



LIFE+ 2008

LIFE+ Programme (European Commission)
LIFE+ Environment Policy and Governance

Project INHABIT - LIFE08 ENV/IT/000413

Local hydro-morphology, habitat and RBMPs: new measures to improve ecological quality in South European rivers and lakes

ACTION GROUP I3: Proposal of innovative measures for river basin management plans

- Action I3 IRSA (month 19-36) Proposal of innovative measures for river basin management plans by IRSA
- Action I3 ISE (month 19-36) Proposal of innovative measures for river basin management plans by ISE
- Action I3 PI (month 19-36) Proposal of innovative measures for river basin management plans by I ARPA Piemonte
- Action I3 SA (month 19-36) Proposal of innovative measures for river basin management plans by RAS

Deliverable I3d2

Ecological status classification and local hydromorphological/habitat variability: proposal of new measures to restore ecological quality

Classificazione dello stato ecologico e variabilità locale di habitat e idromorfologia: proposte di nuove misure utili a ripristinare la qualità ecologica

CNR-IRSA - Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Ricerca sulle Acque, U.O.S. Brughiero, Via del Mulino 19, 20861, Brughiero (MB)

CNR-ISE - Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per lo Studio degli Ecosistemi, Largo Tonolli 50, 28922 Verbania Pallanza (VB)

ARPA Piemonte - Arpa Piemonte - Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale, Qualità delle acque - Asti, Piazza Vittorio Alfieri 33, 14100 Asti

Regione Sardegna - Regione Autonoma della Sardegna, Direzione Generale Agenzia Regionale Distretto Idrografico della Sardegna, Servizio Tutela e Gestione delle Risorse Idriche, Vigilanza sui Servizi Idrici e Gestione delle Siccità. Via Roma 80, 09123 Cagliari



LIFE+ 2008

LIFE+ Programme (European Commission)
LIFE+ Environment Policy and Governance

Project INHABIT - LIFE08 ENV/IT/000413

Local hydro-morphology, habitat and RBMPs: new measures to improve ecological quality in South European rivers and lakes

ACTION GROUP I3: Proposal of innovative measures for river basin management plans

- Action I3 IRSA (month 19-36) Proposal of innovative measures for river basin management plans by IRSA
- Action I3 ISE (month 19-36) Proposal of innovative measures for river basin management plans by ISE
- Action I3 PI (month 19-36) Proposal of innovative measures for river basin management plans by ARPA Piemonte
- Action I3 SA (month 19-36) Proposal of innovative measures for river basin management plans by RAS

Deliverable I3d2

Rapporto tecnico – Classificazione dello stato ecologico e variabilità locale di habitat e idromorfologia: proposte di nuove misure utili a ripristinare la qualità ecologica.

Ecological status classification and local hydro-morphological/habitat variability: proposal of new measures to restore ecological quality

Parte A: LAGHI

Ciampittiello M.¹, Austoni M.¹, A. Boggero A.¹, Marchetto A.¹, Morabito G.¹, Sala P.¹, Volta P.¹, Zaupa S.¹

¹ CNR-ISE - Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per lo Studio degli Ecosistemi, Largo Tonolli 50, 28922 Verbania Pallanza (VB)

Indice

Abstract

Riassunto

CAPITOLO 1 - Azioni di miglioramento per il raggiungimento della qualità buona all'interno dei piani di bacino

- a. Piemonte pag. 6
- b. Sardegna pag. 17

CAPITOLO 2 - Criticità e limiti riscontrati nelle azioni di miglioramento presentate e approcci innovativi per la definizione di strategie efficaci

- 2.2.1 Elementi biologici: risultati, criticità, sviluppi futuri pag. 32
- 2.2.2 Parametri idromorfologici: Lake Habitat Survey, risultati, criticità, sviluppi futuri pag. 33

CAPITOLO 3 - Conclusioni e proposte di nuove misure pag. 35

BIBLIOGRAFIA pag. 42

Abstract

An important aspect, often underestimated or not adequately considered within the River Basin Management Plans, is the relationship between hydromorphological and habitat aspects on one hand biological communities. In those Plans where hydromorphological aspects are evaluated, only a single parameter or impact is considered, and the effects of hydromorphological and habitat alterations on ecological quality is rarely assessed. When ecological quality of water bodies is evaluated, and restoration measures are planned, it becomes important to know, assess and quantify the response of the Biological Quality Elements (BQEs) at local and habitat scale. The evaluation on pressures at catchment scale and of their impacts are important, but they should be associated to a local analysis.

The aim of the present deliverable is that to suggest measures for the achievement of the good ecological status that use an innovative approach based on relationships and interactions between hydromorphological features, habitat, chemical-physical conditions and the response of the biological community.

Examining in detail the first River Basin Management Plans and their evaluation by the offices of European Community evaluation, it appears necessary to close up the cognitive gaps on lake hydromorphological aspects and their consequences on biocoenoses and on the ecological quality of the lacustrine waterbody, and to include habitat aspects and their link with biocoenoses, which are rarely evaluated and considered in the River Basin Management Plans.

The activities carried out within the INHABIT Project made it possible to analyse both hydromorphological and habitat features, highlighting the relationship among these parameters and the biological quality elements. Analyses and statistical elaborations showed to make clear the relationship between human pressures and impacts on the biocoenoses, deeper analyses are necessary.

The activities carried out during the INHABIT project allowed to identify new measures to be included in the River Basin Management Plans to improve lake ecological quality: it has been highlighted that pressures on the littoral zone can affect most biocoenoses, decreasing lake ecological quality. As a consequence, adopting measures aimed to the preservation of this habitat and its biological diversity are fundamental for maintaining ecosystem services, supporting a high biodiversity and a better ecological quality.

In small lakes, measures aimed to the reduction of diffuse nutrient load derived from agriculture are important for the improvement of the ecological quality of the lakes and are necessary to improve the adaptation of the lakes to climate change. In fact, a marked relationship between year-to-year meteorological variability and lake ecological quality can be ascribed to climate-related differences in nutrient wash out from arable land.

There is a strong need to extend these studies on different lake types, including both natural lakes and reservoirs in the Alpine and Mediterranean ecoregions, in order to deepen the knowledge of the reliability of the Lake Habitat Survey (LHS) method and to understand the complex and frequently non-linear, relationships among biological metrics, trophic pressures, hydrological pressures, lake morphology and habitat features, helping to identify and calibrate restoration measures.

Riassunto

Un aspetto importante, spesso sottovalutato o non adeguatamente considerato, all'interno dei piani di gestione dei bacini idrografici è quello legato alle caratteristiche morfologiche e di habitat e alle loro relazioni e correlazioni con le comunità biologiche. In quei piani in cui gli aspetti idromorfologici vengono considerati, lo sono su singoli parametri o singoli impatti e raramente sugli effetti delle alterazioni idromorfologiche e di habitat e sulla qualità ecologica globale. Risulta quindi importante, sia quando si valuta la qualità ecologica di un corpo idrico, ma soprattutto quando si pianificano le azioni di ripristino di tale qualità, conoscere, verificare e quantificare le risposte a scala locale e di habitat degli elementi di qualità biologica (BQE) valutando anche, localmente, le caratteristiche idromorfologiche. Indubbiamente rimane importante la valutazione a scala di bacino, sia delle pressioni che degli impatti, ma a questa deve essere associata anche un'analisi più locale e specifica. Scopo del presente deliverable è quello di proporre delle misure per il raggiungimento del buono stato ecologico che utilizzino un approccio innovativo basato sulle relazioni ed interazioni tra le caratteristiche idromorfologiche, gli habitat, le condizioni chimico-fisiche e la risposta delle biocenosi, all'interno dei nuovi piani di gestione.

Dall'analisi approfondita dei primi piani di bacino e secondo quanto emerso dalla valutazione di questi piani da parte della Comunità Europea, è necessario colmare alcune lacune conoscitive inerenti soprattutto gli aspetti idromorfologici nei laghi e le loro ripercussioni sulle biocenosi e sulla qualità ecologica globale dell'ecosistema lacustre. Anche gli habitat e i loro legami con le biocenosi sono poco valutati e rappresentati all'interno dei piani.

Grazie al lavoro svolto all'interno del progetto INHABIT è stato possibile approfondire sia gli aspetti idromorfologici che di habitat, che le relazioni tra tali parametri e gli elementi di qualità biologica. Dalle diverse analisi ed elaborazioni statistiche effettuate tra le caratteristiche idromorfologiche e gli elementi di qualità biologica è emerso che, nonostante la validità dei metodi utilizzati, sono necessarie ulteriori verifiche e approfondimenti, sia rispetto al metodo idromorfologico, sia rispetto a relazioni più chiare ed esaustive tra le pressioni (di qualunque tipo) insistenti sul lago e gli impatti sulle biocenosi. Inoltre è emersa anche una criticità legata alla scarsità di informazioni e di laghi su cui si hanno dati in contemporanea di tipo biologico, idromorfologico e chimico.

Risulta quindi importante riuscire a proseguire studi di questo tipo, in diverse tipologie lacustri, sia in laghi naturali che in invasi, approfondendo la conoscenza del metodo LHS, e approfondendo eventualmente anche i metodi biologici, rendendoli più sensibili alla morfologia e all'idrologia che alla trofia. Questo perché all'interno di un lago le relazioni e le conseguenze di pressioni diverse inducono ad impatti non sempre chiari e lineari sulle biocenosi e sulla qualità ecologica nel suo complesso.

Per quanto riguarda le misure innovative da identificare e realizzare, è emerso che le pressioni sulla zona litorale sono, per quasi tutte le biocenosi, di fondamentale importanza nella determinazioni di impatti e di diminuzione della qualità ecologica, e che la preservazione degli habitat e la loro diversificazione è di fondamentale importanza per il sostenimento dei servizi ecosistemici e di una elevata biodiversità.

Inoltre strettamente legati agli effetti del cambiamento climatico, soprattutto in piccoli bacini lacustri, sono importanti le azioni di miglioramento rispetto alla diminuzione di carichi diffusi provenienti dai bacini imbriferi, di natura agricola, ma non solo, perché possono portare ad una maggiore resilienza rispetto ad eventi estremi e ad una migliore qualità ecologica.

Si auspica che lavori e approfondimenti così come sviluppati all'interno del progetto INHABIT, possano essere realizzati anche su altri ambienti lacustri, sia nell'area Alpina che Mediterranea e che l'aggiunta di dati, informazioni e analisi, possa nel tempo aiutare a colmare le lacune conoscitive ancora presenti, e a superare le criticità evidenziate, per una maggiore consapevolezza dei meccanismi di pressioni/impatti e miglioramenti della qualità ecologica che si possono ottenere, applicando misure corrette ed efficaci.

CAPITOLO 1 – Azioni di miglioramento per il raggiungimento della qualità buona all'interno dei piani di bacino

Una prima analisi dei piani di Gestione di Bacino, ai sensi della WFD 2000/60 è stata fatta per la stesura del Deliverable Pd1 (Marziali et al. 2010) nel quale si sono valutati gli approcci, i metodi e i programmi di misure di diversi Piani di Gestione, tra i quali quello dell'Autorità di Bacino del fiume Po, all'interno del quale è situata la Regione Piemonte e quello della Regione Sardegna. Utilizzando le informazioni emerse dal precedente deliverable e rileggendo specificatamente le pressioni, gli impatti, le azioni e le misure di miglioramento proposte, per ciascuna regione oggetto di studio, e per ciascun lago inserito nel progetto, è stato possibile sintetizzare ed evidenziare quanto di seguito riportato, utilizzandolo poi come base per lo sviluppo dei successivi capitoli del presente deliverable.

a. PIEMONTE

Tra le diverse azioni previste dalla WFD 2000/60 per l'analisi e la gestione dei corpi idrici vi è quella dell'analisi delle pressioni e degli impatti, eseguita da ciascuna regione durante la fase di caratterizzazione dei corpi idrici, allo scopo di valutare l'influenza delle attività umane sulla qualità ecologica degli stessi. Questa analisi risulta di fondamentale importanza per definire i programmi di misure necessari a raggiungere gli obiettivi di qualità richiesti dalla WFD, o a mantenere lo stato di qualità buono o elevato già presente, nel tempo. L'approccio identificativo delle pressioni e dei loro relativi impatti, ha seguito questo percorso generale:

1. Identificazione dei determinanti (*driving forces*) e delle pressioni;
2. Individuazione delle pressioni più significative;
3. Valutazione degli impatti;
4. Valutazione della probabilità di rischio di mancato raggiungimento degli obiettivi.

In generale, le forze determinanti sono attività che possono produrre una serie di pressioni puntuali o diffuse sui corpi idrici e/o sui loro bacini imbriferi. Schematicamente tali forze determinanti, sulle quali si sono raccolte informazioni attraverso l'analisi di ciascun bacino imbrifero, si possono raggruppare e suddividere in:

- **Comparto civile** attraverso le dinamiche demografiche, la concentrazione dei nuclei insediativi, la densità territoriale, l'urbanizzazione, i servizi idrici come acquedotti, fognature e depurazione e la gestione dei rifiuti urbani;
- **Comparto agro-zootecnico** attraverso la consistenza delle attività agricole, la distribuzione delle colture, la consistenza del patrimonio zootecnico, l'utilizzo dei fertilizzanti e l'utilizzo dei prodotti fito-sanitari;
- **Comparto industriale** attraverso il prelievo di inerti, la produzione di energia elettrica, il consumo di acqua e l'inquinamento di siti oggetto poi di bonifica.

Per ciascun comparto sono state analizzate le singole attività e le singole pressioni in modo tale da stabilire percentuali o valori in grado di generare una pressione significativa (Autorità di Bacino del Fiume Po, 2010b). Una pressione viene considerata significativa se è in grado di generare effetti negativi sulle biocenosi, tale da determinare il mancato raggiungimento di un obiettivo di qualità. La valutazione delle pressioni significative è stata fatta sulla base della conoscenza delle pressioni esistenti nel bacino e bei

sottobacini, tenendo conto dei modelli di flusso idrico, del comportamento degli inquinanti chimici e del comportamento delle biocenosi presenti nei corpi idrici, conosciuti attraverso il monitoraggio.

Ad esempio, pressioni significative sono state considerate l'urbanizzazione, gli usi idrici, con prelievi e scarichi, la gestione dei rifiuti urbani, l'utilizzo di fertilizzanti, l'utilizzo di prodotti fito-sanitari, il prelievo di inerti, la presenza di siti inquinanti oggetto di bonifica, considerando pressioni puntuali e diffuse di inquinamento, pressione quantitative della risorsa idrica, pressioni idromorfologiche e di tipo biologico.

Successivamente a questa indagine, raccolte tutte le informazioni necessarie, sono stati analizzati gli impatti di tali pressioni sulle acque superficiali (Autorità di Bacino del Fiume Po, 2010c), tenendo presente anche gli impatti legati al cambiamento climatico sulla risorsa idrica e sull'approvvigionamento idropotabile, come variazione di precipitazione e di temperatura, nonché le informazioni relative allo stato di qualità del corpo idrico.

Tale valutazione degli impatti è stata quindi fatta sulla base dello stato di qualità del corpo idrico, utilizzando un parametro chimico-fisico eccedente un limite stabilito o tramite un bilancio idrico (Autorità di Bacino del Fiume Po, 2010a), o tramite un parametro biologico. In quest'ultimo caso la pressione chimico-fisica o idromorfologica che causa l'impatto, non è sempre chiaramente identificata.

Per quanto riguarda specificatamente la Regione Piemonte, già nella redazione del Piano di Tutela delle Acque (PTA) sono stati presi in considerazione gli indirizzi e le indicazioni della WFD 2000/60, rispetto all'analisi delle pressioni e degli impatti; infatti la metodologia utilizzata per la redazione del piano ha seguito lo schema logico del DPSIR, proposto dall'Agenzia Europea per l'Ambiente. Le indagini e gli studi elaborati hanno portato alla redazione di diversi documenti tra cui:

- Caratterizzazione dei bacini idrografici;
- Bilancio delle disponibilità idriche naturali e valutazione di incidenza dei prelievi;
- Analisi dell'impatto esercitato dalle attività antropiche: meccanismi di diffusione e valutazione dei carichi inquinanti;
- definizione e valutazione ambientale strategica di scenari sostenibili in termini di qualità e relativo piano d'azione.

L'approccio del PTA è di carattere territoriale, per bacini idrografici, vista la necessità di riferire gli impatti e le risposte ad aree omogenee, riconducibili a 34 "Aree Idrografiche". Dal punto di vista tecnico il Piano di tutela delle acque individua: (Autorità di Bacino del Fiume Po, 2010f)

- i corpi idrici soggetti a obiettivi di qualità ambientale;
- i corpi idrici a specifica destinazione ed i relativi obiettivi di qualità funzionale;
- le aree sottoposte a specifica tutela, suddivise in:
 - Aree sensibili (laghi e relativi bacini drenanti);
 - Zone vulnerabili da nitrati di origine agricola;
 - Aree vulnerabili da prodotti fitosanitari;
 - Aree ad elevata protezione (ecosistemi acquatici, aree protette nazionali, regionali, provinciali, siti di interesse comunitario, zone di protezione speciale, l'area idrografica denominata "AltoSesia").

Nella tabella 1 sono sintetizzate le cause determinanti, le pressioni e gli impatti per ciascun lago oggetto di studio (Marziali et al., 2010), per quanto riguarda la Regione Piemonte.

Tabella 1 – Valutazione delle pressioni e degli impatti sui bacini imbriferi dei laghi Piemontesi oggetto di studio.

Categoria corpo idrico	Nome lago	Superficie (km ²)	Natura corpo idrico	Determinanti	Pressioni	Impatti
lago	Avigliana Piccolo	0.57	naturale	Presenza insediamenti civili; presenza diffusa di aree agricole	Scarichi fognari non trattati; dilavamento terreni agricoli	Qualità chimico-fisica delle acque
lago	Candia	1.35	naturale	presenza diffusa di aree agricole; presenza insediamenti civili	dilavamento terreni agricoli; opere per il prelievo delle acque (uso irriguo)	qualità chimico-fisica delle acque; alterazioni qualità biologica
lago	Viverone	5.72	naturale	presenza insediamenti civili; presenza diffusa di aree agricole; presenza allevamenti zootecnici	scarichi acque reflue urbane; scarichi fognari non trattati; dilavamento terreni agricoli; alterazioni della fascia riparia	qualità chimico-fisica delle acque; alterazioni qualità biologica
lago	Sirio	0.29	naturale	presenza insediamenti civili		qualità chimico-fisica delle acque; alterazioni qualità biologica
lago	Mergozzo	1.84	naturale	presenza insediamenti civili; presenza siti contaminati	scarichi fognari non trattati diversivi e/o scolmatori	qualità chimico-fisica delle acque
lago	Serru'	0.53	artificiale	presenza impianti per la produzione di energia	dighe idroelettriche per la produzione di energia	regime idrologico; alterazioni della qualità biologica
lago	Morasco	0.62	Fortemente modificato	presenza impianti per la produzione di energia	Dighe idroelettriche	regime idrologico; alterazioni della qualità biologica

In sintesi si può dire che le determinanti e le pressioni principali nei bacini idrografici dei laghi studiati sono di natura civile, a causa di scarichi fognari non trattati, di natura agro-zootecnica a causa di prelievi idrici, dilavamento di terreni agricoli, presenza di allevamenti zootecnici, e di natura industriale per la presenza di impianti e bacini per la produzione di energia idroelettrica.

