

<b>Zeitschrift:</b>	Bollettino della Società ticinese di scienze naturali
<b>Herausgeber:</b>	Società ticinese di scienze naturali
<b>Band:</b>	100 (2012)
<b>Artikel:</b>	Riserva naturale Bolle di Magadino : rinaturalazione della foce del Ticino e controllo della sua evoluzione
<b>Autor:</b>	Rossi-Pedruzzi, A. / Franscini, A. / Beffa, P.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-1003021">https://doi.org/10.5169/seals-1003021</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 25.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Riserva naturale Bolle di Magadino: rinaturazione della foce del Ticino e controllo della sua evoluzione

A. Rossi-Pedruzzi<sup>3</sup>, A. Franscini<sup>3</sup>, P. Beffa<sup>3</sup>, G. Greco<sup>3</sup>, R. Lardelli<sup>3</sup>  
R. Pierallini<sup>3</sup>, L. Filippini<sup>1</sup>, S. Peduzzi<sup>1</sup>, M. Foglia<sup>2</sup>, N. Patocchi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ufficio dei corsi d'acqua, CH-6501 Bellinzona

<sup>2</sup>Ufficio della Natura e del Paesaggio, CH-6501 Bellinzona

<sup>3</sup>Fondazione Bolle di Magadino, CH-6573 Magadino

*fbm@bluewin.ch*

**Riassunto:** La rinaturazione del delta del fiume Ticino è stata realizzata tra ottobre 2008 e novembre 2009 con lo scopo di ripristinare una dinamica naturale alla foce del fiume nel lago Maggiore. L'intervento principale è stato l'allargamento dell'alveo minore in sponda destra e la formazione di un'isola alluvionale. Il progetto ha interessato una superficie di circa 8 ettari.

Allo scopo di verificare il successo di questo progetto, è stato sviluppato uno strumento di controllo basato sul manuale "Erfolgskontrolle Rhône-Thur Projektes" (WOOLSEY *et al.* 2006), che propone una lista di indicatori da confrontare prima e dopo l'intervento di rinaturazione.

Sono stati selezionati e adattati alcuni indicatori e ne sono stati aggiunti altri, conformemente alle caratteristiche della zona umida della riserva delle Bolle di Magadino e in base ai dati storici a disposizione. Lo strumento di controllo sviluppato è composto da 19 indicatori socio-economici, biologici e idrogeomorfologici-idraulici.

Lo stato 0 (stato prima della rinaturazione) è stato stabilito sulla base dei dati passati a disposizione nel decennio scorso. Lo stato 1 è stato calcolato sulla base della prima campagna di rilievi realizzata nel 2010, 6-12 mesi dopo aver terminato il cantiere. In questo contributo vengono presentati i risultati principali degli indicatori per lo stato 0 e lo stato 1.

## Natural Reserve Bolle di Magadino: renaturation of the mouth of the Ticino and control of its evolution

**Abstract:** The Ticino river delta renaturation project was completed between October 2008 and November 2009, resulting in the reinstatement of a natural dynamic at the river's point of entry into Lake Maggiore.

This was achieved by widening the river's right-hand inner bed in its final 800 m stretch and the formation of an artificial alluvial island. The project extended over an area of approximately 8 hectares.

In order to evaluate the project's success we developed monitoring techniques based on the "Erfolgskontrolle Rhone-Thur Projektes" handbook (WOOLSEY *et al.* 2006).

Generally the handbook's guidelines were followed, however some indicators were adapted to specific characteristics and historic data of the Bolle di Magadino.

Our methodology consisted of 19 socio-economical, biological and hydrogeomorphological-hydraulic indicators.

The definition of State 0 (state before restoration) was based on the last decade's available data. In 2010 we proceeded with our initial monitoring campaign, just 6-12 months after completion of the restoration project (State 1). In this paper we present the main results of indicators for the state 0 and state 1.

**Keywords:** monitoring, project evaluation

## INTRODUZIONE

A partire dagli anni Sessanta del secolo scorso, i fondali della foce del fiume Ticino erano dragati regolarmente. Con la cessazione completa di questa attività e con l'allontanamento definitivo nel 2008 degli impianti di lavorazione e stoccaggio degli inerti, sono state create le premesse per poter intervenire affinché la dinamica naturale del delta potesse essere ripristinata.

Tra i mesi di ottobre 2008 e novembre 2009 sono stati realizzati i lavori di rinaturazione della foce del Ticino,

che consistevano nell'allargamento dell'alveo minore in sponda destra, lungo 800 m prima di immettersi nel lago, e nella creazione di un'isola alluvionale (PEDUZZI *et al.* 2009, PATOCCHI 2011a). Gli obiettivi perseguiti erano i seguenti:

- Favorire una dinamica deltizia, che conducesse alla formazione di nuovi banchi di sedimenti e strutture emergibili dal lago (aspetti morfologici).
- Favorire le biocenosi caratteristiche degli ambienti fluviali-deltizi (aspetti biologici).

- Favorire la progressione e la successione degli ecosistemi deltizi (aspetti ecologici).
- Promuovere la sensibilizzazione verso i processi naturali dinamici (aspetti didattici).
- Promuovere il consenso verso interventi di recupero dei fiumi (aspetti sociali).

Gli habitat mirati e le conoscenze ecologiche acquisite per identificarli sono riassunti in PATOCCHI (2011b). Al fine di valutare il successo di questa rinaturazione a lungo termine (raggiungimento degli obiettivi), su mandato del “Gruppo di lavoro cantonale per il recupero degli ecosistemi acquatici compromessi” (GREAC) e della Fondazione Bolle di Magadino (FBM), è stato sviluppato uno strumento di controllo, basandosi sull’esperienza aquisita nel progetto di rinaturazione Rhône-Thur, riassunta in un manuale (WOOLSEY *et al.* 2006, di seguito *Manuale Rhône-Thur*) e adattando il metodo proposto per il caso specifico della foce del fiume Ticino. Il concetto per il controllo del raggiungimento degli obiettivi di una rinaturazione presentato nel *Manuale Rhône-Thur* è basato sulla valutazione tramite il rilievo di indicatori scelti e una loro standardizzazione, in valori tra 0 e 1, atta al confronto con altri progetti (in cui 0 corrisponde allo stato artificiale e 1 allo stato naturale/ideale). La valutazione del successo deriva dal confronto tra i valori degli indicatori prima (Stato 0) e dopo l’intervento (Stato 1, 2,...). Nel *Manuale Rhône-Thur* vengono proposti 50 indicatori e selezioni di indicatori per le misure di rinaturazione più comuni in Svizzera.

## MATERIALI E METODI

### Scelta degli indicatori

La selezione degli indicatori da prendere in considerazione per valutare il successo della rinaturazione della foce del Ticino è stata effettuata selezionando gli indicatori più adeguati per valutare i diversi obiettivi del progetto e integrando i set di indicatori proposti per le misure di rinaturazione attuate, secondo quanto proposto nel *Manuale Rhône-Thur*. Da questa selezione risultavano 31 indicatori, ma non tutti erano adatti per essere applicati nel caso specifico della foce del Ticino. La scelta degli indicatori ha quindi dovuto essere rielaborata e adattata, tenendo conto delle caratteristiche del progetto in questione, dei dati già disponibili (per la valutazione dello stato 0), della possibilità di rilevare l’indicatore alla foce del Ticino, nonché delle esigenze della Fondazione Bolle di Magadino. È stato pure indispensabile un approfondimento delle differenze di comportamento tra un tratto di corso d’acqua e una foce, sia dal profilo idraulico sia da quello dei processi di trasporto solido con il conseguente sviluppo morfologico. Sono inoltre stati integrati alcuni indicatori supplementari non proposti dal *Manuale Rhône-Thur*, ma ritenuti importanti per valutare il successo della rinaturazione della foce del Ticino. La scelta è stata fatta tenendo conto anche dell’esperienza acquisita nell’ambito di altri progetti di rinaturalazione realizzati in Ticino e del monitoraggio effettuato

in altri ambiti. È stata inoltre valutata la ridondanza tra i diversi indicatori ed è stata effettuata una scelta pragmatica valutando i costi e l’utilità di ogni indicatore. Da questa selezione e rielaborazione sono scaturiti 19 indicatori, da applicare per valutare il successo della rinaturazione della foce del Ticino, presentati nella tab. 1.

Tab. 1 - Lista dei 19 indicatori selezionati per la foce del Ticino. Gli indicatori proposti nel *Manuale Rhône-Thur* sono preceduti dal loro codice originale numerico, mentre gli indicatori creati specificamente per la foce del Ticino sono caratterizzati da una lettera maiuscola. Gli indicatori con l’asterisco sono indicatori ripresi dal manuale ma fortemente modificati.

Codice	Gruppo	Categoria	Indicatore
1	socio-economici	Accettazione	Accettazione da parte dei gruppi di interesse
5		Aspetti ricreativi	Numero di visitatori
20		Paesaggio	Valore estetico del paesaggio
18		Costi	Costi del progetto
26	biologici	Materiale organico	Quantità di tronchi
A		Vegetazione	Macrofite acquatiche
47		Vegetazione	Specie vegetali tipicamente golenali
49		Vegetazione	Cartografia tipologica
48*		Vegetazione e fauna	Successione e rigenerazione (vegetazione e invertebrati epigei)
4		Fauna	Permeabilità per i pesci
B		Fauna	Specie faunistiche tipicamente golenali
C		Fauna	Uccelli nidificanti
D		Fauna	Uccelli migratori
33	idro-morfologici	Fondo del letto	Dinamica strutturale del fondo
36		Fondo del letto	Struttura del fondo
43		Sponde	Dinamica strutturale delle sponde
45		Sponde	Struttura delle sponde
E		Morfologia	Crescita del delta nel lago
13*		Idraulica	Dinamica d’inondazione: durata, tipo e ampiezza

Le schede per ogni indicatore con le metodologie di rilievo dettagliate sono presentate nel rapporto specifico (ROSSI-PEDRUZZI *et al.* 2010). In questo contributo non vengono trattati gli indicatori socio-economici, per i quali rimandiamo al rapporto.

