

Codice A1604C

D.D. 31 maggio 2024, n. 430

Attuazione del Piano regionale di Tutela delle Acque (PTA) di cui alla DCR n. 179-18293 del 2 novembre 2021 e del D.P.G.R. del 27 dicembre 2021 n. 14/R. Approvazione delle Linee Guida per le sperimentazioni dei rilasci dei deflussi ambientali.



ATTO DD 430/A1604C/2024

DEL 31/05/2024

**DETERMINAZIONE DIRIGENZIALE
A1600A - AMBIENTE, ENERGIA E TERRITORIO
A1604C - Tutela e uso sostenibile delle acque**

OGGETTO: Attuazione del Piano regionale di Tutela delle Acque (PTA) di cui alla DCR n. 179-18293 del 2 novembre 2021 e del D.P.G.R. del 27 dicembre 2021 n. 14/R. Approvazione delle Linee Guida per le sperimentazioni dei rilasci dei deflussi ambientali.

Premesso che:

in attuazione della Direttiva Quadro Acque 2000/60/CE (DQA), che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque, e della normativa nazionale di recepimento, decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, è elaborato il Piano di Gestione di distretto idrografico, strumento conoscitivo, strategico e operativo per raggiungere gli obiettivi di qualità ambientale dei corpi idrici previsti dalla stessa direttiva;

per il Distretto padano è attualmente vigente il Piano di Gestione del distretto idrografico del fiume Po 2021 (PdG Po), adottato con deliberazione n. 4 del 20 dicembre 2021 dalla Conferenza Istituzionale Permanente dell'Autorità di Bacino del Po e approvato con DPCM del 7 giugno 2023; con deliberazione del Consiglio regionale n. 179-18293 del 2 novembre 2021 è stato approvato il Piano di Tutela regionale delle Acque (PTA 2021), documento regionale di specificazione del PdG Po, con cui condivide obiettivi e strategie di azione per la salvaguardia e il risanamento delle acque superficiali e sotterranee;

il programma di misure del PdG Po e del PTA contiene, tra l'altro, misure afferenti alla tematica del riequilibrio del bilancio idrico dei corsi d'acqua e, in particolare, una misura specifica denominata "*Revisione del DMV, definizione delle portate ecologiche e controllo dell'applicazione sul territorio*", finalizzata a ridefinire le modalità di quantificazione operativa dei deflussi minimi vitali dei corsi d'acqua al fine di conseguire il mantenimento in alveo del *Deflusso Ecologico* (DE), inteso come il regime idrologico funzionale al mantenimento di struttura e composizione ottimali della comunità biologica presente nei corsi d'acqua, per il raggiungimento degli obiettivi ambientali previsti dalla stessa DQA;

l'implementazione del rilascio del deflusso ecologico è una misura di sostenibilità ambientale da tempo prevista e promossa sia a livello comunitario sia a livello nazionale e distrettuale, nello specifico:

- a livello europeo il documento della Commissione Europea n. 31/2015 "*Ecological flows in the*

implementation of the Water Framework Directive" riporta già dal 2015 indicazioni tecniche per l'applicazione e il monitoraggio del deflusso ecologico, nonché la valutazione degli impatti;

- a livello nazionale, con il decreto direttoriale della Direzione generale del Ministero dell'Ambiente n. 30/STA del 13 febbraio 2017, sono state approvate le *"Linee guida per l'aggiornamento dei metodi di determinazione del deflusso minimo vitale al fine di garantire il mantenimento, nei corsi d'acqua, del deflusso ecologico a sostegno del raggiungimento degli obiettivi ambientali definiti ai sensi della Direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo del Consiglio del 23 ottobre 2000"*;

- nel Distretto padano, a partire dalle indicazioni nazionali, con deliberazione n. 4 del 14 dicembre 2017 della Conferenza Istituzionale Permanente dell'Autorità Distrettuale del fiume Po, è stata adottata la *"Direttiva per la determinazione dei deflussi ecologici a sostegno del mantenimento/raggiungimento degli obiettivi ambientali fissati dal Piano di Gestione del Distretto idrografico e successivi riesami e aggiornamenti"*;

- successivamente, a livello regionale, le indicazioni in merito al rilascio del deflusso in alveo sono state richiamate nell'articolo 35 delle Norme del PTA 2021, che prevede l'adozione di specifiche disposizioni di attuazione per la definizione delle modalità di calcolo e di applicazione del deflusso ecologico, in coerenza con quanto previsto dalla sopra citata direttiva distrettuale "Deflussi Ecologici";

- in tema di approccio sperimentale per l'applicazione del deflusso ecologico la direttiva distrettuale n. 4/2017, all'articolo 5, comma 3, lettera c, prevede che le Regioni individuino *"... i corpi idrici dove è necessario condurre sperimentazioni tecnico-scientifiche e/o indagini conoscitive di dettaglio ai fini della determinazione sito-specifica del valore del deflusso ecologico ovvero dell'acquisizione di dati e informazioni necessarie per supportare il processo di riesame del PdG..."*;

- il regolamento regionale 14/R/2021, di approvazione delle disposizioni per l'implementazione del deflusso ecologico, all'articolo 10, in particolare, incentiva *"l'approccio sperimentale volontario all'applicazione del DE sulla base di accordi con utenti che si impegnano a gestire un programma di rilasci concordato con l'autorità concedente e le comunità locali, nel rispetto delle metodologie indicate da ISPRA, dall'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po e dalla Regione Piemonte"*; l'approccio volontario alla *"sperimentazione tecnico-scientifiche sito specifico"* è inteso, dunque, come un'opportunità rivolta agli utenti in alternativa all'obbligo di rilascio del deflusso ecologico teorico previsto entro fine 2024, in conformità con la direttiva distrettuale sopra citata.

Dato atto che:

- a fronte delle condizioni meteo climatiche siccitose ricorrenti con conseguenti situazioni di criticità idrica, la possibilità di condurre *"sperimentazioni tecnico-scientifiche sito specifiche"* sui corpi idrici superficiali del territorio regionale può essere impiegata come risposta reattiva ad un andamento meteo-idrologico sfavorevole e di scarsa prevedibilità, da applicare su tutto il territorio regionale a tratti di asta fluviale di estensione adeguata, coinvolgendo almeno gli utenti principali, possibilmente in forma associata, anche allo scopo di promuovere un solidale utilizzo delle acque con conseguenti miglioramenti gestionali nell'efficientamento dell'uso della risorsa e una co-responsabilizzazione nel minimizzare gli effetti ambientali di eventuali modulazioni temporanee dei rilasci;

- è opportuno uniformare la definizione di indicazioni metodologiche di riferimento che consentano di gestire le attività di sperimentazioni volontarie per il rilascio del deflusso ecologico e il monitoraggio degli impatti sull'ecosistema fluviale, in conformità alla direttiva quadro sulle acque, al fine di supportare gli utenti nella presentazione delle proposte e uniformare l'azione delle Autorità concedenti nella fase di valutazione e approvazione del programma di rilasci.

Dato atto, inoltre, che:

- con la D.D. n. 705/A1604B/2022 del 1° dicembre 2022 si è proceduto all'affidamento di incarico all'Università degli Studi di Torino - Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi

(UniTO) per la redazione di Linee Guida di indirizzo per le sperimentazioni volontarie dei rilasci nell'ambito dell'applicazione del deflusso ecologico (DE), in attuazione della direttiva distrettuale "Deflussi Ecologici" n.4/2017 e del regolamento regionale 14/R/2021;

- con la D.G.R. n. 36-6674 del 27 marzo 2023 sono stati approvati indirizzi generali per la sperimentazione del rilascio del deflusso ecologico, nelle more della predisposizione delle Linee Guida sopra citate;

- per la redazione del documento UniTO, considerata la complessità della tematica e la natura interdisciplinare della gestione sostenibile dei prelievi, si è avvalsa anche del supporto tecnico scientifico del Politecnico di Torino (Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture);

- nel corso dell'attività di redazione delle Linee Guida, il Settore "Tutela e uso sostenibile delle acque" della Direzione "Ambiente, Energia e Territorio", si è avvalso per la valutazione della documentazione prodotta del contributo tecnico-scientifico dell'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale (ARPA), oltre che della collaborazione del Settore regionale "Sviluppo sostenibile, biodiversità e aree naturali" per quanto riguarda gli aspetti di tutela delle Aree protette e dei siti della Rete Natura 2000;

- una prima bozza del documento prodotto da UniTO è stato discusso in occasione della riunione tecnica della Conferenza Regionale dell'Ambiente (CRA) del 3 ottobre 2023; in tale occasione sono state raccolte le osservazioni pervenute da parte delle Amministrazioni provinciali e dell'ARPA;

- al termine del lavoro di redazione si è svolta una seconda riunione tecnica della Conferenza Regionale, in data 23 gennaio 2024, in occasione della quale è stata presentata la versione finale del documento; in tale occasione erano presenti oltre alle Province piemontesi ed alla Città Metropolitana di Torino, anche l'ARPA e l'Autorità di Bacino distrettuale del fiume Po;

- infine in occasione della CRA del 14 febbraio 2024, le Linee Guida sono state oggetto di approvazione definitiva.

Considerato, infine, che le Linee Guida in oggetto sono indicazioni metodologiche per il monitoraggio degli effetti ambientali dei rilasci nei casi di sperimentazioni volontarie, elaborate per supportare l'azione degli utenti e delle autorità competenti nell'implementazione del regolamento regionale 14/R/2021, e dato atto che esse si compongono principalmente di tre sezioni:

1. analisi normativa italiana ed europea in materia di applicazione del deflusso ecologico;
2. raccolta delle esperienze pregresse effettuate sul territorio piemontese in relazione alla valutazione degli effetti ambientali dei rilasci a valle dei prelievi;
3. impostazione metodologica del monitoraggio ambientale da effettuare parallelamente alla sperimentazione dei deflussi ecologici e schema procedurale di riferimento per l'azione dell'Autorità concedente.

Ritenuto, pertanto, opportuno procedere con l'approvazione formale del documento in oggetto dal titolo: "*Linee Guida per sperimentazioni riguardanti le modulazioni dei prelievi fluviali*", allegate alla presente determinazione quale parte integrante e sostanziale.

Attestato che, ai sensi della DGR n. 8-8111 del 25 gennaio 2024 ed in esito all'istruttoria sopra richiamata, il presente provvedimento non comporta effetti contabili diretti né effetti prospettici sulla gestione finanziaria, economica e patrimoniale della Regione Piemonte, in quanto di mero indirizzo.

Attestata la regolarità amministrativa del presente provvedimento ai sensi della D.G.R. n. 8-8111 del 25 gennaio 2024.

IL DIRIGENTE

Richiamati i seguenti riferimenti normativi:

- il decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112 "Conferimento di funzioni, compiti amministrativi dello Stato alle Regioni ed agli Enti Locali in attuazione del Capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59";
- la legge regionale n. 44 del 26/04/2000;
- il decreto legislativo 30 marzo 2001 n. 165 "Norme generali sull'ordinamento del lavoro alle dipendenze delle amministrazioni pubbliche";
- la legge regionale n. 23/2008 "Disciplina dell'organizzazione degli Uffici regionali e disposizioni concernenti la dirigenza ed il personale";
- la legge regionale n. 14/2014 "Norme sul procedimento amministrativo e disposizioni in materia di semplificazione";
- il decreto legislativo 14 marzo 2013, n. 33 "Riordino della disciplina riguardante gli obblighi di pubblicità, trasparenza e diffusione di informazioni da parte delle pubbliche amministrazioni" e s.m.i.;
- la D.G.R. n. 1-4936 del 29 aprile 2022 "Approvazione del Piano Triennale di Prevenzione della Corruzione e della Trasparenza per gli anni 2022-2024 della Regione Piemonte";
- la Deliberazione dell'Autorità di Bacino distrettuale del fiume Po n. 4 del 14 dicembre 2017;
- l'articolo 35 delle Norme di Piano del Piano di Tutela delle Acque, approvato con Deliberazione del Consiglio regionale del Piemonte n. 179 - 18293 del 2 novembre 2021;
- il regolamento regionale 14/R/2021;

determina

- di approvare le "*Linee Guida per sperimentazioni riguardanti le modulazioni dei prelievi fluviali*", allegate alla presente determinazione quale parte integrante e sostanziale, elaborate per supportare l'azione degli utenti e delle autorità competenti nell'implementazione del regolamento regionale 14/R/2021;

- di dare atto che il presente provvedimento non comporta effetti contabili diretti né effetti prospettici sulla gestione finanziaria, economica e patrimoniale della Regione Piemonte, come in premessa attestato.

Il presente provvedimento sarà pubblicato sul Bollettino Ufficiale della Regione Piemonte ai sensi degli articoli 27 e 61 dello Statuto e degli articoli 5 e 8 della legge regionale 22/2010, nonché ai sensi degli articoli 12 e 40 del D.Lgs. n. 33/2013 sul sito istituzionale dell'Ente, nella sezione Amministrazione trasparente.

IL DIRIGENTE (A1604C - Tutela e uso sostenibile delle acque)
Firmato digitalmente da Paolo Mancin

Si dichiara che sono parte integrante del presente provvedimento gli allegati riportati a seguire ¹,

¹ L'impronta degli allegati rappresentata nel timbro digitale QRCode in elenco è quella dei file pre-esistenti

archiviati come file separati dal testo del provvedimento sopra riportato:

1. Linee_Guida_deflusso_ecologico_Regione_Piemonte_(2).pdf

Allegato





Settore Tutela e Uso
sostenibile delle acque



Dipartimento di Ingegneria
dell'Ambiente, del Territorio e
delle Infrastrutture



Dipartimento di Scienze
della Vita e Biologia dei
Sistemi

Linee guida per sperimentazioni riguardanti le modulazioni dei prelievi fluviali

Gruppo di Lavoro

Dr.ssa Giorgia Ercole
(UNITO & Alpstream)

Prof. Stefano Fenoglio
(UNITO & Alpstream, referente)

Prof. Luca Ridolfi
(POLITO & Alpstream, referente)

Referente Regione

Dott. Paolo Mancin

31 gennaio 2024

Indice

INTRODUZIONE	5
PARTE I.....	7
1. Aspetti legislativi: dal Deflusso Minimo Vitale al Deflusso Ecologico	8
1.1 Legislazione e normativa della Regione Piemonte.....	9
1.2 Legislazione e normativa della Regione Valle d’Aosta.....	11
1.3 Legislazione e normativa della Provincia Autonoma di Trento	12
1.4 Legislazione e normativa fuori dall’Italia.....	13
PARTE II	16
1. Casi studio di monitoraggi pregressi	17
1.1 Caso studio: fiume Ticino (diga del Panperduto, Filarola delle Rogge Novaresi, Filarola del Naviglio Langosco).....	18
1.2 Caso studio: torrente Varaita (impianti di Casteldelfino, Sampeyre e Brossasco).....	22
1.3 Caso studio: fiume Toce	28
1.4 Caso studio: fiume Dora Riparia (Pont Ventoux, Oulx).....	31
1.5 Caso studio: torrente Gesso (dighe di Piastra e Chiotas).....	34
1.6 Caso studio: torrente Cairasca	37
2. Esperienze di ricerca nella letteratura scientifica	44
3. Riassunto delle esperienze passate	56
PARTE III.....	59
Criteri di base delle Linee Guida.....	60
1. Comparto idrologico-idraulico	67
1.1 Definizione e scopi	67
1.2 Strumenti operativi e parametri da misurare.....	67
2. Comparto geomorfologico.....	73

2.1 Definizione e scopi	73
2.2 Strumenti operativi e parametri da misurare.....	73
3. Comparto qualità delle acque	77
3.1 Definizione e scopi	77
3.2 Strumenti operativi e parametri da misurare.....	77
4. Comparto biologico-ecologico	82
4.1 Definizione e scopi	82
4.2 Strumenti operativi e parametri da misurare.....	83
5. Presentazione della documentazione a monte e a valle del monitoraggio.....	90
5.1 Presentazione della proposta di sperimentazione	90
5.3 Documentazione finale	93
Tabella riassuntiva delle attività da effettuare.....	94
Bibliografia.....	98
Glossario.....	100
Terminologia e nomenclatura in materia di DE	102

INTRODUZIONE

La recente legislazione della Regione Piemonte prevede che i soggetti concessionari di prelievi idrici da corsi d'acqua naturali – qualunque sia lo scopo del prelievo – possano proporre volontariamente di sperimentare nuove modulazioni dei prelievi stessi, purché tali sperimentazioni siano compatibili con l'ecosistema fluviale e i loro effetti sull'ambiente fluviale siano debitamente monitorati. Le autorità competenti analizzeranno tali richieste, esprimendo parere positivo o negativo relativo agli scenari di rilascio sperimentali. Come cornice generale di tutte queste operazioni si deve tenere sempre presente il raggiungimento degli obiettivi di qualità prevista dalla normativa vigente e in particolare dalla Direttiva Quadro sulle Acque.

Lo spirito di questa impostazione è quello di individuare tipologie di prelievo che vengano sempre più gestite con un approccio caso-specifico. Ovvero regole di rilascio che, pur rientrando in alcuni principi di carattere generale, tentino però di adattarsi alla particolare tipologia di tratto fluviale ove il prelievo insiste. In altre parole, proprio perché è ben noto a chiunque si occupi seriamente di fiumi, quanto essi siano sistemi complessi e assumano caratteristiche e forme più diverse, lo scopo è di sperimentare regole di prelievo che colgano tali peculiarità e vi si adattino, evitando regole avulse dalla straordinaria varietà, bellezza e complessità dei sistemi fluviali. Il tutto al fine di rendere il prelievo sempre più compatibile con lo specifico tratto di corso d'acqua considerato.

Se questa è la giusta impostazione di base, nasce però la comprensibile esigenza da parte della Regione di definire alcuni vincoli e alcune regole (specie per il monitoraggio) che aiutino il concessionario a formulare la richiesta di sperimentazione e l'Autorità competente a adottare decisioni condivise, coerenti e fondate su condizioni tecnico-scientifiche. Da questa necessità nasce la collaborazione tra la Regione Piemonte, l'Università di Torino e il Politecnico di Torino, il cui risultato è raccolto nelle presenti Linee Guida.

Le Linee Guida sono suddivise in tre parti. Le prime due (Parte I e Parte II) hanno una funzione propedeutica e fanno da cornice alla Parte III, che costituisce il cuore delle presenti Linee Guida, proprio perché in quest'ultima sono raccolte le indicazioni relative alle proposte di sperimentazione. Nella Parte I si richiamano le normative e le direttive che regolamentavano il Deflusso Minimo Vitale (DMV), dopodiché si riprendono le vigenti leggi relative alla definizione del Deflusso Ecologico (DE) nelle Regioni Piemonte, Valle d'Aosta, nella Provincia Autonoma di Trento e in alcuni casi al di fuori dell'Italia. La Parte II contiene una rassegna delle recenti esperienze di monitoraggio volte a valutare gli effetti delle variazioni delle portate secondo il DMV sul sistema fluviale e una selezione di alcuni articoli della letteratura scientifica relativi all'argomento dell'impatto delle modulazioni dei deflussi. Come anticipato, la Parte III descrive una serie di vincoli e indicazioni, ai quali le sperimentazioni dovrebbero ispirarsi; nel far ciò, vengono individuati quattro comparti fluviali: idraulico-idrologico, geomorfologico, quello relativo alla qualità (chimico-fisica e microbiologica) delle acque e il comparto biologico-ecologico.

Non si sottrae qui tempo al lettore richiamando e ripetendo quanto sarà descritto in dettaglio

nella Parte III, ma pensiamo sia importante richiamare l'attenzione sulle considerazioni che sono scritte nell'incipit di tale terza Parte. Esse, infatti, ispirano quanto sarà dopo descritto e, soprattutto, devono guidarne l'interpretazione; si tratta di considerazioni che, a modesto avviso degli scriventi, dovrebbero sempre essere alla base di qualunque proposta di sperimentazione.

Si chiude questa breve Introduzione sottolineando due aspetti. Il primo sta nell'osservare che le indicazioni sulle metodologie proposte nella Parte III, si fondano su un'attenta analisi della letteratura scientifica e, soprattutto, su quanto appreso da esperienze passate. Ne consegue che ogni futura sperimentazione volontaria riguardo a nuove modalità di gestione delle derivazioni sarà importante per affinare quanto qui descritto e apportare migliorie. Il presente documento non è quindi un testo chiuso in sé stesso e non più modificabile, quanto piuttosto uno strumento per cercare di agire bene nei complessi ambienti fluviali, sperimentare in scienza e coscienza, e imparare nuovi comportamenti gestionali virtuosi.

Il secondo aspetto riguarda l'uso del termine "sperimentazione" all'interno di queste linee guida. Tale parola non deve essere associata necessariamente allo studio di sistematiche riduzioni della portata in alveo, bensì vuole mantenere il suo reale significato, ossia di mettere alla prova nuove gestioni fluviali; le quali possono ben prevedere anche modulazioni temporali che incrementino in taluni periodi la portata rispetto alle regole consuete. In altre parole, è bene che non si ritenga la sperimentazione sinonimo di riduzione delle portate in alveo, ma di proposte svolte senza questi fuorvianti pregiudizi. Auspichiamo pertanto che le sperimentazioni siano sempre viste come un'occasione davvero preziosa per adattarsi al complesso funzionamento dei sistemi fluviali e per migliorare il delicato rapporto tra uomo e risorsa fluviale.

PARTE I
QUADRO ATTUALE

Dati l'importanza cruciale della gestione adeguata dei sistemi fluviali e della risorsa idrica, si è sempre più avvertita la necessità da parte degli amministratori del territorio di disporre di linee guida e strumenti operativi in grado di guidare i processi decisionali. Un esempio recente di tale sforzo è rappresentato dalla creazione delle linee guida per la gestione degli svassi nella Provincia di Cuneo (Marino *et al.*, 2021).

Tornando al presente lavoro, in questa prima parte vengono richiamate le normative e le direttive relative alla legislazione sulla tutela dei corsi d'acqua con un focus sulla definizione e regolamentazione del Deflusso Minimo Vitale (DMV) per poi passare alle vigenti norme sulla descrizione del Deflusso Ecologico (DE), e sui presupposti normativi e metodologici delle attività di sperimentazione e monitoraggio. Di seguito verranno presentati brevemente gli aspetti legislativi di Regione Piemonte, Regione Valle d'Aosta, Provincia Autonoma di Trento e al di fuori dell'Italia (Francia). Quanto verrà esposto vuole fornire una cornice legislativa cronologica utile al lettore per comprendere meglio il contesto normativo in cui si collocano le indicazioni che verranno fornite successivamente.

1. Aspetti legislativi: dal Deflusso Minimo Vitale al Deflusso Ecologico

Dal 2002 per tutti i corsi d'acqua del bacino del fiume Po è vigente una disciplina per la regolazione delle portate in alveo a valle delle derivazioni per garantire il Deflusso Minimo Vitale (di seguito DMV).

Nel rispetto delle competenze a suo tempo assegnate dalla L.183/89, con Deliberazione del 2002, approvata in maniera definitiva nel 2004 (Deliberazione n. 7 del 3 marzo 2004 "Adozione degli obiettivi e delle priorità d'intervento ai sensi dell'art. 44 del D.lgs. 152/99 e successive modifiche ed integrazioni"), il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po ha formalmente adottato i "Criteri di regolazione delle portate in alveo" e ha inserito il rilascio del DMV tra le misure prioritarie per mantenere o raggiungere gli obiettivi ambientali previsti dalla Direttiva Quadro Acque 2000/60/CE (di seguito DQA) e indicati nel Piano di Gestione del distretto idrografico del fiume Po e nei Piani di Tutela regionali delle Acque (di seguito PTA).

Il D.Lgs. 152/06, norma nazionale di recepimento della DQA, conferma, tra le priorità per garantire una razionale utilizzazione delle risorse idriche superficiali e profonde, anche quella del mantenimento del deflusso minimo vitale nei corsi d'acqua. Nello specifico si dispone che l'insieme delle derivazioni sui corsi d'acqua non debba pregiudicare il deflusso minimo vitale negli alvei sottesi (art. 56, comma 1, lett. h) e che, nei bacini idrografici caratterizzati da consistenti prelievi o da trasferimenti, si debba conseguire l'equilibrio del bilancio idrico; le derivazioni devono essere regolate in modo da garantire il livello di deflusso necessario alla vita/al corretto sviluppo delle comunità acquatiche negli alvei sottesi e tale da non danneggiare gli equilibri/le dinamiche degli ecosistemi interessati (art. 145, comma 3).

Tuttavia, i contenuti più innovativi della DQA e le recenti emergenze, dovute agli effetti dei cambiamenti climatici in atto (tendenza in aumento delle temperature, diminuzione delle piogge e conseguenti e prolungati periodi di siccità), pongono ulteriori necessità e l'urgenza di riesaminare e adattare gli strumenti attuativi finora vigenti per migliorare la gestione integrata quali-quantitativa e la razionale utilizzazione delle risorse idriche. Se da un lato il D.Lgs. 152/06 conferma il rilascio del DMV quale misura di riferimento per la tutela quantitativa e

ambientale dei corpi idrici, le successive indicazioni comunitarie a supporto dell'attuazione della DQA chiedono uno sforzo maggiore e la definizione e il mantenimento di portate ecologiche (ecological flows) al fine del conseguimento e/o non deterioramento dell'obiettivo di stato ambientale "buono" per tutti i corpi idrici fluviali.

Per queste ragioni nel Piano di Gestione del distretto idrografico del fiume Po è prevista, già dal 2015 la misura individuale "Revisione del DMV, definizione delle portate ecologiche e controllo dell'applicazione sul territorio" (codice KTM07-P3-a029).