Gli impatti valutati sono di tipo chimico-fisico, biologico e di alterazione del regime idrologico, quest'ultimo soprattutto a causa della presenza di impianti per la produzione di energia idroelettrica. Tali impatti causano una qualità ecologica complessiva non sempre coerente con gli obiettivi di qualità richiesti; in tabella 2 lo stato attuale valutato attraverso le azioni di monitoraggio e gli obiettivi previsti secondo WFD.

Tabella 2 – obiettivi ambientali fissati a norma dell' Art. 4 della Direttiva 2000/60/CE e All. 4, parte A, punto 5, alla parte terza del D.Lgs. 152/06 (Autorità di Bacino del Fiume Po, 2010d).

Lago	Tipologia	Natura del corpo idrico	Stato complessivo attuale	Obiettivo proposto chimico	Obiettivo proposto ecologico	Osservazioni
Piccolo di Avigliana	AL_5	naturale	sufficiente	buono al 2015	Buono al 2015	
Candia	Al_5	naturale	scarso	buono al 2015	Buono al 2021	Lo stato di compromissione del lago è tale da richiedere tempi di recupero lunghi
Viverone	AL_6	naturale	scarso	buono al	Buono al	Lo stato di compromissione

				2015	2021	del lago è tale da richiedere tempi di recupero lunghi
Sirio	AL_6	naturale	scarso	buono al 2015	Buono al 2021	Non sono ancora state individuate soluzioni tecniche specifiche
Mergozzo	AL_6	naturale	buono	buono al 2015	Buono al 2015	
Serrù	AL_2	artificiale	sufficiente	buono al 2015	Buono al 2015	
Morasco	AL_9	Fortemente modificato	sufficiente	buono al 2015	Buono al 2015	

Il PTA prevede che gli obiettivi ambientali siano conseguiti anche attivando strumenti di partecipazione tra tutti i soggetti pubblici e privati coinvolti nella gestione, utilizzo e fruizione della risorsa a livello locale per arrivare a soluzioni specifiche, concordate e condivise delle criticità quali-quantitative, unitamente alla salvaguardia dal rischio idraulico. Il processo di cooperazione tra gli Enti che necessariamente ne deriva deve tenere conto dei diversi interessi di settore, al fine di perseguire obiettivi comuni elaborando strategie di azione condivise in cui ogni soggetto coinvolto si riconosce e per la cui realizzazione si impegna.

Questi strumenti vengono definiti “Contratti di fiume o lago”. Il Piano definisce quindi (Autorità di Bacino del Fiume Po, 2010f):

- le misure, tra loro integrate, di tutela qualitativa e quantitativa e di gestione ambientalmente sostenibile delle acque superficiali e sotterranee;
- la cadenza temporale degli interventi e delle relative priorità;
- il programma di verifica dell'efficacia della realizzazione degli interventi previsti al fine dell'aggiornamento delle misure di tutela.

Considerando che la maggior parte delle misure sono da applicarsi a scala di bacino o in qualche caso a corpi idrici specifici, le modalità di attuazione delle misure comprendono diversi tipi di azioni:

- **infrastrutturale:** interventi volti al contenimento degli impatti sulla risorsa idrica o al ripristino ambientale di ecosistemi;
- **normativo:** emanazione di leggi, direttive, norme tecniche per la gestione delle risorse idriche, nonché individuazione di vincoli ed eventuali deroghe;
- **informativo:** attività di sensibilizzazione, coinvolgimento e concertazione rivolte al pubblico e a tutti i soggetti portatori d'interesse;
- **gestionale:** potenziamento dei programmi di monitoraggio ambientale, migliore organizzazione delle strutture amministrative, implementazione di sistemi informativi di scambio e archiviazione dei dati da parte dei soggetti istituzionali, sviluppo dei sistemi per la ricostruzione modellistica del comparto idrico, anche tramite l'attuazione di specifici programmi di ricerca scientifica. (Marziali et al., 2010)

Nei Piani di Gestione i programmi di misure prevedono due tipologie di interventi: misure di base, derivanti dall'attuazione della normativa comunitaria, nazionale e regionale vigente; e misure supplementari, ossia addizionali, previste nel caso in cui le misure di base siano ritenute insufficienti per conseguire gli obiettivi ambientali (Art 11, 2000/60/EC). (Marziali et al., 2010)

In Regione Piemonte i riferimenti normativi relativi alle misure da adottare in applicazione del principio del recupero dei costi dell'utilizzo idrico sono:

- la D.G.R. 24 novembre 1997 n. 31-23227 “Atto di indirizzo in materia di gestione del servizio idrico integrato, definizione delle modalità di analisi dell'economicità, efficacia ed efficienza degli

organismi di gestione salvaguadabili e adozione della convenzione-tipo di regolazione dei rapporti tra le Autorità d'ambito e i soggetti gestori”;

- il Regolamento 15/R del 2004 “Disciplina dei canoni regionali per l’uso di acqua pubblica (Legge Regionale 5 agosto 2002, n. 20) e modifiche al regolamento regionale 29 luglio 2003, n. 10/R (Disciplina dei procedimenti di concessione di derivazione di acqua pubblica)”;
- il Regolamento 6/R del 2005 “Misura dei canoni regionali per l’uso di acqua pubblica (Legge Regionale 5 agosto 2002, n. 20) e modifiche al regolamento regionale 6 dicembre 2004, n. 15/R (Disciplina dei canoni regionali per l’uso di acqua pubblica)”.

Tra le misure del PTA della Regione Piemonte è prevista anche la regolamentazione della disciplina dei canoni e sovra-canoni per uso di acqua pubblica (Autorità di Bacino del Fiume Po, 2010e).

Per quanto riguarda le misure adottate ai fini dell'individuazione e della protezione delle acque destinate all'uso umano le Norme del PTA della Regione Piemonte di riferimento sono l’art. 24, che istituisce quali zone di protezione delle acque destinate al consumo umano per la tutela quali-quantitativa, le aree di ricarica degli acquiferi, le aree circostanti i campi pozzi, le zone di riserva dove le risorse idriche sono potenzialmente destinabili a tale uso in futuro e l’art. 25, che stabilisce che le disposizioni attuative del Piano definiranno come delimitare le aree di salvaguardia e quali vincoli dovranno essere introdotti in esse. (Autorità di Bacino del Fiume Po, 2010e).

Per quanto riguarda le misure utilizzate per i controlli sull'estrazione e l'arginamento delle acque le Norme dal PTA della Regione Piemonte fanno riferimento all’art. 41 sugli obblighi di installazione dei misuratori di portata e volumetrici rinviando ad una disposizione attuativa la specifica dei soggetti tenuti all’obbligo e le modalità di trasmissione dei dati. Il PTA prevede tra le misure in oggetto, il completamento e l’aggiornamento dei catasti dei prelievi e degli scarichi nei corpi idrici superficiali e sotterranei, la verifica in campo delle derivazioni in essere, la verifica ed ottimizzazione dei meccanismi di autodenuncia delle letture di contatore (criteri-soglia, modalità di aggiornamento-flusso-archiviazione dei dati), la regolamentazione della misura delle portate e dei volumi prelevati e la revisione delle regole operative degli invasi.

Il Regolamento 7/R del 2007 disciplina gli obblighi di installazione e manutenzione dei dispositivi per la misurazione delle portate e dei volumi d'acqua derivati e restituiti e determina gli obblighi e le modalità di registrazione e trasmissione dei risultati delle misurazioni con l'obiettivo di:

- affinare il bilancio idrico e idrogeologico e verificare l'incidenza del sistema dei prelievi e delle restituzioni sugli squilibri quantitativi in atto;
- acquisire informazioni utili alla verifica dei volumi di prelievo concessi ed alla eventuale revisione dei parametri essenziali della derivazione;
- consentire la gestione dinamica del riparto delle disponibilità idriche tra gli utenti legittimi dell'acqua al verificarsi di criticità idrologiche di magra;
- acquisire informazioni sulla caratterizzazione quantitativa delle restituzioni. Il Regolamento 8/R del 2007, concernente la prima attuazione delle norme in materia di DMV, persegue l'obiettivo di garantire la tutela delle biocenosi acquatiche compatibilmente con un equilibrato utilizzo della risorsa idrica e, in generale, concorrere al raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici.

Per quanto riguarda le misure per il controllo delle fonti di inquinamento puntuale le Norme del Piano di Tutela delle Acque (PTA) della Regione Piemonte prevedono diverse disposizioni in materia: l’art. 5 prevede al comma 4 che il rilascio di provvedimenti di autorizzazione, concessione, nulla osta, permessi o altro atto simile sia subordinato al rispetto delle finalità e degli obiettivi del Piano; l’art. 27 definisce i riferimenti

per i valori soglia agli scarichi, dando facoltà alle province di fissare valori più restrittivi qualora lo ritengano necessario per il rispetto degli obiettivi di qualità dei corpi idrici; l'art. 28 riguarda la raccolta di dati sulla qualità ed i volumi scaricati; l'art. 29 stabilisce le condizioni possibili per l'autorizzazione degli scarichi in acque sotterranee, riprendendo le deroghe consentite dalla normativa nazionale; l'art. 30 pone in capo alle AATO la definizione degli interventi e il finanziamento delle opere necessarie per il comparto delle acque reflue urbane al fine di raggiungere gli obiettivi; l'art. 31 prevede una norma di attuazione specifica per definire le caratteristiche tecniche degli impianti e le procedure per l'autorizzazione provvisoria allo scarico; infine, l'articolo 32 disciplina la raccolta ed il trattamento delle acque meteoriche ed i compiti in materia in capo alle AATO.

Il PTA prevede poi apposite misure quali il completamento e l'aggiornamento dei catasti dei prelievi e degli scarichi nei corpi idrici superficiali e sotterranei, il contenimento degli scarichi con obiettivo di balneabilità del Ticino al 2016, norme tecniche per la progettazione e gestione degli impianti di depurazione delle acque reflue urbane e delle acque meteoriche, progetti operativi di riqualificazione criticità idrologico-ambientali di grado elevato, progetti operativi di riassetto del sistema di drenaggio acque meteoriche e reticolo idrografico minore in ambiente urbano.

Per quanto riguarda le misure volte a garantire le condizioni idromorfologiche del corpo idrico adeguate al raggiungimento dello stato ecologico prescritto In Regione Piemonte il riferimento legislativo per tali misure sono principalmente le Norme del PTA: l'art. 23 dispone la tutela degli ecosistemi acquatici di maggior pregio ambientale e naturalistico posti nelle aree ad elevata protezione (SIC, ZPS, Parchi, altre aree specificatamente designate) attraverso l'identificazione di misure di limitazione degli usi, con l'eccezione del soddisfacimento idropotabile. L'art. 33 prevede un testo normativo per la disciplina degli usi e degli interventi lungo le fasce fluviali con lo scopo di migliorare la biodiversità delle rive e trattenere l'inquinamento diffuso. Il titolo II delle Norme di Piano è dedicato alla tutela quantitativa tramite il Deflusso minimo vitale (art. 39), il riequilibrio del bilancio idrico (art. 40), obblighi di installazione dei misuratori di portata (art. 41) e misure per il risparmio idrico (art. 42). Tra le misure del PTA indicate in Allegato 7.2, vanno evidenziate lo studio di indicatori ecosistemici funzionali all'applicazione del DMV, le sperimentazioni per la definizione di regole sul DMV per i piccoli bacini montani (aspetti morfologico-naturalistici), lo studio delle caratteristiche ambientali, idrologiche e idrogeologiche legate alle sorgenti, la regolamentazione del DMV, le norme tecniche per la gestione e la tutela delle aree di pertinenza fluviale, ma anche, interventi strutturali per la razionalizzazione di prelievi a scopo irriguo principale e a scopo industriale/idroelettrico ed infine, progetti operativi di riqualificazione-protezione fluviale. Oltre al PTA, in Regione Piemonte altri riferimenti per le misure idromorfologiche sono costituite dalla Legge Regionale 37/2006, che contiene disposizioni di cautela nell'esecuzione dei lavori in alveo e prevede realizzazioni di scale di risalita per i pesci e dal Regolamento 8/R del 2007 sulla prima attuazione delle norme in materia di deflusso minimo vitale, che persegue l'obiettivo di garantire la tutela delle biocenosi acquatiche compatibilmente con un equilibrato utilizzo della risorsa idrica e, in generale, concorrere al raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici.

Per quanto riguarda le misure adottate per il controllo e la riduzione dell'immissione delle sostanze prioritarie nell'ambiente idrico, diverse sono le norme del PTA della Regione Piemonte che se occupano, in particolare: l'art. 5 prevede al comma 4 che il rilascio di provvedimenti di autorizzazione, concessione, nulla osta, permessi o altro atto similare sia subordinato al rispetto delle finalità e degli obiettivi del Piano. L'art. 17 stabilisce che l'acquisizione dei dati per la classificazione avvenga tramite le attività di monitoraggio, progressivamente integrata nel tempo a fronte di nuove necessità e modifiche normative; l'art. 18 riporta gli obiettivi di qualità stabiliti per le acque. L'art. 22 tutela dal rischio di taluni principi attivi le aree

designate come vulnerabili rispetto ai fitosanitari, dove si applicano le relative proposte di intervento ed i Codici di buona pratica. L'art. 27 definisce i riferimenti per i valori soglia agli scarichi, dando facoltà alle province di fissare valori più restrittivi qualora lo ritengano necessario per il rispetto degli obiettivi di qualità dei corpi idrici; l'art. 28 riguarda la raccolta di dati sulla qualità ed i volumi scaricati. L'art. 33 prevede un testo normativo per la disciplina degli usi e degli interventi lungo le fasce fluviali con lo scopo di migliorare la biodiversità e trattenere l'inquinamento diffuso; l'artt. 35 e 36 sono rivolti agli utilizzatori dei principi fitosanitari. Tra le misure del PTA sono previste anche la gestione e lo sviluppo dell'inventario dei prelievi e degli scarichi dei corpi idrici superficiali e sotterranei, la gestione e lo sviluppo del sistema regionale delle reti di monitoraggio, la conoscenza degli stati, trend e processi delle sostanze pericolose in laghi e acque correnti, la regolamentazione della gestione agricola orientata alla riduzione degli apporti di prodotti fitosanitari/fosforo/azoto, il ricondizionamento (con chiusura selettiva dei filtri) o chiusura di pozzi che mettono in comunicazione il sistema acquifero freatico con i sistemi acquiferi profondi.

Per quanto riguarda misure supplementari ritenute necessarie per il raggiungimento degli obiettivi fissati, l'art. 39 del PTA della Regione Piemonte chiarisce la definizione di DMV e le condizioni di rilascio, rimandando ad una norma attuativa la disciplina di dettaglio; l'art. 42 è volto ad ottimizzare la tutela quantitativa della risorsa tramite una migliore gestione ed individua strumenti di risparmio idrico. Le misure di area di cui all'art. 43 affrontano le specifiche criticità di ogni area idrografica in cui è suddiviso il territorio regionale. Oltre al PTA, il Regolamento 8/R del 2007 recante "Disposizioni per la prima attuazione delle norme in materia di deflusso minimo vitale (Legge Regionale 29 dicembre 2000, n. 61)" (Legge regionale 29 dicembre 2000, n. 61), persegue l'obiettivo di garantire la tutela delle biocenosi acquatiche compatibilmente con un equilibrato utilizzo della risorsa idrica e, in generale, concorrere al raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici. L'art. 3 (Ambito d'applicazione), comma 2, ribadisce inoltre l'applicazione di un DMV ambientale *"ai prelievi da corsi d'acqua soggetti agli obiettivi di qualità ambientale, da quelli ricadenti nelle aree ad elevata protezione, nonché dai corsi d'acqua che richiedono protezione e miglioramento per essere idonei alla vita dei pesci, come identificati dal Piano di tutela delle acque e relative disposizioni di attuazione"*.

Per quanto riguarda la gestione degli invasi, il Regolamento 1/R del 2008 della Regione Piemonte "Modifiche ed integrazioni al regolamento regionale 9 novembre 2004, n. 12/R, di attuazione della legge regionale 6 ottobre 2003, n. 25 (Norme in materia di sbarramenti fluviali di ritenuta e bacini di accumulo idrico di competenza regionale. Abrogazione delle leggi regionali 11 aprile 1995, n. 58 e 24 luglio 1996, n. 49)", ha tra le finalità la definizione di condizioni di gestione degli invasi tali da non compromettere gli obiettivi di qualità stabiliti nel PTA.

Per quanto riguarda nello specifico i contratti di fiume o di lago, in Regione Piemonte essi sono previsti esplicitamente quali strumenti di attuazione dall'art. 10 comma 2 delle Norme del PTA e consistono nella gestione integrata delle criticità delle aree idrografica sia quali-quantitative, sia idrauliche.

Sono presenti anche specifiche misure per la tutela della qualità delle acque e degli ecosistemi acquatici, per la conservazione e il riequilibrio ambientale, l'uso e la protezione del suolo, per i cambiamenti climatici suddivise in strutturali (di tipo intensivo ed estensivo) e non strutturali (suddivisi in divieti e vincoli, norme e regolamenti, pianificazione territoriale e settoriale, attività di sorveglianza e controllo, strumenti economici come canoni, tariffe etc., attività conoscitive e attività di formazione, sensibilizzazione e buone pratiche). (Autorità di Bacino del Fiume Po, 2010e).

Per quanto riguarda specificatamente le misure relative agli aspetti idromorfologici di nostro interesse, sia a scala di bacino che a scala locale e di habitat viene riconosciuta l'importanza delle aree ripariali di fiumi e laghi, sia come habitat per la salvaguardia della biodiversità, sia come fasce tampone per ridurre l'inquinamento proveniente da fonti diffuse e per garantire il naturale idrodinamismo dei corpi idrici superficiali, nella tabella 3 la sintesi delle principali misure morfologiche previste, suddivise per tipologia e nella tabella 4 le principali misure idrologiche suddivise per tipologia (Marziali et al., 2010).

