



Progetto Interreg “PARCHIVERBANOTICINO”

WP7 - Supporto alla governance

Elisa Cardarelli, Zeno Porro, Daniele Pellitteri-Rosa

Dipartimento di Scienze della Terra e dell’Ambiente, Università di Pavia



WP7 - *Supporto alla governance*

Obiettivo: valorizzazione delle informazioni raccolte nell'ambito dei precedenti WP 3, 4, 5 e 6 e il loro utilizzo per:

WP7.1 - Variazioni dei livelli del Lago Maggiore: valutazione degli effetti ambientali sul lago e sul fiume Ticino a valle - Sintesi in chiave gestionale

Sintesi critica delle indagini condotte sulle componenti biologiche al fine di individuare i migliori indicatori degli effetti ambientali della regolazione dei livelli del Lago Maggiore sui sistemi lago e fiume a valle.

WP7.2 - Elementi per la definizione di linee guida per la governance ambientale dei livelli del Lago Maggiore attenta alle esigenze degli ecosistemi naturali che si sviluppano sia lungo le sponde del lago, sia a valle, lungo il Fiume Ticino.



WP 7.1 Variazioni dei livelli del Lago Maggiore: valutazione degli effetti ambientali sul lago e sul fiume Ticino a valle

Sintesi in chiave gestionale

A cura di:

**Elisa Cardarelli, Zeno Porro, Daniele Pellitteri-Rosa – Dipartimento di
Scienze della Terra e dell’Ambiente, Università degli Studi di Pavia**



Indicatori

WP3 - Valutazione degli effetti delle variazioni dei livelli attraverso indicatori disponibili

Andamenti idrologici pregressi 1868-2017 e durante il periodo di progetto 2018-2022

Criterio A - Condizioni dell'ecosistema nel complesso

Criterio B - Erosione del canneto lacustre

Criterio C - Riproduzione Ciprinidi e Luccio

Criterio D - Nidificazione avifauna

Criterio E - Emersione dei litorali

Criterio F - Riproduzione Alborella

Criterio H - Trattamenti certi (pullulazione zanzare)



WP4 - Valutazione degli effetti delle variazioni dei livelli sul sistema lago attraverso nuovi indicatori

Criterio I - Stato di salute del canneto

Criterio L - Allagamento del canneto

Criterio M - Stato degli habitat di interesse comunitario 3150 (habitat acquatico e vegetazione macrofitica) e 91EO (foreste palustri)

Criterio N - Biocenosi di macrofauna e meiofauna

Criterio O - Biocenosi di bivalvi

Criterio P - Funzionalità ecologica dell'area palustre come sito di sosta migratoria

Condizioni di riferimento extra-bacino (EB) – Il Lago di Mezzola

WP5 - Valutazione degli effetti delle variazioni dei livelli attraverso indicatori disponibili

Criterio Q - Comunità di macroinvertebrati bentonici nei periodi di magra

Criterio R - Bivalvi autoctoni

Criterio S - Disponibilità di habitat per ittiofauna e macroinvertebrati



Si è operato mediante:

- confronto costante e congiunto con il capofila italiano, il capofila svizzero e il Parco Lombardo della Valle del Ticino (enti preposti alla *governance* ambientale dell'area di interesse);
- interlocuzione con i professionisti incaricati degli studi;
- tenendo conto dei risultati di studi pregressi, in particolare le ricerche condotte all'interno della Riserva delle Bolle di Magadino sulle sponde svizzere del Lago Maggiore, allo studio «*Sperimentazione dei nuovi livelli di esercizio del Lago Maggiore*» e ai dati messi a disposizione dai capofila italiano e svizzero nel documento «*Sistema Lago: contestualizzazione, problematica e indicatori*».

Organizzazione del documento

Fonte: report dei partner/professionisti incaricati dell'indagine da cui sono tratte le informazioni.

Contesto: breve descrizione delle caratteristiche biologiche e dei potenziali effetti delle variazioni dei livelli del lago sulla componente.

Descrizione: descrizione della problematica connessa alla componente, se presente.