L'attuazione di questa misura a scala distrettuale diventa l'opportunità per rispondere alle disposizioni del Decreto Direttoriale n. 30/STA del 13 febbraio 2017 ("Linee guida per l'aggiornamento dei metodi di determinazione del deflusso minimo vitale al fine di garantire il mantenimento, nei corsi d'acqua, del deflusso ecologico a sostegno del raggiungimento degli obiettivi di qualità definiti ai sensi delle Direttiva 2000/60/CE."), approvato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare per fornire indirizzi omogenei a scala nazionale in conformità alle indicazioni della Commissione Europea per l'attuazione della DQA, e in particolare agli indirizzi forniti dalla Linea Guida CIS Guidance Document n. 31/2015 "Ecological flows in the implementation of the Water Framework Directive".

In relazione all'applicazione delle citate Linee Guida, il 14 dicembre 2017 è stata adottata la cosiddetta "Direttiva Deflussi Ecologici", con deliberazione n. 4 della Conferenza Istituzionale Permanente dell'Autorità di distretto idrografico del fiume Po.

Con la Direttiva Deflussi Ecologici viene effettuato un aggiornamento degli indirizzi metodologici per la regolazione delle portate in alveo già forniti con la Del. 7/2004 per renderli conformi alle nuove indicazioni nazionali e comunitarie, e garantire un approccio omogeneo per tutto il Bacino padano, tenuto conto anche di quanto già previsto dagli strumenti di pianificazione e regolamentari regionali. L'obiettivo prioritario è mantenere nei corsi d'acqua un regime di deflusso ecologico adeguato al raggiungimento e/o mantenimento degli obiettivi ambientali dei corsi d'acqua.

1.1 Legislazione e normativa della Regione Piemonte

La Regione Piemonte sin dal 2007, con apposito regolamento n. 8/R recante: "Disposizioni per la prima attuazione delle norme in materia di deflusso minimo vitale (Legge regionale 29 dicembre 2000, n. 61)", ha disciplinato l'applicazione del deflusso minimo vitale in attuazione della Deliberazione del Comitato istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po n. 7 del 3 marzo 2004. In particolare, con la citata deliberazione sono stati forniti i criteri di regolazione delle portate in alveo, prevedendo la successiva disciplina e applicazione del DMV (calcolato tenendo conto della componente idrologica e degli eventuali fattori correttivi) da parte delle regioni nel proprio territorio.

Il regolamento regionale 8/R/2007 ha, quindi, definito i criteri di calcolo del DMV con riferimento alla componente idrologica oltre che ad alcuni fattori correttivi (fattore A – relativo all'interscambio con la falda sotterranea, fattore M – inerente alla morfologia fluviale, fattore T – relativo alla modulazione temporale delle portate di rilascio a valle della presa).

A seguito dell'emanazione della Direttiva Deflussi Ecologici (deliberazione 4/2017) la Giunta regionale, in data 14 giugno 2018, ha adottato la D.G.R. n. 28-7049, con la quale si è preso atto delle indicazioni distrettuali, è stata verificata la coerenza della metodologia di calcolo del DMV già applicata in Piemonte e sono state individuate le azioni da porre in essere entro il 2021 per implementare la quantificazione dei fattori correttivi del deflusso ecologico. Per la compiuta applicazione alla realtà piemontese della direttiva distrettuale, in particolare,

rimanevano ancora da quantificare i cosiddetti fattori ambientali, riguardanti la naturalità (N), la qualità dell'acqua (Q), la fruizione (F), nonché rivedere le modalità di applicazione del “fattore T”.

In applicazione dell'articolo 35 del PTA (approvato con Deliberazione del Consiglio regionale del Piemonte n. 179–18293 del 2 novembre 2021) è stato, pertanto, predisposto il Regolamento regionale 14/R/2021 recante “Disposizioni per l’implementazione del deflusso ecologico”, contenente la quantificazione dei fattori suddetti, effettuata con il supporto tecnico-scientifico dell'ARPA.

Il Regolamento 14/R, in conformità con gli indirizzi distrettuali, all'articolo 8 dispone come termine ultimo per il rilascio del deflusso ecologico da parte di tutti i prelievi la data del 22 dicembre 2024; viene altresì promosso, all'articolo 10, l'approccio sperimentale delle sperimentazioni sito specifiche, al fine di agevolare gli utenti in questa fase di transizione dal DMV al DE, prevedendo testualmente quanto segue:

- la Regione, le Province e la Città metropolitana incentivano l'approccio sperimentale volontario all'applicazione del deflusso ecologico sulla base di accordi con utenti che si impegnano a gestire un programma di rilasci concordato con l'autorità concedente e le comunità locali, nel rispetto delle metodologie indicate da ISPRA, dall’Autorità di bacino distrettuale del fiume Po e dalla Regione Piemonte;
- il deflusso ecologico risultante dalla sperimentazione subentra quello conseguente alla disciplina, di cui al presente regolamento ed è applicato anche alle ulteriori derivazioni collocate sul medesimo corpo idrico;
- a decorrere dalla data di avvio della sperimentazione il titolare della derivazione può chiedere l'applicazione della riduzione del canone demaniale per uso di acqua pubblica;
- sono fatti salvi i valori del deflusso minimo vitale risultanti dai programmi dei rilasci di cui all’articolo 7 del regolamento regionale n. 8/R/2007 e dalle sperimentazioni di cui all’articolo 13 del regolamento regionale n. 8/R/2007, già approvati dall’Autorità concedente. I programmi dei rilasci e le sperimentazioni in corso alla data di entrata in vigore del presente Regolamento si concludono in ogni caso, con motivato provvedimento dell’Autorità concedente, entro il 22 dicembre 2022.

Infine, con la deliberazione della Giunta regionale del 27 marzo 2023, n. 36-6674 “Approvazione indirizzi generali per la sperimentazione del rilascio del deflusso ecologico e la gestione dinamica degli scenari di scarsità idrica”, la Regione ha ulteriormente regolamentato la tematica delle sperimentazioni volontarie del deflusso ecologico, in attesa di una migliore definizione del loro svolgimento a seguito della redazione delle presenti Linee Guida, introducendo le seguenti indicazioni generali:

- la sperimentazione volontaria, di durata almeno triennale, è promossa sulla base di accordi con utenti che si impegnano a gestire un programma di rilasci concordato con l'autorità concedente e le comunità locali, nel rispetto delle metodologie indicate da ISPRA, dall' Autorità di Bacino distrettuale del fiume Po e dalla Regione Piemonte;
- le sperimentazioni sono intese come risposte reattive ad un andamento meteo-idrologico sfavorevole e di scarsa prevedibilità, da applicare a tratti di asta fluviale di estensione adeguata, preferibilmente a tratti significativi e laddove possibile all'intera asta, coinvolgendo almeno gli utenti principali, possibilmente in forma associata, anche allo scopo di promuovere un solidale utilizzo delle acque, miglioramenti gestionali nell'efficientamento dell'uso della risorsa ed una co-responsabilizzazione nel minimizzare gli effetti di eventuali minori rilasci rispetto al DE;

- deve essere posta particolare attenzione alle aree ad elevata protezione richiamate dall'Articolo 18 del PTA 2021, in attuazione delle disposizioni normative nazionali (Articolo 164 del D.Lgs. 152/2006) e comunitarie (DQA, Direttiva Habitat) nonché delle pianificazioni di riferimento;
- è previsto che a seguito dagli esiti delle sperimentazioni sia comunque garantito almeno il rilascio di una portata minima non inferiore al 60% del valore teorico del DE.

Le Linee Guida in oggetto integrano e completano le indicazioni regionali con particolare riferimento alle metodologie di monitoraggio degli effetti delle sperimentazioni.

1.2 Legislazione e normativa della Regione Valle d'Aosta

Nella Regione Valle d'Aosta il punto di riferimento per l'applicazione del DMV era rappresentato dalle indicazioni contenute nell'Allegato B "Criteri di regolazione delle portate in alveo" della Delibera n. 7/2002 dell'Autorità di Bacino del fiume Po. Il Piano di Tutela delle Acque della Valle d'Aosta-Allegato G prevede la possibilità di utilizzare un criterio sperimentale per valutare la compatibilità ambientale e paesaggistica delle derivazioni idriche dai corsi d'acqua valdostani. Tale procedura, definita MCA (*multi-criteria analysis*), appare sperimentale ed è stata sviluppata a partire dal 2012 dagli enti regionali coinvolti nelle istruttorie delle derivazioni idriche con il supporto tecnico-scientifico di ARPA Valle d'Aosta e del Politecnico di Torino. Tale procedura di valutazione coinvolge diversi *stakeholder* e permette di simulare e confrontare i diversi scenari di rilascio di DE a valle delle opere di derivazione. All'interno di questa analisi sono considerati quattro criteri: Energia, Economia, Ambiente-Ittiofauna e Paesaggio. Questi criteri sono quantificati tramite gli indicatori corrispondenti che verranno brevemente presentati di seguito:

- per il criterio Ambiente-ittiofauna viene utilizzato l'indice di integrità dell'habitat (IH) ottenuto secondo la metodologia MesoHABSIM (Veza *et al.*, 2017);
- per il criterio Energia viene impiegato l'Indice energetico (IEn);
- per il criterio Paesaggio è stato sviluppato un innovativo indicatore, Livello di Tutela del Paesaggio (TP) (Vassoney *et al.*, 2021);
- per il criterio Economia vengono calcolati il Valore Attuale Netto (VAN), il Tempo di rientro dell'investimento – Payback Period (PBP), il Costo energia elettrica prodotta mediante una specifica fonte – Levelized Cost of Energy (LCOE), il Canone demaniale di concessione in Valled'Aosta, il Sovracanone Enti Rivieraeschi (SER), il Sovracanone Bacino Imbrifero Montano (BIM), l'Indice Economico (IEc), le Ricadute sulla comunità – Servizi (RCS) e le Ricadute economiche sulla comunità (REC).

L'MCA è una metodologia olistica volta al supporto del processo decisionale, valutando le differenti alternative di gestione del corso d'acqua, ovvero delle diverse proposte di programmi di rilascio, definiti attraverso i vari criteri quantificati da uno o più indicatori.

Inoltre, il Piano di Tutela delle Acque Valle d'Aosta – Allegato G definisce anche la modalità di determinazione e di applicazione delle portate di DMV secondo i seguenti criteri di regolazione:

- Criterio n.1: metodo idrologico-fisiografico con modulazione stagionale (equivalente 1° livello di definizione del DE previsto dalla Direttiva Deflussi Ecologici dell'Autorità di bacino del fiume Po – Deliberazione n. 4/2017) secondo la regola relativa al DMV di

base;

- Criterio n.2: metodo idrologico-fisiografico con modulazione mensile (equivalente 2° livello di definizione del DE previsto dalla Direttiva Deflussi Ecologici dell’Autorità di bacino del fiume Po – Deliberazione n. 4/2017) secondo azioni integrative del DMV di base, relative a elementi specifici per bacini, tratti fluviali o singoli siti, volte alla determinazione di rilasci integrativi per il conseguimento degli obiettivi del D.Lgs. 152/1999;
- Criterio n.3: metodo «sperimentale» che prevede un protocollo di sperimentazione concordato tra richiedente (concessionario e Regione) e ARPA, che a partire dal 2012 include l’applicazione metodo MesoHABSIM e il calcolo dell’IH.

1.3 Legislazione e normativa della Provincia Autonoma di Trento

Nella Provincia Autonoma di Trento (PAT) sono stati regolamentati e poi applicati i regimi degli scenari di rilascio del DMV a partire dall’8 giugno 2006 tramite il “*Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche*” (PGUAP) e al Piano di Tutela delle Acque (PTA) del 31 dicembre 2004. Gli articoli 2 e 3 delle Norme di Attuazione del PTA della Provincia Autonoma di Trento definiscono le misure per il rilascio di nuove concessioni su corpi idrici superficiali in relazione al loro stato di qualità (elevato, buono etc.). Il monitoraggio dello stato di qualità del corso d’acqua previsti nel Piano di Monitoraggio Ambientale ha l’obiettivo di valutare gli effetti di una derivazione idrica.

La metodologia di individuazione del DMV per la PAT venne rinnovata nel 2015 con la Deliberazione della Giunta provinciale n. 233 del 16 febbraio e con un aggiornamento dati tramite Delibere n. 2294 del 30 dicembre 2020 e n. 2260 del 23 dicembre 2021. I provvedimenti adottati dal Distretto Alpi Orientali hanno imposto alle regioni di interesse di verificare entro il giugno 2018 che le normative regionali relative al DMV offrissero standard di tutela ambientale almeno analoghi a quelli previsti dalle previsioni introdotte a livello distrettuale sul DE. La delibera n. 2260 del 2021 del Piano di Tutela delle Acque della PAT riporta una specifica legata al DE. Tuttavia, il DMV del PGUAP rimane la quantità minima di riferimento, con eventuali modulazioni in funzione degli obiettivi di qualità previsti dal D.Lgs. 152/2006. Inoltre, è stato portato avanti il progetto Meso-PAT all’interno del quale sono stati selezionati un totale di sette tratti fluviali rappresentativi dell’ampio spettro di caratteristiche idromorfologiche consentendo di ampliare l’applicazione della metodologia MesoHABSIM. Tale indagine ha permesso di sperimentare possibili scenari di Deflusso Ecologico secondo recenti normative nazionali (applicazione della Direttiva Deflussi Ecologici, Distretto Alpi Orientali) e distrettuali (applicazione diretta delle discipline del PGUAP). A seguito delle criticità evidenziate dagli scenari definiti dalle normative, sono state effettuate simulazioni con scenari di derivazione alternativi corrispondenti a rilasci minimi maggiori, più dinamici a livello mensile, e anche a portate massime di concessione maggiore (per un approfondimento si veda Parte II capitolo 2).

Ad oggi, deve essere ancora definita l’eventuale formulazione di una disciplina di DMV/DE relativa ai rinnovi delle concessioni che insistono su un corpo idrico fortemente modificato con pressione prevalente di alterazione idrologica e il relativo bacino afferente.

1.4 Legislazione e normativa fuori dall'Italia

A livello europeo la legge del 3 gennaio 1992 fissava l'obiettivo di una gestione equilibrata delle risorse idriche e introduceva la conservazione degli ecosistemi acquatici e il ripristino dei livelli di qualità buoni. In seguito, la WFD istituiva un quadro per una politica comunitaria in materia di acque, fissando obiettivi ambiziosi per il raggiungimento di un buono stato dei corpi idrici o di buono potenziale entro il 2015. A seguito della WFD sono stati classificati i vari corpi idrici esistenti secondo la loro naturalità e tasso di artificializzazione. Tuttavia, nel 2015 la relazione dell'Agenzia europea dell'ambiente sullo stato dell'ambiente europeo ha concluso che oltre metà dei fiumi e dei laghi europei non aveva raggiunto un buono stato o potenziale ecologico.

Il DE o anche e-flow rappresenta "un regime idrologico coerente con il raggiungimento degli obiettivi ambientali della WFD nei corpi idrici naturali superficiali" (European Commission, 2015). Nel 2015 è stata pubblicata una guida europea volta a incoraggiare la definizione dei programmi di rilascio dei deflussi ecologici nei bacini fluviali europei.

Direttive e normative europee

A livello europeo il documento della Commissione Europea n. 31 "Ecological flows in the implementation of the Water Framework Directive" definisce le linee guida europee per il monitoraggio del deflusso ecologico. Nelle linee guida europee viene proposto un orientamento nell'ambito della Common Implementation Strategy (CIS) per sostenere il raggiungimento degli obiettivi ambientali della WFD, fornendo una definizione europea di deflusso ecologico e alcune indicazioni su come debba avvenire il calcolo, in modo che venga implementato nei cicli successivi di pianificazione distrettuale. La considerazione dei cambiamenti climatici nella gestione dei flussi ecologici, sebbene molto rilevante, è affrontata in modo limitato in questo documento, a causa della mancata esperienza in materia. Viene riconosciuta la necessità di una maggiore integrazione degli aspetti qualitativi e quantitativi delle acque superficiali e sotterranee, tenendo conto dei requisiti di portata degli ecosistemi fluviali, al fine di raggiungere gli obiettivi ambientali.

Viene rimarcato come l'attenta valutazione dei deflussi ecologici dovrebbe essere inclusa nei quadri nazionali, facendo chiaramente riferimento alle diverse componenti del regime di deflusso naturale (e non solo al deflusso minimo) e alla necessità di collegare la loro definizione ai requisiti biologici secondo gli obiettivi della WFD (le esenzioni eventuali dovrebbero essere giustificate in conformità a quelle della WFD). Inoltre, sebbene nelle Direttive Uccelli e Habitat non vi sia alcun riferimento esplicito ai deflussi ecologici, viene sottolineato più volte come il regime dei rilasci sia per la maggior parte degli ecosistemi acquatici un elemento critico che controlla lo stato di conservazione dei relativi habitat e specie protetti. I deflussi ecologici vengono ritenuti strettamente collegati alle disposizioni legali delle suddette direttive e agli obiettivi ambientali che gli Stati membri devono raggiungere. Pertanto, l'attuazione di queste direttive europee attraverso le legislazioni nazionali deve includere, ove pertinente, la protezione e il ripristino del regime idrologico in linea con gli obiettivi ambientali. All'interno del documento si denuncia una mancata attenzione da parte della legislazione degli stati europei sulle politiche di rilascio riguardo ai suddetti obiettivi ambientali e alla definizione dello stato ecologico. La maggior parte delle indicazioni fa riferimento a valori idrologici statistici senza prendere veramente in considerazione gli impatti biologici: viene dichiarato che in pochissimi casi si valutano le caratteristiche naturali, idrologiche, morfologiche e biologiche per determinare i regimi di rilascio.

All'interno del documento si raccomanda che le metodologie o le linee guida nazionali degli stati europei includano:

- un approccio metodologico per la determinazione dei deflussi che comprendano gli elementi rilevanti dell'ecosistema fluviale, ovvero almeno quelli di qualità della WFD;
- una serie di procedure selezionate secondo la facilità nell'applicazione, il tipo di corso d'acqua e il legame tra acque superficiali e sotterranee (se pertinente);
- raccolta di dati necessari per la determinazione dei deflussi di rilascio;
- le procedure e organizzazione per il monitoraggio e la comunicazione alle autorità competenti;
- i requisiti per garantire la trasparenza delle metodologie e dei risultati a tutte le parti interessate, compresi gli utenti.

Secondo l'analisi svolta dagli esperti autori di queste linee guida europee (opinione condivisa anche dai presenti autori scriventi), i metodi di valutazione biologica sensibili alle pressioni idrologiche non sono stati ancora sviluppati e implementati a sufficienza: i meri risultati del monitoraggio degli elementi di qualità biologica non appaiono sensibili alle principali alterazioni idrologiche e quindi risultano poco funzionali nella valutazione dell'impatto delle pressioni idrologiche sullo stato dei corpi idrici, come definito nell'Allegato V 1.2 della WFD. Inoltre, questo potenziale difetto deve soprattutto essere considerato nei casi in cui tutti gli elementi di qualità biologica indichino uno stato buono, mentre i dati sulle pressioni idrologiche e/o i dati del monitoraggio idrologico indicano un'alterazione significativa del regime di flusso. Questa inefficacia valutativa dell'applicazione delle metodologie biologiche viene ricondotta al fatto che tali metodi sono stati storicamente concepiti per stabilire la qualità complessiva del corso d'acqua, soprattutto in termini di inquinamento organico. A tal proposito nel documento viene detto che classificare un corpo idrico nei casi sopracitati come stato buono può risultare una sovrastima dello stato ecologico e ciò non sarebbe in linea con la WFD. Nel caso in cui nuovi metodi innovativi non siano ancora disponibili, gli Stati membri dovrebbero svilupparli con urgenza, fornendo metriche più specificamente sensibili alle pressioni idrologiche, tenendo conto della relazione tra idrologia, geomorfologia e impatti biologici. L'evidenza di una grave alterazione idrologica dovrebbe innescare un monitoraggio appropriato operativo o investigativo e un'azione per mitigarne significativamente l'impatto.

Queste linee guida europee costituiscono un documento utile in tema di deflusso ecologico e sono servite come punto di partenza per la redazione del presente documento.

Legislazione e normativa francese

La DQA è stata recepita nel diritto francese con la legge del 21 aprile 2004. Relativamente alla produzione di energia idroelettrica, l'Assemblea nazionale francese il 30 maggio del 2006 proponeva le seguenti misure:

- semplificazione delle procedure di classificazione di alcuni fiumi al fine di preservare i settori più emblematici (*rivières réservées* nei quali non possono essere autorizzate nuove opere in alveo) e garantire la continuità ecologica richiesta dalla direttiva;
- obbligo a partire dal 1° gennaio 2014 della regolazione dei deflussi a valle di opere di ritenuta (di 1/10^{ème} e 1/20^{ème}): la regola del 1/20^{ème} applicabile direttamente a tutti i fiumi la cui portata media era superiore a 80 m³/s a valle di impianti idroelettrici; mentre negli altri casi veniva applicata la regola del 1/10^{ème};

- modifica della vigente normativa relativa al *régime réservé*, concedendo di modulare i valori di deflusso minimo imposti in determinati corsi d'acqua durante l'anno;
- concessione dell'applicazione di valori di deflussi minimi inferiori in corsi d'acqua selezionati e definiti «fonctionnement atypique» (come sezioni di corsi d'acqua con successioni di impianti idroelettrici o presentati fenomeni di carsismo);
- incentivo di costruzione di impianti multifunzionali con usi diversi, oltre a quello energetico, come irrigazione e produzione di acqua potabile.

In seguito, il 13 luglio 2005 viene approvata la legge POPE (*Programme fixant les Orientations de la Politique Énergétique*) n. 2005-781 volta a tutelare la salute umana e ambientale, definendo anche delle misure per diversificare l'approvvigionamento energetico limitando gli impatti degli impianti idroelettrici sui corsi d'acqua (art. 2). A partire dall'art. 41 vengono previste altre direttive:

- l'inserimento nel *Code de l'environnement* dello sviluppo della produzione di energia idroelettrica che non viene più vista solamente come risorsa economica;
- la valutazione del potenziale idraulico per area geografica, resa pubblica dal Ministro dell'Industria;
- l'implementazione di un bilancio energetico preliminare agli atti amministrativi relativi alla gestione delle risorse idriche;
- una valutazione del potenziale idroelettrico da parte dei diversi piani di gestione dei bacini idrografici SDAGE (*Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux*) e delle SAGE (*Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux*);
- la possibilità di aumentare la capacità delle centrali esistenti del 20% con lo stesso titolo sulla dichiarazione semplice;
- l'introduzione di una procedura semplificata per il rilascio delle autorizzazioni di rilascio per i flussi delle turbine;
- questa semplificazione viene applicata anche agli impianti di produzione di energia idroelettrica costruiti inizialmente al solo scopo di regolazione idrica.

Per quanto concerne la normativa riguardante l'e-flows (*débits biologiques, écologiques ou environnementaux*) è presente l'articolo L 214-18 del Code de l'Environnement et circulaires associées del 5 luglio 2011 che regola i rilasci minimi a valle di opere presenti nell'alveo dei corsi d'acqua. Nel suddetto articolo veniva ricordato che i rilasci minimi dovevano garantire la vita, il movimento e la riproduzione delle specie abitanti il corso d'acqua. I valori del deflusso minimo e la loro modulazione nei bacini fluviali dovevano essere compatibili con gli obiettivi ambientali imposti dai SDAGE, dai SAGE e/o dai progetti di gestione quantitativa dei prelievi (*projets de gestion quantitative des prélèvements*). Inoltre, il valore di questo deflusso minimo doveva rispettare le direttive dell'articolo L.211-1 del 31 dicembre 2006 del Code de l'Environnement, per garantire una "gestione equilibrata e sostenibile delle risorse idriche".

PARTE II

**ANALISI DI ESPERIENZE
PREGRESSE**

1. Casi studio di monitoraggi pregressi

All'interno del territorio regionale in passato si sono svolti alcuni monitoraggi volti a valutare l'impatto del rilascio del DMV secondo differente configurazione, modulazione stagionale e concessione di derivazione di acqua superficiale. Le conseguenze dei DMV sperimentali sono state valutate sui comparti biologico, chimico-fisico, geomorfologico e idrologico.

Le sperimentazioni sono state condotte lungo il fiume Ticino, il torrente Varaita, il fiume Toce, Dora Riparia e il torrente Gesso a valle di rilasci da opere di captazione (Fig. 1.1).