### Livello del lago Maggiore e portate del fiume Ticino nel 2010

I rilievi dei diversi indicatori e i loro risultati sono fortemente influenzati dalla situazione del livello del lago Maggiore e dalle portate del fiume Ticino.

Nel corso dei rilievi di terreno per lo stato 1, avvenuti tra aprile e ottobre 2010, la situazione meteorologica nel bacino imbrifero del lago Maggiore, assieme ai fattori d’influenza antropici come la regolazione della diga della Miorina, hanno determinato un andamento dei livelli del lago visibile sulla fig. 1. Questo andamento è visua-

lizzato in contemporanea con quello delle portate del fiume Ticino sul Piano di Magadino. Il lago ha inondato completamente l'area di studio solo con l'esondazione di inizio maggio (la nuova isola è sommersa dal lago a partire da 194.60 m slm). Per il fiume Ticino, ci sono state piene di piccole dimensioni (300-450 m<sup>3</sup>/sec, il fiume sul Piano di Magadino comincia ad esondare dagli argini inferiori solo a partire da piene con portate del fiume Ticino superiori a 800 m<sup>3</sup>/sec). È interessante notare che ci sono state due piccole piene con lago a quote medio-alte (maggio-giugno) e due piccole piene

con lago a quote basse (agosto-settembre), provocate dalle precipitazioni di metà agosto dopo un mese di luglio particolarmente asciutto.

Quale riferimento della situazione generale osservata durante il 2010 per il lago, è importante sapere che la media mensile è sempre stata superiore alle medie di riferimento durante tutto il periodo di campionamento (fig. 2). Si sono dunque avute in generale situazioni di sommersione delle spiagge basse, condizioni non favorevoli per la colonizzazione delle specie pioniere dei litorali bassi.

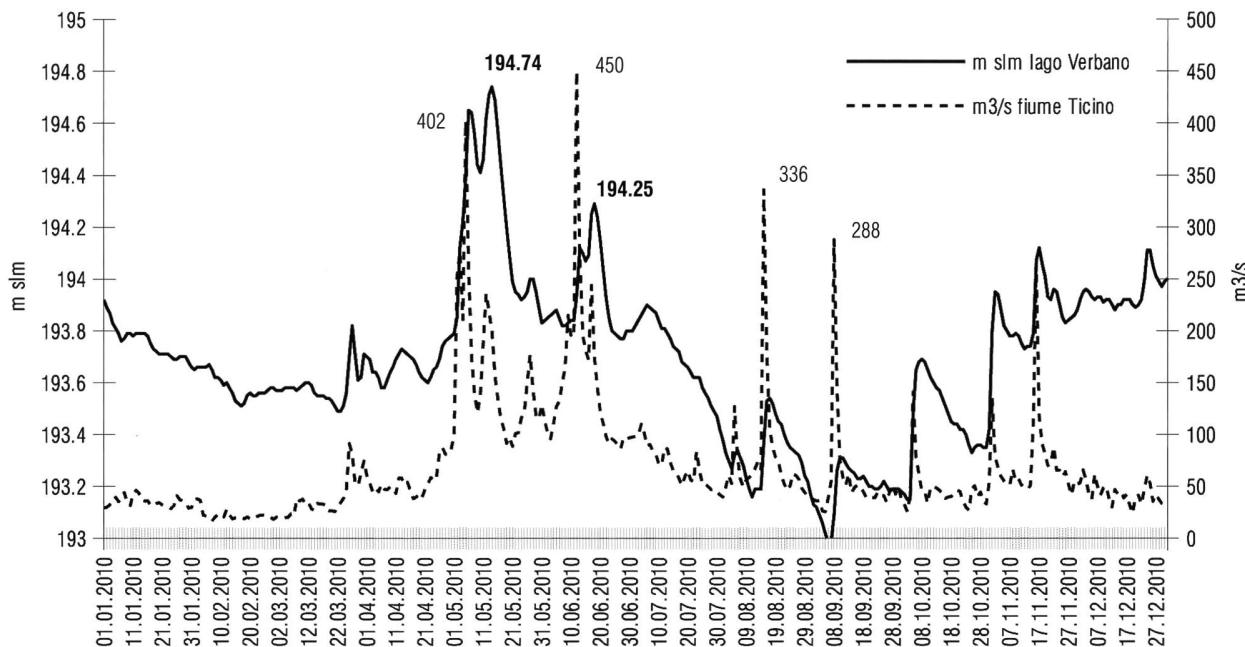


Fig. 1 - Andamento giornaliero dei livelli del lago (idrometro di Locarno) e del fiume Ticino (idrometro di Giubiasco) nel 2010 (fonte: [www.hydrodaten.admin.ch](http://www.hydrodaten.admin.ch)). Le prime due piene del fiume (maggio-giugno) sono avvenute con lago a quote medio-alte e le seconde due piene (agosto-settembre) con lago a quote basse. Sono indicati valori per le punte massime.

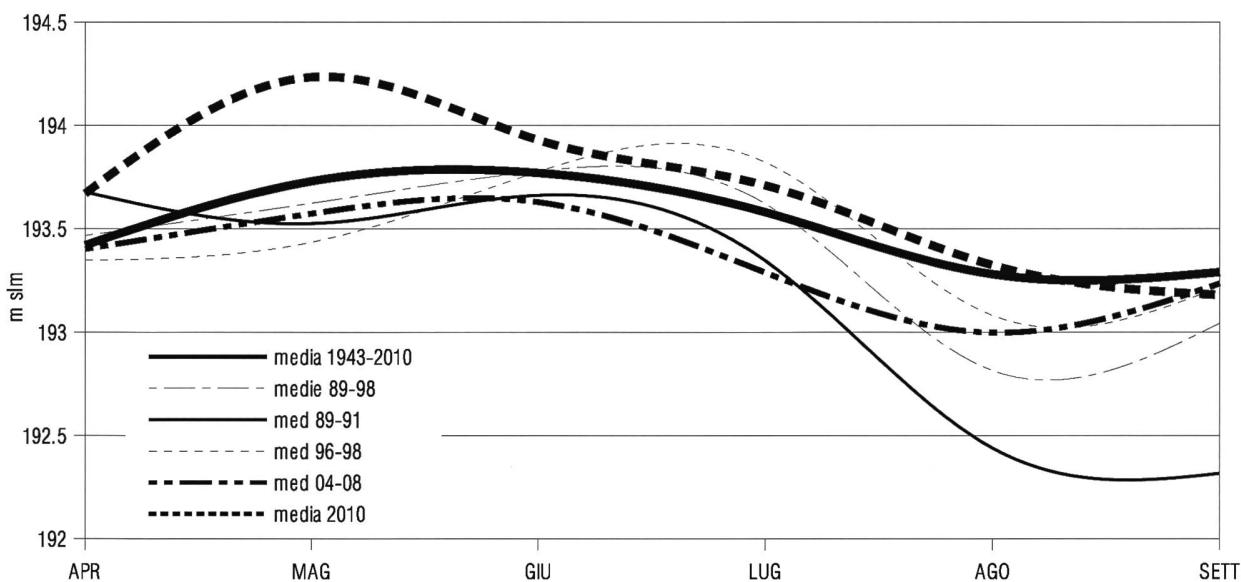


Fig. 2 - Confronto tra le medie mensili 2010 dei livelli giornalieri del lago con la media degli ultimi vent'anni e vari periodi intermedi (fonte dati: [www.hydrodaten.admin.ch](http://www.hydrodaten.admin.ch) idrometro di Locarno), limitatamente al periodo di campionamento dei rilievi 2010.

## RISULTATI E DISCUSSIONE

La foce del Ticino dopo il progetto di rinaturalazione è visibile nella fig. 3.

Nel presente contributo sono presentati unicamente i risultati riguardanti gli indicatori biologici e idraulico-geomorfologici, tralasciando i quattro indicatori socio-economici. Sono esposti in modo sintetico i valori dello stato 0 e dello stato 1, con l'obiettivo di segnalare la rilevanza di un determinato indicatore, ma senza entrare nei dettagli della standardizzazione dei valori. Questo rimane un aspetto delicato, utile per un confronto tra progetti con tipologie diverse, ma di difficile interpretazione quale significato bio-ecologico. I risultati completi possono essere consultati nel rapporto sullo stato 1 (Rossi-PEDRUZZI *et al.* 2011).

Gli indicatori sono esposti secondo l'ordine della tab. 1, seguiti dal loro rispettivo codice.



Fig. 3 - Paesaggio del delta 11 mesi dopo il termine dei lavori (5 ottobre 2010).

### Indicatori biologici

#### *Materiale organico – Quantità di tronchi [26]*

L'indicatore stima il "trattenimento" del materiale organico nell'area alluvionale, riflesso a sua volta di una morfologia variata, sia idraulica, sia geomorfologica. Inoltre i tronchi arenati nella sabbia del delta possono fungere da posatoi interessanti per gli uccelli, nonché da zone di ancoraggio per altri organismi. I tronchi singoli e gli ammassi di legna con calibro più fine (fig. 4) sono valutati separatamente perché hanno funzioni diverse. Al di là di un certo limite l'accumulo di legna potrebbe impedire il corretto flusso dell'acqua e avere effetti negativi, questo indicatore è quindi interessante anche per tenere sotto controllo la presenza di legna nella foce.

#### *Stato 0*

La valutazione dello stato 0 è basata sulle foto aeree (media annuale 1997-2007 dei legni visibili all'interno del perimetro di rilievo) e i valori sono solo indicativi e non direttamente confrontabili con i valori rilevati secondo il metodo descritto nella scheda dell'indicatore.