Indicatore: definizione dell'indicatore, quando appartenente al WP3 che analizza gli indicatori proposti nel progetto *STRADA 2.0*.

Elaborazione: campo di elaborazione, e quindi se proveniente dal progetto *STRADA 2.0* oppure nuovo indicatore.



- **Obiettivo:** scopi specifici e generali dell'indagine svolta.
- **Siti di monitoraggio:** principali aree di campionamento.
- **Metodologia:** principali tecniche di campionamento e analisi dei dati adottate.
- **Risultati:** principali risultati scientifici.
- **Conclusioni:** principali evidenze messe in risalto dallo studio, soprattutto in relazione agli effetti dei livelli di massima regolazione del lago.
- **Efficacia:** efficacia dell'indicatore, in particolare in relazione agli effetti dei livelli di massima regolazione del lago, sia sulla base delle conclusioni dell'autore dello studio sia sulla base delle valutazioni dell'ente esterno incaricato.
- **Osservazioni:** eventuali osservazioni e spunti dell'ente esterno incaricato di redigere la sintesi, sulla componente trattata.



Critério B - Erosione del canneto lacustre

Fonte: Relazione Attività WP3_02 - Consulenza per analisi di dati ecologici - Dott. Mattia Cordi + Relazione Attività WP4_02 - Rilievo e analisi dello stato ed estensione della vegetazione igrofila - Dott. Andrea Romanò

Descrizione: Se le onde battono a lungo sulla sponda al piede delle canne, il terreno sotto le radici viene lentamente eroso e i cespi di canna sradicati. Per tener conto di questo fenomeno si è definita una fascia di livelli, detta fascia di erosione del canneto, all'interno della quale è opportuno che il livello del lago rimanga il meno possibile.

Indicatore: Numero medio annuo di giorni [giorni/anno] in cui il livello del lago si trova nella fascia di erosione del canneto (+0/+20 cm sullo zero idrometrico di Sesto Calende).





Obiettivo: Verifica della validità dell'indicatore nel rilevare gli effetti delle variazioni dei livelli del lago, con particolare riferimento ai livelli di massima regolazione, sulle componenti ecosistemiche nel periodo di progetto + Validazione dei valori di quota della fascia di erosione del canneto.

Siti di monitoraggio: Canneto di Fondo Toce

Metodologia: Raccolta dei dati relativi ai livelli lacustri giornalieri e calcolo del numero di giorni in cui questi ricadono nella fascia di erosione del canneto. Integrazione con rilievi delle quote inferiori e superiori della fascia di erosione del canneto di Fondo Toce, rilevate nel 2020.

Risultati: I giorni misurati nella fascia di erosione sono stati 45 nel 2019, 8 nel 2020, 12 nel 2021 e 162 nel 2022 (Fig. B1). Inoltre, le indagini sperimentali hanno messo in evidenza fenomeni di erosione nel canneto localizzato nell'area di Fondo Toce, con la fascia di erosione che si colloca alle quote riportate in Tab. B1.

Tabella B.1 Quote minime, massime e medie inferiori e superiori (in metri s.l.m. e in m sullo zero idrometrico di Sesto Calende) della fascia di erosione del canneto di Fondo Toce (*Fonte: Relazione Attività WP4_02_Romano*).

Quote inferiori della fascia di erosione (m s.l.m.)		Quote inferiori relative della fascia di erosione (m)	Quote superiori della fascia di erosione (m s.l.m.)		Quote superiori relative della fascia di erosione (m)
Valore massimo	193,56	0,55	Valore massimo	193,75	0,74
Valore minimo	192,74	-0,27	Valore minimo	193,29	0,28
Valore medio	193,10	0,09	Valore medio	193,51	0,50