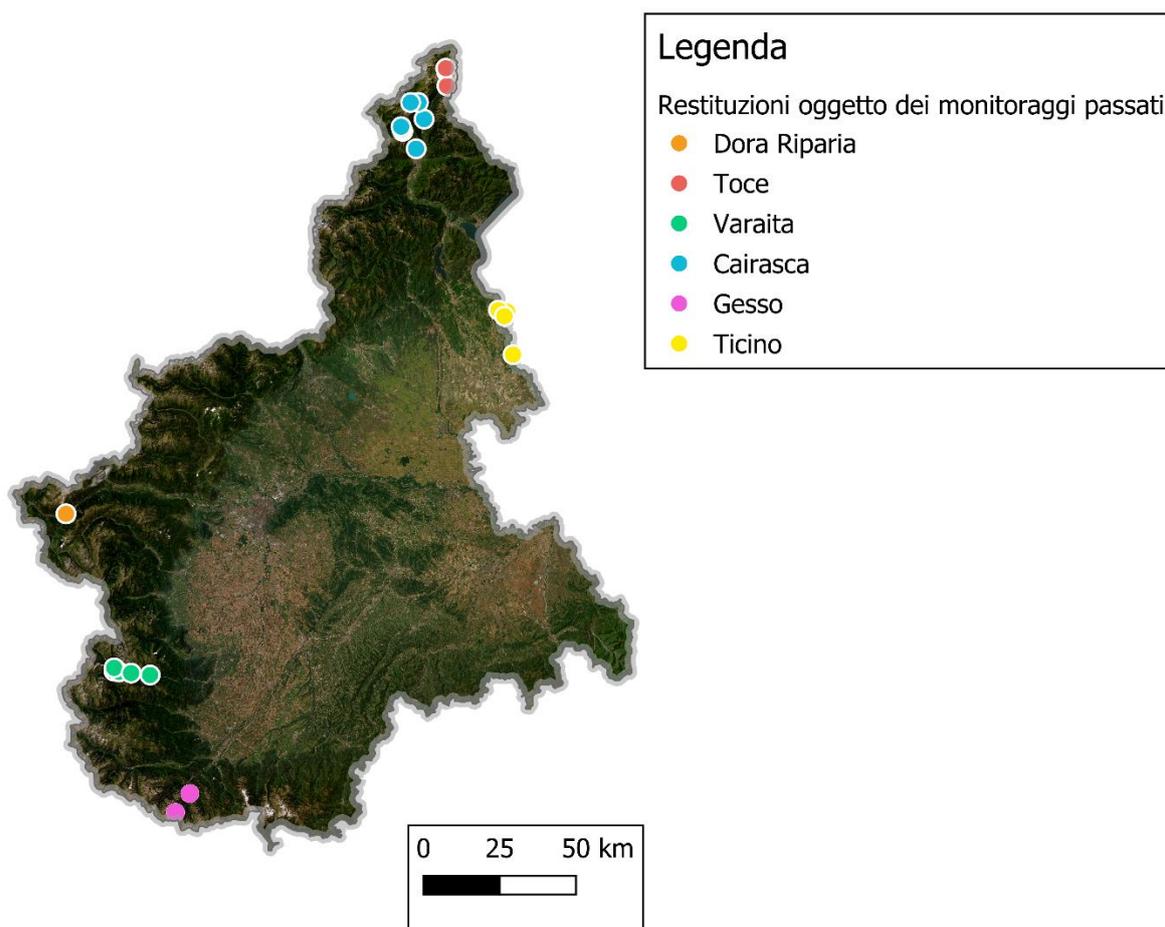


Figura 1.1. Localizzazione delle restituzioni oggetto di monitoraggio lungo i corsi d'acqua Ticino, Varaita, Toce, Dora Riparia, Gesso e Cairasca.

La presente panoramica si pone l'obiettivo di riassumere i monitoraggi passati con una visione critica sulle procedure utilizzate, al fine di fornire delle linee guida innovative ed efficaci, tenendopresenti le esperienze pregresse.

1.1 Caso studio: fiume Ticino (diga del Panperduto, Filarola delle Rogge Novaresi, Filarola del Naviglio Langosco)

Il fiume Ticino è un importante corso d'acqua che segna gran parte del confine fra il Piemonte e la Lombardia, ma ha origine da due sorgenti in Svizzera; riporta un discreto numero di affluenti e nel suo tratto inferiore costituisce l'unico emissario del Lago Maggiore. A seguito della regolamentazione piemontese e lombarda relativa alla pianificazione dell'uso e della tutela dell'arsorsa idrica, è stato imposto il rilascio del Deflusso Minimo Vitale medio pari a 18 m²/s con regolazione mensile su base sperimentale (oltre che tramite la formula), in accordo fra le due regioni. La regolazione dei rilasci sperimentali è stata indagata a valle delle opere di presa del Naviglio Langosco, della traversa di Panperduto e della Filarola delle Rogge Novaresi (derivazione delle rogge Molinara di Oleggio e Clerici Simonetta). Nell'ottobre del 2008 il Consorzio del Ticino ha presentato un progetto volto alla definizione sperimentale del DMV, che è stato approvato dalla Regione Piemonte con DGR n. 35-11863 del 28/07/2009 e della Regione Lombardia con DGR VIII/10399 del 28/10/2009. A partire dal 01/01/2009 il Consorzio del Ticino ha comunque dato avvio ai rilasci previsti dall'intesa e contemporaneamente sono iniziate le attività di monitoraggio idrologico, mentre le attività di monitoraggio ecologico-biologico hanno avuto inizio nel dicembre 2009.

Area e periodo di studio

I monitoraggi si sono svolti in 4 punti di campionamento lungo una porzione di Ticino di poco più di 40 km, che scorre dallo sbarramento della Miorina sino all'autostrada A4 (MI-TO). A fine maggio 2013 è stato aggiunto un quinto sito (TIC_5) in sostituzione di uno a 10 km dalla Filarola Rogge Novaresi (TIC_4). Il tratto oggetto di studio è situato all'interno dei due Parchi regionali del Ticino lombardo e piemontese e le stazioni di monitoraggio erano situate all'interno del SIC/ZPS IT1150001 "Valle del Ticino" e della ZPS IT2080301 "Boschi del Ticino". La scelta dei punti di campionamento è stata fatta sulla base della progressiva distanza dall'opera di presa a monte dei siti (Fig. 1.2).

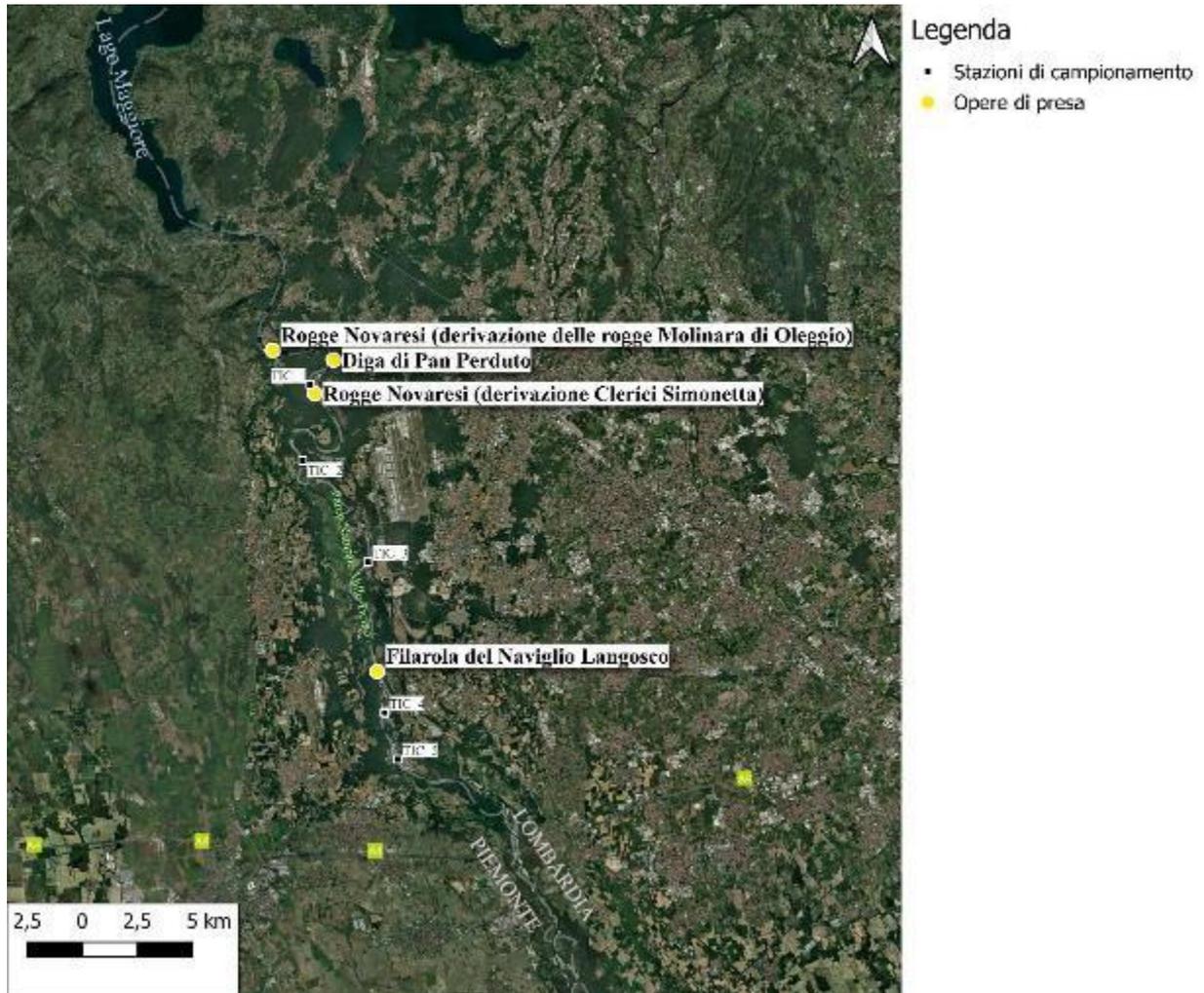


Figura 1.2. Carta tematica di inquadramento dei siti di campionamento sul fiume Ticino.

L'indagine è stata svolta tra il 2009 e il 2015 suddivisa in due fasi triennali nelle cinque stazioni (TIC1-TIC5) con periodi di campionamento differenti. Nella stazione TIC2 sono stati raccolti dati fino a maggio del 2013 e successivamente è stata introdotta la TIC5 in seguito alle determinazioni assunte congiuntamente dalla Regione Piemonte e Lombardia nell'atto di valutazione del primo triennio sperimentale. I dati relativi ai vari indicatori sono stati raccolti con frequenze differenti: mensile per i parametri chimico-fisici, due volte all'anno per le diatomee, 5-6 volte all'anno per i macroinvertebrati (a seconda del tratto), due volte l'anno per le macrofite e annuale per i pesci. La raccolta dei dati morfologici dell'alveo è stata effettuata in condizioni di magra nell'estate del 2011 nel tratto di Somma Lombardo per circa 1,5 km di lunghezza del corso d'acqua. Per la stazione TIC4 non sono state effettuate le misurazioni di deflusso. Le misurazioni del comparto biologico e delle condizioni chimico-fisiche sono state effettuate in maniera completa in quattro stazioni (TIC1, TIC2, TIC3 e TIC4), mentre nella stazione TIC5 non sono state campionate le diatomee epilitiche e le macrofite.

Comparti misurati

Per le metodiche di campionamento utilizzate hanno fatto riferimento alla metodologia dell'Agenzia per la protezione dell'ambiente, alla documentazione dei Dipartimenti ARPA coinvolti e a quanto indicato da *Common implementation strategy for the water framework directive (2000/60/EC) Guidance Document No 7 Monitoring under the Water Framework Directive*.

Il monitoraggio ha preso in studio i seguenti comparti:

- idrologico-idraulico: misurazioni di battente, velocità media e larghezza del pelo libero (tratto Somma Lombardo/diga di Panperduto), oltreché della portata
- geomorfologico: misure della geomorfologia dell'alveo e il livello idrico nel tratto di Somma Lombardo per 1,5 km di lunghezza, tramite una stazione totale e ricevitore GPS
- qualità delle acque: variabili chimico-fisiche (ossigeno disciolto DO, BOD₅, COD, azotoammoniacale e nitrico e fosforo totale)
- biologico-ecologico: macroinvertebrati, diatomee, vegetazione riparia e ittiofauna.

Metodologia utilizzata, tipologie di indici considerati e risultati ottenuti

Per ogni comparto studiato sono stati calcolati alcuni indici per valutare l'impatto della variazione della portata in maniera oggettiva.

Comparto idrologico-idraulico

Tramite le misurazioni delle variabili idrologiche è stato possibile utilizzare il modello idraulico monodimensionale, metodo IFIM (Instream Flow Incremental Methodology). La relazione di fine triennio 2009-2012 ha confermato un rapporto con la falda che vedeva un picco di risorgenza in tarda estate, mentre nel periodo invernale i valori risultavano di un ordine di grandezza inferiore. Proprio il periodo invernale è però apparso caratterizzato da una maggiore persistenza di DMV a valle delle derivazioni. Il progetto di sperimentazione, invece, proponeva la modulazione in riduzione per il periodo estivo trovando giustificazione nella coscienza di un maggiore apporto dalla falda. Il Ticino ha presentato lunghi periodi (inverno/primavera) in cui le portate sono prevalentemente pari al deflusso minimo vitale.

Comparto geomorfologico

Con i dati morfologici è stato ottenuto l'ADP (area disponibile ponderata) per il Barbo canino, che ha restituito valori ottimali per portate superiori ai DMV sperimentali.

Comparto qualità delle acque

Per il comparto di qualità delle acque, tramite i dati chimico-fisici, è stato calcolato l'indice LIM_{eco} che ha fornito valori di qualità elevati/buoni.

Comparto biologico-ecologico

Per il comparto biologico sono stati calcolati i seguenti indici: l'indice STAR_ICMi e IBE con i dati delle comunità di macroinvertebrati bentonici, l'ICMi per le diatomee bentoniche, l'IBMR con le macrofite, l'ISECI sulla base della fauna ittica. L'indice diatamico ha fornito classi di

qualità elevati, a differenza di quello relativo alle macrofite che ha definito uno stato ecologico scarso, mentre in alcuni siti e mesi sufficiente. Nell'analisi delle risposte delle comunità di macroinvertebrati nel tratto di Somma Lombarda sono stati confrontati per i mesi di febbraio, aprile e giugno 2011 i valori di STAR_ICMi e IBE che hanno fornito i medesimi risultati, ovvero classe di qualità buono. Nei restanti mesi lo STAR_ICMi ha riportato giudizio buono, fatta eccezione per dicembre nel tratto di Vizzola, Lonate Pozzolo e Turbigo dove ha restituito giudizio sufficiente. L'indice ISECI ha classificato il tratto in stato tendenzialmente buono per la fauna ittica.

Efficacia, limiti e difficoltà riscontrate

Valutando i dati ottenuti a partire dal monitoraggio si sono riscontrate alcune complessità e problematiche per ogni comparto in indagine. Di seguito verranno presentate alcune riflessioni e difficoltà rilevate durante il monitoraggio.

L'applicazione dell'indice ICM è risultata problematica per l'assenza, nelle liste floristiche di riferimento per il calcolo dello stesso, di alcune specie rinvenute durante i rilievi, aventi talvolta abbondanze relative elevate. Dunque, l'indice non tiene in considerazione una componente considerevole della comunità, risultando poco descrittivo della comunità presente.

I dati raccolti dal campionamento della fauna ittica appaiono poco esaustivi nei corsi d'acqua di grandi dimensioni, come il Ticino, dal momento che possono portare a una sottostima dell'abbondanza di specie elusive. Anche il calcolo dell'indice ISECI ha presentato alcuni problemi: l'elenco delle specie di riferimento fornito dal DM 260/2010 esclude alcune specie di rilevanza ecologica e appare poco adatto ai grandi fiumi originanti laghi subalpini, esiste inoltre un problema relativo all'attribuzione di valori negativi anche nel caso di un solo individuo appartenente a specie ibride e/o esotiche.

Per quanto riguarda l'applicazione dell'IBMR non è risultata particolarmente agevole in quanto la metodologia richiede una copertura delle macrofite pari ad almeno il 5% del tratto di alveo studiato, che, tuttavia, non è sempre stata osservata. Dove la copertura era sufficiente, la comunità vegetale era caratterizzata sempre da alghe filamentose, dimostrando quindi che il fattore limitante non era identificabile nel trofismo (variabile correlabile con l'indice).

Comparto idrologico-idraulico

Il periodo di raccolta dati di soli tre anni è risultato troppo breve e quindi insufficiente per la valutazione dell'efficacia dei modelli idromorfologici. Inoltre, si ritiene che l'applicazione di un modello bidimensionale sia consigliabile: nel modello monodimensionale con l'utilizzo di un unico valore medio di velocità si perde il dato distribuito lungo la sezione, informazione che risulta invece utile alla valutazione delle preferenze in diversi punti della sezione stessa per la fauna ittica.

Comparto geomorfologico

Nella valutazione della disponibilità dell'habitat tramite l'ADP per il Barbo canino autoctono (*Barbus caninus*), sono state riscontrate alcune problematiche nel riconoscimento perché, secondo il parere dei responsabili scientifici, molto simile alla specie esotica in espansione *Barbus barbus*. L'utilizzo di altre specie facilmente riconoscibili, di cui si possiedono

informazioni pregresse, reofile e tipiche di tratti planiziali sarebbe consigliabile per altri monitoraggi nel Ticino.

Comparto qualità delle acque

L'indice LIM_{eco} è apparso troppo sintetico, non tenendo in considerazione diversi parametri importanti a livello biologico, quali ad esempio il BOD₅.

Comparto biologico-ecologico

Nel calcolo dell'indice STAR_ICMi in sé sono state constatate alcune difficoltà sulla metodica, dovute all'assenza di valori di riferimento specifici per la tipologia di corso d'acqua: l'assenza di *software* di calcolo, l'elevata soggettività nella stima del sub campionamento (scelta del numero di siti nei diversi microhabitat) e alcune difficoltà nel calcolo delle sottometriche. Inoltre, l'indice STAR_ICMi risulta essere poco sensibile nella valutazione della risposta dei macroinvertebrati alle portate: un recente studio ha effettuato un campionamento a valle della diga di Panperduto e per determinare le risposte delle comunità macrobentoniche è stato utilizzato l'indice Flow-T (Laini *et al.*, 2022), il quale considera i tratti biologici presentati dagli organismi in caso di correntielevate (Quadroni *et al.*, 2022).

Riassumendo, sarebbe utile avere in possesso una robusta banca dati di indagini pregresse per la componente biologica e idrologica. Alcune strategie sembrano risultare meno efficaci di altre come il caso dello STAR_ICMi, l'ADP per il Barbo canino ed i modelli idraulici monodimensionali; altre, invece necessitano di aggiornamenti delle liste di specie, come l'ICMi e l'ISECI. Dal presente studio si evince anche l'importanza e la necessità di un'attenta analisi pregressa del corso d'acqua indagato per una corretta scelta delle metriche da introdurre.

1.2 Caso studio: torrente Varaita (impianti di Casteldelfino, Sampeyre e Brossasco)

Il torrente Varaita è un corso d'acqua del Piemonte sud-occidentale che trae origine dalla confluenza del ramo del Varaita di Bellino e del Varaita di Chianale nei pressi di Casteldelfino. L'asta principale del Varaita è suddivisibile in due tratti sulla base delle caratteristiche morfologiche: il tratto montano che scorre fino Sant'Antonio (CN) per 42 km, e il tratto di pianura fino alla confluenza con il fiume Po per i successivi 42 km. Nel primo tratto montano, dalle sorgenti fino alla confluenza con il torrente Gilba, si trovano le opere di presa a servizio di impianti idroelettrici (Concessione di Grande Derivazione n° 587) indagate nel monitoraggio. Questi impianti in cascata con invaso di regolazione stagionale in testata e bacino di regolazione settimanale intermedio rappresentano il più importante polo di produzione idroelettrica della Provincia di Cuneo (escludendo gli impianti di pompaggio-produzione).

La proposta di sperimentazione è stata presentata da ENEL S.p.A., proprietaria degli impianti della Val Varaita, in data 09/09/2008, in riferimento all'art. 13 del DPGR 8/R del 17/07/2007 "Disposizioni per la prima attuazione delle norme in materia di deflusso minimo vitale (Legge regionale 29 dicembre 2000, n. 61)". La proposta è stata successivamente approvata con la Deliberazione della Giunta Regionale 39/1348 del 29/12/2010. Ai fini della valutazione dell'incidenza della portata sulla qualità ambientale complessiva del corpo idrico è stata

effettuata la sperimentazione dei rilasci su tratti di estensione significativa a valle delle derivazioni, a servizio dei seguenti impianti:

- Casteldelfino caratterizzato dalla presenza dell'invaso di Castello che a sua volta colleziona le acque del Rio Mas de Bernard, del Varaita di Bellino, del Rio Vallanta e del Varaita di Chianale;
- Sampeyre costituito dall'invaso con opera di ritenuta che sbarra l'intero alveo del torrente Varaita ed è alimentato dalle acque di restituzione della centrale di Castello e da due opere sussidiarie sui torrenti Varaita di Chianale e Varaita di Bellino;
- Brossasco dotato di serbatoio di demodulazione ed è alimentato dalle acque del bacino di compenso di Sampeyre e dei torrenti Rore, Cantarane e Gilba.

A seguito delle sperimentazioni sono stati definiti i diversi livelli di rilascio, i DMV definitivi, alle prese interessate. Il monitoraggio è stato strutturato in tre fasi: la prima conclusasi nel 31/12/2010, durante la quale sono stati effettuati rilasci pari al 10% del DMV, la seconda fino al 31/12/2012 con rilasci complessivi pari a 2/3 dei DMV e una terza terminata nel 31/12/2014 sperimentando rilasci concordati dalla Commissione tecnica (Regione, Provincia, ARPA ed ENEL S.p.A.).

Area e periodo di studio

Lo studio è stato condotto in tre corpi idrici, il torrente Varaita di Bellino, il torrente Varaita di Chianale e il torrente Varaita, con variabile numero di siti di campionamento sulla base delle misurazioni effettuate. La distribuzione dei siti è stata studiata al fine di valutare le portate e gli impatti delle stesse a valle dalle varie opere di presa. I monitoraggi biologici sono stati svolti in corrispondenza di 7 stazioni ARPA per le diatomee (08/2011-08/2013), 5 per il macrobenthos (siti VABSG, VACDE, VARTO, VARSA e VARME), 3 per i pesci (VARTO, VARSA e VARME) (Fig.1.3). Le misurazioni dei parametri chimico-fisici relativi alla qualità delle acque sono state raccolte in sei siti (VABSG, VACDE, VARTO, VARSA, VARDS e VARME). I monitoraggi idrologici delle portate sono stati portati avanti in tutti i 14 siti sui 3 tratti campione.

Metodologia utilizzata, tipologie di indici considerati e risultati ottenuti

I comparti campionati sono stati descritti tramite l'utilizzo di indici e modelli al fine di determinare l'impatto della riduzione della portata sull'ambiente fluviale.

Comparto idrologico-idraulico

Per la portata sono stati ottenuti valori puntuali e portate medie mensili derivate dalle prese, che consentono di apprezzare l'andamento idrologico medio annuale, delineando il periodo di maggior disponibilità idrica che si è collocato tra maggio e luglio. Quest'ultimo dato è utile al fine della regolazione delle portate durante i mesi; tuttavia, è stato ottenuto solo in alcune stazioni di campionamento.

Attraverso i dati idrologici raccolti è stato applicato all'interno del metodo dei microhabitat il modello idrodinamico bidimensionale MIKE 21. I calcoli idraulici sono stati eseguiti per celle di lato 1-2 m per una restituzione dettagliata dei valori di profondità, velocità e altri parametri. Questi valori che ricostruiscono l'andamento effettivo teorico (in assenza di derivazioni) in ciascuna sezione sono stati ottenuti a seguito di una fase di taratura sulla base del rilevamento topografico.

Comparto geomorfologico

Lo stato geomorfologico è stato considerato nella compilazione della scheda IFF (manuale APAT 2007) che prevede i rilievi in campo volta alla compilazione della stessa composta da 14 domande sulla morfologia dell'ambiente ripariale, morfologia fluviale e vegetazione spondale. In generale questo metodo ha fornito giudizio di qualità buono o ottimo, salvo per alcuni casi in cui è risultato mediocre o addirittura scadente durante il periodo estivo (alcuni tratti dei siti di VARTO, VARSA, VARME).

Inoltre, a seguito di rilievi geomorfologici e tramite l'integrazione dei valori di portata, è stata valutata l'Area Disponibile Ponderata (ADP) per la trota fario, che ha evidenziato come i valori di DMV proposti nei diversi tratti del Torrente Varaita risultino compatibili con gli obiettivi di salvaguardia di tale specie ittica. Le portate minime per il mantenimento delle suddette popolazioni, oltre ad essere garantite dai DMV, sono ampiamente superate, procedendo verso valle, grazie all'apporto del bacino residuo, il quale a sua volta incrementa i valori di portata minima effettivamente presente nel tratto.

Comparto qualità delle acque

Per il comparto di qualità delle acque sono stati ottenuti dati chimico-fisici al fine di ottenere l'indice LIM_{eco}. Il risultato della sperimentazione relativo alla qualità delle acque ha riportato un giudizio a favore del fatto che non risultano esserci impatti diretti complessivamente sui tratti indagati. Al tempo stesso, è stato rintracciato un problema tramite l'applicazione dell'indice LIM dovuto alla presenza di concentrazioni elevate di *E. coli* nel mese di agosto nel sito VABSG.

Comparto biologico-ecologico

Per il comparto biologico sono stati calcolati i seguenti indici: l'indice STAR_ICM e IBE con i dati delle comunità di macroinvertebrati bentonici, l'indice quantitativo NNS' (versione quantitativa del Siltation Index), l'indice DIPI (*Diatom Index of Physical Impact*) e l'EPI-D per le diatomee bentoniche. Gli indici diatomici sono stati selezionati sulla base della sensibilità alle variazioni di portata, essendo questi ultimi basati sulla proporzione di diatomee motili e

sulla considerazione della specie invasiva *Didymosphenia geminata*. La presenza di questa specie risulta collegata all'impatto della regimazione artificiale (Bergey *et al.*, 2009; Kirkwood *et al.*, 2007; Ladrera *et al.*, 2014); a tal proposito la sua presenza è stata rilevata durante il campionamento estivo 2011 in 3 stazioni di campionamento nel tratto intermedio (3-5) e durante la campagna estiva 2013 in quantità ridotte. La riduzione nel regime di rilascio del biennio 2012-2013 non ha quindi provocato un aumento della specie, dal momento che, in caso di perturbazioni fisiche, viene rimpiazzata da specie di diatomee motili. In accordo con quanto esposto, gli indici EPI-D e DIPI non hanno rilevato problemi di qualità ambientale negli anni 2012-2013, durante i quali si è effettuato la riduzione del rilascio più importante.

Per le comunità di macroinvertebrati bentonici è stato effettuato il campionamento multihabitat al fine del calcolo degli indici IBE e STAR_ICMi. Nel complesso non sono stati rilevati effetti negativi sulla comunità macrobentonica attribuibili ai deflussi sperimentali adottati nel triennio. I due indici hanno fornito classi di qualità buone e l'IBE è apparso maggiormente variabile, definendo la comunità di III e IV classe nell'estate del 2012, a differenza dei giudizi definiti tramite lo STAR_ICMi che sono rimasti invariati. Questo declassamento di qualità è stato attribuito agli interventi di disalveo e sistemazione idraulica come conclusione dello svasso del bacino di Sampeyre.