Numero medio di tronchi: 3.1  
Ammassi di legname: 10 m<sup>2</sup>

#### *Stato 1*

Numero medio di tronchi: 13  
Ammassi di legname: 1.7 m<sup>2</sup>

#### *Valutazione*

Numero medio di tronchi: miglioramento medio  
Ammassi di legname: insuccesso

Poiché i valori prima del cantiere sono solo indicativi, il confronto effettivo potrà avvenire unicamente in seguito, confrontando lo stato 1 e lo stato 2.

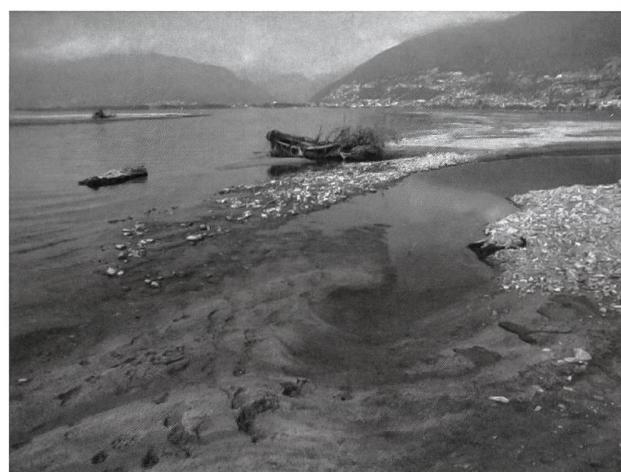


Fig. 4a - Esempi di tronchi arenati (23.8.2010).



Fig. 4b - Esempi di ammassi di legname (6.9.2010).

#### *Vegetazione – Macrofite acquatiche [A]*

Le macrofite acquatiche sono indicatori importanti della qualità di un ambiente acquatico. Le misure di rinaturalazione della foce del Ticino non favoriscono direttamente le macrofite, ma nelle pozze tra i banchi di sabbia e nei bracci laterali riattivati possono esserci condizioni interessanti per questo gruppo ecologico. La presenza di macrofite acquatiche in queste pozze è effimera, ma è comunque un segnale della presenza di una determi-

nata specie nella zona. La valutazione viene effettuata solo qualitativamente (numero di specie, senza densità) perché la densità è troppo variabile e dipende da diversi altri fattori.

#### *Stato 0*

Lo stato 0 è praticamente nullo, poiché non vi erano le condizioni per permettere la crescita di macrofite.

#### *Stato 1*

Nel 2010 con la nuova situazione sono state rilevate 6 specie: *Ranunculus trichophyllum* (1 individuo in uno stagno sull'isola principale), *Lemna minor* (pochi individui), *Lemna minuta* (abbondante, lanca laterale riaperta), *Chara* sp. (alcuni individui in uno stagno sull'isola principale), *Potamogeton natans* e *Sparganium erectum*. Salvo la Lenticchia d'acqua minore, le altre specie presentavano unicamente presenze puntuali.

#### *Valutazione*

L'indicatore registra un "leggero miglioramento", poiché la valutazione è basata su una lista di 37 specie potenziali per ottenere lo stato ideale.

#### *Vegetazione – Specie vegetali tipicamente goleali [47]*

La presenza, l'abbondanza o la copertura di specie vegetali tipicamente goleali sono indicatori della dinamica e della connettività ecologica di un fiume. La maggioranza delle specie tipicamente goleali sono pioniere o ruderali e rispecchiano perciò in particolare il processo di ringiovanimento caratteristico di un corso d'acqua allo stato naturale, rispettivamente di una foce con una dinamica naturale.

Questo indicatore permette, con un costo relativamente contenuto, di ottenere per un anno di rilievo un'interessante visione d'insieme (qualitativa) e controllare specie molto importanti per la conservazione. Per la foce del Ticino sono state selezionate 9 specie, anche quali "specie simbolo", direttamente legate agli ambienti mirati dalla rinaturalazione: sabbie umide alluvionabili (*Typha minima*, *Eleocharis ovata*), litorale sabbioso emerso temporaneamente (*Cyperus michelianus*, *Schoenoplectus supinus*, *E. acicularis*), ghiaie umide alluvionabili (*S. triquetus*, *S. mucronatus*, *T. shuttleworthii*), litorali ghiaiosi emersi temporaneamente (*Littorella uniflora*).

Parallelamente viene rilevata la lista floristica completa del settore, che permette di sorvegliare l'arrivo di specie indesiderate e l'apparizione di ulteriori specie importanti per la conservazione.

#### *Stato 0*

Prima del 1993 nessuna delle specie selezionate era stata osservata nel perimetro di rilievo. Con la formazione naturale di un isolotto nel 1993 si sono creati gli ambienti idonei per alcune specie. Nel 2003 il lago Maggiore ha raggiunto i suoi livelli minimi storici per diversi mesi, ciò che ha causato l'apparizione di una larga banda emersa di litorale lacustre dove è rispuntata *Eleocharis acicularis* (tab. 2).

#### *Stato 1*

Nel 2010 sono state rilevate due specie sull'isolotto principale (tab. 2).

Tab. 2 - Numero di individui (a) o superficie colonizzata (b) rilevati nel settore di rilievo, dal 1980 al 2008 e nel 2010, e solo per dati certi. Lo stato 0 è stato diviso in due periodi (1993: formazione di un isolotto laterale conservatosi fino al 2009).

<b>Specie (a)</b>	<b>Stato 0</b>		<b>Stato 1</b>
	<b>1980 – 1993</b>	<b>1994 – 2008</b>	<b>2010</b>
	<b>no. ind.</b>	<b>no. ind.</b>	<b>no. ind.</b>
<i>Typha minima</i>	1	-	-
<i>Typha shuttleworthii</i>	-	-	-
<i>Cyperus michelianus</i>	-	-	-
<i>Eleocharis ovata</i>	-	50 ind.	2
<i>Schoenoplectus mucronatus</i>	-	2 ind.	15
<i>Schoenoplectus triquetus</i>	-	-	-
<i>Schoenoplectus supinus</i>	-	-	-
<b>Specie (b)</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>m<sup>2</sup></b>
<i>Littorella uniflora</i>	-	-	-
<i>Eleocharis acicularis</i>	-	5 m <sup>2</sup> (2003)	-

#### *Valutazione*

Per *S. mucronatus* è stato osservato un miglioramento, per *E. ovata* un insuccesso, mentre per tutte le altre specie non è stato rilevato nessun cambiamento, neanche per *E. acicularis* poiché la superficie colonizzata nel 2003 era molto ridotta.

Come segnalato sopra, i risultati dello stato 1 derivano anche dal livello del lago che nel 2010 è sempre stato superiore al livello medio di riferimento (fig. 2), condizione non favorevole per la colonizzazione delle specie pioniere dei litorali bassi.

#### *Vegetazione – Cartografia tipologica [49]*

Questo indicatore dà informazioni interessanti sulla presenza e sulla distribuzione (mosaico) di unità tipologiche tipiche di una zona goleale e può mettere in evidenza la presenza di eventuali squilibri. Il confronto tra rilievi effettuati a diversi anni di distanza permette di vedere la dinamica o la stabilità di un sistema.

Il confronto tra diversi rilievi deve avvenire con un livello del lago medio (193,5 m) per evitare variazioni di superficie delle diverse tipologie dovute alle variazioni del livello del lago (maggior superficie di banchi di sabbia e ghiaia emersi con livello del lago basso). La cartografia rilevata sul terreno è quindi adeguata in seguito al livello del lago medio (GIS).

Il perimetro di rilievo include anche la zona delle lanche laterali poiché anche questa zona sarà probabilmente influenzata dalla nuova dinamica del delta.

#### *Stato 0*

Per lo Stato 0 è preso in considerazione lo stato aggiornato al 2004, quando l'isolotto davanti alla foce e il boschetto di salici in sponda destra erano già presenti (tab. 3).

### Stato 1

Nel 2010 sono stati effettuati i rilievi tipologici dettagliati dell'isolotto, che sono poi stati raggruppati nelle formazioni generali proposte dal *Manuale Rhône-Thur* (tab. 3).

Tab. 3 - Unità tipologiche e confronto prima e dopo l'intervento di rinaturalazione. Percentuale di formazioni pioniere: banchi di sedimenti + vegetazione erbacea pioniera + formazioni golenali a legno molle) : 2004 = 14 % ; 2010= 27 %.

Formazione	Stato 0 (2004)		Stato 1 (2010)	
	m <sup>2</sup>	%	m <sup>2</sup>	%
acqua	361'536	51	334'738	47
banchi sedimenti (senza vegetazione)	9'757	1	11'574	2
canneti	58'516	8	57'933	8
vegetazione erbacea pioniera	0	-	92'002	13
formazioni golenali a legno molle	92'378	13	87'141	12
formazioni golenali a legno duro	80'140	11	77'717	11
altre zone (non golenali)	101'410	14	42'702	6
<b>Strutture residue</b>	<b>2'617</b>	<b>-</b>	<b>2'547</b>	<b>-</b>
<b>Totale</b>	<b>706'354</b>	<b>100</b>	<b>706'354</b>	<b>100</b>

### Valutazione

Leggero miglioramento.

Questo indicatore registra solo un leggero miglioramento, anche se è stata creata una grande superficie pioniera che prima non c'era. Il cambiamento viene attenuato dall'estensione dell'area di riferimento, scelta per un controllo a lungo termine della dinamica alluvionale, ma dove i lavori di rinaturalazione 2009 non hanno influito.