Tabella 3 - Principali misure morfologiche dei corpi idrici superficiali, suddivise per tipologie, relative al Piano di Gestione Padano.

Tipologia della misura	Misura
Conoscitive	Aggiornare e approfondire i quadri conoscitivi relativi alle forme e ai processi idromorfologici dei corsi d'acqua (Fasce di mobilità fluviale, bilancio del trasporto solido, topografia di dettaglio della regione fluviale e dell'alveo inciso, ecc) e sperimentare nuovi approcci interdisciplinari per approfondire le conoscenze in campo idromorfologico
	Applicazione dell'Indice di Qualità morfologica (IQM) per i corsi d'acqua principali (delimitati da fasce fluviali) per la definizione dello stato morfologico
	Aumento delle conoscenze su struttura e funzionamento degli ambienti acquatici marginali nella fascia perifluviale e delle relazioni tra idrodinamismo e successioni vegetazionali e delle dinamiche e funzioni iporreiche
	Aumento delle conoscenze sulle specie e habitat prioritari e redazione delle corrispondenti checklist
Economiche	Valutazione dell'impatto economico a lungo termine delle modificazioni morfologiche dei corpi idrici e valutazione dei servizi ecosistemici delle fasce fluviali ai fini economici (riportare le fasce fluviali al ruolo di "bene comune")
Controllo	Salvaguardare i processi di erosione spondale per garantire la funzionalità idromorfologica naturale del corso d'acqua e la sicurezza idraulica della regione fluviale
	Salvaguardare le forme dell'alveo e della piana inondabile, coinvolte dai processi idromorfologici fluviali attivi
Gestionali	Individuazione di misure per ripristinare il naturale trasporto dei sedimenti lungo i corsi d'acqua interessati da sbarramenti
Informative	Formazione, sensibilizzazione e sviluppo di buone pratiche relativamente all'idromorfologia
Infrastrutturali	Adeguare, dismettere e gestire i manufatti di attraversamento, le infrastrutture lineari interferenti e le opere di difesa dalle alluvioni interferenti e non strategiche per la sicurezza per migliorare i processi idromorfologici e le forme fluviali naturali
	Interventi di manutenzione e riqualificazione del reticolo idrografico artificiale, finalizzati al miglioramento ecologico, al recupero funzionale, al sostegno dei popolamenti ittici autoctoni e al controllo delle specie invasive di pianura (ad es. gambero rosso)
	Riconnettere le forme fluviali abbandonate e prossime all'alveo ai processi idromorfologici fluviali attivi
	Realizzazione di invasi per aumentare la disponibilità di risorsa idrica per gli usi irrigui nei periodi di crisi idrica e compatibilmente al raggiungimento degli obiettivi ecologici e chimici dei corpi idrici a valle
	Ripristinare un profilo di fondo alveo in equilibrio per i corsi d'acqua fortemente incisi
	Mantenimento e ripristino naturalistico nelle sponde dei corsi d'acqua, dei laghi, e delle acque di transizione, facendo ricorso a specie di vegetazione ripariale e retroripariale autoctona
	Misure per la prevenzione dell'interrimento degli invasi
Restaurare la configurazione dell'alveo di magra per garantire la funzionalità ecologica e una migliore qualità paesaggistica sui corsi d'acqua fortemente impattati	
Normative	Normative regionali riguardanti la gestione delle opere longitudinali e trasversali dei corsi d'acqua al fine di tutelare la fauna ittica garantendo il continuum fluviale e assicurando il passaggio per i pesci (scale di rimonta)

Pianificatorie	Predisposizione dei piani di gestione del demanio fluviale e delle pertinenze idrauliche demaniali finalizzati alla ricostruzione di un ambiente diversificato e al recupero della biodiversità
	Promuovere la delocalizzazione degli insediamenti non compatibili con la naturale mobilità del corso d'acqua
	Promuovere la riconversione dei terreni agricoli marginali verso assetti naturali per consentire la mobilità del corso d'acqua

Tabella 4 - Principali misure idrologiche dei corpi idrici superficiali, suddivise per tipologie, relative al Piano di Gestione Padano.

Tipologia della Misura	Misura
Conoscitiva	Estensione e completamento individuazione aree a pericolosità e a rischio idraulico
	Approfondire le conoscenze sugli impatti delle modifiche del regime idrologico sulle componenti biotiche dell'ecosistema fluviale
	Monitoraggio degli effetti ecologici del rilascio del DMV al fine della definizione di portate di DMV sito specifiche
	Determinazione dei fabbisogni idrici civili, irrigui, industriali, idroelettrici, collettivi (pesca, sport, ricreativi, ecc.), altri usi.
	Determinazione della risorsa idrica derivabile dal riutilizzo di reflui
	Approfondire gli aspetti di inter-scambio tra acque sotterranee e acque superficiali a scala di bacino
	Controllo e verifiche attingimento e prelievi
	Definizione degli obiettivi di portata limite per i fiumi per la tutela degli usi, comprendendo l'uso ambientale
Gestionale	Adozione di indirizzi per una modalità di gestione dei livelli dei laghi alla luce degli obiettivi richiesti dalla DQA
	Promozione di supporti di gestione all'irrigazione, basati su parametri climatici e vegetali, finalizzati alla stima degli effettivi fabbisogni delle colture e definizione dei "criteri di irrigazione" seguendo le indicazioni UE
Informativa	Sensibilizzazione della popolazione rispetto ai temi della prevenzione e della percezione del rischio ambientale e idraulico
	Formazione, sensibilizzazione e sviluppo di buone pratiche relativamente all'idromorfologia
Infrastrutturale	Interventi di ricarica artificiale delle falde e/o di sostegno ai naturali processi di ricarica (anche tramite canali irrigui)
	Realizzazione di invasi per aumentare la disponibilità di risorsa idrica per gli usi irrigui nei periodi di crisi idrica e compatibilmente al raggiungimento degli obiettivi ecologici e chimici dei corpi idrici a valle
	Interventi di risanamento e ri-efficientamento delle reti di adduzione e distribuzione a servizio dei comprensori irrigui, anche attraverso sistemi di telecontrollo.
Normativa	Definizione e applicazione di procedure che i soggetti gestori dei comparti civile, industriale ed irriguo devono seguire nel richiedere, all'Autorità di Bacino, i volumi idrici annuali per ciascun comparto, affinché la stessa Autorità possa redigere annualmente il "Piano generale dei volumi idrici da erogare dal sistema idrico multisettoriale"
Pianificatoria	Piano del Bilancio idrico a scala di distretto, con identificazione delle criticità quantitative e delle misure per ridurre intensità e incidenza e per il mantenimento dello stato ambientale dei corpi idrici

Ulteriori misure di interesse specifico per il progetto INHABIT sono quelle relative alle azioni mirate alla rimozione e al controllo dei nutrienti veicolati nei corpi idrici superficiali. In tabella 5 sono riportate le principali misure relative alla prevenzione e rimozione di tali sostanze, suddivise per tipologie.

Tabella 5 -Principali misure relative alla prevenzione e rimozione dell'inquinamento da nutrienti dei corpi idrici superficiali, suddivise per tipologie relative al Piano di Gestione Padano. (Marziali et al., 2010).

Tipologia della misura	Misura
Controllo	Potenziamento dei controlli dell'applicazione dei Codici di buona pratica agricola e dei programmi di azione della direttiva "nitrati"
Gestionale	Aumento dell'efficacia dei trattamenti depurativi, anche attraverso l'utilizzo di sistemi eco-naturali (es. fitodepurazione) ove siano disponibili superfici adeguate
	Aumentare l'utilizzo delle tecniche di abbattimento dei nutrienti da fonti puntuali, quali lagunaggio, fitodepurazione, fertirrigazione, abbattimento chimico del fosforo, nei depuratori costieri
Informativa	Aggiornamento degli orientamenti operativi utili al raggiungimento degli obiettivi individuati a scala di bacino per il controllo dell'eutrofizzazione del Mare Adriatico e delle acque interne
Infrastrutturale	Attività di biomanipolazione, basata sullo sfalcio delle macrofite acquatiche sommerse dalla specchio lacustre, per la riduzione della trofia
	Realizzazione di fasce tampone ed ecosistemi filtro per la riduzione dell'inquinamento nelle acque superficiali ed il miglioramento delle funzioni ecologiche del sistema
Normativa	Predisposizione del codice di Buone Pratiche Agricole per il Fosforo

Alcune misure specifiche predisposte all'interno dei piani di bacino sono relative a programmi approvati e/o già in atto, ed in particolare, per i laghi oggetto di studio si stanno sviluppando:

- Programmi di ricerca applicata e finalizzata, su trend e processi di sostanze pericolose nei laghi, ed in particolare per quanto riguarda il Lago di Mergozzo, da attuarsi dall'entrata in vigore del PTA;
- Programmi di ricerca applicata e finalizzata, su trend e processi inerenti l'aspetto trofico e paleolimnologico sui laghi Candia, Viverone e Sirio, da attuarsi dall'entrata in vigore del PTA;
- Programmi di ricerca applicata e finalizzata alla definizione delle fonti di impatto antropiche nel bacino drenante e dell'entità dei carichi endogeni ed esogeni di nutrienti, per quanto riguarda i laghi di Candia, Viverone e Sirio, da attuarsi dall'entrata in vigore del PTA;
- Progetti operativi di riqualificazione e protezione di aree sensibili attraverso interventi sulle fasce perilacuali e sui comparti fognario ed agricolo (riconversione delle colture e uso di pratiche agricole innovative, abbattimento dei carichi diffusi mediante fitodepurazione) per i laghi di Viverone e Candia e i loro relativi bacini imbriferi. È stata attuata la fase conoscitiva e ulteriori interventi saranno attuati con l'entrata in vigore del PTA;
- Progetto per le infrastrutture di integrazione all'interno dei piani d'ambito inerenti a segmenti depurativi e fognari nei bacini del Lago di Viverone e di Mergozzo, all'interno del secondo piano di infrastrutturazione dell'ATO3;
- Attivazione di un "Contratto di lago" per i laghi di Avigliana, attivo da settembre 2009;
- Regolamentazioni per la sostenibilità dell'uso idroelettrico in tutto il bacino del Toce, quindi considerando anche il lago Morasco, attuati dall'entrata in vigore del PTA;
- Interventi strutturali per la razionalizzazione dei prelievi a scopo irriguo;
- Interventi strutturali per la razionalizzazione dei prelievi a scopo idroelettrico e industriale;
- Regolamentazione per la riduzione degli apporti di prodotti fitosanitari, di fosforo, di azoto e di carico zootecnico;

- Progetto operativo di riqualificazione e protezione sul Lago di Mergozzo che incida direttamente sullo stato ambientale e sanitario del canale di Mergozzo, attuato dall'entrata in vigore del PTA.

Ci sono poi delle misure specifiche ancora da attuarsi, che per quanto riguarda i siti oggetto di studio sono indicativamente le seguenti:

- Attivazione di un "Contratto di lago" per interventi coordinati di tutela del lago e del relativo bacino drenante e del S.I.C. su di esso istituito per quanto riguarda il Lago di Viverone da attuarsi tra il 2004 e il 2015;
- Interventi di riduzione dei carichi agricoli in ingresso ed aumento delle superfici ad effetto tampone (canneto, imboschimento) per quanto riguarda il Lago di Candia e il suo bacino drenante, da attuarsi tra il 2004 e il 2015;
- Attivazione di interventi diretti in lago per la rimozione del fosforo mediante pompaggio/trattamento delle acque ipolimniche per quanto riguarda il Lago Sirio, da attuarsi tra il 2004 e il 2015;
- Adeguamento dei sistemi di sfioro e di sollevamento dei collettori fognari circumlacuali, soggetti a criticità in occasione di eventi piovosi intensi, al fine di abbattere i carichi in ingresso, per quanto riguarda i laghi di Avigliana e il loro bacino drenante, da attuarsi tra il 2009 e il 2015;
- Valorizzazione del ruolo dei contratti di lago quali strumenti per l'attuazione delle politiche integrate della acque;
- Ricognizione delle fonti di impatto per lacuali (insediamenti non collettati, strutture ricettive turistiche, flussi in ingresso e in uscita dal canale di Mergozzo) e la mitigazione di tali impatti mediante un progetto di salvaguardia per quanto riguarda il Lago di Mergozzo, da attuarsi tra il 2004 e il 2015;
- Studi specifici per la definizione del meccanismo di generazione dei carichi e delle interazioni acque superficiali e acque sotterranee per quanto riguarda il sistema dei due laghi di Avigliana, allo scopo di determinare un bilancio idrico accurato del sistema dei due laghi di Avigliana, attraverso la realizzazione di ricerche finalizzate alla definizione delle fonti di impatto antropiche nel bacino drenante dei laghi, nonché alla valutazione quantitativa dei carichi endogeni ed esogeni di nutrienti, da attuarsi tra il 2009 e il 2015;
- Proposte di riqualificazione e protezione di aree sensibili e altri bersagli primari visti come ambienti filtro per abbattere gli apporti di nutrienti dal dilavamento del bacino imbrifero (carichi diffusi) relativi ai laghi di Avigliana e ai loro bacini drenanti, da attuarsi tra il 2009 e il 2015;
- Attuare programmi di manutenzione ordinaria dei territori collinari e montani, da attuare entro il 2027.

Altre misure trasversali conoscitive sono previste per i territori oggetto di studio e inerenti le attività in essi presenti, come ad esempio l'attuazione di politiche integrate sull'uso delle acque, la quantificazione delle idroesigenze specifiche delle colture, l'aumento della disponibilità idrica per gli usi ambientali, l'attivazione di un contratto di lago specifico per il Lago di Mergozzo, il miglioramento della gestione degli invasi, in particolare per il controllo e la mitigazione dei fenomeni di interrimento.

In generale è possibile concludere che all'interno della Regione Piemonte e per i laghi oggetto di studio si sono previste diverse misure di miglioramento e/o protezione sia di carattere strutturale che non. Principalmente si sono attivate norme e prescrizioni e si è proposta l'attivazione di azioni di condivisione e di gestione della risorsa e del territorio, sia come "luogo" di attività che come "veicolo" di inquinamento. Inoltre si prevede la realizzazione di progetti di ricerca e di approfondimento specifici per quasi tutti i laghi

inseriti nel progetto INHABIT, ad eccezione del lago di Morasco, per valutare strategie di miglioramento della gestione del bacino in generale e per il miglioramento della qualità ecologica del lago in particolare. Non si evince però dalla descrizione delle azioni previste, per quanto riguarda i laghi, se verrà trattato l'aspetto idromorfologico ed in particolare se verrà dato rilievo alle relazioni tra le biocenosi presenti, le caratteristiche degli habitat locali e le caratteristiche e/o alterazioni idromorfologiche sia locali che a scala di corpo idrico e di bacino.

a. SARDEGNA

Le attività, sia antropiche che naturali che hanno un effetto sullo stato quali-quantitativo di uno o più corpi idrici vengono definite “**Determinanti**”. Le modalità con le quali le determinanti esercitano la loro azione sull'ambiente (emissioni, scarti, reflui) vengono definite “**Pressioni**”. Lo “Stato” di qualità dei corpi idrici viene descritto mediante l'utilizzo di opportuni indicatori (es. stato ecologico, stato chimico, stato quantitativo) e, se “buono”, indica la capacità del corpo idrico di mantenere i processi naturali di autodepurazione e di sostenere comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate. Si definisce “**Impatto**” l'insieme delle ricadute su salute e benessere causate dalle alterazioni dello stato di qualità dei corpi idrici. L'individuazione delle pressioni e degli impatti esercitati sui corpi idrici è finalizzata a fornire, in prima battuta, indicazioni circa le attività conoscitive da avviare su ciascuno di essi per definirne lo stato di compromissione attuale. Infatti, le pressioni insistenti sui corpi idrici possono essere descritte attraverso variabili direttamente correlate al degrado ambientale. La definizione di queste variabili identifica le cause responsabili delle condizioni ambientali esistenti al momento dell'analisi, permettendo di valutare il reale grado di compromissione dell'ambiente, in termini di quantificazione degli impatti legati alle pressioni.

Se l'insieme delle indagini condotte su un corpo idrico delinea una situazione qualitativa di criticità rispetto all'obiettivo stabilito per quel corpo, l'analisi delle pressioni e degli impatti deve portare all'individuazione delle cause responsabili di tale criticità, al fine di poter definire le misure da mettere in atto per conseguire l'obiettivo.

Le pressioni esercitate sui corpi idrici possono essere generate sia da fonti di inquinamento, puntuali e diffuse, sia da squilibri fisici del sistema idrico, come prelievi e modifiche delle caratteristiche morfologiche del territorio. L'Allegato 4, Parte A, comma 2 della parte terza del D.Lgs. 152/06 prevede che nel descrivere il quadro delle pressioni e degli impatti significativi esercitati dall'attività antropica sullo stato delle acque superficiali e sotterranee, debbano essere presi in considerazione i seguenti elementi:

- stima dell'inquinamento da fonti puntuali;
- stime sull'inquinamento da fonti diffuse, con sintesi delle utilizzazioni del suolo;
- stime delle pressioni sullo stato quantitativo delle acque, estrazioni comprese;

analisi degli altri impatti antropici sullo stato delle acque. (Regione Autonoma della Sardegna, 2010).

Le principali fonti di inquinamento di origine puntuale sono:

- scarichi fognari di origine civile, produttiva o mista;
- dispersione, accidentale, di percolato da discariche dismesse o in esercizio;
- altri rilasci a seguito di eventi accidentali.

Le principali fonti di inquinamento di origine diffusa sono:

- rilascio di sostanze organiche legate ad attività zootecnica estensiva;
- utilizzo di fertilizzanti e concimi di sintesi;

- dispersione di fertilizzanti e concimi di origine organica, costituiti essenzialmente da reflui di origine zootecnica;
- utilizzo di prodotti fitosanitari in ambito agro-zootecnico;
- dilavamento dalle aree urbane e industriali;
- dilavamento dalle infrastrutture di trasporto (strade, ferrovie, ecc.);
- rilascio di inquinanti in corrispondenza di aree portuali o per attività di trasporto fluviale;
- deposizioni di origine meteorica: sono pressioni dovute all'inquinamento atmosferico veicolato sul suolo e sui corpi idrici superficiali durante le precipitazioni;
- decomposizione naturale della vegetazione;
- rilasci da miniere: le ripercussioni più rilevanti sono dovute all'immissione nei corpi idrici superficiali dei liquidi derivanti dal dilavamento delle discariche, caratterizzati dalla presenza di solidi in sospensione e dalla elevata concentrazione di metalli pesanti. L'elevata concentrazione di acido solforico, generato dall'ossidazione dei solfuri fortemente presenti in questi ambienti, favorisce la rapida dissoluzione dei metalli consentendone il trasporto tramite le acque di ruscellamento e di infiltrazione;
- dispersione dalle reti fognarie.