I campionamenti di ittiofauna sono stati portati avanti secondo metodo quantitativo e sono state descritte le comunità dei differenti siti, senza l'utilizzo di un vero e proprio indice. Lo stato della fauna ittica ha riportato condizioni differenti a seconda dei tratti monitorati in funzione sia della situazione idrologica sia delle condizioni esterne come ripopolamenti antropici, lavori in alveo e svassi (del bacino di Sampeyre). Nel tratto di Torrette la comunità ittica è risultata composta esclusivamente da trota fario (*Salmo trutta trutta*) presente con una popolazione nel complesso molto scarsa e destrutturata, in cui sono assenti le classi giovanili. Il tratto di indagine si trova all'interno di una zona di riserva di pesca in cui sono effettuate periodiche immissioni di materiale adulto; in tutte le indagini pregresse risulta evidente l'effetto della gestione alieutica in termini di "artificializzazione" del popolamento ittico di trote, in più casi risultato composto solo da individui di recente immissione e con densità e biomasse esigue. Lo stato della comunità ittica di questo tratto (VARTO), sia da un punto di vista qualitativo che quantitativo, non rispecchia le potenzialità dell'habitat fluviale effettivamente disponibile. Nel tratto a Sampeyre (VARSA) sono stati riscontrati popolamenti salmonicoli poco popolosi a causa delle operazioni di fluitazione e rimozione meccanica del sedimento dal bacino di Sampeyre; in assenza di ulteriori perturbazioni, le popolazioni di trota fario sono stabilizzate in termini di abbondanza e struttura verso una condizione soddisfacente.

Efficacia, limiti e difficoltà riscontrate

Valutando i dati ottenuti a partire dal monitoraggio, si sono riscontrate alcune complessità e problematiche per ogni comparto in indagine. Di seguito verranno presentate alcune riflessioni e difficoltà rilevate. La sperimentazione si è conclusa confermando come valore idoneo un rilascio mediamente pari a circa il 62% di quello "di legge" (escludendo quindi anche potenziali incrementi futuri dovuti ai fattori ambientali).

Comparto idrologico-idraulico

Il modello MIKE21 è risultato affidabile sulla base delle tarature in campo ed è stato considerato il più idoneo per la simulazione dei campi idrodinamici del Varaita. In aggiunta, l'analisi idraulica svolta costituisce un supporto per successive analisi idromorfologiche

relative a parametri idraulico-strutturali correlati all'estensione e diversificazione degli habitat acquatici.

Al fine di valutare la quantità di disponibilità di habitat invece dei metodi a livello di microhabitat come il PQI e il PHABSIM, si consiglierebbe l'utilizzo della metodologia a mesohabitat (come il MesoHABSIM), in quanto la risoluzione a meso-scala consente l'impiego di una vasta gamma di variabili ambientali.

Le misure di portata, oltre a garantire l'efficacia dei dispositivi di rilascio del DMV attraverso le misure poco a valle delle prese, hanno permesso, nelle sezioni più distanti da esse, di valutare il contributo del bacino residuo; nei diversi tratti di indagine quest'ultimo si è dimostrato in grado di incrementare apprezzabilmente il valore della portata minima rilasciata. Appare quindi efficace l'utilizzo di maggior siti di monitoraggio dei valori di portata lungo le aste fluviali al fine di valutare correttamente l'andamento delle stesse non solamente a livello dei tratti sottesi.

Comparto geomorfologico

Il metodo previsto per la determinazione del valore di IFF è risultato troppo soggettivo, si sconsiglia il suo utilizzo a favore di altre metodologie di rilevamento del comparto geomorfologico che verranno esposte di seguito. Le variazioni dei deflussi sperimentali DMV non sono state rintracciate da questo indice, che si è dimostrato poco sensibile alle modificazioni delle portate e incapace di fornire indicazioni dirette atte alla valutazione dell'efficacia ecologica dei rilasci in studio: infatti, solamente 2 delle 14 domande riguardano gli aspetti idrologici. Tale approccio si è dimostrato efficace nel cogliere gli elementi di alterazione morfologica dati da interventi di regimazione dell'alveo.

Comparto qualità delle acque

I risultati dei due principali indici di qualità basati sui parametri chimico-fisici e microbiologici (LIM_{eco} e LIM) hanno mostrato complessivamente uno stato complessivo ottimale (elevato o buono) lungo l'intero arco del periodo indagato. L'utilizzo dell'indice LIM è apparso funzionale nel rintracciare concentrazioni importanti di *E. coli* e, come già visto in precedenza, appare utile nei casi in cui si sospetti impatti da altri fattori esterni oltre alle variazioni delle portate.

Comparto biologico-ecologico

L'utilizzo di indicatori diatomici specifici nel rispondere alle variazioni delle portate è risultato particolarmente indicato per il presente studio: in particolar modo il DIPI (Battezzatore *et al.*, 2013) che relaziona l'abbondanza della specie invasiva, *D. geminata*, con quella delle diatomee motili descritte nell'indice NNS'. In riferimento all'ultimo biennio di sperimentazione con riduzioni di portate del 62%, nonostante non siano stati registrati da parte degli indici biologici sopraccitati dei peggioramenti di qualità, si ritiene che il periodo di osservazione sperimentale di soli due anni non risulti sufficiente. Al fine di valutare l'impatto sulla comunità biologica, in particolare su quella diatomica, sarebbe necessario proseguire il monitoraggio in una finestra temporale più ampia (minimo per almeno un altro biennio allo stesso regime dei rilasci del 2012-2013). Tuttavia, bisogna considerare che gli indici biologici macrobentonici e diatomici canonici risultano notoriamente poco o per nulla sensibili nella valutazione dei cambiamenti fisici, come la variazione delle portate fluenti del corpo idrico. Per tale ragione è consigliabile l'utilizzo di altri indici di disturbo fisico come la valutazione della presenza di popolazioni di *D. geminata*.

Globalmente, a fronte dei risultati del 2013 e in mancanza di ulteriori elementi di valutazione, il regime dei rilasci concordato per il suddetto anno è apparso sostenibile per l'ecosistema fluviale; per tali ragioni sono stati mantenuti i valori di rilascio in studio, al contempo, viene rimarcata la necessità di una valutazione maggiormente solida e rappresentativa distribuita su periodi di tempi più lunghi. In generale, viene riconosciuto che gli esiti del monitoraggio potrebbero essere affetti oltreché da altri impatti come i lavori effettuati in alveo e gli svasi che possono produrre impatti fisici. Si deve tenere a mente che nessuno degli indicatori ecologici analizzati ha mostrato un'evidente correlazione fra le variazioni di DMV apportate durante la sperimentazione e l'andamento nella risposta del giudizio dell'indicatore monitorato. Mentre, l'approccio che sembra aver risposto in maniera più diretta e sensibile corrisponde all'utilizzo dell'area disponibili per determinate specie ittiche (ADP per la trota) in relazione alle variazioni di portata. Invece, la fauna ittica ha presentato dei problemi di indicizzazione tramite ISECI, caso comune nei corpi idrici alpini, in quanto l'applicabilità di tale indice risulta difficoltoso a causa della comunità ittica naturalmente semplificata del reticolo montano e penalizzato eccessivamente per la presenza della trota fario atlantica, la cui presenza è pressoché ubiquitaria e dovuta a immissioni in atto fino dall'800.

1.3 Caso studio: fiume Toce

Il fiume Toce scorre per il 90% del suo tratto in territorio italiano e per il restante in territorio svizzero montano, trae la sua origine dal lago del Toggia a 2191 m s.l.m. in prossimità della punta di Valrossa, percorrendo poi interamente la val d'Ossola.

Il presente monitoraggio per la sperimentazione dei rilasci idrici dalle opere di presa sul fiume Toce all'interno della Provincia Verbano Cusio Ossola è stato realizzato secondo l'applicazione del Protocollo di Intesa tra l'Amministrazione Provinciale, la Regione Piemonte e l'ENEL Produzione S.p.A. L'indagine oggetto di studio è stata svolta a valle delle opere di presa sul Toce a servizio delle centrali Enel di Fondovalle e Cadarese in Comune di Formazza e della centrale di Crego in Comune di Premia ed è stata sottoscritta in data 19/01/2006. Il periodo di monitoraggio è perdurato dal giugno 2006 sino al dicembre 2010 per valutare gli indici di livello di inquinamento, i macrodescrittori, lo stato ecologico e lo stato ambientale. Lo studio è stato svolto secondo quanto riportato nell'allegato 1 del D.Lgs. 152/99 e s.m.i.

Area e periodo di studio

I monitoraggi sono stati svolti in 3 stazioni: una in località San Michele a valle del ponte nel comune di Formazza, a monte del ponte Bailey nel comune di Formazza e una in località Piedilago nel comune di Premia (Fig. 1.4). Il sito di Piedilago è stato selezionato per verificare gli effetti dei rilasci dall'invaso di Premia al servizio della centrale di Crego, mentre i siti di San Michele ed il ponte Baily sono stati definiti per verificare gli effetti dei rilasci della traversa di Fondovalle al servizio della centrale di Cadarese. A causa di alcuni lavori in alveo a monte del punto di prelievo a San Michele nei campionamenti del 09/2009, 10/2009 e 11/2010 è stata osservata un'elevata torbidità. Per tale ragione i campionamenti chimico-microbiologici e

biologici del mese di 09/2009 e 11/2010 sono stati effettuati a Valdo, a monte del ponte di attraversamento del Toce.

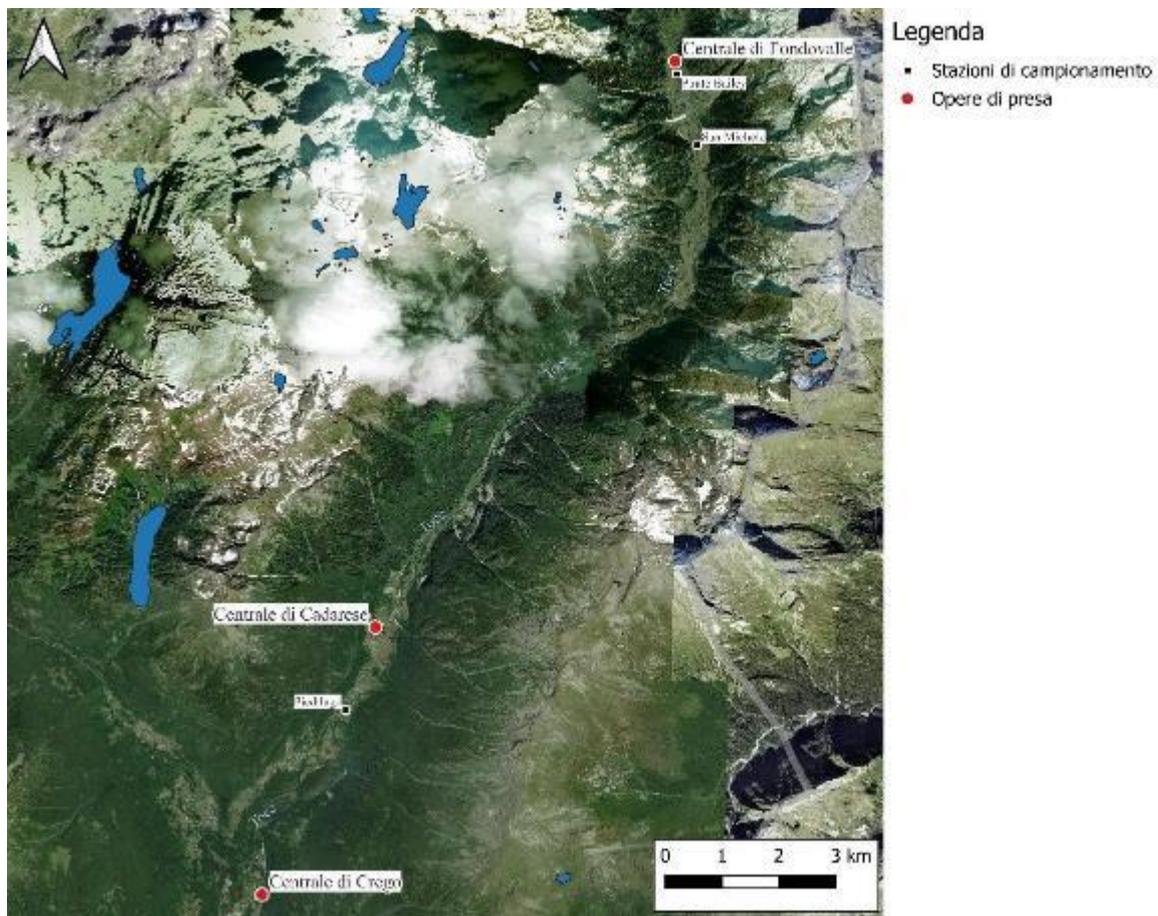


Figura 1.4. Carta tematica di inquadramento dei siti di campionamento sul fiume Toce.

L'indagine è stata svolta tra il 06/2006 e il 12/2010 con differente cadenza temporale, a seconda dell'attività svolta: quella chimico-microbiologica è stata effettuata mensilmente, mentre quelle biologiche sui macroinvertebrati trimestrale. Per i prelievi dei campioni macrobentonici è stata seguita una particolare stagionalità: inverno (da gennaio a marzo), primavera (da aprile a giugno), estate (da luglio a settembre) e autunno (da ottobre a dicembre).

Comparti misurati

I monitoraggi sono stati eseguiti dal dipartimento del Verbano Cusio Ossola dell'Arpa Piemonte e sono stati svolti sui seguenti comparti:

- biologico/ecologico: macroinvertebrati
- qualità delle acque: variabili chimico-fisici (pH, Conducibilità, solidi sospesi, azoto ammoniacale, azoto nitrico, DO, BOD₅, COD e fosforo totale) e microbiologici (*Escherichia coli*).

Metodologia utilizzata, tipologie di indici considerati e risultati ottenuti

Per i due comparti in esame sono stati calcolati alcuni indici per valutare lo stato di qualità del tratto impattato dai rilasci di portata. Per ogni stazione sono stati ottenuti i valori medi annuali degli indici.

Comparto qualità delle acque

Attraverso la raccolta dei dati chimico-fisici e microbiologici sono stati determinati degli andamenti relativi ad alcuni parametri (azoto nitrico, azoto ammoniacale, fosforo totale ed *E. coli*) per definire l'indice LIM. Quest'ultimo ha riportato valori attribuibili a classi di qualità buone o in alcuni casi elevate per i tre siti. Soprattutto nella stazione di San Michele, le abbondanze dei nitrati e di *E. coli* sull'arco temporale hanno dimostrato una costante criticità dovuta alla presenza di reflui domestici e liquami di origine antropica o di deiezioni di animali in acque superficiali. Questa condizione è stata osservata nella stazione di ponte Bailey, ma in maniera più lieve.

I valori degli indici dei due comparti sono stati utilizzati per calcolare lo Stato Ecologico del Corso d'Acqua (S.E.C.A.) e conseguentemente lo Stato Ambientale del Corso d'Acqua (S.A.C.A.). Questi due indici sullo stato ecologico e ambientale hanno restituito classi di qualità buona o elevata sia per valori annuali sia per quelli biennali per tutte le stazioni di campionamento.

Comparto biologico-ecologico

Per monitorare il comparto biologico/ecologico sono state campionate solamente le comunità di macroinvertebrati bentonici ed è stato utilizzato l'indice IBE per determinare la classe di qualità (Ghetti, 1997 – APAT CNR-IRSA Met. 9010 del Manuale 29/2003). L'IBE ha riportato punteggi attribuibili alla classe elevata annualmente ed elevata o buona nei singoli periodi stagionali per tutti i siti di campionamento.

Efficacia, limiti e difficoltà riscontrate

Valutando i dati ottenuti a partire dal monitoraggio si sono riscontrate alcune complessità e problematiche per ogni comparto in indagine. Di seguito verranno presentate alcune riflessioni e difficoltà rilevate durante il monitoraggio.

Comparto qualità delle acque

L'indice LIM, insieme a S.E.C.A. e S.A.C.A., è sembrato efficace nel monitorare le variazioni di qualità ambientale, ma è apparso un fattore limitante per la presenza di scarichi organici piuttosto che per i quantitativi di rilascio. Ai fini del monitoraggio delle variazioni delle portate appare poco esplicativo, ciò nonostante, potrebbe essere utile per rilevamenti di altre pressioni esterne a quelle della modulazione di rilascio.

Comparto biologico-ecologico

L'indice IBE ha determinato sempre classi di qualità piuttosto alte, non descrivendo particolari impatti da parte delle comunità macrobentoniche. Ad oggi tale indice è stato sostituito nella normativa vigente con lo STAR_ICMi (v. monitoraggio Ticino e Varaita), quindi la sua applicabilità parrebbe utile solo per confronti con serie storiche.

Concludendo, il monitoraggio delle comunità macrobentoniche risulta indispensabile tramite l'utilizzo di indici più recenti, mentre l'indagine del comparto di qualità delle acque appare

utile in caso di sospetta presenza di impatti esterni (come lo scarico di reflui e presenza di materia organica).

1.4 Caso studio: fiume Dora Riparia (Pont Ventoux, Oulx)

Il fiume Dora Riparia ha origine dalla confluenza di due rami: la Dora di Cesana e la Dora di Bardonecchia, prosegue poi per pressoché l'intera lunghezza del suo corso in territorio montano italiano per confluire nel Po a Torino. L'impianto idroelettrico più importante sulla Dora Riparia è quello di Pont Ventoux-Susa, tra l'omonima località nel comune di Oulx e Susa. Questo impianto è ad acqua fluente con regolazione giornaliera, utilizzando le acque della Dora Riparia e parzialmente dell'affluente di sinistra Rio Clarea. L'opera di derivazione è costituita da una traversa di sbarramento, comprensiva di scala di risalita per l'ittiofauna, dall'opera di presa e da un canale moderatore in sponda sinistra ove sono presenti gli sghiaiatori ed i dissabbiatori.

Prima della sperimentazione, il rilascio del DMV dalla traversa ($1,56 \text{ m}^3/\text{s}$) veniva garantito attraverso la scala di risalita delle specie ittiche ($1-1,2 \text{ m}^3/\text{s}$) e integrato tramite la paratoia a settore in sinistra idrografica. A seguito di alcune criticità riconducibili alle difficoltà di regolazione e alle elevate sollecitazioni sulle tenute prodotte dalle basse aperture delle paratoie è stato conseguentemente ricercato un diverso assetto impiantistico. Per ovviare a questa decisione è stato proposto di sostituire l'aliquota rilasciata dalla paratoia in sinistra idrografica con il rilascio dal canale di scarico degli sghiaiatori e dei dissabbiatori, anch'esso in sinistra idrografica ma posto a 250 m più a valle. La proposta del committente IREN S.p.A. è stata oggetto di valutazione preliminare da parte della Commissione Tecnica prevista dalla vigente concessione, ed è stata richiesta la seguente sperimentazione per indagare il comportamento idromorfologico del tratto della Dora a valle della traversa nelle due configurazioni di rilascio: la configurazione pregressa (scala di risalita per l'ittiofauna e la paratoia) e quella oggetto di studio (scala di risalita per l'ittiofauna e i canali di scarico degli sghiaiatori e dei dissabbiatori).

Area e periodo di studio

L'area di studio era localizzata nel comune di Oulx, a valle dell'opera di presa e si estendeva per 500 m (Fig. 1.5). Partendo da monte il tratto monitorato appare nella prima parte monocursale con pendenza moderata e ampio alveo, a cui segue un restringimento verso valle dovuto sia alle condizioni morfologiche locali sia alla presenza dell'attraversamento di infrastrutture (ferrovia Torino-Bardonecchia, strada statale SS24 e autostrada A32).

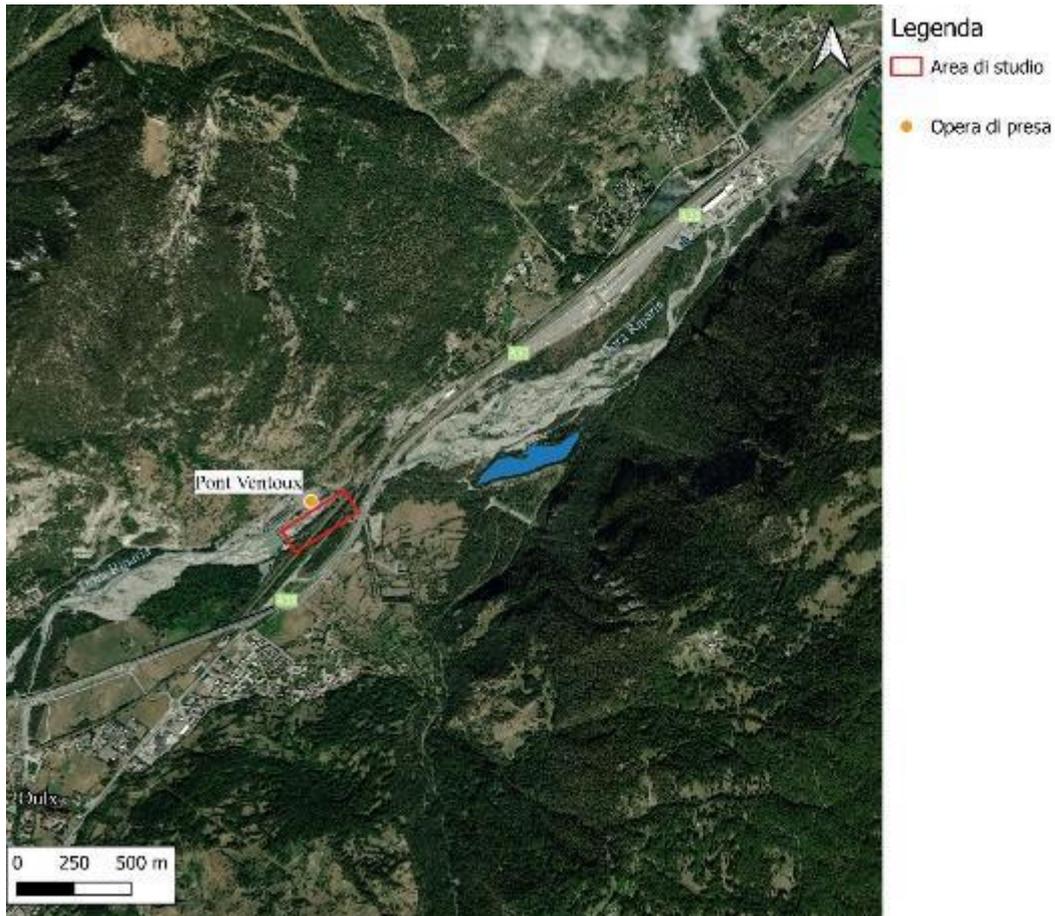


Figura 1.5. Carta tematica di inquadramento dei siti di campionamento della Dora Riparia.

I monitoraggi sono stati eseguiti a partire dal 2014 fino al 2017, cadenzati durante gli anni a seconda dei diversi comparti: 09/2014,11/2014, 01/2016 campionamenti geomorfologici e idrologici, 06/2015, 05/2016, 12/2016 e 05/2017 rilievi di portata. Le misurazioni delle portate sono state effettuate in corrispondenza del ponte della SS24 nel 2015, a livello dei due rami a valle della traversa (nella sezione a valle della loro confluenza e nella sezione terminale del tratto campionato) nel 05/2016, nelle due configurazioni di rilascio del DMV sperimentale durante 12/2016 e nel 2017 nelle sezioni significative con rilascio pari a quello precedente la sperimentazione.

Comparti misurati

La raccolta dati è stata eseguita con l'applicazione degli standard metodologici sperimentali dei parametri idraulico-strutturali in riferimento a quanto prescritto dal Disciplinare di Concessione (Art. 6 punto 2 e Art. 8 punto 1).

Il monitoraggio ha riguardato i seguenti comparti:

- geomorfologico: rilievi topografici, morfologici dei mesohabitat (riffles, pools, runs etc.)
- idrologico: misure delle velocità e delle altezze in corrispondenza delle sezioni (in totale 15) e misure di portate in differenti condizioni idrologiche e in differenti assetti di

rilascio.

Metodologia utilizzata, tipologie di indici considerati e risultati ottenuti

Tramite la raccolta dati è stata applicata la metodologia dei microhabitat che utilizza dati forniti da entrambi i comparti in analisi, ottenendo però un dato finale geomorfologico in funzione di modelli previsionali di portata.

Comparto idrologico-idraulico

I dati di portata istantanea fluente raccolti sono stati utilizzati al fine di determinare la quantità di habitat disponibile per la specie selezionata secondo la metodologia PHABSIM. I dati di portatadi dicembre 2014 sono stati utilizzati per la calibrazione del modello.

Comparto geomorfologico

Attraverso i campionamenti geomorfologici strutturali e idraulici sono stati raccolti dati che sono stati trasformati secondo la valenza biologica seguendo il metodo PHABSIM al fine di ottenere l'indice di Area Disponibile Ponderata (ADP). L'ADP costituisce l'area ottimale disponibile per la trota fario (specie scelta per questo monitoraggio). Per le simulazioni effettuate con il programma PHABSIM sono stati utilizzati i dati delle campagne di 12/2014. Attraverso il medesimo programma sono state simulate le condizioni corrispondenti a una serie di valori di portate per definire le curve ADP per giovani e adulti.

Le due modulazioni dei rilasci non hanno determinato a livello di disponibilità di habitat fluviale particolari riduzioni nei rami più idonei a ospitare l'ittiofauna. A seguito delle due differenti configurazioni di rilasci le portate sono risultate sostanzialmente analoghe con differenze contenute entro il 10%.

In conclusione, entrambi gli assetti sono risultati analoghi nell'idoneità del tratto fluviale a livello di disponibilità di habitat per l'ittiofauna.