### Vegetazione e fauna – Successione e rigenerazione [48\*]

La vegetazione rispecchia la capacità funzionale di un ecosistema semi-acquatico e terrestre. Questo indicatore misura la composizione della vegetazione così come la sua evoluzione nel tempo (successione) e nello spazio (zonazione). All'indicatore originale proposto dal *Manuale Rhône-Thur* è stato integrato un rilievo faunistico di invertebrati dello strato epigeo (ragni a carabidi), come proposto da MORETTI & PATOCCHI (2000) e MORETTI et al. (2004), in cui il carattere della cenosi è definito attraverso

le sue specie strutturanti-fondamentali. Si hanno così dati complementari ai rilievi della vegetazione e l'analisi dell'ecosistema è più completa. Inoltre, in questo modo è pure possibile rilevare zone non (ancora) colonizzate dalla vegetazione. Sono stati effettuati i rilievi fitosociologici e faunistici (Araneae e Carabidae) lungo 3 transetti (fig. 5): due in zona foce (T1 e T2, nel 2006) e uno a croce sul nuovo isolotto (T3, nel 2010). T1 e T2 non sono stati modificati direttamente dall'intervento di rinaturalazione, ma in futuro potrebbero essere influenzati dalle piene (prima solo quelle del lago). T3 invece si situa sulla nuova isola e negli ambienti rinaturalati direttamente. I risultati vengono sintetizzati e visualizzati attraverso l'analisi stratificata delle "homécies" (profilo per ogni stazione, integrante anche lo strato epigeo con carabidi e ragni), strumento ideale per identificare le incoerenze floristiche tra gli strati (ROULIER 1998), e attraverso l'analisi dell'indice di diversità delle homécies e il relativo calcolo del grado di soddisfazione rispetto alla dinamica pioniera di ringiovanimento e successione (fig. 6). Inoltre per i due gruppi dello strato epigeo, maggiormente sensibili alle modifiche ambientali, viene visualizzato un confronto tra popolamenti e gruppi ecologici, attraverso la distanza dei vari gruppi ecologici rispetto alla struttura totale del popolamento stazionale (tab.4 e fig. 7). Questo modo di visualizzare i dati è sperimentale e va confermato in futuro.

### Stato 0

Cf. fig. 6 e 7.

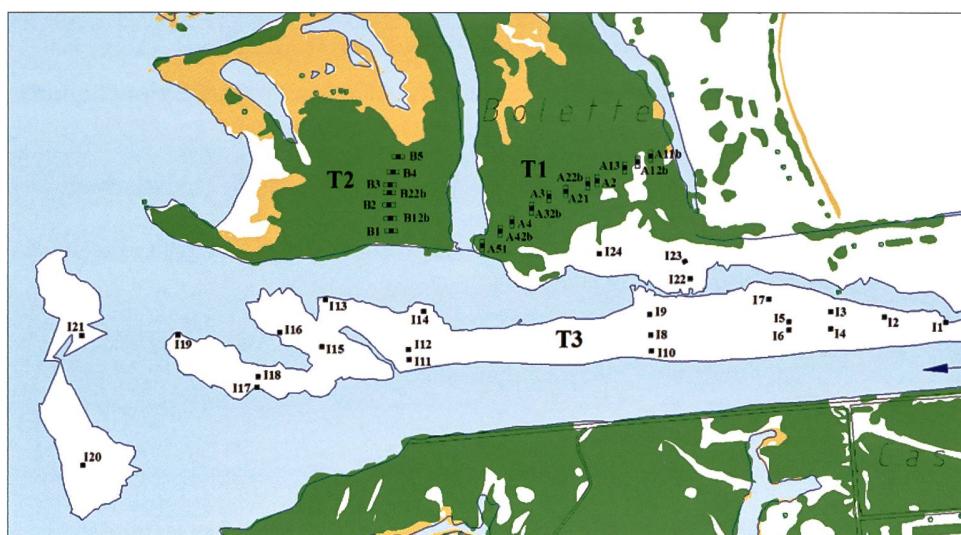
Lo stato 0 per il transetto T3 non è valutabile, poiché prima della rinaturalazione l'isolotto non esisteva. Lo stato di riferimento è quindi il primo rilievo dopo il cantiere (2010).

### Stato 1

Nel 2010 i transetti T1 e T2 non sono stati rilevati nuovamente, perché non erano ancora stati influenzati dalla rinaturalazione.

### Valutazione

Il confronto potrà avvenire solo con i prossimi rilievi. Si può già notare che gli ambienti rinaturalati direttamente (nuova isola) sono dominati dalle specie pioniere (fig. 6 e 7).



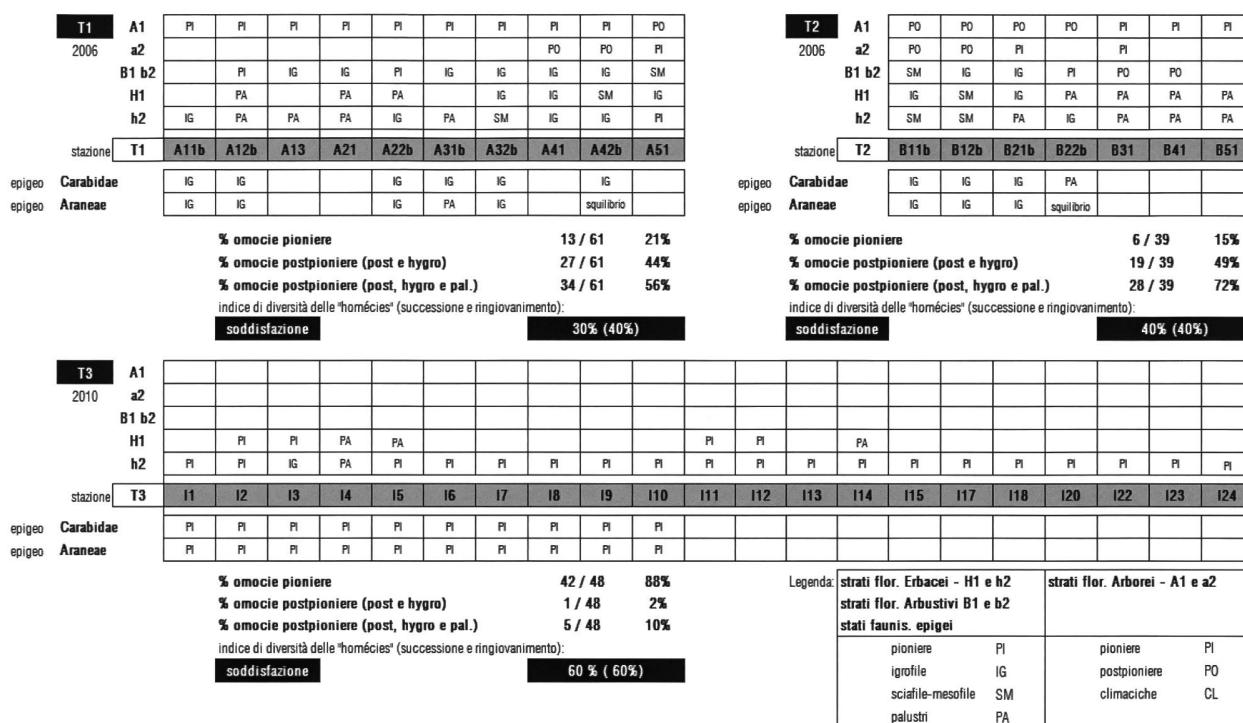


Fig. 6 - Risultati per i transetti T1 - T2 (2006) e T3 (2010): visualizzazione delle caratteristiche ecologiche degli strati floristici vegetazionali (h/H:erbaceo, b/B:arbustivo, a/A: arboreo) e dello strato epigeo per Carabidae e Araneae (*homéies*) per le stazioni con rilievo faunistico; calcolo del grado soddisfazione per l'indice successione e ringiovanimento secondo ROULIER 1989. Per lo strato epigeo sono segnalate le situazioni di squilibrio per le stazioni in cui non sono state osservate specie fondamentali (struttura cenotica in piena dinamica di cambiamento).

Tab. 4 - Invertebrati epigei (Araneae e Carabidae) – Numero di specie (campionate con più di 5 individui per ogni transetto) per ogni gruppo ecologico.

Araneae			Numero di specie (con + di 5 ind.)			Scarto dalla media			Valore standardizzato		
Gruppo ecologico	T1 2006	T2 2006	Isola 2010 T3	T1 2006	T2 2006	T3 Isola 2010	T1 2006	T2 2006	T3 Isola 2010	T1 2006	T2 2006
climax	4	3	0	1.25	1.25	-2.25	0.33	0.33	0.02		
palustre	4	2	2	1.25	0.25	-0.25	0.33	0.23	0.19		
post-pioniera	2	1	3	-0.75	-0.75	0.75	0.17	0.17	0.23		
pioniera	1	1	4	-1.75	-0.75	1.75	0.1	0.17	0.31		
media del numero di specie per gruppo ecologico	2.75	1.75	2.25								

Carabidae			Numero di specie (con + di 5 ind.)			Scarto dalla media			Valore standardizzato		
Gruppo ecologico	T1 2006	T2 2006	Isola 2010 T3	T1 2006	T2 2006	T3 Isola 2010	T1 2006	T2 2006	T3 Isola 2010	T1 2006	T2 2006
climax	5	4	0	1.75	1.75	-5	0.31	0.31	0		
palustre	4	5	2	0.75	2.75	-3	0.33	0.43	0		
post-pioniera	4	0	6	0.75	-2.25	1	0.23	0.08	0.25		
pioniera	0	0	12	-3.25	-2.25	7	0	0.08	0.75		
media del numero di specie per gruppo ecologico	3.25	2.25	5								

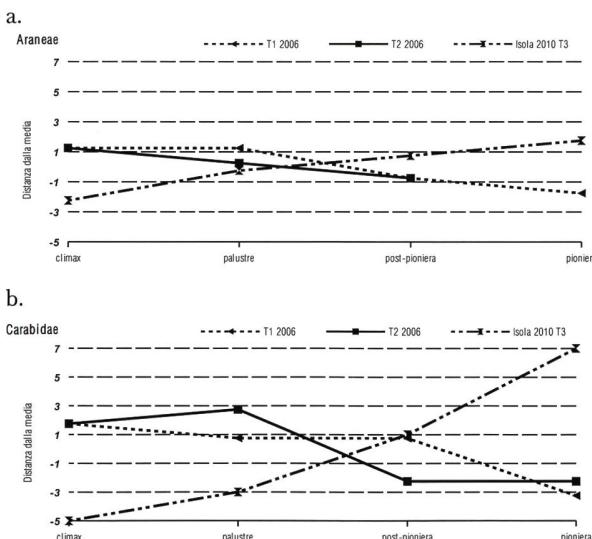


Fig. 7 - Esempio di visualizzazione della tendenza ecologica caratterizzante il transetto (distanza dalla media), ma informativo solo per confronti futuri. **a.** Araneae, **b.** Carabidae.