Oltre a queste principali fonti di inquinamento si sono valutati e individuati anche altre fonti reali e/o potenziali, più importanti a livello regionale, che possono incidere in qualche modo sul livello qualitativo della risorsa idrica, chiamati Centri di pericolo (CDP).

Sono definiti CDP tutte le attività che generano, possono generare o trasmettere una pressione sui corpi idrici; essi possono essere denominati reali, quando la contaminazione delle acque risulta accertata, o potenziali, quando esiste un rischio inquinamento connesso all'attività in questione, ma esso non è accertato o non è avvenuto, costituendo comunque un evento possibile. I CDP possono essere suddivisi dal punto di vista dello spazio impegnato in:

- puntuali, come ad esempio una discarica;
- multi puntuali, che danno origine ad agglomerati di CDP, come ad esempio un insediamento industriale con CDP multipli;
- lineari, come ad esempio una strada;
- diffusi, come ad esempio un'area agricola trattata con fitofarmaci.

Dal punto di vista temporale, invece, i CDP possono essere suddivisi in:

- continui, che danno origine ad impatto per lunghi periodi, come ad esempio un'attività mineraria;
- periodici, che danno origine ad impatto in determinati periodi dell'anno, come ad esempio lo spandimento di sali antighiaccio lungo le strade nel periodo invernale;
- occasionali, che danno origine ad impatto per brevi periodi, come ad esempio sversamenti accidentali dovuti ai casi di rottura o disfunzione delle varie infrastrutture presenti sul territorio (condotte fognarie, reti di trasporto di prodotti inquinanti, insediamenti industriali, depuratori, impianti di sollevamento etc.)

I CDP possono essere ordinati secondo le seguenti classi:

- insediamenti industriali;
- discariche di rifiuti e assimilabili;
- attività minerarie ed estrattive;
- insediamenti urbani;

- vie di comunicazione e infrastrutture di collegamento;
- attività agricole;
- attività zootecniche;
- attività antropiche diverse che possono inquinare i corpi idrici.

La Direttiva 2000/60/CE richiede che una volta identificate le pressioni significative si proceda a verificarne l'impatto sui corpi idrici, attraverso la valutazione del rischio relativo al non raggiungimento degli obiettivi ambientali, secondo le disposizioni dell'allegato 1 Sezione C del DM 131/08 per le acque superficiali e dell'allegato 1, parte B del D.Lgs. 30/09 per le acque sotterranee.

In attuazione del DM 131/08 è stata pertanto effettuata l'analisi delle pressioni e degli impatti finalizzata alla conoscenza:

- delle attività antropiche;
- delle pressioni che le suddette attività provocano, ossia le azioni dell'attività antropica sui corpi idrici superficiali;
- degli impatti, ovvero dell'effetto ambientale causato dalla pressione.

Sulla base delle informazioni acquisite ai sensi della normativa pregressa, compresi i dati esistenti sul monitoraggio ambientale e sulle pressioni, le Regioni, sentite le Autorità di bacino competenti, identificano i corpi idrici:

1. a rischio;
2. non a rischio;
3. probabilmente a rischio

L'attribuzione della classe di rischio per i singoli corpi idrici ha inoltre lo scopo di individuare un criterio di priorità attraverso il quale orientare i programmi di monitoraggio.

La prima identificazione dei corpi idrici a rischio, per quanto riguarda i laghi, porta ad individuare come corpi idrici "a rischio" tutti gli invasi tipizzati, in quanto designati come Aree Sensibili ai sensi della Direttiva 91/271/CEE. Tuttavia si è tenuto conto dei dati derivanti dai monitoraggi pregressi in modo da poter identificare quegli invasi che, per i parametri di qualità, sono a rischio di non raggiungere gli obiettivi al 2015. L'utilizzo dei dati pregressi è giustificato dal fatto che, per una buona parte degli invasi tipizzati, è stato effettuato sia il monitoraggio per la specifica destinazione, che quello per lo stato ambientale. In particolare, si è tenuto conto dei risultati relativi:

- alla classificazione delle acque superficiali destinate alla produzione di acqua potabile per gli anni 2005-2007;
- alla classificazione effettuata nell'ambito del PTA, ai sensi del D.M. n. 391/03, relativa allo stato ecologico;
- allo stato chimico, definito ai sensi del D.Lgs. n. 152/06, parte terza, allegato 1-tab1/A, per gli anni 2002-2007.

Al fine di ottenere un'uniformità di giudizio per ciò che riguarda le criticità individuate con i monitoraggi precedenti, è stato elaborato un criterio che permettesse di attribuire una classe di rischio basata solo sul risultato delle classificazioni sopra richiamate. Il criterio prevede che il fattore determinante sia lo stato ecologico, attribuendo, pertanto, un peso minore alla classificazione per specifica destinazione, in quanto si ritiene che tale metodica di classificazione presenti delle criticità. Si è inoltre ritenuto indispensabile valutare volta per volta le cause e, dunque, i parametri che hanno determinato l'attribuzione della categoria di potabilità. Si è, pertanto, proceduto per fasi successive, analizzando le singole pressioni

derivanti da fonti diffuse e puntuali (scarichi di acque reflue domestiche, urbane e industriali, scarichi di attività produttive contenenti sostanze pericolose, etc.) e attribuendo a ciascuna di esse un determinato livello di criticità.

L'attività di identificazione della classe di rischio di ciascun corpo idrico superficiale si è, pertanto, sviluppata attraverso le seguenti fasi di lavoro:

1. analisi, per singolo corpo idrico, della singola tipologia di pressione ed attribuzione della relativa classe di rischio;
2. valutazione globale, per singolo corpo idrico, degli effetti cumulati relativi alle diverse tipologie di pressione ed attribuzione della relativa classe di rischio;

analisi combinata e contestuale, fatta per singolo corpo idrico, delle informazioni provenienti dalla precedente valutazione delle pressioni con quelle derivanti dalla prima identificazione della classe di rischio dei corpi idrici, così come descritta nel paragrafo precedente. (Regione Autonoma della Sardegna, 2010).

Nella tabella 6 sono riportati i laghi inseriti nel progetto INHABIT e dei quali si è riportato lo stato ecologico e lo stato chimico, se essi siano a rischio o no e le pressioni alle quali sono soggetti.

Tabella 6 – Valutazione delle pressioni e dello stato ecologico e chimico e le classi di rischio per i laghi della Sardegna oggetto di studio.

Nome Lago	Superficie (km ²)	Natura corpo idrico	Pressioni	Stato ecologico secondo 152/99	Stato chimico secondo 367/03 e 152/2006	Area sensibile	Classe di rischio
Lago Bidighinzu	1.5	Fortemente modificato	Q1-AS	5	Buono	Sì	A rischio
Lago di Posada	3	Fortemente modificato	Q1-AS	4	Buono	Sì	A rischio
Lago Torrei	0.09	Fortemente modificato	Q1-AS	4	Buono	Sì	A rischio
Lago Liscia	5.6	Fortemente modificato	Q1-AS	5	Scadente	Sì	A rischio
Lago Sos-Canales	0.22	Fortemente modificato	Q1-AS	4	Buono	Sì	A rischio
Lago di Baratz	0.46	Naturale	AS	-	-	Sì	A rischio

Q1 = Lo stato di qualità non buono, rilevato dai monitoraggi pregressi, rappresenta uno dei fattori determinanti il rischio di non raggiungimento degli obiettivi di qualità al 2015.

AS = Le aree sensibili sono individuate in base allo stato di eutrofizzazione o potenziale eutrofizzazione dei sistemi idrici ricadenti in tali zone, pertanto sono definite a rischio di non raggiungimento degli obiettivi di qualità da D.M..131/08, allegato 1, sezione C.

Con la **classe di rischio** si intende il rischio di non raggiungimento degli obiettivi di qualità fissati al 2015.

Il Lago Liscia risulta scadente per la presenza di metalli (Piombo).

Dal raffronto tra la classificazione dei laghi monitorati per lo stato ambientale ed i rispettivi obiettivi generali risulta che su un totale di 30 corpi idrici, 6 rispettavano gli obiettivi previsti per il 2008 e solo 1 quelli previsti per il 2016. Tuttavia è stato raffrontato lo stato trofico associato allo stato ecologico e lo stato trofico naturale determinato con l'indice MEI calcolato con l'alcalinità, da tale raffronto 14 laghi risultano avere uno stato trofico migliore o uguale allo stato trofico di naturalità. Gli obiettivi specifici sono stati definiti in funzione delle criticità rilevate in precedenza. L'analisi sulle criticità mette in evidenza che il

carico di fosforo afferente agli invasi sardi è in generale dovuto al comparto agricolo e secondariamente a quello zootecnico. Infatti almeno il 50% del carico di fosforo potenziale afferente ai laghi è dovuto al comparto agricolo, con punte massime del 73,7% nel caso della Diga di Santa Lucia, e almeno il 25% è dovuto al comparto zootecnico, con punte del 43,3% nel caso del Riu Canonica a Punta Gennarta.

I laghi dove vi è un peso maggiore del comparto civile sono quelli del Cedrino, di Genna Is Abis, e del Liscia, mentre quello dove vi è il peso maggiore del comparto industriale è il Cixerri a Genna Is Abis. Si noti che dei quattro macrodescrittori utilizzati per la classificazione (trasparenza, ossigeno ipolimnico, clorofilla, fosforo) solo l'ossigeno ipolimnico non presenta mai criticità significative o non trascurabili. D'altra parte è noto che gli altri tre macrodescrittori sono legati tra loro da relazioni che vedono in generale la concentrazione di clorofilla aumentare con la concentrazione di fosforo, e la trasparenza diminuire con l'aumento della concentrazione di clorofilla. Per questo motivo gli obiettivi specifici sono stati esplicitati con riferimento al solo macrodescrittore fosforo; in estrema sintesi si può dire che per tutti i laghi la strategia d'intervento è data dal controllo del carico di fosforo afferente al lago. (Regione Autonoma della Sardegna, 2010).

Tabella 7 - Confronto dello stato ecologico e trofico dal 2002 al 2006 per gli invasi della Sardegna oggetto di studio.

Nome Lago	Stato Ecologico 2002-2004	Stato Ecologico 2004-2006	Stato Trofico 2002-2004	Sato Trofico 2004-2006
Lago Bidighinzu	5	5	Ipertrofia	Ipertrofia
Lago di Posada	4	5	Eutrofia	Ipertrofia
Lago Torrei	4	3	Eutrofia	Mesotrofia
Lago Liscia	5	5	Ipertrofia	Ipertrofia
Lago Sos Canales	4	4	Eutrofia	Eutrofia

La direttiva 2000/60/CE prevede che debbano essere individuati obiettivi di qualità per tutti i corpi idrici e stabilisce i tempi entro i quali essi devono essere raggiunti. Pertanto, attraverso il processo di pianificazione, devono essere individuate e attuate le misure ritenute necessarie per il raggiungimento degli obiettivi entro il 22 dicembre 2015, scadenza del primo ciclo di pianificazione. In relazione a ciò è possibile individuare diversi scenari e valutare, seppure in termini qualitativi, se e in che misura essi consentono di raggiungere gli obiettivi fissati. Gli scenari individuati sono:

Scenario A - attuazione delle misure previste dalla normativa e dalla pianificazione vigente (senza l'attuazione del Piano di Gestione);

Scenario B - quanto previsto dallo scenario A più l'attuazione delle misure del Piano di Gestione;

Scenario C - quanto previsto dallo scenario B più l'attuazione delle misure individuate sulla base dei risultati delle attività conoscitive del Piano di Gestione;

Lo scenario A rappresenta la situazione attuale, in assenza del Piano di gestione. In questo scenario sono state già attuate o programmate una serie di misure che, per quanto non sempre siano state previste specificatamente per il raggiungimento degli obiettivi fissati dalla 2000/60/CE, direttamente o indirettamente concorrono alla tutela e miglioramento della qualità dei corpi idrici e ad un uso sostenibile delle risorse idriche, in attuazione di diversi strumenti normativi comunitari e nazionali. Tali misure sono solo parzialmente coordinate tra loro. Una sintesi dello stato di attuazione di tali strumenti a livello nazionale e nel Distretto Idrografico della Sardegna è riportata nel capitolo 12 e negli allegati 12.1 e 12.2 del PdG.

Lo scenario B rappresenta la situazione derivante dall'attuazione del Piano di Gestione. Pertanto in questo scenario le misure già previste da altri strumenti normativi o pianificatori (es. Piano di Tutela delle Acque) vengono coordinate e integrate con ulteriori misure introdotte/potenziare/modificate dal Piano. Il

programma di misure del PdG è riportato al capitolo 12 del Piano e negli allegati 12.1 e 12.4. Alle misure del Piano che sono direttamente operative e attuabili sin da subito o nel breve termine si affiancano anche una serie di misure “conoscitive” (monitoraggi, studi, simulazioni, etc.) che di per se non contribuiscono direttamente al raggiungimento degli obiettivi, ma sono finalizzate all’acquisizione delle informazioni necessarie per l’individuazione e l’attuazione di misure ad hoc di tipo infrastrutturale, gestionale, normativo, etc., o alla verifica dei risultati delle misure già attuate. In questo scenario il completo raggiungimento degli obiettivi è possibile, ma necessita della conclusione delle attività conoscitive per poter perfezionare il programma con misure supplementari/correttive.

Lo scenario C rappresenta la situazione nella quale le attività conoscitive previste nello scenario B hanno fornito gli elementi sufficienti per la pianificazione e l’attuazione di ulteriori misure ritenute necessarie per il completo raggiungimento degli obiettivi o per reindirizzare delle misure già attuate. Lo scenario C rappresenta la condizione migliore nella quale ci si troverebbe se si avesse una sufficiente conoscenza di tutte le problematiche ambientali, economiche e tecniche necessarie ad implementare un adeguato programma di misure e una valutazione affidabile dello stato dei corpi idrici e del rischio del non raggiungimento degli obiettivi. (Regione Autonoma della Sardegna, 2009a).

Nella tabella 8 sono riportati gli obiettivi ambientali previsti e le motivazioni per le eventuali esenzioni dei laghi inseriti nel progetto INHABIT.

Tabella 8 – Obiettivi ambientali e giustificazione in caso di mancato raggiungimento dell’obiettivo al 2015 per i laghi della Sardegna oggetto di studio.

Nome Lago	Tipologia	Natura del corpo idrico	Obiettivo proposto ecologico	Obiettivo proposto chimico	Obiettivo Buono stato	Osservazioni
Lago Bidighinzu	ME-2	Fortemente modificato	Probabile esenzione	Buono al 2015	Probabile esenzione	I dati di monitoraggio indicano una qualità non buona per lo stato ecologico
Lago di Posada	ME-3	Fortemente modificato	Probabile esenzione	Buono al 2015	Probabile esenzione	I dati di monitoraggio indicano una qualità non buona per lo stato ecologico
Lago Torrei	ME-3	Fortemente modificato	Probabile esenzione	Buono al 2015	Probabile esenzione	I dati di monitoraggio indicano una qualità non buona per lo stato ecologico
Lago Liscia	ME-4*	Fortemente modificato	Probabile esenzione	Buono al 2015	Probabile esenzione	I dati di monitoraggio indicano una qualità non buona per lo stato ecologico
Lago Sos-Canales	ME-5	Fortemente modificato	Buono al 2015	Probabile esenzione	Probabile esenzione	Mancato raggiungimento x lo stato chimico, presenza di sostanze prioritarie (Pb)
Lago di Baratz	S	Naturale	Probabile esenzione	Probabile esenzione	Probabile esenzione	Obiettivo stabilito per carenza di dati, totale incertezza nella determinazione dello stato

* La tipizzazione del Lago Liscia, per la peculiare caratteristica geologica del suo bacino imbrifero, è complessa. Secondo il D.M. 131/2008, un lago o invaso mediterraneo con profondità media superiore a quindici metri rientra nella tipologia ME-4 se il bacino imbrifero è prevalentemente calcareo, e nella tipologia ME-5 se il bacino imbrifero è prevalentemente siliceo. Secondo il decreto citato, “per la determinazione della categoria geologica si utilizza il valore di alcalinità totale Talk, espresso in meq/l, calcolato come valore medio sulla colonna nello strato di massimo rimescolamento invernale: $Talk < 0,8 \text{ meq/l}$; Tipologia silicea, $Talk \geq 0,8 \text{ meq/l}$ Tipologia calcarea”. Durante lo svolgimento del progetto InHabit, l’alcalinità del Lago Liscia è stata inizialmente inferiore a 0,8 meq/l, indicando quindi una classificazione nella categoria ME-5. Per questa ragione nei deliverables precedenti è sempre stato indicato il tipo ME-5. Tuttavia, il campione invernale raccolto il 13/12/2011 durante la massima circolazione delle acque aveva una

concentrazione superiore a 0,8 meq/l. Se ne deduce che la precedente collocazione nel tipo ME-5 va corretta e il lago va collocato nel tipo ME-4.

La Regione Sardegna, con l'approvazione del Piano di Tutela delle Acque, dispone già dal 2006, di uno strumento fondamentale per l'individuazione delle strategie di protezione delle risorse idriche.