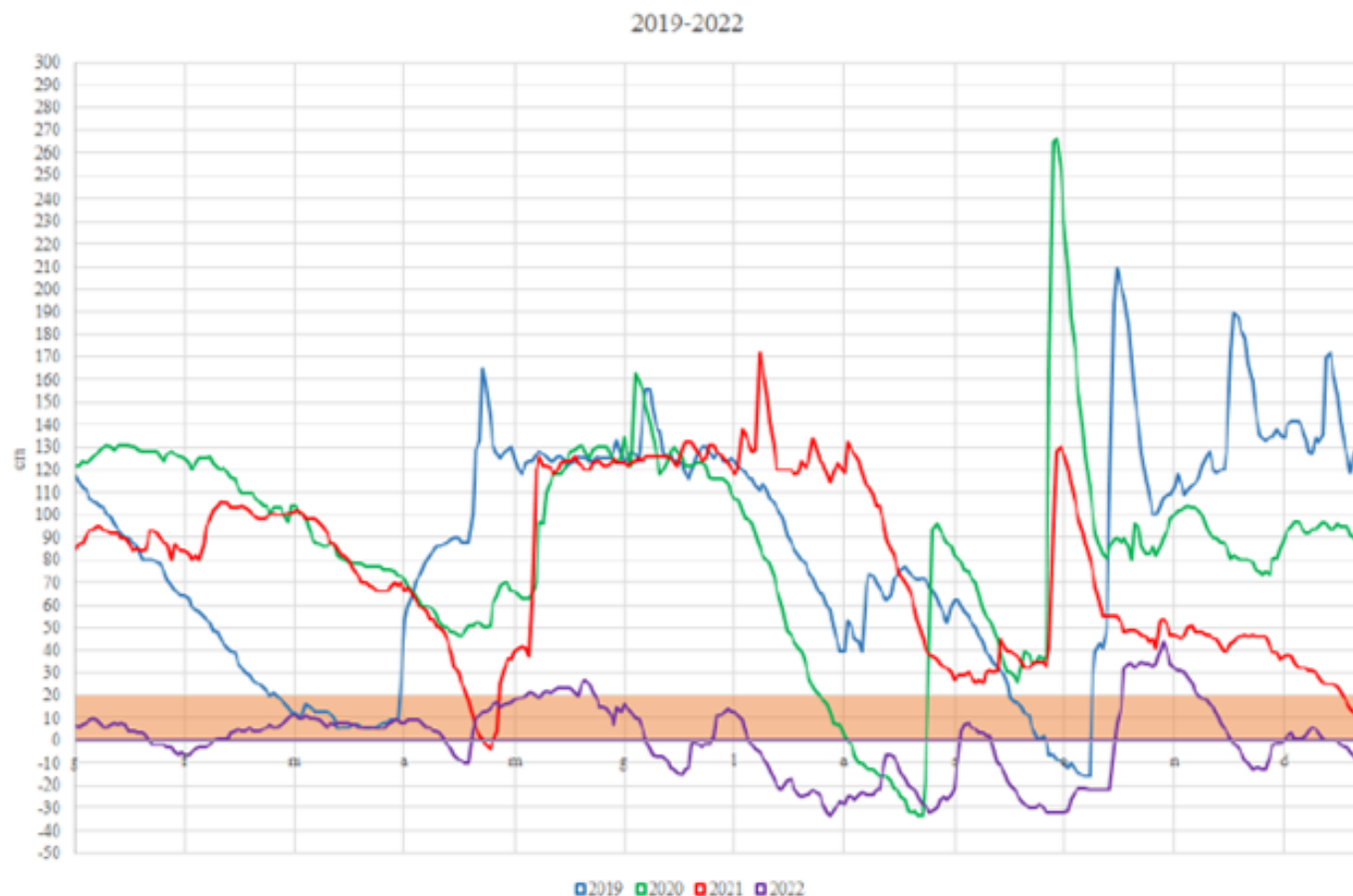


Fig. B.1 Livelli lacustri (in cm rispetto allo zero idrometrico di Sesto Calende) nel periodo di progetto 2019-2022 e fascia di erosione del canneto, che si colloca tra 0 e +20 cm sullo zero idrometrico di Sesto Calende (Fonte: *Relazione Attività WP3_02_Cordi*).