#### **Fauna – Permeabilità per i pesci [4]**

Con la creazione del braccio laterale c'è la possibilità che, con livelli bassi del lago, si formino delle interruzioni naturali, come pozze isolate, in cui i pesci possono rimanere intrappolati. Questo indicatore permette di tenere sotto controllo questo fenomeno, che, per riflettere la situazione naturale, deve rimanere l'eccezione.

Il rilievo avviene tramite il conteggio dei giorni all'anno in cui la portata del fiume Ticino è insufficiente per il passaggio dei pesci, cioè quando si formano delle pozze in cui i pesci rimangono intrappolati (somma dei giorni di diversi eventi di livello basso) e prende in considerazione il numero di eventi di livello basso.

#### *Stato 0*

Il braccio laterale non esisteva, il parametro quindi non è valutabile.

#### *Stato 1*

Nel 2010 ci sono stati 3 eventi di livello basso per un totale di 63 giorni in cui il canale laterale era in secca (17% dei giorni). Solo una pozza (10%) di piccole dimensioni si è prosciugata, durante il secondo evento (tab. 5).

Tab. 5 - Controllo 2010 della permanenza delle pozze isolate durante i periodi con livelli del lago basso.

N° evento	Data inizio	Data fine	N° di giorni	N° di pozze	N° pozze prosciugate
1	2.8.2010	14.8.2010	13	3	0
2	23.8.2010	4.10.2010	43	10	1
3	24.10.2010	30.10.2010	7	0	0

#### *Valutazione*

Il confronto avverrà tra lo stato 1 e i rilievi successivi.

#### **Fauna - Specie faunistiche tipicamente goleinali [B]**

La formazione di nuovi ambienti deltizi crea le premesse per la comparsa di specie invertebrate tipicamente goleinali. Questo indicatore permette di monitorare l'arrivo e l'evoluzione di tre specie (istallazione di popolazioni stabili), scelte sia per la loro importanza per la conservazione, sia perché presenti regionalmente, ma finora senza popolazioni stabili nella riserva:

- *Onychogomphus forcipatus unguiculatus* (libellula): 1 osservazione nel 1952 (CSCF 2003), oggi è presente una popolazione stabile sulla Tresa.
- *Cicindela germanica* (coleottero cicindelide): 1 osservazione nel 1950 sul Piano di Magadino (MARGGI 1992), 1 osservazione nel 2006, zona diga Ticino nelle vicinanze della foce (FBM 2006).
- *Aiolopus thalassinus* (cavalletta): osservazioni recenti puntuali non in zona foce (FBM 2006), 1 popolazione stabile sulla Melezza (THORENS & NADIG 1997).

#### *Stato 0*

Le specie considerate non sono state osservate nel perimetro di rilievo dell'indicatore.

#### *Stato 1*

Nel 2010 è stata rilevata una piccola popolazione di *Cicindela germanica* (fig. 8). Le altre due specie finora non sono state segnalate in zona foce.

#### *Valutazione*

“Nessun cambiamento” per le tre specie. Questo indicatore non permette di riscontrare dei cambiamenti per un numero di individui ridotto, poiché il valore ideale è stato fissato a un numero elevato per mettere in evidenza lo stabilimento di una popolazione consistente.

Il controllo permette pure di registrare altre specie interessanti (p. es. *Locusta migratoria cinerescens*, fig. 8).



Fig. 8 - A sinistra *Cicindela germanica* (foce Ticino, 3.8.2010), a destra *Locusta migratoria cinerescens* (foce Ticino, 15.10.2010).

#### **Fauna – Uccelli nidificanti [C]**

Questo indicatore permette di seguire l'evoluzione della presenza di uccelli in questa zona e riprende il monitoraggio già effettuato da Roberto Lardelli (FBM 2006) da diversi anni alle Bolle di Magadino. Gli uccelli nidificanti sono divisi in 3 categorie ecologiche (nidificanti in parete, uccelli acquatici, uccelli ripicoli/dei greti), il che permette di osservare il funzionamento di diverse parti dell'ecosistema. Si tengono in considerazione le nidificazioni certe e quelle probabili, ma bisogna tener presente che una nidificazione probabile non necessariamente poi arriva a buon termine, poiché ci sono molti fattori che ne influenzano la riuscita (livello del lago sugli isolotti, predazione,...).

### Stato 0

Finora nella zona della foce del Ticino ci sono state poche osservazioni di uccelli nidificanti perché la zona era molto disturbata e gli habitat idonei sistematicamente distrutti.

### Stato 1

Territori/nidificazioni rilevate nel 2010 nel perimetro della rinaturalazione.

- Nidificanti in parete:

1 Martin pescatore (*Alcedo atthis*).

- Uccelli acquatici:

2 Folaga (*Fulica atra*),

4 Svasso maggiore (*Podiceps cristatus*),

1 Tuffetto (*Tachybaptus ruficollis*).

- Ripicoli/greti:

2 Corriere piccolo (*Charadrius dubius*),

1 Piro piro piccolo (*Actitis hypoleucus*).

### Valutazione

- Nidificanti in parete: grande miglioramento.

- Uccelli acquatici: grande miglioramento.

- Ripicoli/greti: miglioramento medio.

La nidificazione certa di una coppia di Piro piro piccolo nel 2010 è un evento che mancava da diversi decenni nella riserva.

### Fauna - Uccelli migratori [D]

Le Bolle di Magadino sono da sempre una zona strategica per gli uccelli, prima della formazione dell'isolotto nel 1993 non erano però disponibili habitat idonei per gli uccelli limicoli. L'area rinaturalata potrebbe diventare d'importanza cruciale per questi uccelli (luogo di sosta lungo la via di migrazione), offrendo habitat adeguati specialmente per i laro-limicoli, gruppo su cui si concentra questo indicatore. I dati sono raccolti con visite giornaliere nel periodo principale di migrazione (5-20 aprile 2010) ma anche tramite le osservazioni di appassionati che arrivano alla piattaforma [www.ornitho.ch](http://www.ornitho.ch), riguardanti questo periodo.

### Stato 0

I dati a disposizione sulle osservazioni di limicoli non sono utilizzabili per una valutazione dello stato prima della rinaturalazione.

### Stato 1

Nel periodo del 2010 previsto dall'indicatore sono state osservate 7 specie di limicoli, di cui 4 specie prioritarie di conservazione (\*): Corriere piccolo\* (*Charadrius dubius*), Gamberuccio (*Calidris minuta*), Chiurlo piccolo (*Numenius phaeopus*), Pantana (*Tringa nebularia*), Piro-piro culbianco\* (*Tringa ochropus*), Piro-piro boschereccio\* (*Tringa glareola*), Piro-piro piccolo\* (*Actitis hypoleucus*).

### Valutazione

Poiché non c'è un valore standardizzato per lo stato 0 (stato non valutabile), non si può ancora definire una categoria di variazione come per gli altri indicatori. Si può comunque affermare che c'è stato un miglioramento.

### Indicatori idraulici-morfologici

#### **Fondo del letto – Dinamica strutturale del fondo [33]**

Un corso d'acqua può comprendere parecchie strutture di habitat, nelle quali possono predominare diverse condizioni idrauliche (profondità, rapidità della corrente). Una grande diversità delle strutture favorisce la composizione di una biocenosi variata.

Nei corsi d'acqua naturali gli eventi di piena di piccola entità - in generale le piene aventi un periodo di ritorno tra 2 e 5 anni (HQ2 e HQ5) – sono all'origine della formazione di strutture morfologiche instabili, che variano facilmente di volta in volta. Il cambiamento di queste strutture nel tempo rappresenta un buon indicatore per il controllo sia della dinamica morfologica sia della capacità dell'ecosistema di rigenerarsi. Nel corso di due rilievi di terreno, separati da almeno un evento di piena HQ2 = 995 m<sup>3</sup>/s o HQ5 = 1'323 m<sup>3</sup>/s, vengono rilevate le seguenti strutture morfologiche: banco alluvionale, affossamento, erosione a solchi, guado, zona di acque stagnanti e zona a corrente debole.

Il fattore p, definito dal rapporto tra la somma delle "area con cambiamento" ( $A_{\text{con cambiamento}}$ ) di strutture morfologiche e l' "area totale del letto del fiume" ( $A_{\text{totale}}$ ) all'interno del perimetro di studio ( $p = A_{\text{con cambiamento}} / A_{\text{totale}}$ ), permette di valutare il successo di questo indicatore.

### Stato 0

Lo stato 0 è calcolato sulla base delle fotografie aeree del 1997 e del 2003, rispetto ad un'area di riferimento stabilita (tab. 6).

### Stato 1

Il confronto tra i rilievi topografici del 2006 e del 2009, con gli aggiornamenti del 2010, permette di calcolare le superfici con cambiamento dovute alla creazione dell'isola centrale e alle modifiche avvenute nel corso del 2010 (tab. 6). In questo caso l'area totale è il perimetro di studio meno la superficie situata dietro i pennelli.