Infatti il PTA, redatto con esplicito riferimento agli obiettivi della Dir. 2000/60/CE, individua le strategie con le quali, tramite l'attuazione di specifici interventi infrastrutturali o l'emanazione di specifiche misure di tipo normativo, si persegue la tutela integrata quali-quantitativa della risorsa idrica. Le strategie d'intervento inerenti la tutela delle risorse idriche della Sardegna sono suddivise nelle seguenti categorie:

- misure di tipo infrastrutturale volte al contenimento degli impatti sulla risorsa idrica o al ripristino ambientale di ecosistemi, che comportano l'individuazione o l'ottimizzazione di programmi di interventi relativi all'intero ciclo integrato dell'acqua, sia per la componente relativa all'utilizzo della risorsa (approvvigionamento e distribuzione) che per quella conseguente e relativa alla restituzione della risorsa all'ambiente (scarico o riutilizzo);
- misure di tipo normativo e/o organizzativo che comportano l'individuazione e l'emanazione di leggi e/o direttive accompagnate da norme tecniche e/o linee guida per la regolamentazione, organizzazione, gestione del comparto idrico regionale nonché l'individuazione di vincoli ed eventuali deroghe;
- misure di tipo informativo e partecipativo rivolte al pubblico e a tutte le parti interessate, che comportano attività di promozione, sensibilizzazione, coinvolgimento e concertazione;
- misure volte al potenziamento dell'apparato gestionale regionale e del conseguente flusso informativo e all'approfondimento del patrimonio conoscitivo attuale. Tali misure comportano:
 - ulteriori programmi di monitoraggio ambientale e/o ottimizzazione di quelli esistenti;
 - programmi volti al potenziamento e organizzazione della struttura amministrativa (centrale e periferica) per una efficace gestione del distretto idrografico, e alla regolamentazione dei sistemi comunicativi e di scambio dei dati tra diversi soggetti istituzionali;
 - implementazione di sistemi informativi di scambio e archiviazione del dato e/o ottimizzazione di quelli esistenti, individuazione di opportune regole gestionali per i suddetti sistemi informativi che tengano nel dovuto conto la loro peculiare dinamicità evolutiva;
 - implementazione e/o ottimizzazione dei sistemi (hardware, software e organizzativi) per la ricostruzione modellistica della fenomenologia ambientale del comparto idrico anche tramite l'attuazione di specifici programmi di ricerca scientifica. Tali sistemi hanno lo scopo di fornire supporto in ambito decisionale oltre che consentire, a livello previsionale, l'individuazione di diversi scenari evolutivi del comparto idrico regionale.

In considerazione di quanto già previsto all'interno del PTA, i programmi di misura inseriti nel Piano di Gestione si possono distinguere in:

- programmi di misure relative al controllo degli scarichi e alla tutela qualitativa dei corpi idrici (che prendono in considerazione il comparto fognario-depurativo, la disciplina degli scarichi, la regolamentazione dell'utilizzo delle acque di vegetazione e di sanse umide, la normativa sul riutilizzo dei reflui, la regolamentazione in materia di operazioni di svaso, sfangamento e sghiaimento delle dighe);
- misure specifiche per le aree protette, che riguardano in particolare aree sensibili, acque di transizione, zone vulnerabili da nitrati, zone vulnerabili da prodotti fito-sanitari, zone vulnerabili

alla desertificazione, salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano, corpi idrici destinati alla balneazione;

- programmi di misure sulle opere di approvvigionamento e distribuzione, in particolare misure per il riequilibrio del bilancio idrico e la regolamentazione delle concessioni di derivazione di acque pubbliche;
- programmi di misure nel settore agricolo che comprendono il Programma di Sviluppo Rurale, il POR Sardegna 2000/2006 Misura 1.2 “Ciclo integrato delle acque: sistemi irrigui delle aree agricole”, Legge quadro Regionale n. 6/2008 in materia di Consorzi di Bonifica;
- programmi di misura di tipo informativo e partecipativo che comprendono la realizzazione di sistemi informativi per la raccolta e lo scambio di informazioni;

approfondimenti del quadro conoscitivo che comprendono la caratterizzazione dei corpi idrici superficiali, le attività conoscitive specifiche per la definizione del deflusso minimo vitale e la conseguente emanazione di apposita disciplina che ne garantisca il rispetto, indagini sulla presenza di sostanze pericolose derivanti dai comparti produttivi operanti sul territorio della Regione Sardegna, la revisione delle priorità di intervento nel comparto fognario-depurativo, l’aggiornamento e l’omogeneizzazione delle stime relative agli abitanti equivalenti presenti negli strumenti di pianificazione regionale di settore. (Regione Autonoma della Sardegna, 2010).

In particolare nella tabella 9 sono riassunte le misure da programmare o programmate per quanto riguarda gli invasi e specificatamente per i problemi legati agli impatti idromorfologici e di inquinamento.

Tabella 9 - Misure previste per gli invasi della Sardegna, in riferimento all’ambito tematico, all’obiettivo specifico e allo stato di attuazione. (Marziali et al., 2010)

Ambito tematico	Obiettivo specifico	Misura	Stato di attuazione
Bilancio idrico	Risparmio idrico	Studi per l’individuazione di siti idonei per la realizzazione di impianti mini e micro-idroelettrici.	In atto e da integrare
Informazione, sensibilizzazione e ricerca	Protezione da inquinamento	Valorizzazione delle competenze e conoscenze acquisite dai gestori delle aree protette, in merito alla gestione di tali aree, al fine della loro divulgazione ad altri ambiti territoriali.	Programmata
Gestione delle risorse idriche	Gestione delle risorse idriche	Valorizzazione del contratto di stagno, di fiume e di lago inteso come strumento di gestione organica che integra le competenze degli Enti Istituzionali operanti nell’area, al fine di garantire la tutela degli ecosistemi esistenti con le attività produttive.	Programmata
Tutela dei corpi idrici	Alterazioni idro-morfologiche	Misure per la prevenzione dell’interrimento degli invasi	Programmata
	Protezione da inquinamento	Regolamentazione regionale inerente la predisposizione dei Progetti di Gestione degli invasi e per l’esecuzione delle operazioni di svaso, sfangamento e sghiaimento	Programmata
		Indagini specifiche per la definizione di criteri e metodi per la perimetrazione delle zone di salvaguardia di punti di captazione di acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano.	Programmata
		Individuazione delle zone di protezione delle acque	Programmata

		superficiali e sotterranee destinate al consumo umano.	
		Riidentificazione delle aree sensibili, ai sensi della Direttiva 91/271/CEE	Programmata
		Normativa regionale relativa ai criteri per la perimetrazione e la gestione delle aree di salvaguardia (Zona di Tutela Assoluta e Zone di Rispetto) di punti di captazione di acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano e programma di adeguamento delle captazioni esistenti.	Programmata
		Attività conoscitive indirizzate all'individuazione di eventuali nuove zone vulnerabili da nitrati (ZVN) e predisposizione dei relativi PdA.	Programmata
		Misure per il controllo delle concentrazioni di manganese nelle acque degli invasi.	Programmata
Tutela di habitat e specie	Tutela aree protette, protezione da inquinamento	Eventuale individuazione di ulteriori aree "importanti" per la salvaguardia della biodiversità ad integrazione delle aree protette e tutelate esistenti.	Programmata

In generale all'interno del Piano di Gestione sono state previste diverse misure specifiche per gli invasi, soprattutto per quanto riguarda il problema della loro gestione idromorfologica, ovvero rispetto alla questione dell' interrimento, e per quanto riguarda la necessità di migliorarne la qualità soprattutto perché la maggior parte sono invasi utilizzati a scopo idropotabile. Non si evince però se sono presenti misure specifiche riguardo alle relazioni e interazioni tra la le biocenosi presenti nei laghi e le caratteristiche idromorfologiche più o meno alterate. Anche per quanto riguarda gli aspetti degli habitat locali e a livello di corpo idrico non si hanno evidenze di particolari approfondimenti o azioni legati al loro miglioramento o al loro mantenimento. Non si trovano misure specifiche per gli invasi oggetto di studio.

Per quanto riguarda il Lago Baratz, unico lago naturale della Sardegna, esso rientra in una zona S.I.C. (Sito di Interesse Comunitario) e come tale rientra nelle "Zone Speciali di Conservazione" all'interno delle quali si dispongono misure di conservazione necessarie al mantenimento o al ripristino degli habitat e/o delle specie. Il Lago Baratz risulta particolarmente sensibile alla qualità della acque ed è caratterizzato da una elevata presenza di habitat e/o specie e ricade nella categorie "laghi" e "acque marino-costiere". Non sono presenti misure o progetti specifici all'interno del Piano di Gestione. (Regione Autonoma della Sardegna, 2009c).

CAPITOLO 2 – Criticità e limiti riscontrati nelle azioni di miglioramento presentate e approcci innovativi per la definizione di strategie efficaci

2.1 Criticità e limiti delle azioni di miglioramento proposte

A dicembre del 2009 è stato pubblicato, e adottato nei primi mesi del 2010, per ogni distretto idrografico, il piano di gestione, che comprende l'individuazione degli obiettivi ambientali per ogni corpo idrico superficiale o sotterraneo e la sintesi dei programmi di misure adottati per raggiungerli. Tali piani di gestione sono poi stati valutati dalla Commissione Europea, secondo quanto previsto dall'art.18 della Direttiva Quadro sulle Acque; per tutti gli stati membri è stato redatto un documento di sintesi sulla situazione generale dell'adozione dei piani di gestione e delle misure in essi contenute, inserendo raccomandazioni e proponendo miglioramenti per ciascun piano di ciascuna nazione. E' possibile scaricare il documento dal seguente link: http://ec.europa.eu/environment/water/participation/map_mc/map.htm.

Le seguenti informazioni sono state ricavate dalla relazione della Commissione Europea al Parlamento e al Consiglio del 14 novembre 2012. (Commissione Europea, 2012).

Va ricordato che la forza del processo di pianificazione, nonché l'idoneità e l'affidabilità dei piani di gestione dei bacini idrografici, dipendono dalla corretta esecuzione di ogni fase intermedia. Se, ad esempio, viene sottovalutata una pressione significativa nella fase di analisi delle pressioni e degli impatti, è probabile che il monitoraggio non venga progettato in modo corretto e che il programma di misure non preveda delle azioni efficaci per porvi rimedio.

La maggior parte degli stati membri ha presentato il piano di gestione secondo la tempistica richiesta e il 75% dei piani presentati riguarda bacini idrografici transfrontalieri.

La valutazione dei piani di gestione dei bacini idrografici che è stata effettuata indica che nel 2015 un numero significativo di corpi idrici non avrà ancora raggiunto l'obiettivo previsto di qualità. Ciò è da ascrivere a una serie di cause. La valutazione dei piani di gestione dei bacini idrografici da parte della Commissione permette di individuare i principali ostacoli che si presentano in ciascuno Stato membro e di evidenziare che le pressioni idromorfologiche, l'inquinamento e un'eccessiva estrazione di acqua rappresentano ancora le principali forme di pressione sull'ambiente idrico.

Le informazioni fornite nei piani di gestione dei bacini idrografici e relative allo stato chimico delle acque superficiali non sono sufficientemente chiare per definire i livelli di riferimento per il 2009. La qualità chimica dei corpi idrici è migliorata in modo significativo negli ultimi 30 anni, tuttavia la situazione relativamente alle sostanze prioritarie introdotte dalla Direttiva Quadro sulle Acque è inferiore agli obiettivi stabiliti. Si riferisce uno stato chimico non noto per un'ampia percentuale di corpi idrici superficiali. Inoltre, i primi piani di gestione dei bacini idrografici presentano livelli diversi di attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa agli standard di qualità ambientale, rendendo difficile il confronto tra le valutazioni dello stato chimico prodotte dai diversi Stati Membri.

Il ricorso a una solida attività di monitoraggio e a metodi per una valutazione complessiva dello stato dei corpi idrici sono elementi essenziali per una corretta gestione delle acque. Il costo del monitoraggio è di gran lunga inferiore rispetto ai costi derivanti da decisioni non appropriate.

Le informazioni trasmesse alla Commissione evidenziano chiare lacune nell'attività di monitoraggio. Esse indicano che in circa il 15% dei casi i corpi idrici superficiali dell'UE presentano uno stato ecologico non noto e che nel 40% dei casi lo stato chimico non è noto. In alcuni Stati membri, lo stato ecologico e chimico non è noto in oltre il 50% dei corpi idrici.

L'esercizio di intercalibrazione previsto dalla Direttiva Quadro sulle Acque ha confrontato i metodi di valutazione dello stato ecologico degli Stati membri per garantire che siano in linea con le definizioni della direttiva stessa, consentendo in tal modo la possibilità di confronto tra gli Stati Membri. Ciò ha favorito un significativo scambio di informazioni, grazie al quale i paesi con minor esperienza nella valutazione dello stato ecologico hanno potuto trarre vantaggio dalle conoscenze altrui. Nonostante i notevoli progressi compiuti, alcuni Stati evidenziano ancora importanti lacune nello sviluppo e nell'applicazione dei metodi di valutazione. L'intercalibrazione è stata spesso considerata un esercizio scientifico, non utilizzato ai fini della gestione idrica. Le lacune evidenziate sono significative per le acque di transizione e costiere e per i metodi di valutazione biologica sensibili alle pressioni idromorfologiche, ovvero alle pressioni in presenza delle quali i corpi idrici sono maggiormente a rischio di non raggiungere un buono stato ecologico. La valutazione dello stato chimico evidenzia un'elevata percentuale di corpi idrici dallo stato chimico non noto. L'attività di monitoraggio chimico è insufficiente in numerosi Stati membri, laddove non interessa tutte le sostanze prioritarie o riguarda un numero ridotto di corpi idrici. A questo proposito la Commissione raccomanda agli Stati Membri di ampliare e migliorare gli strumenti di monitoraggio e di valutazione dello stato ecologico, al fine di proporre attività di pianificazione mirate ed efficaci.

Per quanto riguarda le strutture di *governance* richieste dalla Direttiva, intese come approccio integrato per la gestione delle risorse idriche a livello di bacino idrografico, nonostante un miglioramento e un progresso in tali approcci, non si è verificato un adattamento dei contesti giuridici esistenti e delle amministrazioni incaricate della gestione delle risorse idriche in gran parte degli Stati membri, nei quali si registra un perdurare dello *status quo*. Gli obiettivi ambientali della Direttiva Quadro sulle Acque sembrano essere stati inseriti come scopi aggiuntivi, ma non sono tuttavia realmente integrati nelle decisioni politiche.

Un'opportuna attività di coordinamento dei processi decisionali tra vari settori è essenziale. Le decisioni in materia di attività economiche che non tengono conto della disponibilità attuale e futura delle risorse idriche possono favorire pratiche insostenibili, quali l'eccessivo sfruttamento delle risorse, con ripercussioni negative sull'ambiente, sulla popolazione e sugli altri settori economici. Con l'adozione della Direttiva Quadro sulle Acque gli Stati membri dovranno inserire nei propri piani di gestione dei bacini idrografici misure riguardanti tutti i possibili utilizzi di risorse idriche e garantire la coerenza tra tali piani e altri strumenti di pianificazione territoriale. La Direttiva ha avviato altresì il passaggio da approcci tradizionali basati sull'utilizzo delle risorse idriche a un approccio più integrato, che dovrebbe riflettersi in un determinato contesto di *governance*. La Commissione raccomanda agli Stati Membri di proseguire il consolidamento della gestione integrata multidisciplinare delle risorse idriche; di ricercare soluzioni in grado di equilibrare gli aspetti della protezione ambientale con lo sviluppo economico sostenibile nel lungo periodo e, se del caso, adottare approcci legali e amministrativi; di coinvolgere i portatori d'interesse e le autorità sin dall'inizio del processo di pianificazione e agire all'insegna della trasparenza.

L'importanza della questione legata alla quantità delle risorse idriche è riconosciuta in molti bacini idrografici europei i cui piani di gestione hanno individuato misure per far fronte ai problemi legati alla scarsità di acqua e alla siccità, che si prevede peggioreranno in seguito all'impatto dei cambiamenti climatici. Tuttavia, sono state rilevate alcune carenze nei piani di gestione dei bacini idrografici relativamente alla qualità e alla disponibilità delle serie di dati raccolte e alla mancanza di misure coerenti. Alcuni piani di gestione dei bacini idrografici contengono informazioni sugli impatti dei cambiamenti climatici, tuttavia in gran parte dei casi tali dati non influiscono sulla scelta dei provvedimenti e si prevede che verranno presi maggiormente in considerazione nel prossimo ciclo di pianificazione dei piani. La Commissione raccomanda di migliorare le serie di dati relative alla quantità e alla disponibilità di acqua e alle previsioni della domanda al fine di sviluppare una serie di misure coerenti ed efficaci; di introdurre le

considerazioni legate ai cambiamenti climatici nei piani di gestione dei bacini idrografici; di coordinare la preparazione e la consultazione dei piani di gestione del rischio di alluvioni con i piani di gestione dei bacini idrografici di secondo ciclo per garantire la coerenza.

Inoltre, la trasparenza rappresentata da adeguate informazioni sulle tariffe idriche è la base per lo sviluppo di politiche sulle tariffe idriche tese a incentivare opportunamente gli utenti affinché facciano un uso più efficiente dell'acqua in linea con la Direttiva Quadro sulle Acque. Si registrano, tuttavia, scarsi progressi nell'attuazione di politiche tariffarie trasparenti. Un uso efficiente delle risorse idriche prevede che venga misurato il volume dell'acqua utilizzata. I regimi forfettari, le tariffe basate sulla superficie irrigata o la condivisione di bollette tra utenti difficilmente offrono incentivi a utilizzare l'acqua in modo sostenibile. In alcuni Stati membri, in settori quali l'agricoltura o gli ambienti domestici, non si ricorre ancora pienamente ai contatori per misurare il consumo idrico. Il recupero dei costi finanziari sostenuti per i servizi idrici, compresi i costi in conto capitale, garantisce la necessaria sostenibilità a lungo termine degli investimenti. I costi ambientali e delle risorse sono anch'essi una componente essenziale dei costi che occorre recuperare per garantire che le esternalità generate dall'uso e dallo smaltimento dell'acqua siano opportunamente recuperate. Inoltre, il recupero dei costi dei servizi idrici dovrebbe tenere conto del principio "chi inquina paga".

Solo pochissimi Stati membri hanno attuato un sistema trasparente di recupero dei costi ambientali e delle risorse. In maggiore o minor misura, il recupero dei costi avviene nelle famiglie e nelle imprese. In molte zone, per l'agricoltura, le risorse idriche sono soggette a tariffe limitate.

La valutazione dei piani di gestione dei bacini idrografici evidenzia una cattiva stima di costi e benefici. Occorre pertanto apportare un consistente miglioramento in questo ambito e definire una metodologia condivisa per il calcolo dei costi (compresi i costi ambientali e delle risorse) e dei benefici (inclusi i servizi ecosistemici).

I programmi di misure degli Stati membri contengono diversi strumenti (giuridici, amministrativi, tecnici, infrastrutturali, di formazione, ecc.) e possono essere finanziati in modi diversi. Si prevede che il bilancio pubblico finanzia una parte delle misure, tuttavia sono previsti finanziamenti anche da parte di operatori privati, ad esempio mediante disposizioni di recupero dei costi. Anche i fondi europei – Fondo strutturale e di coesione o fondi PAC – possono contribuire al finanziamento di alcune misure previste dalla Direttiva Quadro sulle Acque. Le decisioni relative ai finanziamenti devono essere in linea con le priorità evidenziate nei piani di gestione di bacini idrografici. Gran parte di tali piani non contiene informazioni precise sui costi dell'attuazione delle misure e su come queste saranno finanziate. I meccanismi di finanziamento e la disponibilità di fondi vanno individuati al momento della selezione delle misure, altrimenti, non è certo che l'attuazione possa essere realizzata. La Commissione raccomanda di allineare le decisioni in materia di finanziamento (compresi i fondi UE) alle priorità e alle azioni individuate nei piani di gestione dei bacini idrografici; di verificare che siano conformi alle disposizioni delle norme legislative dell'UE in materia di acqua; di indicare nei piani di gestione dei bacini idrografici e nei programmi di misure i costi delle misure stesse, le autorità responsabili e i soggetti che si faranno carico di tali costi.

