-	1	0.72	Insuccesso
<b>13*. DINAMICA D'INONDAZIONE: DURATA, TIPO E AMPIEZZA</b>					
	0	0.39	0.22	0.04	Insuccesso

\* Nella categoria di variazione “Nessun cambiamento” non viene fatta distinzione fra gli indicatori che risultavano insoddisfacenti nel primo stato di confronto e che non sono migliorati nel successivo, e quelli che erano già soddisfacenti e che non possono migliorare. “Nessun cambiamento” di un indicatore non significa pertanto che questo non sia già a uno stato evolutivo soddisfacente. Un valore standardizzato di 1 corrisponde a uno stato naturale/ideale.

Va inoltre ricordata l'importanza della distinzione fra le variazioni puntuali, ovvero da uno stato di evoluzione a quello successivo (es. 2015-2021), e le variazioni su scala più ampia (es. 2010-2021), in quanto le categorie assumono valore diverso a seconda del confronto.

### **PARAMETRI IDROLOGICI**

Per la dinamica strutturale del fondo si riscontra un leggero miglioramento nonostante che il tempo trascorso dallo scorso rilievo del 2015 è all'incirca lo stesso trascorso tra quello del 2015 e quello del 2010 dove si riscontrava un insuccesso di questo indicatore dovuto all'assenza di eventi di piena significativi. Invece nel periodo tra lo Stato 2 e lo Stato 3 vi sono stati due eventi di piena importanti che hanno agito sulla struttura del fondo. Il cambiamento più rilevante è dovuto ai nuovi banchi alluvionali non sommersi durante i periodi di magra.

Per quanto riguarda la struttura del fondo, risulta un miglioramento medio con una differenza positiva rispetto allo stato dopo la rinaturazione. In assenza del guado non tutte le strutture morfologiche sono presenti, se vi fosse anche il guado, il punteggio sarebbe 1 che corrisponderebbe ad un forte miglioramento e quindi ad un successo importante.

Per la dinamica delle sponde non si hanno cambiamenti rispetto allo stato iniziale, ma già allo stato prima della rinaturazione era stato assegnato un punteggio di 1 che quindi non può essere migliorato.

La struttura delle sponde, rispetto allo stato 0, ha avuto un miglioramento più che mediocre e sicuramente con esito positivo. Rispetto allo scorso rilievo vi è un leggerissimo incremento dovuto all'aumento di 1 unità delle strutture naturali repertorate.

Per quanto riguarda la crescita del delta nel lago invece si riscontra un esito negativo con quindi un degrado rispetto allo stato iniziale. Si ritiene che ciò sia dovuto al fatto che la foce non è più incanalata in un'unica direzione frontale dove il fiume arrivava al lago con una

buona velocità e una buona capacità di trasporto e quindi il materiale si depositava tutto sul fronte, che però era relativamente contenuto. Ad oggi la foce con la sua nuova struttura, rallenta prima le acque del fiume che quindi depositano più a monte rispetto al fronte, inoltre l'allargamento della foce e la presenza di nuovi ostacoli per la corrente (isole) non permette più il deposito di materiale nella medesima zona frontale, ma il fenomeno di deposito è stato ripartito sul lato destro della foce.

La dinamica di inondazione è un fattore dipendente soprattutto dalle condizioni meteorologiche e non dal progetto di rinaturazione. Nel periodo trascorso le condizioni delle inondazioni (tipo e durata) sono state sempre sfavorevoli condizionando i parametri e portando complessivamente ad un esito negativo rispetto agli scorsi rilievi e leggermente positivo rispetto allo stato zero (dove però il valore indicativo era nullo).