Tab. 6 – Dinamica strutturale del fondo prima e dopo la rinaturalazione.

	Stato 0	Stato 1
Area totale del letto del fiume: $A_{\text{totale}}$	379'500 m <sup>2</sup>	433'420 m <sup>2</sup>
Area con cambiamento: $A_{\text{con cambiamento}}$	84'200 m <sup>2</sup>	140'664 m <sup>2</sup>
$p = A_{\text{con cambiamento}} / A_{\text{totale}}$	0.22	0.325

### Valutazione

Leggero miglioramento.

La superficie di riferimento è aumentata dallo Stato 0 allo Stato 1, quindi, nonostante la superficie con cambiamento sia aumentata di molto, globalmente si ha solamente un leggero miglioramento.

### Fondo del letto - Struttura del fondo [36]

Questo indicatore è basato sullo stesso tipo di rilievo delle strutture morfologiche dell'indicatore 33. In questo caso non si calcola la proporzione di superficie con cambiamento, ma il numero di strutture presenti rispetto a una lunghezza del fiume, proporzionale alla larghezza media. Nel caso della foce del Ticino la lunghezza di riferimento ( $L_E$ ) è fissata a 750 m. In base al numero di strutture presenti in un settore, viene assegnato un valore tra 0 e 1.

#### Stato 0

Lo stato 0 è basato sulle fotografie aeree del 2003, dove è possibile individuare il numero e il tipo delle strutture morfologiche (tab. 7).

#### Stato 1

Lo stato 1 è invece basato sui rilievi morfologici effettuati a fine cantiere e sugli aggiornamenti rilevati nel 2010 (tab. 7). La fig. 9 visualizza le modifiche puntuali rilevate dopo le piccole piene nel 2010 (rilievo a inizio luglio e fine settembre).

Tab. 7 - Numero di strutture morfologiche presenti prima e dopo la rinaturalazione, lungo due tratti di fiume di ca. 750 m ( $L_{E1}$  e  $L_{E2}$ ).

Tratta analizzata			
	$L_{E1}$ (dal km 0.000 al km 0.755)	$L_{E2}$ (dal km 0.755 al km 1.487)	
<b>Stato 0 (2003)</b>	Presenza di strutture morfologiche (banchi alluvionali), isolate e non collegate o solo in parte collegate tra loro.	Un'unica struttura morfologica artificiale (fossa di scarico e carico del materiale del silo).	
	Valore indicativo = 0.25.	Valore indicativo = 0	
<b>Stato 1 (2009-2010)</b>	Tutte le strutture morfologiche presenti, compresa una sequenza zona a scorrimento veloce - zona di acque stagnanti con una densità di 8-12 strutture morfologiche per LE.	Tutte le strutture morfologiche presenti, compresa una sequenza zona a scorrimento veloce - zona di acque stagnanti con una densità di 8-12 strutture morfologiche per LE.	
	Valore indicativo = 0.75	Valore indicativo = 0.75	

#### Valutazione

Miglioramento medio.

### Sponde - Dinamica strutturale delle sponde [43]

Le sponde hanno una funzione importantissima per la connettività fra l'ecosistema acquatico e l'ecosistema terrestre. Esse offrono inoltre un habitat alle particolari specie di animali che vivono su terra e in acqua, come certi uccelli, i rettili e gli anfibi.

L'evoluzione della struttura delle sponde nel tempo è sicuramente un buon indicatore per il controllo sia della dinamica morfologica sia della capacità di rigenerarsi dell'ecosistema. Durante due rilievi di terreno, separati da almeno un evento di piena con periodo di ritorno da 2 a 5 anni, vengono rilevate le seguenti strutture di sponda: sponda pianeggiante, sponda ripida, sponda in roccia, pennello, cavità di radici e gettata di massi. In questo indicatore vengono considerate esclusivamente le sponde naturali, non vengono quindi considerate le parti di sponda rigida (artificiale), realizzate utilizzando materiali inerti quali cemento, scogliere e acciaio (palancole).

#### Stato 0

Lo stato 0 è valutato facendo il confronto tra le fotografie aeree del 1997 e del 2003 (tab. 8).

#### Stato 1

Lo stato 1 è calcolato confrontando i rilievi topografici del 2006 e quelli del 2009 aggiornati al 2010 (tab. 8).

Tab. 8 - Lunghezza delle rive non stabilizzate, rive con cambiamento (formazione di nuovi isolotti) e rive con spostamento (erosione o deposizione lungo gli argini).

Sponda	Lunghezza rive non stabilizzate		Lunghezza rive con cambiamento		Lunghezza rive con spostamento	
	Stato 0	Stato 1	Stato 0	Stato 1	Stato 0	Stato 1
<i>Sponda destra</i>	350 m	1287 m	0 m	940 m	190 m	0 m
<i>Sponda sinistra</i>	270 m	180 m	0 m	0 m	60 m	0 m
<i>Isola centrale</i>	800 m	4117 m	530 m	4117 m	530 m	0 m

#### Valutazione

Nessun cambiamento.

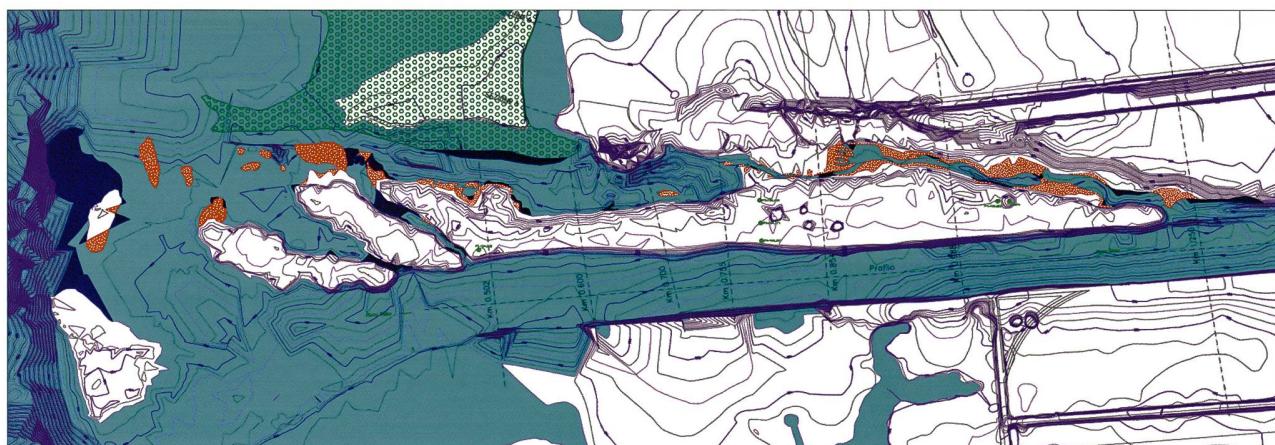


Fig. 9 - Rilievo 2010: in rosso le aree di deposito (avvenute soprattutto dopo le piene di maggio e giugno con livello del lago medio-alto), in blu invece le aree di erosione (dopo le piene estive con lago medio-basso). Base cartografica: rilievo batimetrico inizio 2010.

Tenendo conto solamente degli argini naturali, indipendentemente da quelli artificiali, per lo stato 0 è valutato solamente l'isolotto sul delta, mentre con la nuova morfologia si considera un perimetro molto più grande che di conseguenza attenua i cambiamenti.

Questo indicatore assume un interesse specialmente a lungo termine e nel confronto con altri progetti in Europa.

### **Sponde – Struttura delle sponde [45]**

Questo indicatore è basato sullo stesso tipo di rilievo delle sponde dell'indicatore 43. In questo caso vengono integrate anche le strutture artificiali, distinguendole tra sponde lisce (scogliera regolare o muro spondale) e irregolari (scogliera irregolare o fascine di rami di salice)

#### *Stato 0*

Lo stato 0 è basato sui rilievi del 2006 (tab. 9).

Tab. 9 – Lunghezza delle sponde e numero di strutture repertorate lungo due tratti di fiume:  $L_{E1}$  (dal km 0.000 al km 0.755) e  $L_{E2}$  (dal km 0.755 al km 1.487) basate sui rilievi del 2006.

<b>Stato 0</b>	<b>Lunghezza totale</b>	<b>Lunghezza artificiale</b>			<b>Nº di strutture naturali repertorate</b>	
		<b>liscia</b>	<b>irregolare</b>	<b>Totale</b>	<b><math>L_{E1}</math></b>	<b><math>L_{E2}</math></b>
<b>Sponda destra</b>	1330 m	330 m	630 m	960 m	1	0
<b>Sponda sinistra</b>	1160 m	0 m	980 m	980 m	1	0
<b>Isola centrale</b>	800 m	0 m	0 m	0 m	1	0
<b>Totale</b>	<b>3290 m</b>	<b>330 m</b>	<b>1610 m</b>	<b>1940 m</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
<b>Valore standardizzato indicativo</b>				<b>0.45</b>		

#### *Stato 1*

Lo stato 1 è basato sui rilievi del 2010 (tab. 10).

Tab. 10 – Lunghezza delle sponde e numero di strutture repertorate lungo due tratti di fiume: LE1 (dal km 0.000 al km 0.755) e LE2 (dal km 0.755 al km 1.487) basate sui rilievi del 2010.

<b>Stato 1</b>	<b>Lunghezza totale</b>	<b>Lunghezza artificiale</b>			<b>Nº di strutture naturali repertorate</b>	
		<b>liscia</b>	<b>irregolare</b>	<b>Totale</b>	<b><math>L_{E1}</math></b>	<b><math>L_{E2}</math></b>
<b>Sponda destra</b>	1528 m	0 m	238 m	238 m	1	2
<b>Sponda sinistra</b>	1164 m	0 m	984 m	984 m	1	0
<b>Isola centrale</b>	3760 m	0 m	0 m	0 m	2	2
<b>Totale</b>	<b>6452 m</b>	<b>330 m</b>	<b>1222 m</b>	<b>1222 m</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
<b>Valore standardizzato indicativo</b>				<b>0.83</b>		

#### *Valutazione*

Miglioramento medio.