L'uso del suolo, l'agricoltura, lo sviluppo delle aree urbane, l'energia idroelettrica, la navigazione, la protezione dalle alluvioni, esercitano tutti, potenzialmente, impatti considerevoli sulle risorse idriche. Il processo legato ai piani di gestione dei bacini idrografici offre un'opportunità unica di interagire con tali settori e sviluppare un contesto nel quale le attività possono svolgersi in modo sostenibile. L'attuazione della Direttiva Quadro sulle Acque prevede l'integrazione degli obiettivi di politica idrica nello sviluppo e nella programmazione delle attività economiche basate sull'uso dell'acqua.

Oltre il 90% dei piani di gestione dei bacini idrografici sottoposti a valutazione evidenzia che l'agricoltura rappresenta un elemento di pressione significativa nei bacini, dando origine a inquinamento da fonti puntuali o diffuso, causato da materiale organico, nutrienti e pesticidi, con rilevanti impatti idromorfologici. Sebbene i programmi di misure presentino numerose misure tecniche, non tecniche o strumenti economici, essi non contengono alcuni elementi importanti (legati all'ambito di applicazione, alla tempistica e alle modalità di finanziamento). In generale, i piani di gestione dei bacini idrografici non riportano provvedimenti risoluti per affrontare le pressioni agricole, né evidenziano una partecipazione soddisfacente degli agricoltori al processo previsto dalla Direttiva Quadro sulle Acque. Inoltre, non contengono dettagli su come sia possibile approfittare delle opportunità offerte dai programmi di sviluppo rurale. L'articolo 4, paragrafo 7, della Direttiva Quadro sulle Acque in materia di nuovi progetti e modifiche ai corpi idrici delinea le condizioni alle quali è possibile giungere a compromessi tra protezione delle risorse idriche e sviluppo economico. L'articolo stabilisce che le nuove modifiche debbano essere condizionate da spiegazioni dettagliate nei piani di gestione dei bacini idrografici. Dei 116 piani sottoposti a valutazione e che riportano, tra l'altro, delle esenzioni, solo 12 piani si riferiscono a progetti di cui all'articolo 4, paragrafo 7. Sebbene sia evidente che molti altri progetti, previsti e in corso, possano comportare il deterioramento dello stato dei corpi idrici, tali progetti non vengono indicati nei piani di gestione dei bacini idrografici. Nel contesto dell'articolo 4, paragrafo 7, particolare attenzione va rivolta allo sviluppo dell'energia idroelettrica. È necessario affrontare in modo adeguato i significativi impatti ambientali causati da questo tipo di energia. Occorre dare priorità al rifacimento e all'ampliamento degli impianti esistenti rispetto all'installazione di nuovi impianti; questi ultimi dovrebbero essere accompagnati da una valutazione strategica condotta a livello di bacino idrografico, selezionando le sedi più adatte in termini di produzione energetica e impatto ambientale minimo. La Commissione raccomanda di utilizzare il processo dei piani di gestione dei bacini idrografici al fine di fornire un chiaro quadro di riferimento per lo sviluppo di attività economiche basate sulle risorse idriche; di migliorare la cooperazione con la comunità agricola nella preparazione del programma di misure per garantirne la fattibilità e l'accettazione; di coordinare e contemplare programmi, piani e progetti che incidono sull'ambiente idrico (quali la navigazione, l'energia idroelettrica o le misure di protezione dalle alluvioni) all'interno dei piani di gestione dei bacini idrografici.

Per quanto riguarda l'Italia, in particolare, le osservazioni mosse dalla Commissione sono riportate in *Commission Staff, 2012 - 1/2, Commission Staff, 2012 - 2/2, Commission Staff Member State: Italy, 2012* e riassunte nei seguenti paragrafi.

Poiché il monitoraggio, le analisi e la valutazione dello stato ecologico sono fatte a livello regionale, mentre il ruolo di coordinamento e guida è sviluppato a livello nazionale, alcuni piani di gestione appaiono non sufficientemente coordinati a livello interregionale.

Non risulta sufficientemente chiaro come sono state effettuate le azioni di consultazione e di coinvolgimento degli *stakeholders* nella redazione dei piani di bacino. In alcuni piani di bacino comprendenti territori transnazionali, non si evidenziano in questo primo ciclo, attività di coordinamento e di collegamento tra i diversi Stati Membri confinanti: esempio tra Isonzo/Soca, condiviso tra Italia e Slovenia. Inoltre per quanto riguarda il piano di bacino del Po pur essendo quasi interamente in Italia, non viene considerata la sua parte oltre confine. Sarà necessario un miglior coordinamento tra i diversi Stati afferenti ai medesimi bacini imbriferi per lo sviluppo del secondo ciclo dei piani di bacino, per armonizzare meglio le misure di mitigazione e/o miglioramento.

Le pressioni idromorfologiche sono quelle maggiormente gravose nella maggior parte dei piani di bacino presentati, ma sono quelle meno considerate e che danno più problemi soprattutto nelle coste del sud Italia. Non sono riportate all'interno dei piani specifiche descrizioni delle misure di mitigazione e/o

miglioramento per quanto riguarda tali pressioni e i loro relativi impatti. In molti casi si sottolinea la necessità di ulteriori indagini per una corretta pianificazione di misure efficaci. Inoltre gli elementi di qualità idromorfologica dovrebbero essere considerati anche alla luce della direttiva sulle piene per pianificare interventi e misure volte alla difesa della sicurezza umana senza dimenticare le richieste della Direttiva Quadro sulle Acque. A questo proposito risulta fondamentale gestire le problematiche a scala di bacino, soprattutto per quelli internazionali. Per quanto riguarda il problema delle piene l'Italia ha scelto di organizzare e gestire la problematica a scala più piccola, di singolo bacino idrologico. Inoltre risulta importante colmare le lacune dei metodi di valutazione che non considerano in modo appropriato o sufficiente la sensibilità degli elementi di qualità alle pressioni idromorfologiche.

Per quanto riguarda la conoscenza e il monitoraggio degli elementi di qualità, quelli identificati come aventi pressioni significative e quindi monitorati sono il 10%, mentre la percentuale di corpi idrici classificati secondo Direttiva, quindi in termini di stato ecologico, risulta dell'1%. Inoltre non è ben chiaro il programma di misure presentato, rispetto agli impatti delle attività umane. A questo proposito i diversi piani di bacino non utilizzano tutti lo stesso approccio per l'identificazione delle pressioni e degli impatti e non viene descritto sempre il metodo adottato. Non in tutti i piani di bacino sono riportate informazioni chiare sul monitoraggio. Per quanto riguarda il piano di gestione del bacino del Po gli elementi idromorfologici sono riportati in modo aggregato e non è prevista un'analisi in dettaglio tra essi e i singoli elementi di qualità. Per quanto riguarda le sostanze prioritarie, il piano di bacino del Po cita la lista del decreto DM 56/2009 sulla quale viene effettuato il monitoraggio, mentre altri piani non citano nessuna lista specifica.

Spesso le informazioni riportate all'interno dei piani di bacino e quelle presenti su WISE sono incomplete o non coerenti, ad esempio il piano di bacino del fiume Po riporta di utilizzare gli elementi di qualità sia per quanto riguarda il monitoraggio di sorveglianza che quello operativo, ma non è chiaro se per le operazioni di monitoraggio è stato selezionato l'elemento di qualità più sensibile alle singole pressioni. Non sono state trovate, in generale, informazioni sull'incertezza, la precisione e la variabilità delle valutazioni ecologiche.

Alcune regioni, nonostante i decreti nazionali e le attività di intercalibrazione sui metodi di classificazione, continuano ad utilizzare metodi precedenti, che non tengono conto della nuova normativa e non è chiaro quali sostanze vengono monitorate e utilizzate per determinare lo stato chimico.

Non è ben chiaro quali disposizioni della nuova legislazione saranno ulteriormente implementati attraverso i successivi piani di bacino, come, ad esempio, quelli della Sardegna e della Sicilia rispetto al monitoraggio degli elementi di qualità biologica.

In preparazione del secondo ciclo di pianificazione dei piani di bacino, la Commissione raccomanda di:

- Verificare il corretto coordinamento tra il livello regionale di gestione dei piani di bacino e i confini amministrativi del bacino stesso.
- Colmare le lacune e le mancanze rispetto al monitoraggio degli elementi di qualità e delle sostanze prioritarie per migliorare la pianificazione a livello di bacino.
- Identificare in modo più trasparente le sostanze inquinanti prese in considerazione e come e dove queste vengono monitorate, se esistono dei superamenti e come questi superamenti vengono presi in considerazione nella valutazione dello stato ecologico.
- Specificare meglio, all'interno dei piani di bacino, la designazione dei corpi idrici fortemente modificati definendo chiaramente gli effetti avversi significativi all'uso o all'ambiente e le opzioni ambientali significativamente migliori.

- Giustificare in modo più trasparente e chiaro le ragioni delle deroghe agli obiettivi di qualità, inserendo gli obiettivi specifici per ciascun corpo idrico.
- Inserire programmi di misure che siano relative al miglioramento effettivo dello stato ecologico di qualità, secondo quanto emerso dalle azioni di monitoraggio.
- Inserire strategie chiare per definire e programmare interventi e misure legate agli impatti dell'agricoltura, anche attraverso azioni supplementari da sviluppare insieme alla comunità agricola e ai programmi di sviluppo rurale.
- Inserire all'interno della valutazione del recupero dei costi, la valutazione economica di una serie di servizi che includano: raccolte d'acqua, estrazioni, immagazzinamenti, trattamenti e distribuzione della acque superficiali e la raccolta il trattamento e la restituzione di acque di scarico, sia in ambito civile che industriale che agricolo. Tali costi devono essere presentati in modo trasparente e relativi a ciascun utilizzatore e devono includere anche i costi ambientali di recupero.
- Includere nei documenti di lavoro che riguardano la gestione della risorsa idrica tutte le misure e i programmi di misura utili all'ottenimento degli obiettivi previsti e/o di eventuali ulteriori obiettivi.

Dall'analisi dei precedenti documenti, dei piani di bacino e delle raccomandazioni della Commissione Europea sopra riportate, si può concludere che per il raggiungimento degli obiettivi di qualità richiesti e per una corretta predisposizione di misure di mitigazione e miglioramento efficaci, sono necessari ulteriori approfondimenti inerenti le relazioni tra gli habitat e le biocenosi e le caratteristiche idromorfologiche e la qualità ecologica degli ambienti lacustri.

Il progetto INHABIT è stato sviluppato proprio per cercare di colmare alcune di queste lacune, raccogliendo in contemporanea dati di habitat, idromorfologici e biologici e usandoli per delineare relazioni e legami tra le pressioni insistenti ed esistenti sui laghi e gli impatti che esse generano sulle biocenosi e quindi sulla qualità ecologica globale, con il rischio conseguente di non raggiungimento degli obiettivi di qualità previsti dalla normativa.

Nel paragrafo successivo vengono riportati i principali risultati raggiunti congiuntamente alle criticità emerse rispetto alla definizione di legami univoci e stretti tra parametri idromorfologici e gli elementi di qualità biologica.

2.2 Approcci innovativi

L'approccio adottato all'interno del progetto INHABIT rispetto a quanto previsto dalla Direttiva 2000/60, è stato quello di attivare delle attività di approfondimento non solo secondo quanto emerso dall'intercalibrazione sviluppata a livello europeo, ma soprattutto acquisendo dati biologici, chimici, idromorfologici e di habitat contemporaneamente su tutti i laghi oggetto di studio. Tale raccolta completa di informazioni sui laghi della Sardegna e del Piemonte è stata la prima a livello nazionale, e ha permesso di sviluppare analisi e correlazioni integrate tra gli elementi di qualità e le caratteristiche idromorfologiche e di habitat, ponendo attenzione soprattutto agli aspetti legati alle pressioni e agli impatti presenti su ciascun lago.

2.2.1 Elementi biologici: risultati, criticità, sviluppi futuri

Da quanto emerso dalle analisi statistiche riportate nei deliverable I3d1 e deliverable I3d1 aggiornato, per quanto riguarda le relazioni specifiche con gli aspetti idromorfologici e di habitat, per ciascun elemento di qualità, è possibile sintetizzare tali relazioni nel seguente modo.

Attraverso analisi statistiche ad hoc (es. CCA, RDA, test di Montecarlo) sono state analizzate le diverse caratteristiche idromorfologiche e di habitat rilevati (es. caratteristiche della sponda, uso del suolo nella zona riparia, materiale della zona litorale e sub-litorale, presenza di spiaggia, di artificializzazioni, di attività umane nella zona riparia, sulla sponda o nel lago), contestualmente alle diverse metriche calcolate (es. abbondanza, numero di specie, densità) e gli indici sintetici idromorfologici LHMS e LHQA con gli indici biologici (es. Indici di diversità, di equitabilità e l'Indice di Qualità Bentonico).

Le relazioni emerse non sono particolarmente robuste, né chiaramente identificabili, se non per particolari elementi quali la presenza di piante sulla sponda o la presenza di zone particolarmente artificializzate rispetto a quelle particolarmente naturali. Inoltre, tutti gli indici biologici utilizzati risultano maggiormente legati alla pressione eutrofizzazione più che alla pressione idromorfologica.

I motivi di tali poche risultanze possono essere molteplici e dipendenti da diversi fattori.

Un primo motivo potrebbe essere legato alla difficoltà oggettiva di raccogliere informazioni contestuali e continue, seguendo i diversi protocolli di campionamento, di ciascun elemento di qualità e del metodo idromorfologico, senza cambiare sostanzialmente il metodo di raccolta dei dati, ma seguendo quanto previsto per ciascuno.

Un secondo motivo potrebbe essere legato alla complessità dell'ambiente lacustre, alla dipendenza della sua qualità e della sua risposta ecologica da fattori interni ed esterni, non facili da valutare e da identificare in modo univoco e semplice, attraverso singoli elementi disgiunti, seppur numerosi.

Un ulteriore motivo da approfondire potrebbe essere legato al fatto che i metodi biologici studiati, sviluppati a livello nazionale e poi applicati all'interno del progetto INHABIT sono fortemente dipendenti dai parametri chimici legati all'eutrofizzazione più che a quelli legati alle caratteristiche idromorfologiche. Risulterebbe quindi importante verificare se questo stretto legame porta tali indici a non essere sensibili alle variabili idromorfologiche e quindi alla necessità di ripensarli più correlati ad esse, per poter riuscire a identificare correttamente le pressioni e gli impatti ad essi dovuti. Per definire se la qualità ecologica dell'ambiente lacustre è legata o meno alle variabili e alle alterazioni idromorfologiche, e in che modo, risulta importante che gli indici biologici che la individuano, siano correlati e dipendenti da tali caratteristiche.

2.2.2 Parametri idromorfologici: *Lake Habitat Survey*, risultati, criticità, sviluppi futuri

Il metodo idromorfologico scelto per le analisi di habitat e la definizione degli impatti antropici sui laghi studiati, come indicato nel deliverable Pd3 (parte A), è il *Lake Habitat Survey* (LHS) (Rowan et al., 2006 - SNIFFER, 2008). Tale metodo, sviluppato dallo SNIFFER (*Scotland et Northern Ireland Forum For Environmental Research*) per i laghi inglesi è stato oggetto di validazione, per quanto riguarda alcune peculiarità lacustri italiane, sia in ambito alpino che mediterraneo, grazie al progetto INHABIT. Le schede di campo e la chiave applicativa sono state aggiornate in base alle caratteristiche e alle alterazioni rilevate durante la raccolta di informazioni avvenuta in campo, arrivando così a definire in modo pressoché esaustivo le caratteristiche di habitat rilevabili, le pressioni riscontrabili e le alterazioni idromorfologiche possibili, applicabili nella maggior parte dei laghi e degli invasi italiani. Il lavoro di adattamento del metodo alle peculiarità lacustri italiane non si conclude però, con la conclusione del progetto INHABIT, ma continua, per arrivare alla definizione completa e definitiva della sua applicabilità e utilità per la realtà italiana, ma anche per affrontare e migliorare le criticità e i punti deboli riscontrati durante le fasi di analisi ed elaborazione dei dati raccolti. In particolare, l'attenzione dei ricercatori si è rivolta alla ricerca di relazioni tra le biocenosi e la qualità ecologica, e gli aspetti di habitat e idromorfologici. Inoltre, si è riscontrata la necessità di approfondire il metodo di calcolo dei due indici sintetici valutabili dall'elaborazione delle informazioni idromorfologiche e di habitat raccolte con il metodo: l'indice di qualità degli habitat il *Lake Habitat Quality Assessment* (LHQA) e l'indice di alterazione morfologica il *Lake Lake Habitat Modification Score* (LHMS).

Un primo punto critico emerso dopo le analisi effettuate, è la mancanza di dati pregressi inerenti le relazioni dirette tra le biocenosi e gli habitat e le caratteristiche idromorfologiche e, quindi, la limitatezza numerica e temporale dei dati a disposizione, raccolti solamente nell'ambito di questo progetto. Sarebbe interessante, ma soprattutto utile, estendere lavori così dettagliati e approfonditi su un numero di laghi maggiore, per consentire il confronto degli aspetti rilevati attraverso il metodo LHS sia per i macroinvertebrati, così come per gli altri elementi di qualità, specialmente in relazione all'indice LHQA.