Efficacia, limiti e difficoltà riscontrate

Da parte del consulente che ha effettuato il monitoraggio non sono state espresse particolari perplessità o difficoltà nell'utilizzo della metodologia. Di seguito verranno espresse alcune riflessioni secondarie su quanto svolto e alternative rispetto alla metodologia applicata.

Comparto idrologico-idraulico

Il periodo di indagine dei dati annuali di portata è risultato particolarmente breve, soprattutto per la taratura del modello idromorfologico. Si consiglia anche un monitoraggio più approfondito, considerando altre variabili idrologiche oltre alla sola portata, al fine di avere un quadro d'insieme il più completo possibile.

Per concludere si ritiene che il presente monitoraggio abbia tralasciato alcune variabili importanti nella valutazione delle variazioni di portata, come ad esempio il trasporto di sedimenti, il quale è da considerarsi nel caso di differenti configurazioni di rilascio.

Comparto geomorfologico

La scelta della valutazione della disponibilità di habitat al variare della portata e dell'impatto che la stessa ha su determinate specie ittiche reofile risulta vincente; tuttavia, ad oggi esistono metodi più aggiornati come il metodo MesoHABSIM a livello di mesohabitat. Quest'ultimo appare valido soprattutto per le sue possibili applicazioni anche su altri comparti biotici (come i macroinvertebrati bentonici) e per la possibilità previsionale su scala temporale.

1.5 Caso studio: torrente Gesso (dighe di Piastra e Chiotas)

Il torrente Gesso è il principale tributario di destra del fiume Stura di Demonte e il bacino presenta una configurazione a ventaglio. Il suo corso poco a monte di Valdieri si sdoppia in due rami principali: quello di destra Gesso della Valletta e quello di sinistra Gesso di Entracque o della Barra. Su questi due rami sono presenti l'opera di presa di S. Anna di Valdieri sul Gesso della Valletta, e la diga della Piastra sul Gesso di Entracque.

Il tratto oggetto della sperimentazione ricade all'interno del Sito di Interesse Comunitario nonché ZPS IT1160056 Alpi Marittime.

A seguito del Programma di rilascio del DMV approvato con Determina n. 2220 del 22/07/2013 e dell'istituzione da parte della Provincia di Cuneo di un Comitato Tecnico di Valutazione di cui alla D.G.R. 80-1651 del 2011, si era avviato un confronto sugli esiti dei monitoraggi condotti tra il 2013 e 2015 da parte di ENEL Unità di Business Hydro Piemonte e comprendenti monitoraggi della fauna ittica, macroinvertebrati bentonici, diatomee, parametri chimici e di portata. Dal momento che erano emerse criticità a carico di alcune specie ittiche presenti nell'allegato II della Direttiva Habitat (quali Scazzone e Trota marmorata) e la mancata attuazione di rilievi idromorfologici, venne presa la decisione di riconsiderare i regimi e i periodi di rilascio di DMV sulla base di una modellizzazione bidimensionale ecologico-idraulica degli habitat delle due specie ittiche nel tratto in esame ricadente all'interno della ZSC nonché ZPS IT1160056 Alpi Marittime e di una definizione delle curve di preferenza da impiegarsi come riferimento.

A valle della presa di S. Anna il programma annuale dei rilasci di portata minima prevedeva la seguente regolazione: pari a 297 l/s per un periodo di 45 giorni (12,3% su base annua); per 121 giorni (33,2% su base annua) portata pari a 493 l/s, per 76 giorni (29,3% su base annua) pari a 543 l/s, per 107 giorni (29,3% su base annua) pari a 664 l/s e per 16 giorni (4,4% su base annua) pari a 747 l/s.

Area e periodo di studio

L'indagine conoscitiva sull'habitat fluviale riguardava il Torrente Gesso all'interno del SIC, sul ramo del Gesso della Valletta, nel segmento compreso tra la presa Enel di S. Anna e la successiva presa ad uso irriguo di Baus. L'area di studio si trova a valle della diga della Piastra. L'indagine di modellizzazione è stata svolta su due tratti (definiti Tratto 1 GSV-M01 e Tratto 2

GSV-02). L'individuazione dei tratti di studio venne effettuata da Arpa con tecnici incaricati a ENEL (soc. GRAIA s.r.l.) sulla base delle preferenze di habitat delle due specie target (Fig. 1.6).

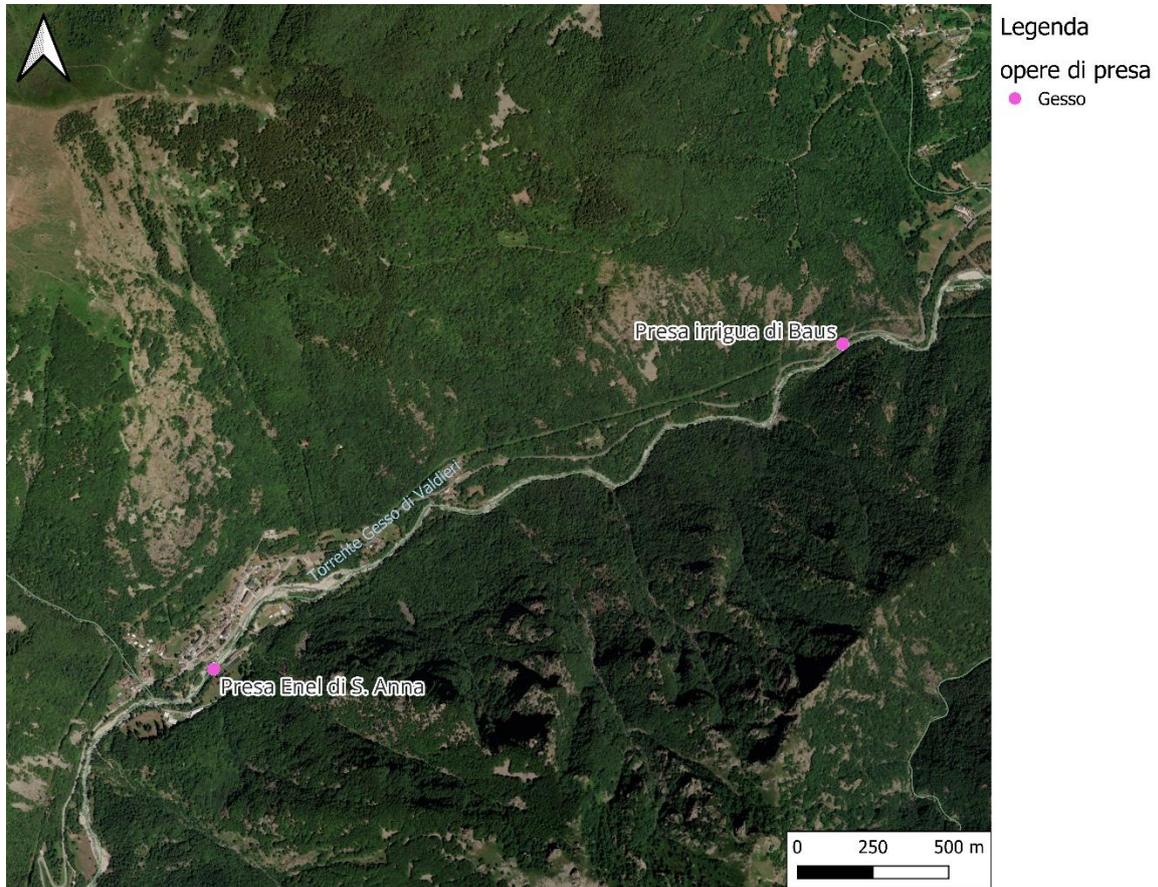


Figura 1.6. Carta tematica di inquadramento dei siti di campionamento del torrente Gesso.

Il rilevamento dei dati per l'applicazione del modello bidimensionale è stato eseguito a partire dal 2013 fino al 2016.

Comparti misurati

La raccolta dati è stata eseguita con l'applicazione degli standard metodologici sperimentali dei parametri idraulico-strutturali in riferimento a quanto prescritto dal Disciplinare di Concessione (Art. 6 punto 2 e Art. 8 punto 1).

Il monitoraggio ha riguardato i seguenti comparti:

- idrologico: misure delle portate per applicare il modello bidimensionali
- geomorfologico: rilievi topografici, morfologici e identificazione degli habitat (riffle, glide, pool etc.).

Metodologia utilizzata, tipologie di indici considerati e risultati ottenuti

A seguito della raccolta dati idrologica e geomorfologica è stata utilizzata la metodologia dei microhabitat, ottenendo però un dato finale geomorfologico di curve di habitat preferenziali per le specie prescelte in funzione di modelli previsionali di portata.

Comparto idrologico-idraulico

I dati di portata istantanea fluente raccolti sono stati utilizzati al fine di determinare la quantità di habitat idoneo disponibile per le specie selezionate secondo la metodologia PHABSIM. Per la calibrazione del modello bidimensionale sono state realizzate misurazioni idrauliche per due differenti portate rispettivamente pari a $Q1 = 264 \text{ l/s}$ e $Q2 = 821 \text{ l/s}$.

Nel tratto 1 indagato è stata evidenziata la presenza di un flesso nel grafico della larghezza media che aumenta in funzione della portata (soprattutto tra 214 l/s e 500 l/s). Arpa ritiene che tale fatto debba essere tenuto in considerazione per non consentire un DMV inferiore a 493 l/s nei mesi più critici, in quanto la perdita di habitat fluviale sarebbe troppo penalizzante. Allo stesso modo nel tratto 2 viene rimarcata la presenza di un flesso non solo nella curva di larghezza media dell'alveo ma anche della curva di profondità per valori pari a 700 l/s , facendo diminuire anche in questo caso soprattutto la disponibilità di glide (habitat idonei per la Trota marmorata).

Comparto geomorfologico

Attraverso i campionamenti geomorfologici strutturali e idraulici sono stati raccolti dati che sono stati trasformati secondo la valenza biologica seguendo il metodo PHABSIM al fine di ottenere l'indice di Area Disponibile Ponderata (ADP). Per il presente caso studio sono state definite le curve di preferenza per la Trota marmorata e lo Scazzone, impiegati come specie di riferimento per la modellizzazione ecologica. Per la Trota marmorata la curva di preferenza è stata definita attraverso precedenti studi del Parco Alpi Marittime sul Torrente Gesso nell'ambito del progetto "Ecoconnect – La Connettività Ecologica dell'Ecosistema Fluviale del Torrente Gesso".

Il tratto 2 ha riportato un'idoneità "media" per lo stadio giovanile della Trota marmorata, a differenza del tratto a monte dove la Trota marmorata adulta appare penalizzata dalle basse portate, al contempo viene riportato un picco di idoneità tra $2,5\text{-}3 \text{ m}^3/\text{s}$ per qualche habitat limitato. Quindi per mantenere un buono stato di conservazione della popolazione di Trota il DMV dovrebbe attestarsi attorno agli $800\text{-}1000 \text{ l/s}$. Per lo scazzone, invece, entrambi i tratti hanno presentato buona idoneità, con differenze tra i due (il tratto 1 ha riportato valori di idoneità maggiori).

A fronte degli esiti dello studio si ritiene che i valori di rilascio ottimali debbano essere compresi tra 800 l/s e 1200 l/s al fine di garantire la presenza di popolazioni stabili e riproduttive delle due specie considerate (in particolare lo Scazzone). Secondo l'analisi svolta da Arpa le portate di rilascio pari a 500 l/s risultano troppo penalizzanti per l'ecosistema acquatico, mentre valori al di sotto di 700 l/s provocano una riduzione della disponibilità di habitat, esponendo le popolazioni ittiche nel periodo di magra a pressioni predatorie e al riscaldamento delle acque. Sulla base delle relazioni del comitato tecnico di valutazione si è reso necessario procedere a una modificazione di attuazione del programma dei rilasci e dell'aggiornamento del Disciplinare di autorizzazione provvisoria al prelievo costituente. L'Autorità Concedente si è riservata la facoltà di imporre ulteriori restrizioni ed obblighi di rilascio in relazione agli obiettivi di qualità ambientale e funzionale dei corpi idrici individuati

dal Piano di Tutela delle Acque della Regione Piemonte e dal Piano di Gestione del Distretto Idrografico del Fiume Po dell'Autorità di Bacino del Fiume Po.

Efficacia, limiti e difficoltà riscontrate

Da parte del consulente che ha effettuato il monitoraggio non sono state espresse particolari perplessità o difficoltà nell'utilizzo della metodologia. Tuttavia, Arpa ha espresso alcune considerazioni sui valori di rilascio, ritenendo a posteriori che la metodologia utilizzata risponda bene alle alterazioni dei regimi di rilascio. Di seguito verranno espresse alcune riflessioni secondarie su quanto svolto e delle alternative rispetto alla metodologia applicata.

Comparto idrologico-idraulico

Non vengono espresse particolari osservazioni sulla finestra temporale dei dati di portata utilizzati per la taratura del modello idromorfologico. Il presente monitoraggio a fronte delle dinamiche di indagine espresse in precedenza ha preso in considerazione solamente i valori di portata, tralasciando alcune variabili importanti, come ad esempio il trasporto di sedimenti, il quale è da considerarsi nel caso di differenti configurazioni di rilascio.

Comparto geomorfologico

La scelta della valutazione della disponibilità di habitat al variare della portata e dell'impatto che la stessa ha su determinate specie ittiche reofile risulta vincente; tuttavia, ad oggi esistono metodi più aggiornati come il metodo MesoHABSIM a livello di mesohabitat. Quest'ultimo appare valido soprattutto per le sue possibili applicazioni anche su altri comparti biotici (come i macroinvertebrati bentonici) e per la possibilità previsionale su scala temporale. Si ritiene importante anche riportare il parere di Arpa che ritiene che la metodologia PHABSIM ad oggi risulta ancora valida e applicabile in determinati contesti di studio.

1.6 Caso studio: torrente Cairasca

Il torrente Cairasca scorre nell'omonima Val Cairasca ed è tributario in sinistra orografica del torrente Diveria. Esso ha origine dalle Alpi Lepontine e si trova nella Provincia del Verbano-Cusio-Ossola. La sperimentazione riguarda anche il Rio Bondolero che fa parte del bacino del torrente Devero e vi confluisce nei pressi della frazione Goglio di Baceno.

Area e periodo di studio

La sperimentazione dei rilasci di DMV è stata svolta a valle delle prese relative all'impianto

Goglio-Agaro e da quelle sottese dagli impianti potenziati per effetto della attivazione della variante alla concessione di grande derivazione ad uso energetico dell’impianto Goglio-Agaro, mediante derivazione dal torrente Cairasca e dal rio Bondolero, con successivo accumulo nel serbatoio di Agarò, nei Comuni di Premia, Crodo, Baceno, Varzo e Trasquera, di proprietà di Enel Produzione S.p.A relativamente alle proposte di rilascio definitivo per le prese connesse. Pur interessando vari corsi d’acqua delle valli Formazza, Antigorio e Divedro (porzione settentrionale della Val d’Ossola) si è concentrata su un piano di monitoraggio al fine di valutare gli effetti prodotti entro i confini della ZSC IT1140016 “Alpi, Veglia e Devero” dalla derivazione delle acque del Torrente Cairasca e del Rio Bondolero.

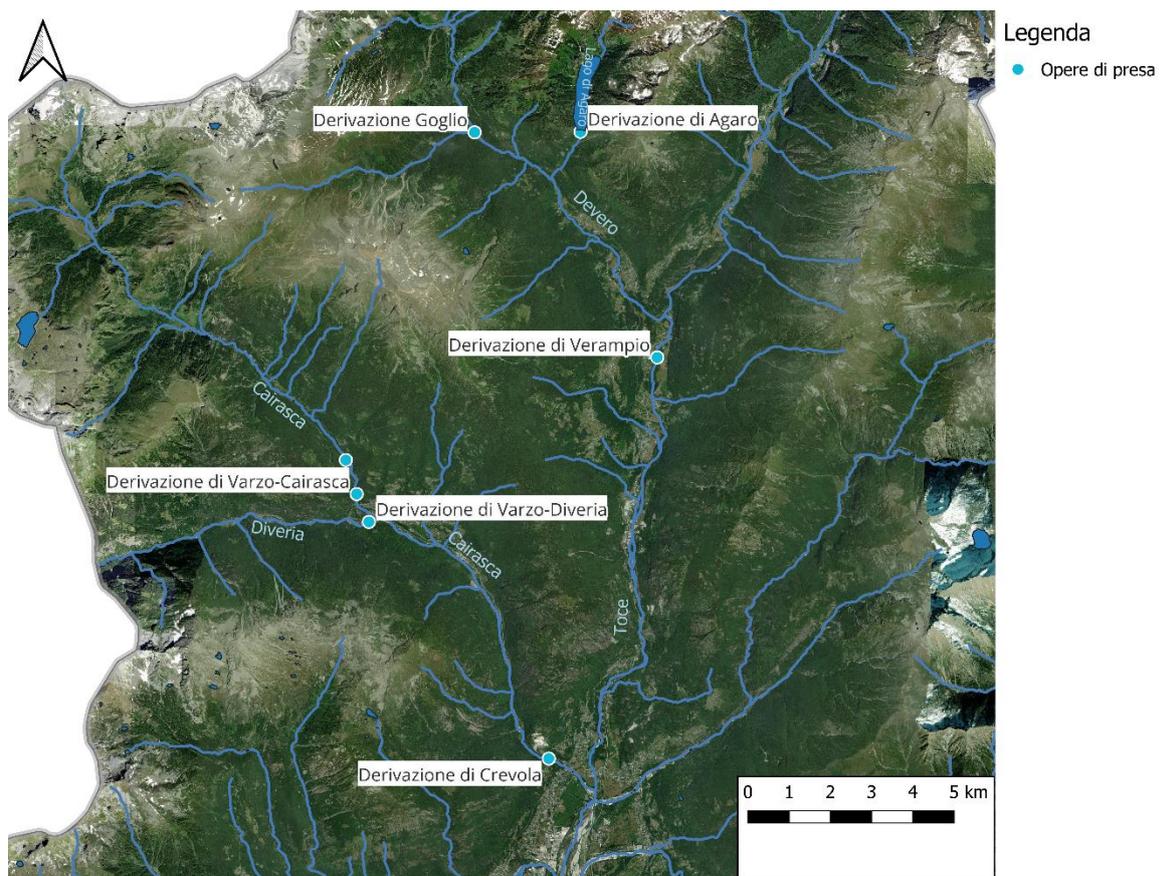


Figura 1.7. Carta tematica di inquadramento dei siti di campionamento del torrente Cairasca.

Tale piano di monitoraggio ha visto impegnati diversi tecnici di ARPA Piemonte per circa 8 anni (dal 2009 al 2016). Il piano di campionamento ha previsto un campionamento prima dell’avvio della sperimentazione nel 2009 e due campagne a distanza di 8 anni dal rilievo precedente nel 2015 e nel 2016. In particolare, nel periodo di 8 anni di durata della sperimentazione hanno convenuto di regolare il DMV di base da rilasciare dalle prese, nel rispetto della portata di deflusso individuata secondo le indicazioni fornite dal Piano di Tutela delle Acque della Regione Piemonte e dal D.P.G.R. n. 8/R del 17/07/2007 – Regolamento regionale recante “Disposizioni per la prima attuazione delle norme in materia di deflusso minimo vitale (Legge regionale 29 dicembre 2000, n. 61)”. Ai fini della sperimentazione sono stati definiti dei diversi livelli di rilascio, e precisamente:

- valori di rilascio compresi tra il 100% e il 170% del DMV di base, oltre alla modulazione su base mensile, per la nuova presa sul Cairasca, ricadente nel Parco Veglia Devero e situata all'interno di un sito di interesse comunitario (SIC IT1140016 Alpi Veglia e Devero);
- valori di rilascio compresi tra il 50% e il 130% del DMV di base, per le prese esistenti sui corsi d'acqua definiti dal PTA di interesse ambientale o inserite all'interno di siti di interesse comunitario (Avino, Bondolero, Sangiatto, Devero);
- valori di rilascio compresi tra il 50% e il 100% del DMV di base, per le restanti prese esistenti, ricadenti nell'area interessata dalla sperimentazione.

Le attività di campionamento sono state svolte secondo quanto segue:

- rilevamento idromorfologico e dell'habitat fluviale nella Piana di Nembro con un rilievo di verifica previsto per l'ultimo anno di monitoraggio nel mese di novembre 2016;
- campionamento e analisi, una volta l'anno, della componente diatomica nelle stazioni di monitoraggio localizzate sul Torrente Cairasca e sul Torrente Devero;
- studio della comunità di macroinvertebrati di fondo su tutte le stazioni dei Torrenti Cairasca, Devero, Diveria e Rio d'Avino, con campionamenti effettuati due volte l'anno, uno in periodo di morbida e uno di magra;
- studio delle comunità ittiche su tutte le stazioni dei T. Cairasca, Devero e Diveria una volta l'anno in periodo di magra. Nell'area di studio intensivo della piana di Nembro sono state effettuate indagini ogni anno anche in morbida. Nell'estate 2015 non sono state effettuate tutte le attività di elettropesca previste a causa della mancanza di operatori abilitati ad accedere in sicurezza in alveo. Si è quindi svolta una sola campagna/anno per tutte le stazioni dei Torrenti Cairasca, Devero e Diveria, nel periodo autunnale;
- studio delle portate a livello delle stazioni di campionamento biologico con rilievi autunnali nel solo mese di ottobre;
- rilevamento della soggiacenza della falda a Piana di Nembro attraverso il piezometro realizzato nell'anno 2010 con 3 campagne di indagine mensili dal mese di agosto a quello di novembre;
- studio della vegetazione ripariale ed in particolare della formazione ad aneto ripario, formazione di particolare interesse naturalistico, appartenente ad un habitat prioritario individuato dalla DIR 92/43/CEE con un rilievo nel mese di luglio di verifica previsto per l'ultimo anno di monitoraggio.

Comparti misurati

La raccolta dati è stata eseguita con l'applicazione degli standard metodologici sperimentali dei parametri idraulico-strutturali, biologici e morfologici.

Il monitoraggio ha riguardato i seguenti comparti:

- idrologico: misure delle portate e soggiacenza della falda
- geomorfologico: rilievi topografici e morfologici
- biologico: campionamenti di macroinvertebrati, diatomee, fauna ittica e vegetazione ripariale.

Metodologia utilizzata, tipologie di indici considerati e risultati ottenuti

A seguito della raccolta dati idrologica e geomorfologica è stata utilizzata la metodologia dei microhabitat, ottenendo però un dato finale geomorfologico di curve di habitat preferenziali per le specie prescelte in funzione di modelli previsionali di portata.

Comparto idrologico-idraulico

Per la sperimentazione sono stati analizzati i valori di portata come già visto in precedenza. Tuttavia, tali misure di portata non sono state effettuate in modo continuativo necessario per un monitoraggio idrologico: si evidenzia che le attività sono state condotte principalmente con lo scopo di supportare il campionamento biologico sia in termini operativi sia in termini di interpretazione dei risultati.

Sono state effettuate anche misure della soggiacenza della falda a Piana di Nembro attraverso un piezometro realizzato nell'anno 2010 con 3 campagne di indagine mensili ogni anno, dal mese di agosto a quello di novembre, al fine di fornire un'indicazione circa il legame tra il livello freatico e il rilascio del DMV dell'impianto idroelettrico ENEL sul Cairasca. Tali campagne sono state analizzate anche dal punto di vista idrometeorologico per escludere variazioni dovute al regime delle precipitazioni nevose e delle precipitazioni cumulate. Particolarmente interessante a questo proposito, è risultato che nel 2012 la presa sul torrente Cairasca non era attiva con il conseguente rilascio dell'intera portata naturale. In queste condizioni di portata naturale, si è potuto appurare che il bosco alluvionale poteva contare su una disponibilità maggiore di circa 20 cm di falda idrica.

Comparto geomorfologico

Per l'indagine e caratterizzazione geomorfologica è stato utilizzato il metodo CARAVAGGIO, il quale richiede un importante sforzo di rilievo in campo. A fronte dei dati raccolti si è evidenziato come non siano registrati particolari cambiamenti nel corso del monitoraggio, come testimoniato: gli indici di diversificazione e qualità degli habitat fluviali, così come quelli di alterazione morfologica e del grado di lenticità/loticità del corso d'acqua sono apparsi decisamente simili e quasi sovrapponibili tra il 2009 e il 2016. La qualità idromorfologica è sembrata buona come diversificazione e come grado di modifica nella sezione a monte, mentre nel tratto a valle se la diversificazione degli habitat è buona, la qualità legata all'alterazione è risultata moderata.

Comparto biologico

Il campionamento di macroinvertebrati e diatomee è stato svolto secondo la metodologia precedentemente citata, volta a valutare la qualità del corpo idrico. L'indice STAR_ICMi,

calcolato a seguito dei monitoraggi delle comunità di macroinvertebrati, mostra delle oscillazioni dei valori per le stazioni sottese a rilasci idrici: man mano che si procede da monte verso valle vengono ripotate tendenze altalenanti tra perdite di qualità e successivi recuperi delle condizioni di qualità delle stazioni poste a quote più elevate. Si è evidenziato in generale che per entrambi gli ambiti di sperimentazione, ovvero il bacino del Cairasca e il bacino del Devero, il rispetto dell'obiettivo previsto dalla DQA è stato raggiunto con stato di qualità delle acque a livello Buono e in molti casi il raggiungimento di uno stato di qualità di pregio sino all'Elevato. Per le diatomee è stato applicato l'indice EPI-D nelle quattro stazioni indagate e la qualità è risultata elevata e relativamente stabile (con leggere oscillazioni) nell'arco di tempo considerato. Dal 2009 al 2012 le abbondanze della specie di diatomea invasiva *D. geminata* (indicatrice dell'impatto fisico) erano aumentate nella stazione valliva del Devero e per tale ragione è stato calcolato l'indice DIPI. In generale riassumendo i risultati ottenuti non sembrano esserci stati risultati particolarmente allarmanti durante l'evoluzione della sperimentazione e non sono stati rintracciati tendenze univoche nei valori nelle singole stazioni. Si noti, però, come solamente l'anno 2013 ha riportato il valore più alto di DIPI nella stazione a monte del Devero e contemporaneamente il valore più basso di tutto il periodo di studio nella stazione valliva del Devero: quanto riportato si potrebbe spiegare con i maggiori rilasci nel Devero del 2013 che hanno determinato valori ridotti dell'indici di impatto fisico a valle.