Conclusioni: La attività sperimentali indicano la necessità di aggiornare i valori dell'indicatore, rispetto a quelli proposti nel progetto *STRADA 2.0*, con uno spostamento verso l'alto di una decina di centimetri per il limite minimo della fascia di erosione e +30 cm per la fascia superiore (quindi da +0/+20 cm a +9/+50 cm sullo zero idrometrico di Sesto Calende). L'autore ritiene però necessario validare queste nuove soglie con rilievi anche in altri siti lungo le sponde del lago.

Efficacia: La fascia di erosione del canneto ricade sempre al di sotto della soglia di massima regolazione, anche storica, risultando quindi più influenzato da variazioni di livello non dettate dai massimi livelli. Problematici sono lunghi periodi con livelli bassi del lago, principalmente connessi però a eventi prolungati di siccità, come avvenuto nel 2022. L'indicatore da solo non appare quindi efficace nel rilevare effetti delle variazioni dei livelli di massima regolazione del lago sulle componenti ecosistemiche.

Osservazioni: La componente appare comunque importante da monitorare in associazione ad altri indicatori dello stato di salute del canneto, come rilievi sull'*habitus* di crescita ad agglomerati (*clumping*), morte dei rizomi (evidente talvolta laddove il *clumping* non si esprime), estensione / profondità del piede del canneto lacustre, arretramento del canneto.



Migliori indicatori - Sistema lago

Meritevoli di essere sviluppati come indicatori in termini di numero di giorni in cui il lago non sia superiore/inferiore a una data quota.

Canneto: estensione delle superfici allagate in relazione ai livelli idrici, soprattutto nei mesi di marzo-aprile. Tutte le misure legate allo stato di salute di questo habitat (es. altezza e diametro delle cannuce, presenza di fenomeni di *clumping*, erosione al piede del canneto) costituiscono parametri rilevanti di supporto.



Avifauna migratrice: flussi di avifauna migratrice (utilizzando il *Bird Traffic Rate – BTR*) e alcune caratteristiche (es. peso) di specie *target* per il Lago Maggiore, soprattutto nei mesi di marzo-aprile. La componente, allo stato attuale delle conoscenze, risponde in maniera simile al suo habitat (principalmente il canneto), alle variazioni dei livelli del lago.

L'applicabilità dell'indicatore è anche funzione della disponibilità/costo della strumentazione tecnica necessaria (es. apparecchiature radar).

Ittiofauna: frazione del periodo di frega in cui i Ciprinidi e il Luccio non possono utilizzare il canneto come sito riproduttivo perché il livello del lago è sotto una data quota (indicatore aggiornato con nuove soglie di quota). La componente, allo stato attuale delle conoscenze, appare rispondere in maniera difforme al suo habitat riproduttivo (i.e. canneto) alle variazioni dei livelli del lago, soprattutto per quanto riguarda il Luccio il cui periodo di frega si colloca tra fine inverno e inizio primavera.



Macro- e meiofauna: la disponibilità di habitat o i *taxa* stessi potrebbero essere sviluppati in indicatori utili per valutare gli effetti ambientali della regolazione del lago, anche se allo stato attuale delle conoscenze, sembrano necessitare di maggiori approfondimenti scientifici rispetto alle componenti precedenti.

Zanzare: la componente è legata alla necessità di effettuare un trattamento di contenimento delle zanzare ogni volta che il livello del lago supera una certa soglia e nei giorni precedenti non sono stati effettuati trattamenti. L'indicatore appare di interesse anche in termini di benessere pubblico.





Migliori indicatori - Sistema fiume

Deflusso Minimo Vitale (DMV): per verificare la persistenza di condizioni ambientali minime sostenibili per il sistema fiume in relazione al sistema di gestione delle acque invasate nel lago.

Parametri chimico-fisici delle acque e macroinvertebrati: indicatori di periodi di magra estiva eccessivamente prolungati: (a) concentrazione di ossigeno disciolto e temperatura; (b) STAR_ICMi, $\text{Log}(\text{sel_EPTD}+1)$, Shannon-Wiener (indici descrittivi dello stato dell'ambiente sulla base delle caratteristiche delle comunità macrobentoniche) e densità di molluschi, soprattutto quelli alloctoni. Questi indicatori necessitano in ogni caso di un approfondimento.