Altro importante punto critico rilevato è l'interpretazione corretta dell'indice LHQA e del suo utilizzo, ad esempio, nel caso della creazione di aree di conservazione in quegli ambienti o in quelle Ecoregioni dove la macrofite sono "naturalmente" rare e/o assenti. Infatti, invasi presenti nell'Ecoregione mediterranea, dove le condizioni meteo-climatiche ed il substrato prevalente risultano fortemente limitanti la presenza di macrofite o di copertura boscata intensa, presentano LHQA più bassi rispetto agli ambienti dell'Ecoregione alpina, nonostante all'apparenza le loro sponde si presentino in condizione di naturalità decisamente superiore. Così come a laghi alpini o invasi di piccole dimensioni che presentano meno macrofite e diversità di habitat rispetto a laghi o invasi di bassa quota di più vaste dimensioni, viene assegnato un punteggio LHQA inferiore, nonostante essi possano essere considerati in condizioni naturali o molto vicini alla naturalità. A tale proposito, un approccio basato sulla tipologia lacustre è indispensabile per poter utilizzare in modo più appropriato i dati rilevati attraverso il metodo LHS e per poter elaborare con pesi differenti le diverse caratteristiche idromorfologiche a seconda della tipologia lacustre considerata. La valutazione dello stato di qualità si basa infatti, sulla stima di caratteristiche particolari appartenenti ad ogni singolo sito, compresa la rappresentatività, la naturalezza e l'importanza per il sostegno di rarità locali o regionali. L'utilizzo di una singola metrica, o da una metrica combinata, basata su diversi elementi di qualità e su stime biotiche o strutturali, per definire relazioni importanti con i parametri abiotici può presentare alcune limitazioni se non vengono tenuti in debito conto e quantificati i servizi che un ecosistema può mantenere e offrire nel rispetto di una buona qualità ecologica e per una più corretta e obiettiva gestione della conservazione.

Un altro aspetto critico importante da approfondire, è relativo all'utilizzo delle metriche riassuntive dell'LHS per una classificazione di qualità dell'ecosistema lacustre nel suo complesso. I risultati del progetto mostrano che, per i laghi, la pressione prevalente nello strutturare le comunità sembra essere l'eutrofizzazione: le alterazioni morfologiche possono avere un impatto sulle comunità litorali, laddove provocano modificazioni degli habitat, ma le comunità pelagiche non sembrano influenzate direttamente: non si vede una chiara relazione causale. In sostanza, il *Lake Habitat Survey* sembrerebbe, un *Littoral Habitat Survey*. È vero che nell'LHS ci sono metriche che considerano anche l'uso del suolo, però l'effetto di eventuali fonti di inquinamento si può ugualmente misurare attraverso le variabili idrochimiche a supporto degli indici di qualità biotica.

Risulta quindi importante riuscire a proseguire studi di questo tipo, applicati a diverse tipologie lacustri, sia in laghi naturali che in invasi, per approfondire i legami tra gli aspetti idromorfologici e di habitat e le bioce-nosi e, soprattutto, per valutare come utilizzare al meglio le informazioni raccolte con l'LHS. Può essere importante approfondire le indagini sul campo, il periodo di applicazione del metodo e i punti di rilievo, in sovrapposizione con quanto previsto per i diversi parametri di qualità biologica. Sarebbe forse opportuno, soprattutto nel caso degli invasi, applicare l'LHS in due stagioni diverse, con particolare riferimento al periodo post-emunzione? Inoltre, è risultato di particolare importanza approfondire il metodo di calcolo dei due indici sintetici LHMS e LHQA per verificare i diversi pesi applicati alle diverse caratteristiche rilevate.

Nonostante le criticità, e la necessità di ulteriori verifiche e approfondimenti, il metodo scelto per la valutazione degli habitat e delle caratteristiche idromorfologiche, risulta ampiamente applicabile e sufficientemente completo per rispondere alle richieste di valutazione degli habitat e delle pressioni litorali presenti.

Con le informazioni fin qui raccolte ed elaborate e con le conclusioni raggiunte è possibile proporre dei miglioramenti ai successivi piani di gestione, indicando come colmare le lacune presenti e le mancanze, e cosa è necessario ancora approfondire per arrivare alla definizione di misure di miglioramento che siano efficaci e applicabili, per il raggiungimento degli obiettivi di qualità previsti dalla WFD 2000/60.

CAPITOLO 3 – Conclusioni e proposte di nuove misure

Alla luce di quanto emerso e presentato nei precedenti capitoli e nei precedenti deliverables è possibile dire che i risultati ottenuti nel progetto INHABIT possono fornire indicazioni importanti per una revisione dell'approccio finora adottato per la valutazione delle pressioni idromorfologiche. In particolare, per quanto riguarda il metodo utilizzato, considerando che questo rileva soprattutto gli impatti sulle comunità litorali, è possibile utilizzare i risultati ottenuti dalla sua applicazione, per pianificare al meglio, un recupero di tali habitat, con l'obiettivo primario di ripristinare la connettività litorale-pelago e quella litorale-sponda. Ripristinare, dove possibile, le interazioni trofiche tra pelago e litorale potrebbe garantire una maggiore diversificazione della rete trofica ed una maggiore resistenza del sistema di fronte ad eventuali perturbazioni. Inoltre, considerando che con il progredire dell'eutrofizzazione si ha un deterioramento della produttività fitobentonica rispetto a quella planctonica (Vadeboncoeur et al., 2003), l'adozione di interventi volti a migliorare lo stato trofico potrebbe ragionevolmente essere accompagnata da misure di ripristino degli habitat litorali, allo scopo di riequilibrare il sistema e ristabilire la rete trofica litorale e le sue connessioni con quella pelagica. In alcuni lavori si è infatti, osservato che la diversità di habitat è una delle forze motrici della diversità di specie invertebrate, con maggiori specie in habitat diversificati e complessi (Cheruvilil et al. , 2002), e con maggior ricchezza e densità faunistiche in aumento con l'incremento della complessità e dell'abbondanza di macrofite nella zona litorale (Tolonen et al. , 2003; Taniguchi and Tokeshi, 2004). Quindi il disturbo della zona riparia o litorale, di qualsiasi entità esso sia, causato da erosione, deposizione, inondazioni ed essiccamento, può contribuire all'eterogeneità spaziale, ma anche ad una diminuzione della diversità quando il disturbo è protratto nel tempo o quando superi determinati livelli soglia. La vegetazione presente sugli argini, infatti, è importante per la distruzione e l'abbondanza delle larve e degli adulti di macroinvertebrati perché fornisce siti importanti per la pupazione, per lo sfarfallamento e per la successiva deposizione delle uova di alcuni insetti, fatti che contribuiscono ad una maggiore disponibilità di giovani per qualsiasi tipo di habitat (Harrison & Harris, 2002). Allo stesso modo, dense coperture a macrofite sono in grado di sostenere molte specie di macroinvertebrati, probabilmente perché offrono una maggiore complessità di habitat, disponibilità di cibo e rifugio dalla predazione (Weatherhead & James, 2001; Tolonen et al., 2003, 2005). In conclusione possiamo dire che esiste un impatto diretto delle pressioni idromorfologiche sui macroinvertebrati che sono importanti per mantenere in equilibrio il sistema lago e per il ruolo da essi svolto nella rete trofica. Sono infatti anello di congiunzione fra gli organismi più piccoli e quelli di più grandi dimensioni per i quali costituiscono fonte di nutrimento. La loro presenza diviene quindi imprescindibile nel caso in cui si voglia ripristinare un ambiente o mantenerlo in buono stato ecologico.

A questo punto, qualsiasi azione di mitigazione apportata alle rive, siano esse sponde o litorali di laghi, servirà per migliorare la qualità dell'ambiente sia dal punto di vista ricreazionale e turistico, ma anche dal punto di vista ecologico, implementando il numero di habitat disponibili e di conseguenza favorendo l'instaurarsi di una fauna maggiormente diversificata che è fonte di cibo per anfibi, piccoli rettili, pesci e uccelli. La vegetazione sommersa e, parzialmente, quella di riva, sono fondamentali, non solo per la fauna a macroinvertebrati, ma anche per la fauna ittica ed in particolare per quelle specie che utilizzano i substrati vegetali per la riproduzione, come rifugio o area di alimentazione. Dal punto di vista pratico vi sono numerose tecniche di ingegneria naturalistica che possono consentire l'incremento della diversità di habitat della zona litorale, sia in senso definitivo che temporaneo. Posa di massi, fascine di legna, impianto di vegetazione acquatica, posa di surrogati in plastica, piuttosto che ripristino della piantumazione di riva sono metodi che possono essere utilizzati con successo, in particolar modo nei laghi.

Le analisi condotte sui dati acquisiti nel corso del progetto hanno mostrato che le variabili di stato trofico sembrerebbero, comunque, essere più importanti delle variabili idromorfologiche nello spiegare alcune caratteristiche della fauna ittica, quali abbondanza, lunghezza media o peso medio, risultanti dal campionamento con reti multimaglia ed elettropesca. Effettivamente, questi risultati sembrano confermare quanto è emerso recentemente su ampia scala a livello europeo (Brucet et al. 2013). Tuttavia si deve far notare il fatto che nel lavoro di letteratura citato si indica la necessità di svolgere su scala geografica più piccola lo stesso tipo di analisi, consapevoli che il gradiente geografico può avere un peso molto importante sulle relazioni tra parametri biologici, idromorfologici ed ambientali.

Il lavoro portato avanti in INHABIT è andato in questa direzione e ha in parte confermato quanto sopra. Tuttavia, prima di trarre delle conclusioni definitive e per confermare i risultati acquisiti sarebbe opportuno valutare queste relazioni su un database più ampio. Ciò potrebbe avvenire in tempi relativamente ridotti se e quando le Regioni consegneranno i dati relativi al monitoraggio in ottemperanza al DM260/2010.

Sebbene le analisi dei nostri dati abbiano messo in evidenza solo una debole relazione tra variabili idromorfologiche e le caratteristiche della fauna ittica analizzate, e dunque potrebbe balenare l'idea che è possibile impattare un lago anche con pesanti modifiche all'area di sponda, del fondale o del bacino, senza avere effetti sulla fauna ittica, è ben noto in letteratura che vi sono alcuni elementi chiave relativi all'idromorfologia che sono fondamentali per mantenere lo stato di alcune specie ittiche o dell'intera comunità ittica in condizioni buone e quindi contribuire a mantenere un sistema lacustre il più possibile vicino a condizioni di naturalità e con una buona funzionalità ecosistemica. Questi elementi idromorfologici sono essenzialmente due:

1) Connettività lago-tributari

2) Diversità degli habitat sommersi, inclusa la presenza di vegetazione sommersa (parametro peraltro molto legato anche allo stato trofico di un corpo idrico)

Di seguito si fa riferimento a titolo di esempio a tre specie ittiche presenti nei laghi campionati e comuni nelle acque italiane, che risentono, seppur in misura variabile, delle modificazioni che avvengono a carico della diversità degli habitat e della connettività fluviale. In questo modo si vuole chiarire l'importanza delle due variabili idromorfologiche sopra elencate, sia per la fauna ittica che, indirettamente, per la funzionalità ecosistemica. Le tre specie ittiche sono anche specie fondamentali per l'applicazione del *Lake Fish Index* e dunque per la valutazione dello stato ecologico dei laghi.

LUCCIO (*Esox lucius*):

Predatore terminale quasi ubiquitario nei laghi al di sotto dei 1500 metri di quota e sporadicamente presente anche in alcuni molti invasi italiani dove è stato introdotto (Fig. 3.1). E' fattore di controllo "top-down" dell'eutrofizzazione nei laghi poco profondi, necessita di una zona vegetata sommersa per poter completare con successo il processo riproduttivo. Inoltre, nel caso in cui sia presente un corso d'acqua, molto spesso vi migra nel periodo preriproduttivo invernale alla ricerca di una zona di fregolo ottimale per il fregolo.

N.B. Il luccio è una specie ittica chiave anche per l'applicazione del Lake Fish Index nei laghi poco profondi

Nei campionamenti INHABIT il luccio è stato catturato nel Lago di Mergozzo, nel Lago di Viverone, nel Lago di Avigliana ma non nel Lago di Candia e nel Lago Sirio. L'assenza del luccio in questi due laghi non è imputabile agli impatti idromorfologici, ma piuttosto alla pressione di pesca e alla presenza di specie aliene.



Fig. 3.1. Luccio (*Esox lucius*) del lago di Viverone

PESCE PERSICO (*Perca fluviatilis*):

Può essere predatore terminale nell'ambiente litorale dei laghi se raggiunge dimensioni adatte sufficienti (>15-20cm) (Fig. 3.2). Importanti per il controllo top-down dell'eutrofizzazione nei laghi poco profondi, soprattutto in caso di assenza di altre specie ittiofaghe o in assenza del luccio e di altre specie ittiofaghe. La presenza di macrofite sommerse ne favorisce indirettamente la rata di accrescimento e il raggiungimento della taglia a cui divente ittiofagodell'ittiofagia ad età minori. La presenza di macrofite è importante anche per la riproduzione (posa dei nastri ovarici) e come zona di rifugio/caccia per i giovani nati.

N.B.: Specie tipo-specifica per quasi tutte le tipologia lacustri secondo il Lake Fish Index.

Catturato in quasi tutti i bacini INHABIT ad esclusione degli invasi alpini (Serrù e Morasco) dove non era presente naturalmente e non è stato introdotto.



Fig. 3.2. Pesce persico (*Perca fluviatilis*) del Lago Liscia

TROTA LACUSTRE (*Salmo trutta lacustris*): predatore terminale al vertice della catena pelagica di quei laghi italiani con ipolimnio ben ossigenato e temperatura inferiore a 15°C (Fig. 3.3). Specie migratrice anadroma, necessita di risalire i tributari per effettuare la riproduzione. I giovani nati tornano a lago dopo il primo o il secondo anno.

N:B.: Specie tipo-specifica per tutte le tipologia lacustri secondo il *Lake Fish Index*.

Catturata nel Lago di Mergozzo con un solo esemplare e nell'invaso di Sos Canales invece con buona frequenza. Sebbene nel Sos Canales vi sia la diga che limita la connettività verso valle, il tributario a monte garantisce la possibilità di risalita per la riproduzione (la risalita può avvenire anche per un brevissimo tratto, fino al raggiungimento di un habitat adeguato).



Fig 3.3. Trota lacustre (*Salmo trutta*) del Lago di Mergozzo

In conclusione, sulla base delle nostre analisi, è possibile affermare che non è possibile esprimere un giudizio definitivo se vi sia, e di che entità, l'impatto delle pressioni idromorfologiche sulla fauna ittica. Tuttavia sia i dati di letteratura, sia gli esempi citati, invitano a mantenere soluzioni gestionali che garantiscano, al netto degli usi consentiti (per gli invasi) almeno la presenza di una buona diversità degli habitat e la connettività con i tributari, in quanto i pesci sono un elemento chiave nel funzionamento degli ecosistemi acquatici e quindi devono essere correttamente gestiti anche alla luce degli obiettivi di qualità ecologica previsti.

In generale, tutti gli elementi di qualità che in qualunque misura sono legati alle caratteristiche degli habitat litorali sono sensibili alle pressioni che insistono su di essi e alle alterazioni morfologiche presenti; è quindi di fondamentale importanza prevedere misure ed azioni adatte al mantenimento e al ripristino della maggior varietà di habitat litorali e di sponda possibili, che siano in grado di sostenere una elevata diversità biologica che sia quindi in grado mantenere servizi ecosistemici e qualità ecologica elevati.

In sintesi, il metodo LHS potrebbe essere utilizzato anche per dare indicazioni riguardo a interventi sulla fascia litorale, in modo da favorire il recupero di quelle specie importanti per il mantenimento delle relazioni trofiche tra ambiente litorale ed ambiente pelagico, e per il ripristino della connettività litorale-sponda, favorendo la chiusura dei cicli biologici di molte specie invertebrate. In quest'ottica, diventa ancora più importante l'applicazione dell' LHS sulle diverse tipologie lacustri, poiché i rapporti tra lo sviluppo del

perimetro e la superficie cambiano con la dimensione e la morfologia di un lago, modificando anche l'importanza delle relazioni litorale-pelago nel funzionamento dell'ecosistema (si veda per es. Dolson et al., 2009). A partire dalla sua creazione, il 2004, l'LHS è stato oggetto di alcune pubblicazioni nel tentativo di misurare gli attributi idro-morfologici caratterizzanti la fauna macroinvertebrata (Mc Goff & Irvine, 2009; Jurca et al., 2012). L'LHS prevede una descrizione quantitativa o una stima di parametri quali: la copertura boscata e macrofita delle sponde e delle rive, la quantità di sponda impattata da attività antropiche e il substrato dominante nella fascia litorale, anch'esso connesso con la presenza o meno di macrofite che possono essere utilizzate come basi conoscitive per qualunque azione di ripristino o conservazione. A tal proposito si ricorda anche il lavoro di Bolpagni (2013) che ha indagato l'applicabilità e l'efficacia del metodo LHS nel Lago d'Idro, in rapporto alla qualità ecologica del lago rilevata attraverso l'elemento biologico macrofite. Ulteriore lavoro di approfondimento sull'uso e sull'utilità del metodo LHS è stato provato da Mc Goff et al. (2013), relativamente alla relazione tra le caratteristiche della zona litorale, valutate attraverso un LHS ridotto e la fauna a macroinvertebrati. In questo caso infatti, si fa riferimento ad un solo hab-plot in corrispondenza del campionamento dei macroinvertebrati per ottenere indicazioni specifiche della zona in esame. Questo modo di lavorare può essere molto utile per la definizione di specifiche alterazioni locali, ma non risulta sufficiente a individuare le pressioni e le alterazioni idromorfologiche insistenti su tutto il lago nel suo complesso, né del loro impatto sulle biocenosi e sulla qualità ecologica del bacino sotto esame. Inoltre, l'utilizzo dei due indici sintetici LHMS e LHQA è corretto e ha un significato utile al rilevamento dell'idromorfologia se, e solo se, riferito all'applicazione completa del metodo, secondo protocollo (almeno 10 hab-plots omogeneamente distribuiti su tutto il perimetro del lago).

Si può concludere che, l'applicazione corretta dell'LHS, secondo metodica ufficiale, può fornire utili informazioni e indicazioni gestionali, rispetto a quelle attività o alterazioni idromorfologiche che, in diverso modo, possono impattare le aree litorali e le comunità ad esse legate. Ad esempio, può essere utile per capire quando, quanto e come le alterazioni idromorfologiche possono diminuire la diversità ittica per scomparsa o modificazione delle zone litorali normalmente adibite a rifugio o a riproduzione, oppure se pesano di più le escursioni di livello e come, di quanto possa pesare l'artificializzazione o l'alterazione del substrato delle zone litorali e sub-litorali nei confronti delle macrofite.

Maggiori approfondimenti delle relazioni tra caratteristiche idromorfologiche, pressioni e impatti sulle biocenosi sono fortemente necessari per la redazione dei prossimi piani di bacino e per la realizzazione di nuove misure di ripristino efficaci.

Oltre agli aspetti sopra esposti, un altro elemento molto importante, ma non sempre tenuto in considerazione all'interno dei piani di bacino, dovrebbe essere maggiormente indagato. Infatti, la stesura di nuovi piani di gestione dovrebbe tenere in considerazione anche i possibili effetti del cambiamento climatico sull'aumento del dilavamento e, di conseguenza, dei carichi di inquinanti da fonti diffuse.