Questo indicatore assume un interesse specialmente a lungo termine e nel confronto con altri progetti in Europa.

### **Morfologia – Crescita del delta nel lago [E]**

Questo tipo d'indicatore è molto utile per la Fondazione Bolle di Magadino perché la crescita sia del delta, sia dell'isola, sono indispensabili al progressivo aumento degli ecosistemi deliziosi. Lo sviluppo di questi sistemi costituisce infatti uno degli obiettivi principali del progetto di recupero ambientale.

La base di riferimento per stabilire la crescita del delta è il rilievo batimetrico di tutta la foce, eseguito a intervalli regolari o perlomeno all'inizio di ogni anno di controllo. La definizione della linea del fronte del delta è problematica, poiché si è confrontati con spostamenti irregolari e non omogenei. Per cercare di avere una visione rappresentativa della realtà, si è previsto un punto fisso di riferimento da cui irradiano cinque profili (P1-P5 nella tab. 11) misurati da confrontare nel tempo. Il valore indicativo è poi calcolato in relazione a una curva di crescita teorica ottenuta tramite simulazioni numeriche.

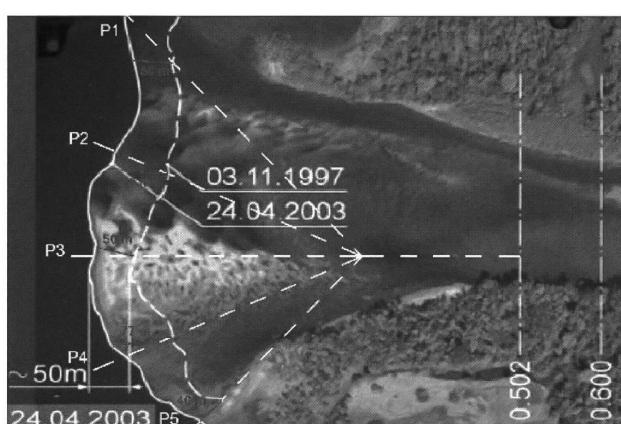
#### *Stato 0*

L'avanzamento rilevato allo stato 0 è molto più importante rispetto alle previsioni del modello di crescita. Per questo motivo il valore dell'indicatore è massimo in tutte le direzioni (tab. 11).

Tab. 11 - Indicatore E, stato di riferimento, l'avanzamento del fronte del delta prima della realizzazione del progetto è valutato analizzando le fotografie aeree del 1997 e del 2003 (basi fotografiche: Ufficio federale dell'Ambiente, 1997 e 2003).

$C_{\text{rilevato}}$ : crescita annuale media del delta in metri;  $C_{\text{teorico}}$ : crescita teorica del delta ottenuta tramite simulazioni numeriche, in metri.

<b>Profilo</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>
Inclinazione	+45°	+22.5°	0°	-22.5°	-45°
Avanzamento	50 m	78 m	50 m	77 m	40 m
$C_{\text{rilevato}}$ m/a	8.33	13.00	8.33	12.83	6.67
$C_{\text{teorico}}$ m/a	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
$C_{\text{rilevato}}/C_{\text{teorico}}$	7.58	11.82	7.58	11.67	6.06
Valore indicativo a	1	1	1	1	1



**Stato 1**

Il rilievo batimetrico più recente è quello di fine lavori, realizzato a fine 2009. Per valutare lo stato 1 bisogna quindi attendere un nuovo rilievo, in modo da misurare le modifiche.

**Valutazione**

Non ancora valutabile.

Ci si può attendere che in futuro la nuova morfologia della foce ridurrà l'avanzamento del fronte del delta, favorendo uno sviluppo della lunghezza della corona sui lati.

**Idraulica - Dinamica d'inondazione: durata, tipo e ampiezza [13\*]**

La dinamica d'inondazione include la durata, il tipo e l'ampiezza d'inondazione delle sponde. Essa riflette la disponibilità di habitat lungo le sponde durante i diversi eventi di piena (rifugio in caso di acque alte), come pure la sua dinamica. È un indicatore importante poiché si rivela indispensabile per verificare se gli isolotti venutisi a creare con il progetto di rinaturalazione saranno regolarmente inondati, condizione necessaria per garantire una vegetazione alluvionale e un habitat ideale per le diverse specie di uccelli migratori.

Il valore indicativo a è definito mediante la formula:

$$a = \sum a_i = \sum E_i I_i D_i \text{ dove:}$$

$E$  è l'ampiezza d'inondazione (superficie inondata rispetto alla superficie totale degli isolotti);  $I$  è il tipo d'inondazione: dinamica o statica (differenziazione fra le inondazioni causate dalle piene del fiume o dovute al livello alto del lago);  $D$  è la durata d'inondazione delle isole al centro della foce per evento (numero di giorni consecutivi durante i quali la quota di 194.0 m slm dell'isola di progetto è superata). La standardizzazione della durata dell'evento  $D$  passa attraverso le conseguenze che si possono valutare sulle condizioni ecologiche dovute all'inondazione e il relativo grado di soddisfazione per la conservazione. Infatti il momento dell'evento durante

l'anno è determinante per capirne le conseguenze (piene in pieno inverno, oppure esondazioni nel periodo migratorio oppure ancora piene nel periodo di nidificazione hanno conseguenze molto differenti). La standardizzazione ne tiene dunque conto, e avviene secondo il grafico della fig. 10, dove il valore di  $D$  è definito diversamente in base al periodo in cui avviene l'inondazione: durante i periodi 16 aprile-15 maggio e 16 settembre-15 aprile sono più favorevoli eventi rapidi; durante i periodi 16 maggio-15 luglio e 16 luglio-15 settembre sono invece considerati più favorevoli eventi meno rapidi e di media durata. Il rilievo delle superfici d'isola non inondate avviene sia nei giorni in cui il livello del lago supera la quota di 194.0 m slm, sia in presenza di eventi di piena con una portata del fiume Ticino superiore a 200 m<sup>3</sup>/s durante l'anno dei rilievi. I parametri  $I$  e  $D$  sono indipendenti dal progetto di rinaturalazione; il loro ruolo è di caratterizzare le condizioni meteorologiche dell'anno in analisi. Il parametro  $E$  invece dipende dalla morfologia dell'isola, in particolare dalle quote.

**Stato 0**

Il valore indicativo a per lo stato 0 è nullo, poiché si considera che la quota massima delle isole del delta era compresa tra 192.50 e 193.25 m slm. Queste erano quindi quasi sempre completamente sommerse quando il livello del lago superava la quota di 194.00 m slm o durante le piene del fiume superiori a 200 m<sup>3</sup>/s. A causa della loro quota al di sotto del livello medio del lago (193.5 m slm), queste strutture morfologiche erano principalmente sommerse da inondazioni statiche (livello alto del lago) e non dalle piene del fiume, e gli isolotti erano sommersi la maggior parte dell'anno.

**Stato 1**

Lo Stato 1 è valutato sulla base dei dati idrologici del 2010 (fig. 1). I livelli del lago registrati permettono di

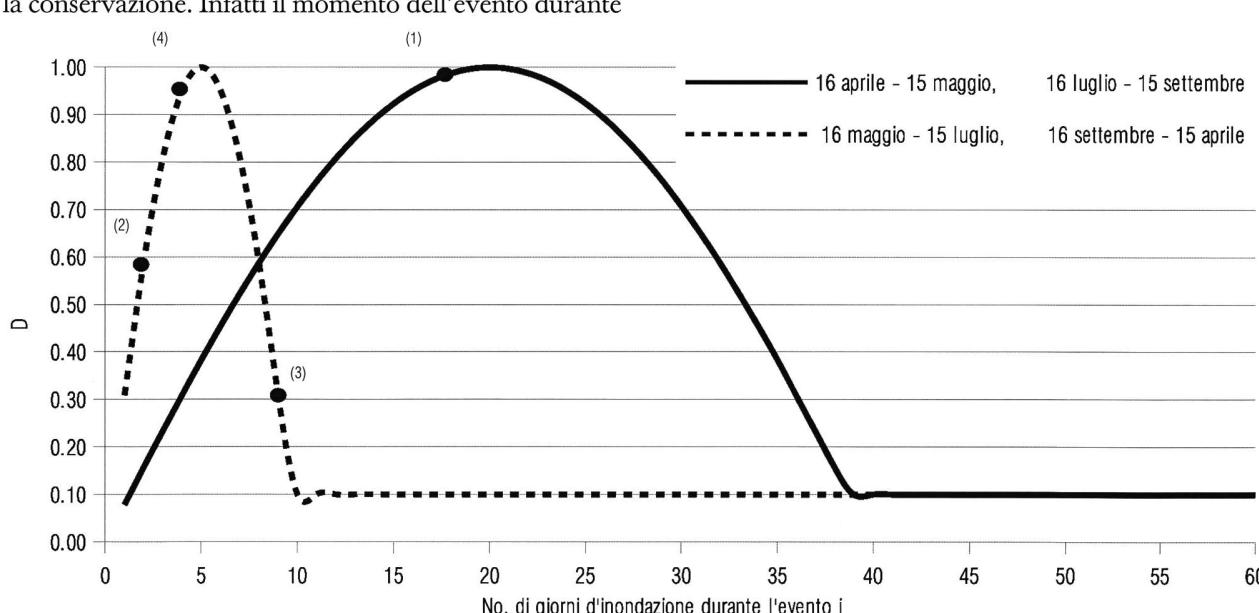


Fig. 10 - Standardizzazione del parametro  $D$  durata d'inondazione, in funzione del momento e della durata dell'evento, con indicati il posizionamento dei 4 eventi avvenuti nel 2010 (tab. 11).