Per quanto riguarda i parametri chimico-fisici, si segnala che una sonda multi-parametrica è già stata posizionata a valle della diga del Panperduto, come *output* di progetto.



WP 7.2 Elementi per la definizione di linee guida per la *governance* ambientale dei livelli del Lago Maggiore

A cura di:



Con il supporto di:

Elisa Cardarelli, Zeno Porro, Daniele Pellitteri-Rosa – Dipartimento di Scienze della Terra e dell’Ambiente, Università degli Studi di Pavia

Con la collaborazione di: Alberto Conelli – Oikos Sagl, Bellinzona, Svizzera



Si è operato mediante:

- confronto costante e congiunto con il capofila italiano, il capofila svizzero e il Parco Lombardo della Valle del Ticino (enti preposti alla *governance* ambientale dell'area di interesse);
- interlocuzione con tutti i soggetti tecnico-scientifici interessati (enti di ricerca e Consorzio del Ticino);
- anche valorizzando le conoscenze pregresse dei partner di progetto.

Obiettivo: redazione di un documento condiviso sugli effetti reali e potenziali dell'innalzamento dei livelli di massima regolazione primaverili-estivi del Lago Maggiore.



Effetti sul sistema lago





Canneto

Habitat importante per molte specie animali (es. ittiofauna, avifauna), in regressione in tutta Europa (es. eutrofizzazione, regolazione artificiale dei livelli delle acque e moti ondosi, specie aliene invasive, pascolamento, attacco da parte di insetti)

Problematiche rilevate legate all'innalzamento dei massimi livelli:

Allagamento delle superfici:

- sponde svizzere: 25% e 33% delle superfici delle Riserve delle Bolle di Magadino e Foce della Maggia, rispettivamente per gli scenari +1,25 m e +1,50 m HSC nel periodo primaverile-estivo;
- sponde italiane: 47%, 63% e 83% dei 18 siti a canneto monitorati, rispettivamente per gli scenari +1,25 m, +1,35 m e +1,50 m HSC.



Effetti principali:

- Innalzamento dell'*optimum* di crescita del canneto con conseguente migrazione verso l'entroterra a scapito di habitat quali cariceti e formazioni monospecifiche a Salice bianco
- Migrazione verso l'entroterra limitata da vincoli antropici
- Mancata rigenerazione primaverile del canneto, soprattutto nei siti in cui l'habitat è presente alle quote più basse, a causa della sommersione dei germogli nel periodo 15 marzo - 30 aprile
- Perdita di superfici dell'habitat
- Impraticabilità di interventi di ripristino ambientale mediante stuoie prevegetate





Avifauna

Le aree umide costituiscono i più importanti siti di *stopover* per numerose specie ornitiche ma la variazione, anche minima, dei livelli idrici può comportare un'alterazione nella biomassa di insetti e la disponibilità di microhabitat

Problematiche rilevate legate all'innalzamento dei massimi livelli (Riserva delle Bolle di Magadino):

- Correlazione negativa tra la capacità di foraggiamento, e quindi di deposizione di grasso, in alcune specie migratrici precoci (i.e. Capinera e Migliarino di palude) e livelli elevati del lago
- Perdita di valore in termini di funzionalità ecologica come sito di *stopover*, evidente nel periodo iniziale dei flussi migratori, a inizio primavera (marzo – prima metà di aprile)



Capinera | Foto Wikipedia



Fauna ittica

Canneti sono habitat di riproduzione per numerose specie di pesci litorali (es. Luccio, Agone, Ciprinidi). Un abbassamento eccessivo del livello lacuale nel periodo primaverile-estivo diminuisce la profondità dell'acqua nel canneto e l'area accessibile per la riproduzione

Effetti legati all'innalzamento dei massimi livelli:

- Positivi sulla riproduzione, nel breve termine, per un maggior accesso alle aree di canneto
- Sul lungo termine, rischio di perdita di habitat a causa degli impatti che l'innalzamento dei livelli può avere sul canneto



Campionamento | Foto Puzzi



Meio- e macrofauna

Meio- e macrofauna svolgono un'importante funzione di collegamento tra i livelli trofici primari e superiori, la cui strutturazione può essere compromessa dalle fluttuazioni del livello dell'acqua indotte dall'uomo.