I campionamenti di fauna ittica sono stati svolti negli otto anni di campionamento e hanno mostrato un'ampia variabilità nei risultati, con oscillazioni anche importanti tra un'indagine e la successiva, riconducibili in parte alle immissioni. Tramite il monitoraggio si ha avuto la conferma che il torrente Cairasca sostiene la riproduzione naturale della popolazione di trota fario e che le condizioni delle popolazioni di salmonidi sono migliorate rispetto al passato. I due siti a monte e a valle del ponte Campo hanno guadagnato una classe di qualità nel 2016 rispetto agli anni precedenti, allo stesso modo il torrente Diveria ha riportato un incremento nel valore dell'indice durante il biennio 2015-2016. Il bacino del torrente Devero ha presentato condizioni migliori rispetto al bacino Cairasca-Diveria grazie alla presenza della specie indigena scazzone e alla buona struttura delle popolazioni di salmonidi.

Di importante interesse è risultata l'applicazione dei rilievi vegetazionali dove l'elemento ecologico su cui ha operato la struttura SS22.04 (al tempo denominata "Ambiente e Natura") è quello della vegetazione ripariale in cui si è messo a punto un approccio innovativo.

L'analisi a lungo termine degli effetti della sottrazione di acqua sulla componente vegetazionale ripariale ha comportato il monitoraggio di una porzione dell'habitat prioritario "91E0*-Foreste alluvionali di *Alnus glutinosa* e *Fraxinus excelsior*" presente nella Piana di Nembro in destra idrografica del Torrente Cairasca in frazione San Domenico del comune di Trasquera, volto a verificare variazioni significative della composizione specifica della vegetazione, l'eventuale insorgenza di tendenze involutive nella vegetazione igrofila ed in questo caso analizzarne il rapporto con la riduzione di portata generata dall'esercizio dell'impianto idroelettrico.

Per quanto riguarda il metodo innovativo messo a punto da Arpa per la sperimentazione a scopo idroelettrico esso è basato su rilievi fitosociologici su quadrati permanenti di 10 x 10 m in tipi forestali differenziati per diverse micromorfologie di depressione con attribuzione delle percentuali di copertura alla composizione di specie. Ai dati floristici sono stati quindi applicati gli indici F di Umidità edafica del popolamento, definite dal sistema di classificazione

ecologica di Landolt (Landolt, 1977):

- 1) Suoli molto secchi
- 2) Suoli secchi
- 3) Suoli da moderatamente secchi a umidi
- 4) Suoli umidi
- 5) Suoli intrisi d'acqua o sommersi.

Con la somma dei valori ponderali del rilievo si ottiene un indice complessivo di Umidità edafica del popolamento che può essere confrontato al termine di ogni stagione vegetativa analizzandone la varianza.

Nel complesso la comunità indagata negli 8 anni non è sostanzialmente variata nella sua composizione e nell'indice F rispetto a quanto rilevato nel 2009, ma sono comparsi alcuni segni che evidenziano un maggior contributo di specie ruderali ed eutrofiche che dominano in parcelle di bosco adiacenti degradate. Nel caso in esame, tipico di situazioni alpine, agivano però anche contributi di falde dal versante e l'azione di pascolo in bosco non prevista inizialmente. Si riporta in allegato il contributo di SS.22.04 nell'ultimo anno di indagine e che contiene gli esiti poi riportati nella relazione generale finale di Arpa.

In conclusione, generalizzando non si sono osservate consistenti modificazioni tra l'inizio e la fine del monitoraggio. Si è osservato nel tratto di chilometro indagato che prevale la diversificazione e la qualità degli habitat fluviali rispetto all'alterazione morfologica con maggiore evidenza a monte piuttosto che a valle. La qualità idromorfologica è buona come diversificazione e come grado di modificazione nella parte a monte, mentre nel tratto a valle se la diversificazione degli habitat è buona, la qualità legata all'alterazione risulta moderata.

Efficacia, limiti e difficoltà riscontrate

Da parte del consulente che ha effettuato il monitoraggio non sono state espresse particolari perplessità o difficoltà nell'utilizzo delle metodologie utilizzate. Di seguito verranno espresse alcune riflessioni secondarie su quanto svolto e alternative rispetto alla metodologia applicata.

Comparto idrologico-idraulico

Si ritiene interessante la valutazione della relazione tra le portate e i valori rilevati della falda tramite l'indagine piezometrica. Inoltre, per quanto concerne le misurazioni delle portate si ritiene opportuno l'installazione di dispositivi di misura e registrazione in continuo delle portate rilasciate per la verifica dei valori di DMV delle diverse opere di presa.

Comparto geomorfologico

L'applicazione del metodo CARAVAGGIO risulta essere troppo laboriosa allo stato attuale, soggettiva e di difficile applicazione soprattutto in caso di corsi d'acqua di grandi dimensioni e non guadabili.

Comparto biologico

Non viene qui ripetuto quanto già precedentemente detto sull'applicazione delle metodiche standardizzate utilizzate per le diatomee e macroinvertebrati.

Come già affermato in precedenza in altre sperimentazioni passate l'indice ISECI applicato alle comunità ittiche soffre di debolezze intrinseche legate alla costruzione dell'indice, riconosciute anche in questa sede dagli stessi tecnici Arpa Piemonte e dalla comunità scientifica nazionale.

Si ritiene replicabile in altri contesi la metodologia di rilievo e valutazione sulla vegetazione riparia. Inoltre, tale monitoraggio della vegetazione potrà avere per oggetto formazioni boschive ripariali e vegetazione acquatica flottante di bracci secondari e risorgive nella zona golenale. Poiché il tempo di risposta delle comunità arboree è normalmente superiore a quello a disposizione della sperimentazione (3 anni), la ricerca del sito di campionamento dovrà avere specifici requisiti che avranno come criterio guida la possibilità di evidenziare variazioni specifiche della comunità della vegetazione erbacea in funzione nel grado di umidità del sottobosco. A tale scopo la formazione boschiva selezionata dovrà essere adiacente al corso d'acqua, non eccessivamente sopraelevata rispetto al livello medio del tirante idraulico del fiume, preferibilmente con presenza di forme di attività fluviale attivabili in modo da rilevare almeno due condizioni a quota differente con diversa soggiacenza della falda di subalveo. Per quanto riguarda l'analisi di una risorgiva o della comunità di macrofite flottanti in un braccio secondario, qualora l'area ricada in Rete Natura 2000, il riferimento dovrà essere oltre alle metodiche ufficiali per i campionamenti della Direttiva Acque, il metodo cartografico individuato per il monitoraggio dell'habitat cod.3260 di Natura 2000 "Fossi e canali a lento corso con vegetazione acquatica" dalle Linee Guida ISPRA per il monitoraggio degli Habitat."

2. Esperienze di ricerca nella letteratura scientifica

In questo paragrafo verranno presentati alcuni lavori scientifici inerenti all'impatto della modulazione delle portate sugli ecosistemi fluviali, alla difficoltà nella definizione degli scenari di rilascio, nella risposta degli indici alle variazioni delle portate e alcune linee guida per piani di monitoraggio applicate in altre regioni del nord Italia.

Questo capitolo aiuterà il lettore a trovare spiegazioni a supporto alle indicazioni fornite per il monitoraggio dei vari comparti durante la sperimentazione presentate nella Parte III.

Titolo: *Towards ecological flows: Status of the benthic macroinvertebrate community during summer low-flow periods in a regulated lowland river*

Autore: Quadroni S., *et al.*

Rivista: *Journal of limnology*, 81 (s2), DOI 10.4081/jlimnol.2022.2139

Studio condotto sulle comunità di macroinvertebrati a valle della diga di Panperduto sul fiume Ticino. Il sito di campionamento è risultato caratterizzato da una forte alterazione idrologica, situato immediatamente a valle della diga. L'indagine è stata portata avanti nelle estati dal 2019 al 2022, da due a sei volte all'anno (adottando un intervallo di tempo di circa due settimane tra due date di campionamento consecutive). L'obiettivo dello studio era svolgere un'analisi sull'evoluzione temporale della comunità di macroinvertebrati bentonici nel fiume Ticino per chiarire gli effetti ecologici delle basse portate estive e valutazione delle attuali portate minime nella prospettiva di soddisfare gli standard GES (*good ecological status*).

Tra i vari anni con portate differenti (anno estremamente secco 2022, compreso) la composizione della comunità di macroinvertebrati è variata solo leggermente, con una riduzione degli efemerotteri e un aumento dei molluschi a causa dell'inquinamento e dello stress termico. Si è notata una diminuzione della qualità in estate durante il periodo delle portate minime e si crede necessaria una modulazione delle portate più conservativa. La perdita di alveo umido, dovuta alla diminuzione del deflusso, riduce lo spazio vitale degli organismi e ne aumenta la densità, mentre l'abbassamento della diversità degli habitat diminuisce le fonti di cibo e di rifugio, con conseguente aumento della predazione e della competizione, favorendo conseguentemente le specie generaliste. L'efficacia dell'indice STAR_ICMi è stata messa in discussione ed è stato utilizzato l'indice Flow-T (Laini *et al.*, 2022), come richiesto dal documento guida della WFD (WFD CIS, 2015). Flow-T è un indice basato sui tratti dei macroinvertebrati che possono indicare l'effetto della variazione del flusso, ed ha riportato risposte coerenti in diverse regioni geografiche in Europa (Laini *et al.*, 2022). Tale indice è calcolato considerando le velocità di flusso più elevate che determinano in genere comunità caratterizzate da punteggi più alti di questo indice, essendo 0 il valore minimo e 1 il valore massimo. La composizione delle comunità di macroinvertebrati è risultata quasi invariata negli anni, mostrando una sostanziale resistenza e resilienza ai cambiamenti idrologici. Lo stato ecologico, definito dallo STAR_ICMi, è risultato buono o prevalentemente buono dal 2019 al 2021, mentre è stato prevalentemente al di sotto dello standard GES nel 2022.

Titolo: Criticità nella determinazione del Deflusso Ecologico in Italia mediante gli invertebrati bentonici

Autore: Spitale C. e Bruno M. C.

Rivista: *Biologia Ambientale*, 32: 67-73 (2018), DOI 10.30463/ao181.007

L'articolo consiste in una review sulla valutazione dell'applicabilità del Deflusso Ecologico all'interno dei corsi d'acqua alpini italiani e sulla verifica dell'efficacia delle metodiche tramite il campionamento di comunità di macroinvertebrati in due torrenti afferenti al bacino dell'Adige, l'Arnò e il Fersina.

Nel Decreto n. 30/STA del 13.02.2017 sono definite le Linee Guida per l'aggiornamento dei metodi di determinazione del DMV e DE. Il DE è definito come il regime idrologico coerente con il raggiungimento degli obiettivi ambientali fissati dalla DQA e delle Direttive Uccelli (Direttiva n. 79/409/CEE) e Habitat (Direttiva n. 92/43/CEE) per i corpi idrici superficiali naturali. Con il Decreto n. 30/STA del 13.02.2017 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (DD STA MATTM 30/2017), sono state approvate per l'Italia le Linee Guida per l'aggiornamento dei metodi di determinazione del DMV. Nell'allegato A di tale decreto vengono fornite le definizioni di DMV e DE sostanzialmente coincidenti e volutamente coerenti con la necessità di considerare gli effetti dei deflussi sui comparti di qualità biologica. I metodi di calcolo per l'aggiornamento del DMV/DE indicati nell'allegato A del Decreto sono riconducibili a tre categorie principali: metodi idrologici (basati sul concetto di deflusso naturale), metodi idraulico/habitat (Indice di integrità dell'Habitat fluviale, basato sul modello MesoHABSIM) e metodi su base biologica (Allegato A, Appendice 3, Metodo eco-biologico basato sugli invertebrati bentonici, in diretta connessione con la classificazione dello Stato Ecologico). Il DMV/DE è valutato in funzione degli aspetti di qualità dell'habitat basato sulla risposta attesa tra l'indice STAR_ICMi e il carattere lenticolo-tico del corpo idrico (Lentic-lotic River Descriptor, LRD: Buffagni, 2004), e tra LRD e portata, che permetterebbero di ricavare la relazione tra STAR_ICMi e portata. L'LRD è basato sull'applicazione del metodo CARAVAGGIO (Buffagni *et al.*, 2013), protocollo di raccolta dati per il rilevamento delle caratteristiche idromorfologiche degli habitat fluviali. Vi sono due indici che dovrebbero rispondere bene al carattere lenticolo-tico da utilizzare in parallelo alle consuete analisi per la classificazione dello stato ecologico:

- 1) nOCH (numero famiglie Odonata, Coleoptera, Hemiptera) / nFAM;
- 2) AB/BaSi (Acentrella+Baetis) / (Baetidae+Siphonuridae).

Lo STAR_ICMi viene stimato a partire dal carattere lenticolo-tico (LRD) tramite modelli appositamente costruiti o già esistenti, definiti per tipologie fluviali; i valori di LRD attesi in funzione delle variazioni di portata vengono ricostruiti sulla base di appositi modelli (definiti per macrotipo fluviale o per tipi raggruppati) che mettono in relazione la portata (Q) con l'LRD. Viene inoltre applicata una correzione dell'indice STAR_ICMi in funzione della riduzione dell'alveo bagnato, detto coefficiente rA. Sussistono alcune problematiche associate a tale indice applicato ai macroinvertebrati secondo gli autori e di seguito vengono riportate:

- il descrittore LRD è un indicatore eterogeneo con alcune metriche aventi variabili categoriche ordinali, altre nominali, altre numeriche discrete. A prescindere dalla tipologia, queste vengono tutte trasformate in variabili categoriche ordinali attribuendo loro un punteggio. Inoltre, l'LRD, il quale dovrebbe indicare le variazioni di portata, è composto da metriche che non hanno una relazione diretta con la portata stessa.
- L'inclusione di questi fattori che non variano direttamente con la portata rende ancora

più difficoltosa l'interpretazione della relazione tra LRD e portata, e tra LRD e STAR_ICMi. Lo STAR_ICMi non risponde coerentemente alle variazioni di portata in ambienti privi di inquinamento organico (Quadroni *et al.*, 2017; Salmaso *et al.*, 2018). Si consiglia di effettuare delle misure ripetute di portata in concomitanza con misure di campo che effettivamente e direttamente variano con essa, quali la profondità, la larghezza dell'alveo bagnato, la velocità di corrente, e le unità idromorfologiche così come definite nel manuale ISPRA 132/2016 (Rinaldi *et al.*, 2016).

- La correzione dell'indice STAR_ICMi applicata in funzione della diminuzione percentuale della larghezza media dell'alveo bagnato (che presenta a sua volta delle problematiche), non considera le variazioni di abbondanza di organismi. Nello specifico alcune sottometriche risultano poco funzionali allo scopo: nOCH in torrenti alpini, non è idoneo a rappresentare un aumento della lenticità; l'indice AB/BaSi presenta problemi nell'applicazione in quanto il riconoscimento richiesto a livello di genere non risulta facile e non seguono gli aggiornamenti tassonomici.

Titolo: Relazione MesoPAT. Applicazione dell'indice di habitat su corsi d'acqua della Provincia di Trento

Autore: Farò D., Casari A., Dallafior V., Faes C., Negri P., Patti G., Pontalti A. e Zolezzi

G.Enti: Università di Trento, Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente di

Trento Anno: 2022

L'Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente di Trento e il Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientali e Meccanica dell'Università di Trento hanno dato vita al progetto Meso-PAT volto ad applicare e sviluppare la metodologia MesoHABSIM all'interno della Provincia di Trento. Per il progetto sono stati selezionati un totale di sette tratti fluviali rappresentativi dell'ampio spettro di caratteristiche idro-morfologiche su cui è stata applicata la metodologia. L'idoneità dei mesohabitat per le specie selezionate è ottenuta applicando modelli statistici multivariati ad apprendimento automatico (Random Forest). Per i tratti studiati sono state prese in considerazione la trota marmorata e la trota fario, in quanto specie comuni e caratterizzanti i corsi d'acqua trentini.

Inizialmente, gli scenari di rilascio sperimentati sono stati il DMV secondo l'applicazione delle direttive del PGUAP, e il DE secondo la Direttiva Deflussi Ecologici del Distretto Alpi Orientali. Tramite il software Simstream Web è stata stimata la disponibilità di habitat alle varie portate misurate e di ottenere le curve di habitat-portata per ciascuna specie ittica e stadio vitale. I risultati hanno permesso di osservare (per cinque dei sette casi analizzati) che né il DMV da PGUAP né il DE da Direttiva Deflussi Ecologici sono sufficienti a garantire un'integrità spazio-temporale dell'habitat (IH) almeno "Buona" in presenza di un'ipotetica derivazione ad acqua fluente con portata massima di concessione ricavata dal metodo delle curve di utilizzazione. Inoltre, le differenze di integrità di habitat che emergono confrontando i due regimi, DMV e DE, sono minime (l'applicazione del regime DE corrisponde in media a portate più alte rispetto alle portate del regime DMV). Sono state osservate maggiori criticità durante i periodi di magra naturali, tipicamente nel periodo invernale: in quasi tutti i casi la disponibilità di habitat si riduce al DMV o al DE a causa della derivazione, prolungando il periodo di stress per l'habitat e diventando anche molto più lunghi rispetto alle condizioni di riferimento.

A seguito delle criticità evidenziate dagli scenari da normativa, sono state effettuate simulazioni con due ulteriori scenari di derivazione alternativi:

1. amplificando i valori di DMV tramite un fattore moltiplicativo, mantenendo la stessa modulazione temporale definita dal PGUAP e un possibile incremento della portata massima di concessione;
2. caratteristiche analoghe alle serie precedenti con blocco di derivazione invernale (da novembre a marzo).

Questi ultimi due scenari di rilascio alternativi sviluppati hanno rappresentato possibili opzioni di derivazione che garantiscano un'integrità di habitat almeno buona. In questo contesto, per tutti i casi studio analizzati si è osservato un aumento medio dell'indice ISH (sottoindice dell'IH) legato alla maggiorazione del DMV.

In generale il confronto degli scenari e l'analisi delle criticità hanno messo in evidenza l'importanza di analizzare in maniera più approfondita le cause delle criticità riscontrate, andando oltre al mero confronto degli indici complessivi IH finali. Le criticità possono essere limitate solamente ad alcune stagioni o a specie o a specifici stadi vitali delle stesse.

Riconoscere le cause può essere di supporto nello sviluppo di scenari e di regole alternative che consentono di mantenere l'integrità spazio-temporale dell'habitat a seguito di una derivazione, conciliando le esigenze di qualità ambientale con le necessità delle attività produttive dipendenti dalla derivazione. In conclusione, uno dei principali punti di forza della metodologia MesoHABSIM consiste nella possibilità di svolgere analisi dettagliate sulla causa delle criticità osservate nella risposta degli indici di habitat a differenti scenari di alterazione idromorfologica.

Titolo: LINEE GUIDA per la definizione dei piani di monitoraggio relativi alla valutazione degli effetti delle derivazioni idriche sullo stato di qualità dei corpi idrici superficiali

Autore: Negri P., Pontalti A., Dallafior V., Monauni C., Canepel R., Zolezzi G., Pellegrini S., Gelmini F., Carolli M., Bertoldi W.

Enti: Università di Trento, Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente di Trento

Anno: 2015

Queste linee guida hanno l'obiettivo di dare delle indicazioni per predisporre un Piano di Monitoraggio Ambientale relativo alle componenti biologiche ed idro-morfologiche di un corso d'acqua per verificare e quantificare gli effetti ambientali generati dalle captazioni. Le alterazioni indotte dalla derivazione possono riguardare i parametri fisico-chimici, le popolazioni vegetali, macrobentoniche, diatomiche ed ittiche, e sono causate da modificazioni di tipo morfologico o idrologico. Si considerano due modalità per svolgere il monitoraggio sulla base delle caratteristiche della concessione:

- standard: ampia analisi degli elementi di qualità e misurazione delle portate in continuo;
- semplificata: selezione di alcuni elementi di qualità e misurazione periodica delle portate.

La distinzione delle modalità di monitoraggio è definita secondo dei valori soglia riguardanti i valori di portata massima e la lunghezza del tratto sotteso. Si effettua anche un'analisi delle pressioni per caratterizzare il corso d'acqua: considerando per esempio la presenza di scarichi domestici, urbani e industriali, di attività zootecniche ed agricole agricoltura, di eventi franosi, svassi, lavori in alveo e via dicendo. Si ritiene opportuno effettuare un monitoraggio delle portate per almeno un anno nella fase ante operam, in una sezione prossima all'intervento di derivazione prevista.

A quanto definito nel Piano di Monitoraggio Ambientale, non risulta necessario prevedere una valutazione completa dello stato chimico, ma saranno richieste analisi su alcune sostanze prioritarie e con cadenza ad hoc solo nel caso in cui venisse riscontrato un deterioramento in base ai risultati del primo triennio di monitoraggio. Nel contesto del monitoraggio, è sconsigliato utilizzare l'indice ISECI per valutare lo stato della ittiofauna in Trentino, poiché non risulta efficace nel valutare la qualità delle acque. Per valutare lo stato di alterazione del regime idrologico dei corpi idrici il D.Lgs. 152/06 prevede l'utilizzo dell'Indice di Alterazione del Regime Idrologico (IARI) (Rinaldi *et al.* 2011) che fornisce una misura dello scostamento del regime idrologico osservato rispetto a quello inalterato. Se invece i dati di portata precedenti alla realizzazione dell'opera di derivazione non sono noti, il calcolo dello IARI è determinato mediante il confronto tra le portate mensili rilevate a monte dell'opera di presa e le corrispondenti portate alterate dalla derivazione. L'Indice di Integrità dell'Habitat (IH) (Veza *et al.*, 2015; Rinaldi *et al.*, 2015) è un metodo in grado di quantificare la disponibilità di habitat per una specie di interesse in funzione della portata fluente in alveo, risultando quindi particolarmente efficace nel valutare l'impatto delle alterazioni idro-morfologiche sulla qualità ecologica del corso d'acqua. L'IH risponde alle recenti richieste delle linee guida della Commissione Europea "Guidance on Ecological Flows in the implementation of the Water Framework Directive", secondo le quali importanti alterazioni idrologiche possono essere efficacemente valutate con strumenti di misura dell'alterazione spazio-temporale di habitat. L'obiettivo del monitoraggio della fascia perifluviale è quello di ottenere la tendenza di

evoluzione delle sue caratteristiche analizzandone la struttura e le tipologie di vegetazione presente, al fine di verificare se vi possano essere cambiamenti nelle formazioni vegetazionali con eventuale introduzione di specie esotiche o infestanti. Lo stato della fascia perifluviale viene valutato mediante una scala di transetto limite della vegetazione riparia e una scala di tratto secondo alcuni sub-indici dell'IFF. La valutazione della funzionalità fluviale viene fornita dal calcolo della funzionalità relativa, ovvero, il rapporto tra la funzionalità reale dei tratti ottenuta applicando l'Indice di Funzionalità Fluviale IFF, e quella attesa. Nel tratto sotteso dalla derivazione viene generalmente prevista una stazione di monitoraggio, con l'aggiunta di punti di monitoraggio nel caso di ulteriori pressioni nella derivazione. Nella fase post operam si giudicano i primi tre anni di monitoraggio dei parametri previsti e la successiva valutazione alla fine del terzo anno. La frequenza annuale del monitoraggio deve rispettare preferibilmente quanto previsto dal D.Lgs. 152/2006. Per poter verificare al meglio i possibili impatti si devono poter monitorare i periodi di maggior stress per il corso d'acqua, che di solito coincidono con la magra invernale e quella estiva. Viene evidenziato come il monitoraggio deve avere una frequenza annuale per i primi tre anni, triennale per i successivi sei anni e sessennale fino al termine della concessione. Fanno eccezione solamente i monitoraggi e le analisi volte al calcolo di IFF, IQM e IQMm che sono valutati con frequenza triennale per i primi nove anni e sessennale per i successivi. La misurazione della portata in continuo è indispensabile per definire l'indice IH, a meno di variazioni morfologiche nel tratto sottoposto all'analisi, che richiedono una nuova taratura della curva habitat-portata. Con cadenza triennale e sessennale è necessario effettuare una valutazione con APPA in merito ai risultati ottenuti nel PMA, sulla base dei quali si potranno riscontrare le seguenti situazioni:

1. declassamento dello stato ecologico, basato sull'applicazione degli indici di classificazione ai sensi del D.Lgs. 152/06 con riferimento al corpo idrico;
2. deterioramento della qualità, basato sull'applicazione anche di ulteriori indici idromorfologici con riferimento al tratto sotteso dalla derivazione;
3. assenza di alterazioni.

Nel calcolo dello stato ecologico, viene considerato il valore medio relativo all'anno per ciascun indice, riflettendo la situazione peggiore. L'eventuale declassamento viene valutato per ogni indice rispetto al valore medio precedente, relativo allo stesso indice, prima dell'intervento.

Titolo: Protocollo di sperimentazione per la valutazione della compatibilità ambientale e Paesaggistica della derivazione d'acqua dal torrente

Autore: Regione Autonoma Valle d'Aosta

La regione Autonoma della Valle d'Aosta ha prodotto un protocollo strutturato volto alla presentazione della proposta di sperimentazione per valutare la compatibilità ambientale delle proposte di rilascio con gli obiettivi fissati dalla DQA. All'interno del presente documento vengono riportate alcune richieste generali sullo schema di sperimentazione.