In molti ambienti lacustri di piccole dimensioni, il carico esterno può essere prevalentemente alimentato dal cosiddetto *runoff*, o dilavamento diffuso superficiale, soprattutto se nel bacino imbrifero sono attive pratiche agricole.

A questo riguardo, il caso del Lago di Candia rappresenta un buon esempio dell'impatto che l'apporto di nutrienti legato al dilavamento superficiale può avere sulla qualità delle acque lacustri. Alcune analisi dei dati meteorologici ed ambientali disponibili per il periodo 1988-2007, evidenziano l'esistenza di una correlazione significativa tra la quantità di pioggia totale caduta ogni anno nel periodo primaverile e la concentrazione di clorofilla media misurata nel periodo estivo (Fig.3.4).

Analizzando eventi singoli lungo la serie storica del Lago di Candia, è stato calcolato che, in occasione di precipitazioni particolarmente intense, il carico di fosforo veicolato a lago è decisamente rilevante: per esempio, nel giugno 2002 fu registrato un evento piovoso con quantità di pioggia pari a 110 mm in sole 2 ore, a seguito del quale la concentrazione media di fosforo totale nella colonna d'acqua aumentò da 39 a 89 mg m⁻³.

In anni più recenti (2007-2009), l'esame delle concentrazioni di clorofilla misurate durante l'intero anno mostra piuttosto chiaramente che la biomassa fitoplanctonica può essere più o meno abbondante, in relazione ad annate più o meno piovose (Fig. 3.5).

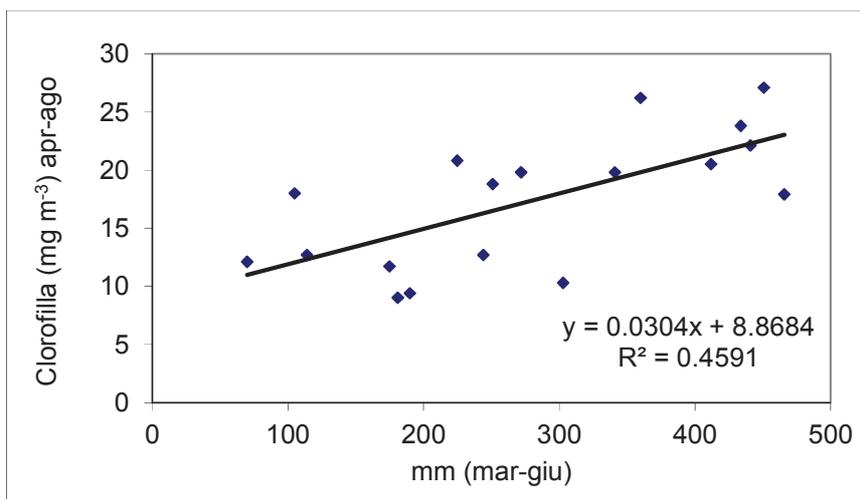


Fig. 3.4. Lago di Candia 1988 – 2007. Relazione tra precipitazioni totali primaverili e clorofilla media sull'intera colonna d'acqua nel periodo estivo.

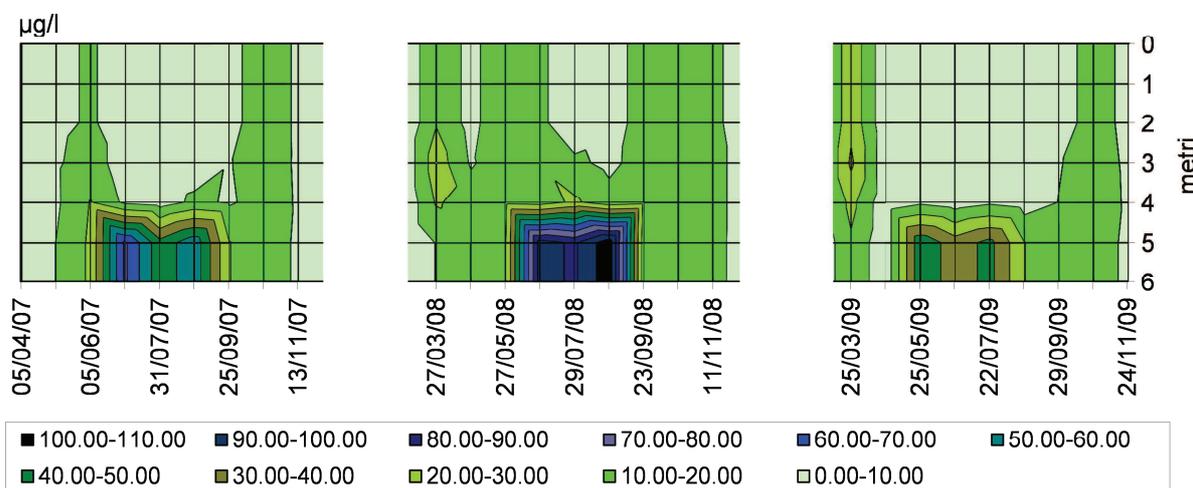


Fig.3.5. Lago di Candia 2007-2009. Evoluzione stagionale delle concentrazioni di clorofilla nella colonna d'acqua.

Infatti, come evidente in Fig.3.5, la concentrazione della clorofilla sulla colonna risulta mediamente più abbondante nel 2008, al centro, quando la precipitazione complessiva annua risultò uguale a 1161 mm, contro i 676 del 2007 ed i 1055 del 2009.

Per il Lago di Candia, il raggiungimento dello stato ambientale "buono" entro il 2015, imposto dal Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n. 152 in attuazione della Direttiva 2000/60/CE, non può prescindere da un

significativo miglioramento dell'attuale stato trofico dell'ecosistema lacustre che deve essere perseguito innanzitutto attraverso la riduzione del carico esterno di fosforo generato dall'agricoltura. Questa considerazione, ovviamente, va estesa a tutti quei bacini lacustri dove l'assenza di scarichi civili a lago fa sì che l'abbattimento di questo carico diffuso rappresenti la via maestra da percorrere per raggiungere il buono stato ecologico.

Quanto osservato per il Lago di Candia è rappresentativo di una tendenza generale, cui vanno incontro bacini lacustri in diverse aree geografiche: studi recenti sull'impatto dei cambiamenti climatici hanno confermato l'ipotesi di Schindler (2001), che il cambiamento climatico potrebbe avere, sugli ecosistemi acquatici, effetti simili a quelli dell'eutrofizzazione.

I modelli previsionali sull'evoluzione del clima ipotizzano scenari caratterizzati da un aumento degli eventi di pioggia brevi ed intensi (Dokulil & Teubner, 2011), accompagnati dal probabile incremento del dilavamento e dell'erosione dei suoli, con maggiore apporto di nutrienti ai bacini idrografici: insieme all'aumento della temperatura, questi fenomeni porteranno, molto probabilmente ad un'eutrofizzazione generalizzata dipendente dal clima. (Dokulil et al., 2009).

In relazione a queste considerazioni, l'inserimento, nei piani di gestione, di pratiche che portino all'abbattimento dell'apporto dei nutrienti da fonti diffuse, con particolare attenzione ai carichi dipendenti dall'uso agricolo del bacino, diviene decisamente raccomandabile se si vuole raggiungere un determinato obiettivo di qualità ambientale.

A questo punto è possibile concludere che approcci innovativi come quelli applicati all'interno del progetto INHABIT sono molto importanti per valutare le relazioni ancora troppo poco note tra le biocenosi e le pressioni idromorfologiche presenti, e per definire quali azioni possono essere più utili ed efficaci, per il raggiungimento degli obiettivi di qualità previsti dal 152/2006 e dalla WFD 2000/60. I risultati del monitoraggio sono quindi attesi e fondamentali per aumentare e migliorare la conoscenza di questi legami e per indagare ulteriormente gli effetti del cambiamento climatico in atto, sulla qualità degli ecosistemi lacustri. Avere dati attuali e pregressi sia dei parametri di qualità biologica, idrologica che morfologica, ben organizzati ed elaborati in un'ottica di relazioni e legami pressioni/impatti, a disposizione degli Enti preposti alla pianificazione territoriale, sono alla base per qualunque azione di ripristino o mitigazione che si voglia predisporre all'interno di un piano di bacino.

Si auspica che lavori e approfondimenti così come sviluppati all'interno del progetto INHABIT possano essere realizzati anche su altri ambienti lacustri, sia nell'area Alpina che Mediterranea e che l'aggiunta di dati, informazioni e analisi, possa nel tempo, aiutare a colmare le lacune conoscitive ancora presenti e a superare le criticità evidenziate, per una maggiore consapevolezza dei meccanismi di pressioni/impatti e miglioramenti della qualità ecologica che si possono ottenere, applicando misure corrette ed efficaci.

BIBLIOGRAFIA

- Autorità di Bacino del Fiume Po (AdBPo), 2010a. Piano di Gestione del Distretto idrografico del Fiume Po. Progetto di Piano. Elaborato 0 – Relazione generale. Versione del 24 febbraio 2010. 138 pp.
- Autorità di Bacino del Fiume Po (AdBPo), 2010b. Piano di Gestione del Distretto idrografico del Fiume Po. Progetto di Piano. Elaborato 2.1 – Sintesi delle pressioni significative presenti sulle acque superficiali e sotterranee. Versione del 24 febbraio 2010. 34 pp.
- Autorità di Bacino del Fiume Po (AdBPo), 2010c. Piano di Gestione del Distretto idrografico del Fiume Po. Progetto di Piano. Elaborato 2.2 – Sintesi degli impatti significativi sulle acque superficiali e sotterranee. Versione del 24 febbraio 2010. 128 pp.
- Autorità di Bacino del Fiume Po (AdBPo), 2010d. Piano di Gestione del Distretto idrografico del Fiume Po. Progetto di Piano. Elaborato 5 – Elenco degli obiettivi ambientali fissati a norma dell'art. 4 per acque superficiali e acque sotterranee. Versione del 24 febbraio 2010. 119 pp.
- Autorità di Bacino del Fiume Po (AdBPo), 2010e. Piano di Gestione del Distretto idrografico del Fiume Po. Progetto di Piano. Elaborato 7 – Programma di misure. Versione del 24 febbraio 2010, modificata il 15 marzo 2010. 116 pp.
- Autorità di Bacino del Fiume Po (AdBPo), 2010f. Piano di Gestione del Distretto idrografico del Fiume Po. Progetto di Piano. Elaborato 8 – Repertorio dei piani e programmi relativi a sottobacini o settori e tematiche. Versione del 24 febbraio. 46 pp.
- Bolpagni R. 2013. Multimetric indices based on vegetation data for assessing ecological and hydromorphological quality of a man-regulated lake. *Ann. Bot. (Roma)*, 3: 00–00. Journal homepage: <http://annalidibotanica.uniroma1.it>
- Brucet S., Pédrón S., Mehner T., Lauridsen T.L., Argillier C., Winfield I.J., Volta P., Emmrich M., Hesthagen T., Holmgren K., Benejam L., Kelly F., Krause T., Palm A., Rask M., E. Jeppesen. 2013. Fish diversity in European lakes: geographical factors dominate over anthropogenic pressures. *Freshwater Biology*, DOI:10.1111/fwb.12167.
- Cheruvilil K.S., Soranno P.A., Madsen J.D., Roberson M.J. 2002. Plant architecture and epiphytic macroinvertebrate communities: the role of an exotic dissected macrophyte. *Journal of the North American Benthological Society*, 21: 261–277.
- Commissione Europea - Relazione della Commissione al Parlamento Europeo e al Consiglio, concernente l'attuazione della direttiva quadro sulle acque (2000/60/CE) – Piani di gestione dei bacini idrografici – COM (2012) 670 FINAL – Bruxelles, 14/11/2012.
- Commission Staff - Working Document Report from the Commission to the European Parliament and the Council, on the Implementation of the Water Framework Directive (2000/60/EC) River Basin Management Plans - SWD(2012) 379 final - Brussels, 14.11.2012 1/30 European Overview (1/2) Accompanying the document. 120 pp.
- Commission Staff - Working Document Report from the Commission to the European Parliament and the Council, on the Implementation of the Water Framework Directive (2000/60/EC) River Basin Management Plans - SWD(2012) 379 final - Brussels, 14.11.2012 2/30 European Overview (2/2) Accompanying the document. 257 pp.
- Commission Staff – Member State: Italy - Accompanying the document - Report from the Commission to the European Parliament and the Council, on the Implementation of the Water Framework Directive (2000/60/EC) River Basin Management Plans - SWD(2012) 379 final - Brussels, 14.11.2012 17/30 European Commission. 55pp.

- Dokulil, M.T. & Teubner, 2011. Eutrophication and Climate Change: Present Situation and Future Scenarios. In Ansari, A.A., S. Singh Gill, G.R. Lanza & W. Rast (eds), Eutrophication: causes, consequences and control, 1st Edition. Springer, Berlin :1-16.
- Dokulil, M.T., K. Teubner, A. Jagsch, U. Nickus, R. Adrian, D. Straile, T. Jankowski, A. Herzig & J. Padisák, 2009. The impact of climate change in Central Europe. In: George, D.G. (ed), The impact of climate change on European lakes. Aquatic Ecology Series, vol 4. Springer, Dordrecht: 387–409.
- Dolson R., K. McCann, N. Rooney and M. Ridgway. 2009. Lake morphometry predicts the degree of habitat coupling by a mobile predator. *Oikos*, 118: 1230-1238.
- Harrison SSC, Harris IT. 2002. The effects of bankside management on chalk stream invertebrate communities. *Freshwater Biology*, 47: 2233–2245.
- Jurca, Tamara; Donohue, Louise; Laketić, Dušanka; Radulović, Snežana; Irvine, Kenneth. 2012. Importance of the shoreline diversity features for littoral macroinvertebrate assemblages. *Fundamental and Applied Limnology*, 180 (2): 175 – 184.
- Marziali L., S. Erba, T. Ferrero, M. Ciampittiello, R. Casula, A. Buffagni. 2010. Piani di Gestione dei Bacini idrografici ai sensi della WFD (2000/60/EC) in alcuni Distretti idrografici italiani: approcci, metodi, fattori di scala, programmi di misure. Deliverable Pd1. 143 pp.
- Mc Goff E., Aroviita J., Pilotto F., Miler O., Solimini A.G., Porst G., Jurca T., Donohue L., Sandin L., 2013. Assessing the relationship between the Lake Habitat Survey and littoral macroinvertebrate communities in European lakes. *Ecological Indicators*. Volume 25, February 2013, Pages 205–214. Elsevier
- Mc Goff E. & K. Irvine. 2009. A test of the association between Lake Habitat Quality Assessment and macroinvertebrate community structure. *Aquatic Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.*, 19: 520–533.
- Elaine McGoff, Jukka Aroviita, Francesca Pilotto, Oliver Miler, Angelo G. Solimini, Gwendolin Porst, Tamara Jurca, Louise Donohue, Leonard Sandin. 2013. Assessing the relationship between the Lake Habitat Survey and littoral macroinvertebrate communities in European lakes. *Ecological Indicators*, 25: 205–214.
- Regione Autonoma della Sardegna (RAS). 2009a. Piano di Gestione del Distretto idrografico della Sardegna. Sintesi non tecnica del rapporto ambientale. Versione del 25/09/2009. 43 pp.
- Regione Autonoma della Sardegna (RAS). 2009b. Piano di Gestione del Distretto idrografico della Sardegna. Allegato 12.1 – Misure di base - Direttiva 2000/60/CE. Versione del 25/09/2009. 92 pp.
- Regione Autonoma della Sardegna (RAS). 2009c. Piano di Gestione del Distretto idrografico della Sardegna. Allegato 12.2 – Elenco dei piani correlati. Versione del 25/09/2009. 51 pp.
- Regione Autonoma della Sardegna (RAS). 2009d. Piano di Gestione del Distretto idrografico della Sardegna. Allegato 12.4 – Tabella delle misure. Versione del 25/09/2009. 22 pp.
- Regione Autonoma della Sardegna (RAS). 2010. Piano di Gestione del Distretto idrografico della Sardegna. Relazione Generale. Versione del 20/03/2010. 401 pp.
- Rossaro B., A. Boggero, V. Lencioni & L. Marziali. 2011. Indice per la valutazione della qualità ecologica dei laghi italiani basato sulla comunità bentonica. In: CNR-ISE (Ed.), Indici per la valutazione della qualità ecologica dei laghi. CNR-ISE Report, 03.11: 83-100.
- Rowan J.S., Carwardine J., Duck R.W., Bragg O.M., Black A.R., Cutler M.E.J., Soutar I. and Boon P.J. 2006. Development of a technique for Lake Habitat Survey (LHS) with applications for the European Union Water Framework Directive. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 16: 637–657 (2006) Published online in Wiley InterScience (www.interscience.wiley.com) DOI: 10.1002/aqc.786.

- Schindler, D.W., 2001. The cumulative effects of climate warming and other human stresses on Canadian freshwaters in the new millennium. *Canadian Journal Fisheries and aquatic Sciences* 58: 18-29.
- SNIFFER, 2008. Lake Habitat Survey in the united kingdom FIELD SURVEY GUIDANCE MANUAL. © SNIFFER 2008 (www.sniffer.org.uk).
- Taniguchi H, Tokeshi M. 2004. Effects of habitat complexity on benthic assemblages in a variable environment. *Freshwater Biology*, 49: 1164–1178.
- Ter Braak C.J.F. & P. Smilauer. 2002. *Canoco Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination Version 4•5*. Microcomputer Power, Ithaca, NY.
- Tolonen KT, Hämäläinen H, Holopainen IJ, Mikkonen K, Karjalainen J. 2003. Body size and substrate association of littoral insects in relation to vegetation structure. *Hydrobiologia*, 499: 179–190.
- Tolonen KT, Holopainen IJ, Hämäläinen H, Rahkola-Sorsa M, Ylostalo P, Mikkonen K, Karjalainen J. 2005. Littoral species diversity and biomass: concordance among organismal groups and the effects of environmental variables. *Biodiversity and Conservation*, 14: 961–980.
- Vadeboncoeur Y, Jeppesen E, Vander Zanden MJ, Schierup HH, Christoffersen K and Lodge DM. 2003. From Greenland to green lakes: Cultural eutrophication and the loss of benthic pathways in lakes. *Limnol. Oceanogr.* 48: 1408-1418.
- Weatherhead MA, James MR. 2001. Distribution of macroinvertebrates in relation to physical and biological variables in the littoral zone of nine New Zealand lakes. *Hydrobiologia*, 462: 115–129.