Identificare quattro eventi distinti (1-4, tab. 12) durante i

quali la quota è superiore ai 194.00 m slm; all'interno di questi eventi viene rilevato il numero di giorni con una portata del fiume Ticino maggiore di 200 m<sup>3</sup>/s. Gli eventi 2, 3 e 4 sono avvenuti nei periodi in cui le inondazioni di lunga durata sono meno favorevoli per la vegetazione e la fauna. L'evento 1 è invece avvenuto nel periodo in cui sono più interessanti eventi di media durata (fig. 10).

Tab. 12 – Calcolo della dinamica d'inondazione per lo stato 1. Periodi 1-4 con quota del lago > 194 m slm e giorni con portate del fiume Ticino > 200 m<sup>3</sup>/s.  $I = \text{n}^{\circ}$  giorni inondazione dinamica ( $Q_{\text{fiume}} \geq 200 \text{ m}^3/\text{s}$ ) /  $\text{n}^{\circ}$  totale giorni inondazione ( $h_{\text{lago}} \geq 194.00 \text{ m slm}$ ), per ogni evento;  $E = \text{superficie inondata} / \text{superficie di referencia}$  (superficie totale dell'isola definita in base al rilievo di fine cantiere), per ogni evento.  $D$  è definito in base alla fig. 10.

Eventi nel 2010	(1)	(2)	(3)	(4)
Data: giorni (mese)	3-20 (V)	28-29 (V)	13-21 (VI)	16-17 (XI)
<b>Tipo di inondazione</b>				
N° giorni $h_{\text{lago}} \geq 194.00 \text{ m slm}$	18	2	9	4
N° giorni $Q_{\text{fiume}} \geq 200 \text{ m}^3/\text{s}$	8	0	7	1
$I$	<b>0.44</b>	<b>0.00</b>	<b>0.78</b>	<b>0.25</b>
<b>Durata inondazione</b>				
N° giorni $h \geq 194 \text{ m slm}$	18	2	9	4
$D$	<b>0.99</b>	<b>0.59</b>	<b>0.31</b>	<b>0.95</b>
<b>Aampiezza d'inondazione</b>				
Superficie di referencia	80'386 m <sup>2</sup>	80'386 m <sup>2</sup>	80'386 m <sup>2</sup>	80'386 m <sup>2</sup>
Quota lago (media evento)	194.5 m slm	194 m slm	194 m slm	194 m slm
Superficie inondata	49'277 m <sup>2</sup>	25'529 m <sup>2</sup>	25'529 m <sup>2</sup>	25'529 m <sup>2</sup>
$E$	<b>0.61</b>	<b>0.32</b>	<b>0.32</b>	<b>0.32</b>
$a_i$	0.27	0.00	0.08	0.08
$a$	<b>0.42</b>			

### Valutazione

Miglioramento medio.

Data la complessità del problema, la standardizzazione della durata d'inondazione è per il momento ancora piuttosto semplicistica. Per questo motivo in futuro questo parametro dovrebbe essere sviluppato ulteriormente.

## SINTESI E CONCLUSIONE

Nel confronto tra stato 0 e stato 1, viene calcolata la categoria di variazione per ogni indicatore, eventualmente suddiviso in parametri. I risultati ottenuti, con una scala da "insuccesso" a "forte miglioramento", sono presentati nella tab. 13. Possono riassumersi a loro volta in un giudizio globale che per lo stato 2010 si situa su un miglioramento medio. Questi risultati sono orientati a mettere in evidenza la dinamica del sistema, ma la procedura di standardizzazione rimane delicata. Essa potrà essere validata con la possibilità di confrontare più stati successivi sull'arco di una quindicina di anni.

Il prossimo controllo della situazione è previsto nel 2014-2015 (salvo eventi inusuali).

Tab. 13 – Sintesi della valutazione per ogni indicatore, se necessario diviso in parametri. -: insuccesso; 0: nessun cambiamento; +: leggero miglioramento; ++: miglioramento medio; +++: forte miglioramento; n.v.: non valutabile.

Codice	Indicatore	Parametro	Valutazione
26	Quantità di tronchi	Numero di tronchi	++
		Superficie legname	-
A	Macrofite acquatiche		+
47	Specie vegetali tipicamente golenali	<i>Typha minima</i>	0
		<i>Typha shuttleworthii</i>	0
		<i>Cyperus michelianus</i>	0
		<i>Eleocharis ovata</i>	-
		<i>Schoenoplectus mucronatus</i>	+
		<i>Schoenoplectus triquetus</i>	0
		<i>Schoenoplectus supinus</i>	0
		<i>Littorella uniflora</i>	0
		<i>Eleocharis acicularis</i>	0
49	Cartografia tipologica		+
48*	Successione e rigenerazione (vegetazione e invertebrati epigei)		n.v.
4	Permeabilità per i pesci		n.v.
B	Specie faunistiche tipicamente golenali	<i>Onychogomphus forcipatus unguiculatus</i>	0
		<i>Cicindela germanica</i>	0
		<i>Aiolopus thalassinus</i>	0
C	Uccelli nidificanti	Nidificanti in parete	+++
		Acquatici	+++
		Ripicoli (greti)	++
D	Uccelli migratori		n.v. (+)
33	Dinamica strutturale del fondo		+
36	Struttura del fondo		++
43	Dinamica strutturale delle sponde		0
45	Struttura delle sponde		++
E	Crescita del delta nel lago		n.v.
13*	Dinamica d'inondazione: durata, tipo e ampiezza		++

## RINGRAZIAMENTI

La rinaturalazione del delta del Ticino ha potuto essere realizzata grazie al lavoro e alla dedizione di molte persone, professionisti e/o appassionati della natura. Che tutte siano qui ringraziate.

## BIBLIOGRAFIA

- CSCF, CENTRE SUISSE DE CARTOGRAFIE DE LA FAUNE 2003. Estratto banca dati. [www.cscf.ch](http://www.cscf.ch)  
 FBM, FONDAZIONE BOLLE BOLLE DI MAGADINO 2006. Check-list delle specie presenti nella riserva.  
 KOHLER F., GILLET F., ROULIER C. & TEUSCHER F. 2000. Dynamique de la végétation des zones alluviales: exploration de différents méthodes pour le suivi. *Saussurea*(31):85-100.

- MARGGI W. 1992. Faunistik des Sandlaufkäfer und Laufkäfer der Schweiz. *Documenta Faunistica Helveticae*, 13 (Teil 1 e 2).
- MORETTI M. & PATOCCHI N. 2000. Zones alluviales d'importance nationale: intégration des indicateurs faunistiques pour un suivi biologique. Service Conseil Zones Alluviales. Rapporto. 30 pp.
- MORETTI M., PATOCCHI N. & WALTER T. 2004. Controllo dell'efficacia delle misure di protezione delle zone alluvionali. Controllo della fauna. Test 2003. Applicazione del Concetto 2000 e proposta di un programma di controllo della fauna tipica degli ambienti golenali. Service Conseils Zones Alluviales. Rapporto. 32 pp.
- PATOCCHI N. 2011a. Delta Vivo: rinaturazione della foce del Ticino nella riserva naturale delle Bolle di Magadino. In: AAVV. Ticino: Chiare, fresche e dolci acque, Premio svizzero corsi d'acqua 2011. Boll. Ingegneria naturalistica, 1:10-17.
- PATOCCHI N. 2011b. Renaturation du delta de la rivière Ticino dans la réserve naturelle des Bolle di Magadino: habitats visés. *Wasser Energie Luft*, 103(2):133-135.
- PEDRUZZI S., PATOCCHI N., FOGLIA M. & FILIPPINI L. 2009. Gestione integrata e riqualificazione fluviale nel cantone Ticino: interventi sul fiume Ticino da Bellinzona alla foce nel Lago Maggiore. (Numero speciale atti 1°Convegno italiano di Riqualifica Fluviale). *Riqualificazione Fluviale*, 2:140-147.
- ROSSI PEDRUZZI A., FRANSCINI A. & BEFFA P. 2010. Strumento di controllo del successo della rinaturazione alla foce del Ticino. GREAC&FBM, rapporto, 95 pp. [www.bolledimagadino.com, strumentocontrollorinaturazione.pdf](http://www.bolledimagadino.com, strumentocontrollorinaturazione.pdf).
- ROSSI-PEDRUZZI A., BEFFA P., GRECO G., LARDELLI R., PIERALLINI R. & PATOCCHI N. 2011. Strumento di controllo del successo della rinaturazione alla foce del Ticino: stato 1(2010). FBM, rapporto, 51 pp. [www.bolledimagadino.com, strumentocontrollorinaturazione\\_stato1\\_2010.pdf](http://www.bolledimagadino.com, strumentocontrollorinaturazione_stato1_2010.pdf)
- ROULIER C. 1998. Typologie et dynamique de la végétation des zones alluviales de Suisse. *Geobotanica helvetica*, 72 :136 pp.
- THORENS P. & NADIG A. 1997. Atlas de distribution des orthoptères de suisse. *Documenta Fuanistica Helveticae*, 16 :236 pp.
- WOOLSEY S., WEBER C., GONSER T., HOEHN E., HOSTMANN M., JUNKER B., ROULIER C., SCHWEIZER S., TIEGS S., TOCKNER K., PETER A., CAPELLI F., HUNZINGER L., MOOSMANN L., PAETZOLD A. & ROHDE S. 2006. Handbuch für die Erfolgskontrolle bei Fliessgewässerrevitalisierungen. Eawag, WSL, LCH-EPFL, VAW-ETHZ. 116pp., sito web con la documentazione completa: [www.rhone-thur.eawag.ch; www.rivermanagement.ch/erfolgskontr](http://www.rhone-thur.eawag.ch; www.rivermanagement.ch/erfolgskontr) (ultima consultazione, 25.12.2011).