A seguito della sottoscrizione del protocollo di sperimentazione, viene svolto un sopralluogo preliminare finalizzato all'individuazione dei siti di monitoraggio ambientale e paesaggistico, in particolare:

- 1) modalità di misurazione/ricostruzione delle portate transitanti in alveo a monte e a valle della derivazione;
- 2) individuazione dei siti di monitoraggio ambientale per l'elaborazione degli indici biologici e chimico-fisici (LIM/LIM_{eco}, IBE/STAR_iCMi);
- 3) individuazione del tratto a valle della derivazione per l'applicazione della metodologia MesoHABSIM (indicatore IH) nel tratto sotteso o, nei casi di inapplicabilità del metodo, di un indice idrologico da definire in funzione della banca dati pregressa disponibile (IHA);
- 4) individuazione del punto o più di monitoraggio fotografico per l'applicazione dell'indicatore "Livello di Tutela del Paesaggio – TP";
- 5) individuazione di ulteriori eventuali siti di monitoraggio su necessità.

Il Programma di Sperimentazione viene concordato dal Gruppo di Lavoro e definisce le diverse fasi, le tempistiche e le modalità di svolgimento della sperimentazione stessa mediante l'utilizzo di una valutazione a più criteri (analisi multicriterio MCA Simple Additive Weigthing – S.A.W.) che permette di confrontare diverse alternative di rilascio e/o di gestione della/e derivazione/i.

Vengono descritte attentamente anche le tempistiche richieste per l'applicazione delle metodologie e indagini richieste per la sperimentazione:

- 3 anni minimi di dati di portata per elaborazione dell'indice IH (metodologia MesoHABSIM);
- 15 anni di dati di portata validati nel caso di applicazione dell'indice idrologico IHA in alternativa al metodo MesoHABSIM;
- 1 anno minimo di immagini associate a valori di portata defluente in alveo nel/nei tratto/i oggetto di monitoraggio paesaggistico;
- 1 ciclo annuale completo di monitoraggio delle componenti biologiche e chimico-fisiche.

Titolo: BentHab – La modellazione dell’habitat a meso-scala per lo studio dei deflussi nei fiumi Trebbia, Taro ed Enza

Autore: Viaroli P., Laini A., Burgazzi G., Bolpagni R., Nizzoli D., Longhi D., Vezza P., Pinna B., Negro G., Pellicanò R., Astegiano L.

Enti: Università di Parma, Politecnico di Torino e Autorità di Bacino distrettuale del Fiume

Anno: 2021

Il progetto BentHab portato avanti dal Politecnico di Torino e l’Università di Parma, si pone l’obiettivo di estendere l’applicazione del metodo MesoHABSIM alla comunità macrobentonica, rappresentativa dello stato di qualità ecologica del corso d’acqua. In questo ambito sono stati considerati tre corsi d’acqua emiliani, caratterizzati da morfologia pluricursale, a canali intrecciati: fiumi Trebbia, Taro ed Enza, in tratti rispettivamente situati in provincia di Piacenza, Parma e Reggio Emilia. Gli sforzi di campionamento e di modellizzazione sono stati concentrati nel periodo irriguo, che per i corsi d’acqua indagati rappresenta il momento che include le situazioni di massima criticità del sistema, generalmente ricorrenti nel mese di luglio e agosto.

I dati del monitoraggio di fauna macrobentonica e ittica devono essere considerati, oltre ai consueti monitoraggi volti alla valutazione della qualità, anche nell’ottica previsionale delle valutazioni di disponibilità di habitat tramite la metodologia dei mesohabitat (MesoHABSIM). Specificatamente le comunità macrobentoniche non risultano alterate a causa dell’azione umana come le comunità ittiche che hanno subito ripopolamento e/o introduzioni di specie aliene. L’applicazione, quindi, di tali modelli habitat/portata risultano in teoria ancor più efficaci per valutare la modificazione delle comunità macrobentoniche al variare dei deflussi. La metodologia MesoHABSIM per i macroinvertebrati è stata, quindi, implementata per consentire la modellizzazione della metrica Flow-T in funzione delle variazioni di portata in alveo. Il modello è stato costruito con i dati raccolti sul Trebbia nel giugno 2019 e poi validato con i dati raccolti sul Taro ed Enza nel giugno 2020 e sul Trebbia nel luglio 2020.

Il Flow-T (dall’inglese Flow, portata, e Traits, tratti) interpreta le variazioni dei tratti ecologici e biologici della comunità di macroinvertebrati in funzione della portata defluente e di alcune caratteristiche idro-morfologiche degli habitat: velocità della corrente, profondità, tipologia di substrato e connettività con il canale principale. Il Flow-T si basa su un database europeo a libero accesso che descrive le preferenze alla velocità di corrente di circa 500 taxa di macroinvertebrati. Nel dettaglio, viene calcolata a partire dai valori di affinità alla velocità di corrente proposti da Tachet *et al.* (2010) e liberamente scaricabili dal sito <https://www.freshwaterecology.info/>. I valori di affinità sono tabulati secondo una logica fuzzy e suddivisi in quattro classi: nulla, bassa, intermedia ed elevata. Da questi valori viene poi calcolata la media pesata di comunità (“Community Weighted Mean” nella letteratura internazionale) per ogni classe di velocità. Successivamente la somma dei valori ottenuti per le classi di velocità elevata e intermedia viene divisa per la somma dei valori di tutte le classi di velocità. La proprietà interessante della metrica Flow-T è la sua intrinseca variazione tra 0 e 1. Tale indice può essere normalmente applicato alle comunità macrobentoniche per valutarne la reofilia. La sua applicazione all’interno della metodica MesoHABSIM appare un’interessante integrazione (insieme all’utilizzo delle comunità ittiche) soprattutto per scopi previsionali di regimi di rilasci sperimentali.

Il protocollo di raccolta dei dati idro-morfologici utili al calcolo della metrica Flow-T segue lo standard applicativo della metodologia di valutazione e modellazione dell'habitat fluviale MesoHABSIM (MLG ISPRA 154/2017). Durante le campagne di campionamento sono stati raccolti 371 campioni nel Trebbia (per validare il modello) e 60 campioni sia nel Taro sia nell'Enza. In laboratorio, i macroinvertebrati sono stati identificati allo stereomicroscopio a livello tassonomico misto: solitamente genere per Efemeroteri, Plecotteri, Tricotteri, Coleotteri, Eteroteri e Molluschi e sottofamiglia/famiglia per gli altri gruppi tassonomici.

Oltre all'applicazione del Flow-T è stato utilizzato anche l'indice LIFE (Extence *et al.*, 1999) sviluppato nel Regno Unito alla fine degli anni 90. Quest'ultima metrica è ottimizzata a partire dalla fauna presente nel Regno Unito ed è apparsa di difficile applicazione al contesto italiano.

I modelli biologici costruiti nell'ambito della seguente analisi sono stati strutturati per mettere in relazione la variazione nella composizione della comunità macrobentonica, espressa tramite le metriche LIFE e Flow-T, in funzione delle variabili ambientali presenti a scala di unità idromorfologica. In particolare, per la loro definizione, è stata utilizzata una tecnica statistica di apprendimento automatico (o machine learning) denominata Random Forest (RF, Breiman, 2001). Per le metriche di biomonitoraggio in senso stretto sono stati utilizzati le metriche ASPT, EPT, 1-GOLD, $\log_{10}(EPTD+1)$ e LIFE. È stata valutata la correlazione di Spearman tra i parametri idraulici misurati in corrispondenza dei punti di raccolta e i valori di Flow-T e LIFE. Le relazioni più importanti osservate sono quelle tra velocità e Flow-T ($\rho = 0.75$) e LIFE ($\rho = 0.69$). Flow-T sembra differenziare meglio i diversi mesohabitat rispetto al LIFE probabilmente per la lista tassonomica di quest'ultimo che non comprende alcuni taxa rinvenuti invece nei campioni analizzati.

I risultati mostrano come il Flow-T abbia una stretta relazione con la tipologia di mesohabitat (glide, riffle, backwater, isolated pond e pool) e, più in generale, con il gradiente di velocità di corrente. La metrica Flow-T e la definizione dell'indice IHmi costituiscono uno dei primi tentativi a livello nazionale che, con successo, ha messo in relazione la struttura della comunità di macroinvertebrati con le caratteristiche idro-morfologiche dei corsi d'acqua.

Per procedere con un'applicazione ad ampia scala dell'approccio proposto, si sottolinea come la metrica Flow-T e l'indice IHmi debbano essere ulteriormente verificati e validati in altri contesti morfologici (ad esempio, alvei confinati o non confinati a canale singolo) ed eventualmente in altri tratti della stessa tipologia morfologica di quelli analizzati, ampliando di molto il numero di casi studio.

Titolo: Quadro riassuntivo sulle applicazioni della metodologia MesoHABSIM in Regione Piemonte

La metodologia MesoHABSIM è stata applicata in 200 corsi d'acqua su territorio italiano, in maggior misura all'interno del Bacino del Fiume Po (oltre 100). Allo stato della scrittura del presente lavoro, sono in corso o in fase di pianificazione ulteriori 50 applicazioni della metodologia, prevalentemente localizzate nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino delle Alpi Orientali.

Nella tabella a seguire verranno presentate tutte le applicazioni dell'approccio MesoHABSIM ristrette al solo contesto territoriale della Regione Piemonte. Le stesse fanno riferimento sia ad applicazioni finalizzate al computo dell'indice IH (indice di Integrità dell'Habitat fluviale), sia ad applicazioni della metodologia mirate alla costruzione o validazione dei modelli di distribuzione di specie ittiche disponibili all'interno del servizio SimStream-Web.

Corso d'acqua	Comune	Provincia
Taonere	Giaveno	Torino
Orco	Rivarolo Canavese	Torino
Sangone	Sangano	Torino
Arles	Valprato Soana	Torino
Pellice	Villafranca Piemonte	Torino
Olen	Alagna Valsesia	Vercelli
Sermenza	Boccioleto	Vercelli
Sorba	Rassa	Vercelli
Ghiangone	Barge	Cuneo
Melle	Melle	Cuneo
Vallanta	Pontechianale	Cuneo
Lurisia	Roccaforte Mondovì	Cuneo
Belbo	San Benedetto Belbo	Cuneo
Agnellasca	Carrega Ligure	Alessandria
Strona	Callabiana	Biella
Strona	Cossato	Biella
Dolca	Pettinengo	Verbano-Cusio-Ossola
Ravine	Beura-Cardezza	Verbano-Cusio-Ossola
Isornino	Malesco	Verbano-Cusio-Ossola

L'applicazione della metodologia MesoHABSIM utilizzando come modello i macroinvertebrati bentonici (indice Flow-T) è in corso di validazione sui corsi d'acqua del distretto del Po con termine dell'indagine entro il 2025. La validazione del modello è stata svolta ed è in corso sui torrenti Deche, Graine, Messuere, Pacoula, Saint Marcel e Savara (Valle d'Aosta), Sangone, Pellice, Sermenza, Strona (Piemonte), Trebbia, Taro, Lamone ed Enza (Emilia-Romagna), Brugnato e Scrivia (Liguria).

3. Riassunto delle esperienze passate

Considerando il materiale analizzato, si possono ottenere alcune osservazioni utili al fine della produzione delle linee guida, il cui scopo è supportare proposte di sperimentazione che siano innovative ed efficaci nella valutazione dell'impatto delle variazioni delle portate, soprattutto in prospettiva delle preziose esperienze passate. Ulteriormente, le scelte effettuate in precedenza, relative alle stazioni e al periodo di campionamento, la finestra di indagine, le metodologie, gli indici, gli indicatori e i comparti analizzati, hanno permesso di comprenderne i punti di forza e di debolezza. Questa memoria storica consente di migliorare dalle scelte passate, vagliando e integrando ulteriori opzioni sulla base delle specifiche condizioni idrologiche, geomorfologiche, chimico-fisiche e conseguentemente biologiche che caratterizzano ciascun corso d'acqua. Il presente capitolo ha permesso anche di identificare alcune zone d'ombra che non sono state valutate nei monitoraggi regionali, ma considerate importanti dalla letteratura. Di seguito verranno esposte alcune sintetiche considerazioni su questa PARTE II delle Linee guida, le quali verranno riprese e organizzate secondo la suddivisione in comparti per essere portate a supporto delle indicazioni per le sperimentazioni.

In primo luogo, si ritiene essenziale esaminare attentamente tutti e quattro i comparti al fine di ottenere una visione completa, poiché esiste una stretta interconnessione tra di essi. In questo contesto, i monitoraggi più approfonditi si sono dimostrati particolarmente efficaci, con particolare riferimento a quelli effettuati nel fiume Varaita e, soprattutto, nel Ticino, dove lo sforzo di campionamento su tutti i comparti ha rivestito un ruolo cruciale.

Per quanto concerne il *comparto idrologico*, è risultato fondamentale monitorare i valori di portata, che costituiscono l'oggetto di studio della sperimentazione. Tuttavia, è importante considerare che esistono diverse modalità per ottenere tali valori ed è fondamentale specificarle accuratamente durante la fase di proposta della sperimentazione. Questo permette di valutare l'adeguatezza della metodologia scelta in relazione al corso d'acqua e all'opera di modulazione esaminata. Nel corso delle sperimentazioni passate, sono stati impiegati modelli bidimensionali, come il PQI per il monitoraggio del Varaita, e modelli monodimensionali, come l'IFIM per il monitoraggio del Ticino, per condurre simulazioni di scenari di portata alternativi. Tali modelli richiedono una considerevole quantità di dati per essere tarati e applicati in modo accurato. Inoltre, una volta selezionato il modello di simulazione ottimale in base alle caratteristiche del corpo idrico e della geomorfologia, è essenziale motivare questa scelta. Questi modelli sono stati impiegati anche per le simulazioni di disponibilità di habitat (PHABSIM), valutando i requisiti di portata necessari per specifiche specie bersaglio. Esiste un'area di incertezza che riteniamo cruciale esplorare, soprattutto in condizioni di scarsità idrica, e questa riguarda la relazione tra il corpo idrico superficiale e le acque sotterranee. Finora, solo nel monitoraggio del Ticino e del Cairasca si accenna all'esistenza di un legame significativo tra il livello della falda acquifera e il corso d'acqua in questione durante un periodo di modulazione dei rilasci. Per questo motivo, riteniamo fondamentale approfondire l'impatto della riduzione delle portate sui livelli di soggiacenza delle falde sotterranee attraverso indagini specifiche.

La valutazione dello stato del *comparto geomorfologico* è stata affrontata tramite approcci differenti sulla base della funzionalità fluviale e della disponibilità di habitat. Nei monitoraggi passati sono stati utilizzati tecniche a microhabitat per valutare la diminuzione della disponibilità di habitat tramite le curve di ADP (Area Disponibile Ponderata) a partire dall'analisi dei microhabitat (PHABSIM). Quest'ultima tipologia di approccio è apparsa funzionale allo scopo della sperimentazione, al contempo negli ultimi anni si sta affermando sempre di più la

metodologia dei mesohabitat (MesoHABSIM) che sembra efficace soprattutto per lo studio della disponibilità di habitat alla variazione delle portate. Il MesoHABSIM, a differenza del PHABSIM, presenta il vantaggio di essere compatibile con strumentazione leggera e a basso costo, come ad esempio i droni. La sua risoluzione a meso-scala consente l'utilizzo di una vasta gamma di variabili ambientali, come ombreggiamento e copertura vegetale, offrendo così una prospettiva più completa. Inoltre, il MesoHABSIM tiene conto della variabilità temporale, rendendolo adatto anche per applicazioni previsionali. In aggiunta negli ultimi anni viene svolto un importante lavoro di promozione e formazione da parte del gruppo E-flows (all'interno dell'ISPRA) allo scopo di diffondere la metodica MesoHABSIM con continui aggiornamenti e corsi per gli operatori. Il MesoHABSIM è risultato essere un approccio metodologico efficace nell'ambito della "Direttiva Derivazioni" adottato dall'Autorità di bacino delle Alpi Orientali, producendo risultati positivi.

Per l'indagine sul *comparto qualità delle acque* sono stati utilizzati gli indici LIM/LIM_{eco} per la valutazione della presenza di impatti antropici esterni, dimostrandosi efficaci in questo (vd. monitoraggio Ticino, Toce e Varaita). L'utilizzo di questo tipo di metodica deve essere utilizzato nei casi di una sospetta diminuzione della qualità per cause esterne alla modulazione della portata. Allo stesso tempo, un parametro fisico essenziale che sarebbe utile analizzare separatamente è la temperatura dell'acqua, come evidenziato da studi precedenti (Bonacina *et al.*, 2023; Keery *et al.*, 2007; Poff *et al.*, 1997). Questa analisi potrebbe essere condotta mediante l'utilizzo di spettri termici con misure giornaliere cadenzate.

Osservando il *comparto biologico* si evince che gli indici per i macroinvertebrati bentonici descritti nella Direttiva 2000/60 non manifestano una elevata sensibilità alle variazioni dei rilasci di portata. Nei monitoraggi sul Varaita, Ticino e Toce sia l'IBE sia lo STAR_ICMi si sono dimostrati poco sensibili alla regolazione dei rilasci in maggior misura lo STAR_ICMi. In seguito, si è tentato di adattare il suddetto indice STAR_ICMi per renderlo maggiormente efficace attraverso l'introduzione di specifiche sotto-metriche ma, nonostante ciò, lo sforzo è risultato vano vista la difficile applicabilità e la sensibilità delle stesse alle variazioni di flusso (Spinate & Bruno, 2018; Quadroni *et al.*, 2022). All'interno della letteratura scientifica si possono trovare altri indici ideati ad hoc che cercano di valutare le risposte dei macroinvertebrati alle variazioni di flusso: un indice italiano, il Flow-T (Laini *et al.*, 2022), tarato all'interno del territorio europeo; l'indice inglese LIFE (Lotic-invertebrate Index for Flow Evaluation) (Extence *et al.*, 1999), applicato in Canada e Nuova Zelanda, che si basa sulle associazioni di deflusso riconosciute per diverse specie e famiglie; gli indici MIS (Macroinvertebrate Integrity Score) (England *et al.*, 2019) e DEHLI (Drought Effect of Habitat Loss on Invertebrates) (Chadd *et al.*, 2017), applicati in Inghilterra per valutare l'intermittenza idrologica; Hellenic Flow Index (Theodoropoulos *et al.*, 2020) in Grecia, sviluppato per valutare l'effetto di alterazioni di portata; Rheoindex (Almeida *et al.*, 2013) in Germania, che rappresenta una delle 3 metriche che contribuiscono alla valutazione dello stato ecologico. In aggiunta la perdita di alveo bagnato, dovuta alla riduzione del deflusso, limita lo spazio vitale degli organismi, aumentandone la densità nelle aree residue disponibili, e portando conseguentemente a una scarsa efficacia di risposta della riduzione delle portate da parte degli indici (Quadroni *et al.*, 2022).

Anche la risposta degli indici diatomici (soprattutto l'ICMi) alle variazioni di portata è risultata poco significativa: le diatomee risultano essere buoni indicatori soprattutto della presenza di nutrienti (Lange-Bertalot, 1979; Larson & Passy, 2012; Marcel *et al.*, 2013). Nel monitoraggio del Varaita è interessante l'utilizzo degli indici NNS' e DIPI (Battezzatore *et al.*, 2013). In particolare, quest'ultimo indice stabilisce una correlazione tra le abbondanze di una specie di

diatomea invasiva, *D. geminata*, e le abbondanze di diatomee motili (descritte nel Siltation Index poi reso quantitativo con l'indice NNS'). Questi indici richiedono, però, ancora alcuni affinamenti e una verifica della loro applicabilità ed efficacia ad altri corsi d'acqua al di fuori del Varaita, per il quale comunque l'indice non ha riportato valori preoccupanti o presenza di variazioni dallo status quo a seguito della sperimentazione.

L'indice ISECI relativo all'ittiofauna è risultato di difficile applicazione soprattutto per valutare corsi d'acqua in cui le comunità piscicole presentavano impatti dovuti a influenze esterne, oltre al mero valore di portata, come l'introduzione di specie alloctone (casi studio Ticino e Varaita). A nostro avviso il monitoraggio dell'ittiofauna risulterebbe utile specialmente nel caratterizzare le comunità di pesci al fine di utilizzare tale informazione negli approcci di modellizzazione della disponibilità di habitat per alcune specie target rinvenibili al variare del deflusso. A tal proposito, l'utilizzo della metodologia MesoHABSIM è parso funzionale e diffusamente applicabile all'interno di varie regioni del nord Italia.

Per quanto riguarda la vegetazione ripariale, l'indice IBMR si è rivelato poco sensibile alle variazioni di portata. Tale fatto potrebbe essere attribuito al periodo di monitoraggio relativamente breve, ad esempio nel caso del Ticino di sei anni. È importante considerare che le macrofite richiedono un periodo di adattamento più lungo alle variazioni idrologiche e morfologiche, causate dalle modifiche nelle portate (Hering *et al.*, 2015). Un prolungato periodo di osservazione potrebbe fornire una visione più accurata degli effetti delle variazioni di portata sui gruppi biologici e, nello specifico, sulla vegetazione ripariale. In aggiunta si vuole sottolineare il possibile sviluppo del metodo innovativo utilizzato da Arpa Piemonte nel monitoraggio sul fiume Cairasca, che si è dimostrato interessante. In quel caso l'approccio includeva rilievi fitosociologici, seguiti dall'applicazione degli indici F di Umidità edafica del popolamento basati sul sistema di classificazione ecologica di Landolt (Landolt, 1977). Questo metodo speditivo potrebbe essere esteso ad altri monitoraggi per valutarne l'efficacia nel rintracciare eventuali modifiche nella fascia vegetativa riparia durante la sperimentazione.

Si tiene a far notare che il gruppo della batracofauna, non indagato dai monitoraggi pregressi, rappresenta un elemento molto sensibile alle variazioni degli ecosistemi fluviali, causate. Questa sensibilità si deve alle possibili alterazioni nella disponibilità di habitat, che potrebbero portare a una condizione di comunità relitte con una successiva riduzione o scomparsa. Tuttavia, considerando che le popolazioni di anfibi possono subire stress a diversi livelli e su diverse scale, si ritiene necessaria una caratterizzazione delle comunità di anfibi solo nel caso di specie di interesse conservazionistico, ad esempio specie incluse nella Direttiva Habitat o presenti in liste rosse.

In sintesi, per quanto concerne gli indici e metodologie applicate al comparto biologico emerge una generale inefficacia nel rispondere alle variazioni di deflusso e alle pressioni idrologiche (magnitudo, frequenza, durata, tempi e tasso di variazione). Nello specifico secondo quanto riportato nel progetto REFORD (Rinaldi *et al.*, 2013) solo il 24% dei metodi sviluppati per le macrofite, il 21% per gli invertebrati bentonici e il 40% per i pesci dimostrano di essere sensibili alle modifiche del deflusso.

PARTE III

LINEE GUIDA PROPOSTE

Criteria di base delle Linee Guida

Come anticipato nell'Introduzione, lo scopo di queste linee guida è quello di delineare un modo di procedere razionale, fondato scientificamente e praticabile da parte dei gestori di derivazioni per programmare e condurre sperimentazioni in campo volte a regolare i rilasci. L'evidenza, da un lato che i fiumi sono ecosistemi complessi nei quali molti processi non sono ancora chiari e dall'altro lato, la costante necessità di utilizzare le risorse idriche fluviali, apre la strada per esplorare (e quindi sperimentare) nuovi modi di utilizzo sostenibile della risorsa idrica, purché se ne studino gli effetti sull'ambiente fluviale e si comprenda se e quando sia necessario correggere quanto sperimentato. Da qui nasce l'esigenza di sviluppare linee guida che aiutino in modo oculato le sperimentazioni in campo, garantendo una gestione attenta e sostenibile delle risorse idriche fluviali.

Al fine di redigere ordinatamente le linee guida, si farà riferimento ai diversi comparti attraverso i quali si può guardare l'ambiente fluviale. Per ciascuno di essi verranno forniti i criteri specifici da seguire per improntare, progettare, condurre e verificare la sperimentazione proposta. I comparti individuati sono quattro: idrologico-idraulico, geo-morfologico, qualità dell'acqua e biologico-ecologico. Va da sé che, proprio a causa della complessità dei sistemi fluviali, questa suddivisione ha il solo scopo di organizzare il testo rendendone più facile la lettura, ma non certo di vedere i comparti come ambiti stagni e autoreferenti. Infatti, deve sempre essere tenuto presente che i comparti interagiscono tra di loro ed è necessario guardare ai sistemi fluviali come entità uniche dove tutti i processi abiotici e biotici, e quindi i comparti, si influenzano reciprocamente: modificazioni riscontrate nel comparto idrologico-idraulico condizioneranno la morfologia e le forme dell'alveo descritte nel comparto geomorfologico e, a cascata, le caratteristiche chimico-fisiche e quelle microbiologiche determineranno le condizioni ambientali che accoglieranno il biota fluviale oggetto d'indagine del comparto biologico. L'ordine con cui si affronteranno i comparti fa appunto riferimento a questa relazione logica e non all'ordine che deve essere seguito nella raccolta dati e nell'organizzazione dei monitoraggi.

Prima, però, di entrare nel vivo dei singoli comparti (a cui sono dedicati i successivi Capitoli 1, 2, 3, e 4), è importante soffermarsi su alcuni concetti di fondo che ci hanno guidati nella scrittura di queste linee guida e che devono essere tenuti bene in conto nell'applicazione di quanto proposto. Nello specifico gli aspetti chiave, che varranno di seguito presentati, corrispondono alla praticabilità, misure e metodi a regola d'arte, motivazione delle scelte, competenze e responsabilità.