Effetti:

- Sia alti che bassi livelli del lago provocano un'alterazione delle comunità di meio- e macrofauna rispettivamente in termini di minor abbondanza di alcuni gruppi tassonomici e, viceversa, di proliferazione di macroinvertebrati di taglia maggiore
- Sul lungo termine, rischio di perdita di habitat a causa degli impatti che l'innalzamento dei livelli può avere sulla disponibilità di habitat



Zanzare

Le specie di Culicidi *Aedes vexans* e *A. sticticus* depongono le uova nel fango. Nel periodo primaverile-estivo, l'innalzamento dei livelli del lago crea le condizioni idonee per la loro deposizione, allagando temporaneamente i terreni nei pressi delle sponde. Questo dà origine a pullulazioni che provocano disagio alla popolazione locale e ai turisti, generando la necessità di effettuare trattamenti per il loro contenimento.

Effetti legati all'innalzamento dei massimi livelli:

- Incremento della superficie idonea alla deposizione delle femmine di zanzara e quindi da trattare, con conseguenti maggiori costi per le amministrazioni e disagi alla popolazione in caso di trattamento inefficace
- Rischio di insorgenza di fenomeni di resistenza e trasmissione di malattie, anche legate agli spostamenti delle specie in relazione ai cambiamenti climatici



Effetti sul sistema fiume





DVM e dinamica alluvionale

La riduzione delle portate e della velocità della corrente comporta un innalzamento delle temperature e un maggior deposito di sedimento, che può avere effetti negativi sugli ecosistemi fluviali, sui popolamenti di macroinvertebrati e ittiofauna, sulla capacità di diluizione del carico di inquinanti derivanti dagli scarichi delle attività antropiche e autodepurativa del fiume in generale.

Effetti legati ad un'alterazione della dinamica fluviale:

- Condizioni di magre prolungate possono portare: (1) alla proliferazione di specie alloctone, soprattutto bivalvi, e, sul lungo periodo, a un deterioramento dei popolamenti di macroinvertebrati; e (2) a condizione di sofferenza per la vegetazione perifluviale igrofila che, si sottolinea, nel caso del Ticino, costituisce habitat di interesse comunitario prioritario 91E0* (circa 1.300 ha per il territorio lombardo e circa 450 ha per il territorio piemontese)



Importante:

- Il rispetto dei valori del DMV/DE è prioritario per il mantenimento di buone condizioni delle cenosi fluviali ai sensi della Direttiva Quadro sulle Acque.
- Valori di portata superiori al DMV/DE apportano benefici all'ecosistema fiume nel suo complesso, permettendo il collegamento con gli habitat peri-fluviali e una dinamica idrologica più rispondente alle esigenze di conservazione anche sul lungo periodo.





Variazioni di deflusso repentine

Le variazioni rapide di portata causate dalle opere di regolazione presenti lungo il fiume possono impattare negativamente sull'ecosistema causando il trascinarsi verso valle della fauna acquatica (pesci e macroinvertebrati bentonici) durante la fase di crescita della portata, e spiaggiamento durante quella discendente.

Effetti:

- eventi di spiaggiamento della fauna ittica
- impatti sul successo riproduttivo dell'avifauna che nidifica sui greti
- rischio per i fruitori del fiume



Pullo di sterna comune su ghiareto | Foto di M. Gagliardone



Implicazioni gestionali





In estrema sintesi, dai WP 3 e 4 emerge come un innalzamento dei livelli idrici prolungato, in particolare in periodo inizio-primaverile (i.e. marzo, aprile), costituisce un fattore di minaccia per la rigenerazione del canneto (con un impatto sul 25% della sua superficie nelle aree protette svizzere e sul 47% in quelle italiane per la soglia di regolazione a +1,25 m HSC) e il mantenimento delle attuali superfici lungo le sponde del lago, e inficia il valore dell'habitat come sito di sosta per l'avifauna migratrice.