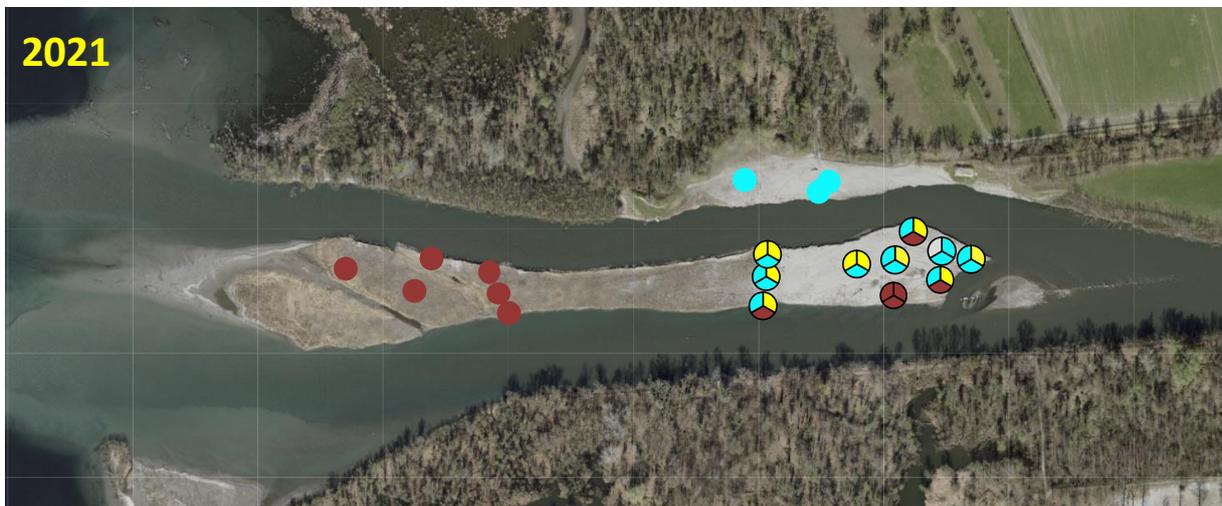
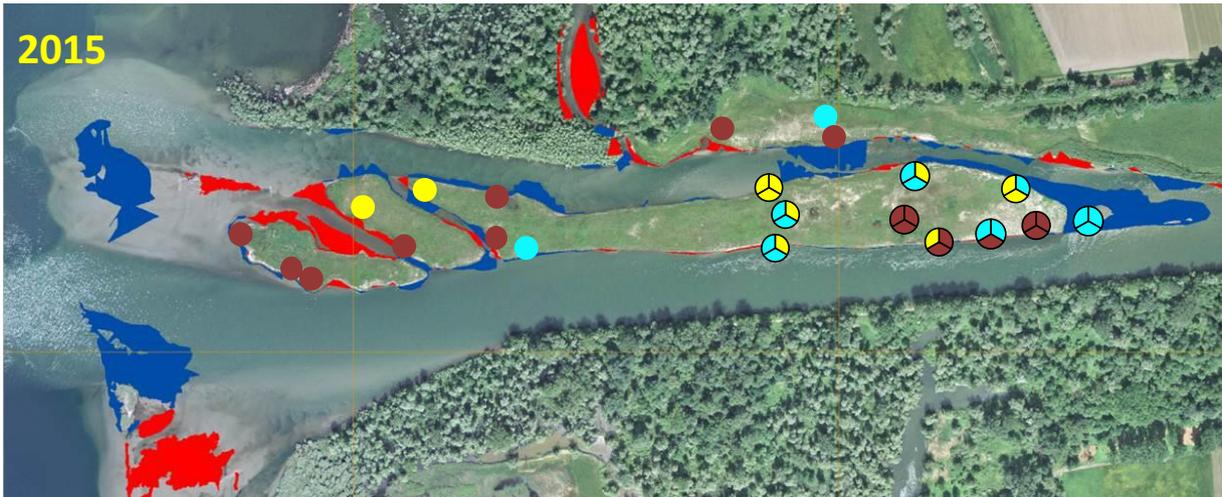
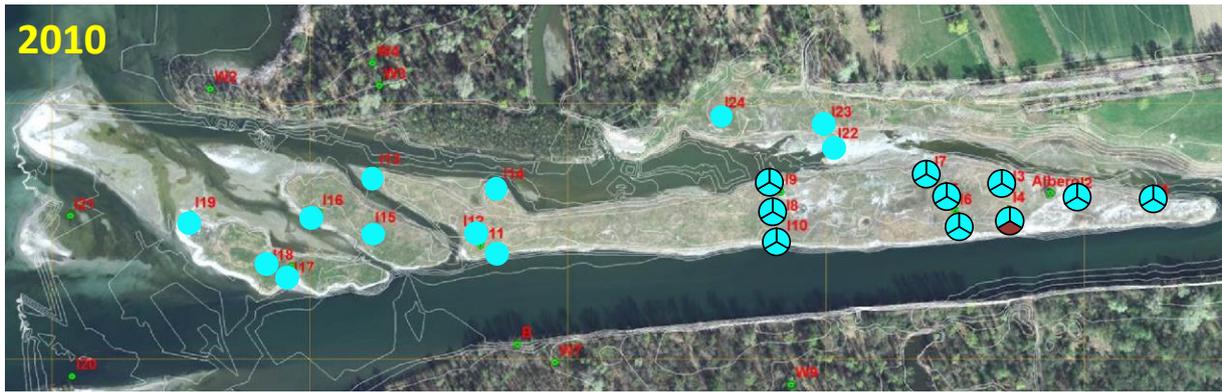
In sintesi, per quanto riguarda i parametri idrologici l'evoluzione della foce tra lo Stato 2 e lo Stato 3 è da considerarsi positiva. Gli eventi di piena importanti che ci sono stati, combinati con le immissioni di materiale in alveo del fiume Ticino, hanno favorito la dinamica alluvionale del comparto, creando nuove zone di deposito e nuove erosioni, in particolare nella parte a monte dell'isola centrale. È inoltre emerso come il canale laterale destro sta diventando sempre più attivo, vi è un'erosione sia laterale che di fondo che favorisce il deflusso in questa direzione. Al contrario nell'alveo principale si osservano importanti depositi di materiale fine che formano delle dune sommerse. Questi fenomeni sono interessanti per la diversificazione morfologica del comparto e andranno sicuramente monitorati anche nel corso dei prossimi anni, valutando la conseguente creazione di nuovi habitat.

### **PARAMETRI BIOLOGICI**

Dopo la piena importante del 2020 l'aspettativa era di vedere un influsso importante sugli indicatori biologici. Questo influsso è stato effettivamente osservato ma non nella direzione attesa. In effetti nella parte alta dell'isolotto (fronte Est) il deposito di uno strato di sabbia sopra la vegetazione ha avuto un ruolo catastrofico per le cenosi che si erano già insediate, ma la breve durata nel tempo (la vegetazione ricoperta è ripartita già a metà stagione, ricoprendo le aree sabbiose) non ha permesso la colonizzazione da parte di specie pioniere. Ne risulta la scomparsa di cenosi post-pioniere (presenti nel 2015) e la mancata colonizzazione di cenosi pioniere (o solo abbozzata con poche specie e pochi individui).

I nuovi ed estesi banchi di sabbia depositati sul fronte della foce sono rimasti sommersi a lungo durante l'anno e non hanno potuto essere colonizzati da cenosi alluvionali.

Con questa chiave va letta la figura seguente che visualizza questi cambiamenti.



-  Stazione con rilievi floristici (staz. 1-23)
-  Stazione con rilievi floristici e faunistici (staz. 1-10)

- Carabidae  Araneae
- flora 

- Cenosi stazionale
- pioniera 
  - post-pioniera 
  - palustre 

## CONCLUSIONE

Anche se più lentamente rispetto a quanto ipotizzato, il delta continua a evolvere. A titolo esplicativo, il confronto dell'indicatore 48\* (fauna e flora), che mostra bene lo sviluppo cenotico nel comparto, può essere usato quale sunto della situazione. Nell'immagine alla pagina precedente, dove sono riportate le cenosi stagionali, è evidente l'impatto della piena dell'anno precedente che ha depositato importanti quantità di sabbia in sponda destra e sulla punta orientale dell'isola principale. Se l'area più occidentale, meno toccata dagli eventi di piena, si è consolidata in un stato più avanzato e palustre rispetto al 2015, il nuovo ambiente creatosi più a est ha permesso lo sviluppo di cenosi pioniere, perlomeno nella prima metà dell'anno. Nonostante ciò, lo stato di successione differisce poco rispetto al 2015, segno che le piene hanno modellato poco la struttura ecologica; lo sviluppo importante di formazioni vegetali a legno molle indica infatti che diverse piante sono state coperte dalla sabbia ma non sradicate.

Queste considerazioni, unitamente al ridotto numero di animali catturati per via dell'entità catastrofica della piena, indicano come:

- i) la superficie della foce è ancora troppo ristretta per evitare eventi catastrofici in caso di grandi piene;
- ii) il delta non è ancora in equilibrio con i livelli artificiali primaverili del lago (ci vorrebbero delle piene in periodo primaverile, con le soglie di regolazione attuali).