In questo contesto, l'eventualità di portare la soglia di regolazione a +1,50 m HSC, in particolare nei mesi di marzo e aprile, andrebbe ad accentuare le criticità sopra evidenziate (es. con un allagamento del 33% della superficie a canneto presente nelle aree protette svizzere e sull'83% in quelle italiane), con il rischio di compromettere gli obiettivi di conservazione delle aree protette lacuali.



Per il sistema fiume, il rispetto dei valori del Deflusso Minimo Vitale è prioritario per il mantenimento di buone condizioni delle cenosi del fiume Ticino, ma anche che valori di portata superiori e un regime che riproduca il più possibile le fluttuazioni tipiche del regime idrologico naturale, potrebbero garantire una migliore qualità degli ecosistemi fluviali, una maggiore capacità autodepurativa, la connessione con i rami laterali e la conservazione degli habitat forestali perifluviali



Necessità di tenere conto, nella regolazione dei livelli del Lago Maggiore, dei fattori che influiscono sugli importanti ecosistemi naturali dei sistemi lago e fiume. Dal punto di vista ambientale, se da un lato l'innalzamento dei livelli del lago, in particolare nei mesi di marzo e aprile, causa interferenze con gli habitat periacuali (con particolare riferimento al canneto), dall'altro può essere garanzia di maggiori disponibilità idriche per l'ecosistema fluviale nei periodi più siccitosi.

Quale strada quindi intraprendere?



Valutazione di un sistema maggiormente flessibile della gestione delle soglie massime del lago, in particolare nel periodo 1° marzo - 30 aprile, in modo da garantire la rigenerazione dei canneti lacustri evitando la sommersione delle cannuce in fase di crescita. Da valutare anche in relazione a:

- entità delle riserve idriche disponibili a monte del lago (i.e. invasi artificiali e manto nevoso) e dagli andamenti idrologici annuali
- possibilità di espansione dei canneti verso terra
- coinvolgimento del mondo agricolo nella gestione della circolazione autunno-invernale e inizio primaverile dell'acqua (proposta promossa dagli enti gestori delle aree naturali protette)



Grazie per l'attenzione







Il contesto

La regolazione dei livelli del Lago Maggiore

Ad opera del Consorzio del Ticino (Ente pubblico non economico che opera secondo il Disciplinare di Concessione del 1940), a partire dal 1943, anno di entrata in funzione dello sbarramento mobile della Miorina, in comune di Sesto Calende.

Principali conflitti d'uso nel periodo «estivo» (15 marzo-15 settembre):

- A valle: Irriguo e idroelettrico: ↑
- Lungo il lago: turistico e sicurezza legata alle piene: ↓
- Ambientali: Lungo il lago: ↓? Nel fiume Ticino a Valle: ↑?

Limiti storici di regolazione dal 1943 pari a +1 m sullo zero idrometrico di Sesto Calende (HSC), nel periodo 15 marzo-15 settembre.

Dal 2007, innalzamento sperimentale dei livelli a +1,25/1,35 m HSC.



Il contesto

Il Deflusso Minimo Vitale (DMV) del Fiume Ticino

A valle del Lago Maggiore, nel tratto di fiume tra lo sbarramento della Miorina e il canale Langosco, diversi sbarramenti interrompono la continuità fluviale e influenzano le dinamiche naturali del corso d'acqua, derivando parte dell'acqua per scopi irrigui e idroelettrici: diga della Miorina, diga di Porto della Torre, diga del Panperduto e filarola delle Rogge Novaresi.

Deflusso minimo vitale del fiume, cioè quel quantitativo minimo di acqua necessario per la sopravvivenza dell'ecosistema fluviale, pari a:

- 24 m³/s tra gennaio e maggio,
- 17 m³/s tra giugno e agosto
- 31 m³/s tra settembre e dicembre