## Allegato I

### Documentazione fotografica – Stazione I4 (rilievo floristico + ragni + carabi)



Stazione I4 – 24.09.2015

Tipologia: CP (canneto)



Stazione I4 – 22.04.2021



Stazione I4 – 18.06.2021



Stazione I4 – 07.09.2021

Tipologia : vegetazione erbacea pioniera

## Documentazione fotografica – Stazione I6 (rilievo floristico + ragni + carabi)



Stazione I6 – 24.9.2015

Tipologia: formazione golenale a legno molle



Stazione I6 – 22.04.2021



Stazione I6 – 18.06.2021



Stazione I6 – 07.09.2021

Tipologia: vegetazione erbacea pioniera

## Documentazione fotografica – Stazione I7 (rilievo floristico + ragni + carabi)



Stazione I7 – 24.9.2015

Tipologia: vegetazione erbacea pioniera



Stazione I7 – 22-04.2021



Stazione I7 – 16.06.2021



Stazione I7 – 24.9.2015

Tipologia: vegetazione erbacea pioniera

## Documentazione fotografica – Stazione I8 (rilievo floristico + ragni + carabi)



Stazione I8 – 24.09.2015

Tipologia: vegetazione golenale a legno molle



Stazione I8 – 18.06.2021



Stazione I8 – 07.09.2021

Tipologia: vegetazione golenale a legno molle

### Documentazione fotografica – Stazione I15 (rilievo floristico)



18.8.2010 (Tipol.: vegetaz. erb. pio.)



21.7.2015 (Tipol.: vegetaz. erb. pio.)

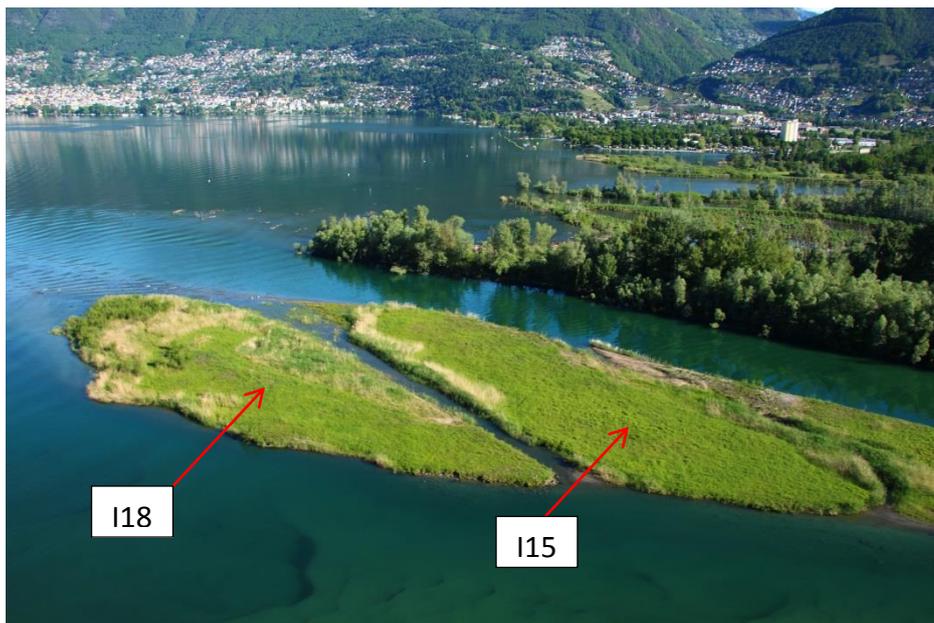
### Documentazione fotografica – Stazione I18 (rilievo floristico)



18.8.2010 (Tipol.: vegetaz. erb. pio.)



21.7.2015 (Tipol.: vegetaz. erb. pio.)



19.5.2021

## Documentazione fotografica – Stazione I19 (rilievo floristico)



18.8.2010 (Tipol.: banco sedimenti.)



21.7.2015 (Tipol.: form. a legno molle)



15.9.2021 (Tipol.: form. a legno molle) non rilevata poiché sott'acqua in primavera.