Praticabilità

Nel corso degli ultimi decenni si assiste a un aumento sempre più frequente della proposta – in ambito accademico, ma non solo – di nuovi metodi e protocolli per valutare lo stato di salute dell'ambiente fluviale. Questi approcci si focalizzano e integrano diversi punti di vista, come ad esempio, quello idrologico, quello legato alle comunità di macroinvertebrati, e così via. Se ciò è sicuramente espressione dell'importanza dell'argomento e della capacità di migliorarsi e affinare i metodi, dall'altra parte occorre porre sempre attenzione alla reale praticabilità dei metodi proposti, alla loro effettiva efficacia, alla loro affidabilità, ai loro costi e alle competenze richieste per applicarli correttamente. Il pericolo sempre in agguato è quello di usare, anche con

le migliori intenzioni, metodi che si rivelano difficilmente applicabili nella pratica al di fuori dell'accademia, oppure di adottare metodologie che siano in via di sperimentazione e non ben consolidate o, ancora, di adottare approcci che potrebbero essere molto costosi o richiedere conoscenze specifiche, possedute solo da pochi. In tal caso l'effetto ottenuto potrebbe essere opposto a quello desiderato, puntando a migliorare ma ottenendo risultati di scarso valore.

Questa osservazione non deve ovviamente precludere l'adozione di approcci recenti e innovativi (il che sarebbe poco oculato), ma piuttosto suggerire di proporzionare la metodologia agli scopi e alle caratteristiche particolari della sperimentazione in questione (per esempio, tipologia di derivazione, regime fluviale, ecc.), ai mezzi finanziari disponibili, alle competenze a disposizione e all'arco temporale dedicato alla sperimentazione stessa.

Tipologia di corso d'acqua

È ben noto che nel contesto territoriale piemontese esiste un ventaglio di tipologie di corsi d'acqua molto diversificati: dai torrenti montani ai fiumi di fondovalle, dalle risorgive ai ruscelli appenninici e collinari. Ciò comporta che la progettazione e la realizzazione della sperimentazione deve ben tenere in conto delle specificità del tratto studiato e adattarsi alle sue caratteristiche. Nello strutturare la sperimentazione è pertanto fondamentale dedicare un adeguato sforzo alla raccolta delle informazioni pregresse e all'attenta caratterizzazione idrologica, idraulica, morfologica e biologica del corpo idrico in studio. Questo implica che non si possono dare ricette preconfezionate valide per classi di tipologie fluviali, bensì occorre comprendere approfonditamente di volta in volta le peculiarità del tratto di corso d'acqua in studio e adattare la sperimentazione a tali caratteristiche singolari. Tuttavia, quanto appena affermato non significa che vi siano evidenti differenze concettuali nell'applicazione dei singoli metodi proposti. A tal proposito, gli strumenti di analisi del comparto biologico funzionano allo stesso modo sia nei tratti montani sia in quelli pianiziali (anche se, come si vedrà, per esempio, l'impiego di indici macrofitici è consigliato specialmente nei tratti non strettamente montani). In altre parole, se adottati correttamente, gli strumenti di monitoraggio e analisi che verranno descritti nel seguito, sono altamente flessibili e si adattano bene alle diverse tipologie di corpi idrici.

In questo quadro, è presente, però, un aspetto che gioca un ruolo chiave sulla reale applicabilità dei metodi proposti, ovvero la 'guadabilità' del sistema lotico, legata alle dimensioni e all'ordine geomorfologico del corpo idrico. In questo ambito, le presenti linee guida per il comparto biologico sono da considerarsi essenzialmente rivolte ai sistemi guadabili, così come generalmente accade per gli strumenti di monitoraggio ambientale usualmente adottati. Nei grandi fiumi non guadabili i problemi di accesso rendono poco affidabili e precisi gli strumenti ad oggi a disposizione in ambito di monitoraggio biologico, poiché si riduce – talvolta si arriva a eliminare – essenzialmente la dimensione 'quantitativa' dell'analisi. Inoltre, nei grandi fiumi esistono numerosi fattori che possono portare a tratteggiare una situazione localmente anche molto complessa, come la presenza di immissari, scarichi civili, industriali, zootecnici o aree fortemente antropizzate. Tuttavia, laddove si ritenga opportuno realizzare una forma di monitoraggio, si consiglia di utilizzare quanto previsto dalle tecniche di monitoraggio biologico normalmente usate in questi casi, quali ad esempio per il comparto macrobentonico e diatomico l'impiego di campionatori multipiastra e/o substrati a basket (quest'ultimo solamente per i macroinvertebrati).

Dall'altro lato, si richiede anche una maggiore attenzione nella valutazione dei casi in cui vi sia

il problema opposto, cioè una carenza di acqua. Per le singole metodologie proposte si consideri ove sia presente le modalità e le indicazioni suggerite all'interno dei manuali (per esempio la metodologia MesoHABSIM per corsi d'acqua intermittenti).

Misure e metodi a regola d'arte

Altro aspetto chiave riguarda la modalità di applicazione dei metodi prescelti. Quanto si scriverà a seguire presuppone che i metodi proposti siano applicati a regola d'arte, ossia così come i metodi sono stati concepiti, sperimentati e verificati. La questione non è di poco conto, poiché anche misure molto semplici possono nascondere insidie. Basti pensare alla semplice misurazione della temperatura dell'acqua in un corso d'acqua; essa può essere eseguita in un solo punto della corrente, oppure mediando sulla verticale, oppure ancora mediando su diverse verticali lungo un transetto: in tutti questi casi è molto probabile ottenere valori di temperatura tra loro differenti. O, ancora, si pensi al rilevamento della portata, per la quale la selezione del metodo di misura (mulinelli, strumenti acustici, ecc.) e la scelta della sezione fluviale dove operare possono avere un notevole effetto sulla qualità dei valori misurati.

Stesse cautele riguardano l'uso di dati pregressi alla sperimentazione; essi sono certamente preziosi e devono essere utilizzati, ma occorre sempre considerarne le caratteristiche: per esempio, la lunghezza delle serie temporali, la frequenza di campionamento e la rappresentatività delle serie storiche considerate.

In aggiunta, a monte di una proposta di sperimentazione deve essere svolta un'attenta analisi delle caratteristiche globali del corso d'acqua in studio, come la tipologia di regime idrologico, la pendenza dell'alveo, la presenza di specie sotto tutela, il verificarsi di impatti antropici (come scarichi urbani e/o industriali) e così via. L'insieme di questi fattori deve essere considerato al fine di ottenere un quadro globale caratterizzante il tratto d'indagine, dimostrandosi un utile strumento nella scelta della metodologia e nella strutturazione spaziale e temporale del monitoraggio.

Questi sono solo alcuni esempi di una questione molto importante, ovvero che coloro che svolgono le misure e applicano i metodi devono essere persone (i) competenti e (ii) che abbiano ben chiari gli scopi per i quali le misure e i metodi sono svolti (si veda a tal proposito anche la successiva sezione). Solo in questo modo, essi avranno la sensibilità necessaria per scegliere i giusti approcci e applicarli nel modo più efficace.

Motivazione delle scelte

Un altro aspetto chiave è porre sempre bene in luce le ragioni che motivano tutte le scelte fatte in fase di sperimentazione. Motivare è sempre importante, ma lo è ancor di più in ambito sperimentale: per loro natura le sperimentazioni sono aperte ad esplorare nuove vie e non fondate su consolidate consuetudini.

Certamente è facile immaginare di dover motivare le ragioni di un intero studio o del voler focalizzare un comparto piuttosto di un altro, ma qui si vuole sottolineare la necessità di illustrare le ragioni anche di scelte che possono apparire (erroneamente) di minor conto. Si faccia, per esempio, riferimento alla scelta di un sito di campionamento piuttosto di un altro, il perché si scelga una specifica modalità di misura una determinata scansione temporale (considerando perché in certi giorni o in certe ore del giorno), e via dicendo.

Non si tratta di questioni di poco conto, dal momento che l'efficacia e la bontà della sperimentazione sta spesso in queste scelte, che molto erroneamente potrebbero essere sottostimate, considerandole dei dettagli. Si pensi allo studio dell'evoluzione morfologica di un tratto di fiume: un'erronea scelta nella determinazione del tratto fluviale all'interno di un corpo idrico omogeneo può celare completamente l'effetto geomorfologico di un cambiamento di regime idrologico. In questo caso scelto come esempio, sarà bene quindi non motivare la scelta, affermando semplicemente di aver considerato un tratto per ciascun corpo idrico, ma occorrerebbe spiegare perché si è deciso di considerare quel particolare tratto (per esempio, una curva o una sequenza pool-riffle) piuttosto che altri corpi idrici.

O, ancora, si pensi all'apparentemente semplice rilevamento della qualità chimica dell'acqua, o anche solo della sua temperatura: la scelta dell'ora della misura e della posizione spaziale (per esempio, prima o dopo uno scarico o un affluente) può mutare in modo sostanziale il risultato della misura stessa.

È quindi sempre necessaria una chiarezza su tutte le scelte, anche quelle che potrebbero essere giudicate di minor importanza. Tale trasparenza discrimina una buona sperimentazione da una cattiva sperimentazione e guida lo stesso proponente ad essere ben conscio in tutti i passaggi logici che sta compiendo e della loro fondatezza scientifica. Al contempo, questa attenzione nel motivare le scelte è fondamentale per coloro che dovranno valutare e approvare la sperimentazione; in questo modo, i valutatori potranno ricostruire facilmente il percorso logico proposto, comprendendone la forza scientifica e in seguito decidere con convinzione e conoscenza dei dettagli.

Definizione di obiettivi chiari

In fase di proposta di sperimentazione si devono definire in modo chiaro gli obiettivi che si intendono perseguire. Essi devono (i) essere ben descritti, sin dall'inizio della relazione che presenta la sperimentazione, (ii) essere coerenti con la normativa vigente e (iii) tenere conto delle peculiarità e caratteristiche dei corpi idrici indagati. A tal proposito, quando la sperimentazione riguarda aree protette, sui tratti in esame deve essere mantenuto un approccio maggiormente cautelativo.

Dagli obiettivi devono essere poi fatte discendere le modalità della sperimentazione, le caratteristiche delle misure adottate e le analisi su quanto monitorato e analizzato. L'obiettivo ultimo della sperimentazione è la tutela dell'ecosistema fluviale nel suo insieme. Deve essere quindi assicurato il mantenimento/conseguimento di buona qualità ambientale in ogni comparto fluviale indagato e degli obiettivi previsti dalle direttive comunitarie (DQA, Habitat e Uccelli). Ciò deve essere tenuto presente per un'accorta valutazione critica dei risultati ottenuti, insieme alla considerazione dell'interazione tra i vari comparti e la sito-specificità del tratto indagato. Nei casi di attività sperimentali all'interno di aree protette devono essere tenuti a mente gli obiettivi di conservazione degli habitat e delle specie, raggiunti attraverso misure opportune volte ad evitare il degrado degli habitat e la perturbazione delle specie.

Competenza e responsabilità

In ultimo vogliamo soffermarci su quello che è forse l'aspetto chiave. Esso prende le mosse dalla constatazione che i fiumi sono sistemi dinamici complessi, nel senso che sono presenti

molti processi non lineari, processi con soglia, processi con memoria, coesistenza di processi abiotici e biotici, e via dicendo. La complessità è tale che vi sono ancora diversi processi non chiari neppure qualitativamente e, certamente, non formalizzati quantitativamente.

Tutto ciò rende l'ambiente fluviale estremamente dinamico, ricchissimo di fenomeni e forme affascinanti, delicato e dove il nostro agire deve sempre ispirarsi al principio di cautela.

Se questo è il sistema naturale a cui queste linee guida guardano, appare chiaro che non è possibile attendersi da questo documento un protocollo formale di regole rigide da applicarsi in modo standardizzato, automatico e acritico. Al contrario, saranno sempre necessarie e fondamentali le conoscenze e le capacità di interpretazione dei problemi sia da parte del proponente sia da parte del valutatore.

In altre parole, sarebbe del tutto illusorio – e, peggio, fuorviante – poter fornire regole generali, schede o abbinamenti ferrei tra metodi e scopi, tra metodi e tipologie fluviali, ovvero regole di applicazione rigida, con soglie numeriche fisse e sempre valide. Le linee guida (a partire da questi stessi aspetti chiave) puntano piuttosto a fornire un modo di affrontare la sperimentazione e un paniere di possibili metodologie per ciascun comparto. Sarà fondamentale, e addirittura cruciale per la riuscita della sperimentazione, selezionare e adattare i metodi e gli approcci alle peculiarità del fiume in questione e agli specifici obiettivi della sperimentazione.

Quanto appena scritto implica quindi competenza, sensibilità e responsabilità sia da parte del proponente sia del valutatore. Saranno queste tre caratteristiche degli attori coinvolti a dettare la scelta di un approccio piuttosto di un altro, l'interpretazione e la decisione riguardo ai risultati di una metodologia.

Dinamicità e flessibilità per il futuro

Giusta attenzione va posta anche alla conclusione della sperimentazione, ovvero a studiare che cosa accade all'ambiente fluviale quando le variazioni di gestione del prelievo idrico previste dalla sperimentazione terminano. L'impatto della variazione delle portate sugli ecosistemi fluviali non è visibile nell'immediato, ma l'ambiente risponde con tempi piuttosto lunghi, si pensi alle alterazioni a livello di paesaggio e di vegetazione riparia per citare alcuni esempi. È infatti fonte di preziose informazioni il descrivere in quale modo i diversi comparti fluviali e i loro eventuali cambiamenti conseguenti alla sperimentazione reagiscano al ritorno delle condizioni iniziali (prima della sperimentazione, qualora i rilasci sperimentati non risultino cautelativi per il buono stato dei quattro comparti).

Sensibilità nella valutazione dell'impatto idrologico-idraulico sull'ecosistema fluviale

Si ritiene fondamentale ricordare ai futuri proponenti e ai valutatori della sperimentazione che il fine ultimo della stessa rappresenta la tutela del benessere dell'ecosistema caratterizzante il corso d'acqua. Quest'ultimo risulta molto complesso, in quanto regolato da condizioni idrologiche, morfologiche e chimico-fisiche peculiari che possono essere facilmente alterate. Una delle minacce fondamentali per gli habitat e le specie direttamente legate all'ecosistema fluviale si può ricondurre all'alterazione del regime idrologico: la diminuzione della portata e la sua innaturale stabilizzazione alterano l'ecomosaico naturale, andando a ridurre l'integrità

originaria dell'ambiente fluviale a rischio di compromissione. La regolazione delle portate previste dalla sperimentazione deve tener conto di questo scostamento dalla condizione naturale di riferimento che, allo stato attuale, non risulta facilmente riassumibile con valori numerici utili a fini valutativi. Si crede importante riportare il lavoro di una sperimentazione alle condizioni di riferimento della normativa vigente, DQA, ma tenendo presente anche quanto viene ben dichiarato dalle Linee Guida Europee, ovvero la necessità di applicare metodiche nuove e differenti da quelle poco sensibili della Direttiva (presentate nella PARTE I, sezione normativa europea capitolo 1.4).

In fase di definizione delle attività sperimentali e di identificazione dell'area di studio, nel caso in cui ricada all'interno di aree protette si deve fare riferimento alle normative comunitarie vigenti relative alla conservazione degli habitat e delle specie di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE "Habitat" e Direttiva 2009/147/CE "Uccelli"). In particolare, se le zone di indagine ricadono nella rete di aree protette Natura 2000 (Siti di Interesse Comunitario – SIC, che comprendono Zone Speciali di Conservazione ZSC e Zone di Protezione Speciale ZPS), la rete di monitoraggio dovrà essere integrata a quella descritta a seguire nel comparto biologico (come verrà anche ricordato in seguito), mantenendo un approccio fortemente cautelativo nei confronti di quegli habitat e di quelle specie prioritari di interesse comunitario per i quali sono state create delle aree di protezione speciale.

Durata e tempistiche della sperimentazione

Nelle pagine successive verranno descritti i comparti da indagare, i corrispondenti monitoraggi e le frequenze temporali tipiche con le quali è bene che vengano svolti. Queste informazioni, unitamente alla scelta della durata complessiva della sperimentazione, detterà di conseguenza la numerosità (nel tempo) dei monitoraggi stessi.

La durata complessiva della sperimentazione dovrà (i) essere ben motivata in fase di proposta e (ii) essere consona alle metodologie che si intendono adottare durante la sperimentazione, ovvero andrà posta cura nell'evitare di adottare durate troppo brevi rispetto a quanto le metodologie proposte necessitano per rilevare gli eventuali cambiamenti indotti dalla sperimentazione stessa. A questo riguardo si ritiene che la durata complessiva minima debba essere pari a tre anni, avendo però chiaro che tali tempistiche potrebbero essere insufficienti per alcune metodiche e per valutare la risposta dell'ecosistema fluviale alle modifiche delle portate. Pertanto, anche la durata della sperimentazione (così come altri suoi aspetti) deve essere ben valutata e commisurata a ciò che si monitora, agli strumenti scelti e agli scopi della sperimentazione stessa. Infine, andranno anche tenuti in debito eventuali aggiornamenti e integrazioni nel tempo dovuti alla possibile evoluzione della normativa e delle nuove conoscenze scientifiche.

Definizione della situazione di riferimento

Nelle pagine successive si userà spesso l'espressione "ante-sperimentazione" per indicare il termine di paragone della sperimentazione stessa, ovvero la situazione del corso d'acqua da assumere quale riferimento e rispetto alla quale confrontare gli effetti della sperimentazione. Trattandosi del termine di paragone per valutare la sperimentazione e, pertanto, decidere se quanto proposto e sperimentato sia poi meritevole o meno di essere assunto come nuova pratica

di gestione, va da sé che l'individuazione della situazione di riferimento meriti particolare attenzione, sin dalla sua definizione. A questo riguardo vi sono essenzialmente due possibilità. La prima è che si giunga ad iniziare la sperimentazione provenendo da un lungo periodo (dell'ordine almeno di 10-15 anni) durante il quale si è gestita la derivazione secondo regole consolidate nel tempo, ovviamente rientranti negli obblighi di legge e che in tale lungo periodo non siano mai mutate. In questo contesto, il corso d'acqua ha subito un sostanziale adeguamento a tale gestione in tutti i suoi comparti. Pertanto, il termine di paragone da considerare quindi come condizione "ante-sperimentazione" è la situazione effettiva del corso d'acqua all'inizio della sperimentazione stessa. Questa condizione fluviale può essere analizzata, misurata e descritta in termini precisi e inequivocabili, proprio perché esistente nella realtà.

La seconda eventualità si verifica quando, pur avendo definito delle regole di gestione in conformità ai vincoli legislativi, queste non hanno avuto un sufficiente tempo di pratica sul campo o, addirittura, non siano state neppure ancora applicate. Pertanto, non si è avuto modo di osservare come il corso d'acqua si sarebbe comportato agendo secondo tali regole di gestione. In questa circostanza, il termine di paragone per poi valutare la sperimentazione non può che essere modellistico: ossia, usare i modelli idrologici, idraulici e idro-morfologici attualmente a disposizione per prevedere quale sarebbe stata la risposta del corso d'acqua se esso avesse avuto il tempo di adeguarsi alle regole di gestione previste prima della sperimentazione. Nota la risposta idro-morfologica, si possono poi inferire le corrispondenti risposte ecologiche e biologiche (per esempio mediante la metodologia MesoHABSMIS). In tale modo si ottiene un quadro, preciso, per quanto i modelli lo consentono, che andrà assunto come riferimento nella valutazione della sperimentazione. Ovviamente, questa seconda possibilità ha un significativo grado di incertezza, il quale dovrà essere stimato usando in modo opportuno, consapevole ed esperto i modelli matematici (per esempio, valutando l'effetto dell'incertezza dei parametri modellistici e delle condizioni al contorno). Di tale incertezza il proponente dovrà rendere conto nel momento della proposta della sperimentazione e tale incertezza andrà considerata in tutte le fasi di confronto tra la situazione ante-sperimentazione e gli effetti monitorati durante la sperimentazione stessa.

Cambiamenti climatici

Terminiamo questa rassegna di aspetti importanti da considerare nel progettare e realizzare le sperimentazioni, soffermandoci sui cambiamenti climatici. Essi stanno infatti contribuendo a modificare il regime idrologico dei nostri corsi d'acqua, alterando la struttura temporale delle portate ed esacerbando gli eventi estremi. Tali cambiamenti, che è probabile si acuiscono nel futuro, fanno da cornice a qualsiasi sperimentazione e non possono essere quindi trascurati.

Nel processo di sperimentazione, sarà essenziale tenere conto e, se necessario, adattarsi alle specifiche condizioni idrologiche che si manifesteranno durante il suo svolgimento. Ciò implica la prontezza a rivedere il piano dei prelievi idrici nel caso di significative riduzioni delle portate naturali, e, se necessario, interrompere la sperimentazione. In altre parole, come sottolineato più volte in queste Linee Guida, i fiumi sono entità dinamiche: occorre evitare approcci rigidi e aprioristici, e invece, essere in grado via via di adattarsi nella maniera più efficace possibile alle sfide imposti dai cambiamenti climatici nel futuro.

1. Comparto idrologico-idraulico

1.1 Definizione e scopi

Il comparto idrologico-idraulico include il regime delle portate nel tratto oggetto di studio – per esempio, nel tratto sotteso dall’impianto in esame (ovvero il tratto compreso tra il punto di prelievo e quello di recapito) – e il conseguente comportamento idraulico della corrente in tale tratto. Tale comportamento corrisponde alle caratteristiche idrauliche assunte dalla corrente – quali livelli, profondità, velocità locali, velocità mediate sulla verticale, valori mediati su una sezione, larghezza della superficie libera, numero di canali (nel caso di fiumi pluricursali), raggio idraulico, ecc. – al variare delle portate fluenti nel tratto considerato.

Il presente comparto è per sua natura quello primario da considerare poiché ogni sua variazione indotta dalla sperimentazione è causa di possibili effetti su tutti gli altri comparti. Ne consegue che la valutazione preventiva della sperimentazione su questo comparto e, quindi, il suo attento monitoraggio sono fondamentali e propedeutici a tutto quanto poi analizzato riguardo ai restanti comparti.

1.2 Strumenti operativi e parametri da misurare

Ovviamente molte possono essere le variabili da valutare e misurare. Qui di seguito si indicano dapprima quelle ritenute necessarie qualunque siano l’opera di presa e il corpo idrico considerati, dopodiché una serie di variabili che possono essere studiate e misurate a seconda della tipologia di derivazione, della complessità della sperimentazione e dei mezzi a disposizione.

Aspetti necessari

- **Caratterizzazione idrologica-idraulica.** Il primo passo necessario è il reperimento di dati idrologici (portate e/o livelli) disponibili nel tratto fluviale precedente e successivo all’opera. Ciò include sia serie storiche sia informazioni idrologiche (come analisi probabilistiche) e idrauliche già elaborate da Enti territoriali. Questo passo include, inoltre, la segnalazione di eventuali affluenti significativi nel tratto sotteso e il reperimento di possibili dati idrologici corrispondenti.

Nel caso in cui non siano disponibili misure, o la loro numerosità non consenta analisi significative, sarà necessario fare affidamento a simulazioni idrologiche afflussi-deflussi, o già disponibili oppure da realizzarsi ad hoc, badando che siano opportunamente tarate con misure in campo.

Questo primo passo è fondamentale per avere il contesto idrografico in cui la derivazione si colloca, per sfruttare misure e studi già svolti e per avere un quadro del comportamento idrologico del corpo idrico e, eventualmente, l’effetto della derivazione nel passato. La scala di indagine per il reperimento di questi dati dovrà tenere conto dell’individuazione dei tratti da monitorare sulla base della suddivisione in corpi idrici dei corsi d’acqua prevista dalla DQA.

- **Pianificazione del monitoraggio delle portate.** Il secondo passo riguarda la

pianificazione e la realizzazione di misure di portata (i) subito prima dell'opera, (ii) nel tratto sotteso e (iii) a valle della restituzione. Le misure hanno lo scopo di tarare il modello idraulico nel tratto oggetto di sperimentazione, di controllare che i deflussi rilasciati in fase di sperimentazione siano quelli concordati e di fornire a tutti gli altri comparti l'informazione sull'andamento temporale della forzante idrologica che sta determinando la loro evoluzione.

Si richiede che le misurazioni di portata siano effettuate con cadenza periodica, preferibilmente in continuo, o con frequenza almeno settimanale o mensile a seconda della dimensione dell'opera, della tipologia di corpo idrico e dell'entità della sperimentazione. Identicamente, saranno questi fattori a consigliare la metodologia di misura più opportuna.

La misura della portata farà anche affidamento a quanto si stia già eventualmente misurando in corrispondenza dell'opera di presa, quando sia già prevista e in corso la misura della portata, ciò ovviamente considerando la compatibilità con i tempi previsti dalla sperimentazione stessa.

Nel caso in cui la derivazione non preveda una restituzione puntuale (per esempio, questo è il caso tipico delle prese per scopi irrigui), il tratto fluviale da considerarsi – che svolge il medesimo ruolo del “tratto sotteso” nel caso degli impianti idroelettrici – sarà dall'opera di presa sino all'ingresso di un affluente significativo dal punto di vista dell'apporto idrico. In tale tratto occorrerà provvedere alla misura della portata; i siti di misura e il loro numero saranno scelti in modo opportuno in relazione alla lunghezza del tratto e dalla tipologia di sperimentazione.

- **Pianificazione del monitoraggio idrologico-idraulico.** Il terzo passo riguarda la scelta di un numero opportuno di tratti del corpo idrico nei quali saranno svolte misure idrauliche. Il numero di tratti e la loro estensione longitudinale dovranno essere congrui con il tipo di derivazione e le caratteristiche fluviali, ponendo particolare attenzione alla dislocazione dei tratti idrici omogenei. Lo scopo è quello di avere sotto controllo idraulico alcune aree fluviali emblematiche dove poter osservare l'effetto della sperimentazione, innanzitutto in termini di livelli raggiunti dalla superficie libera (rispetto alla geometria locale dell'alveo e delle sponde), profondità della corrente e velocità dell'acqua. Ciò al variare delle portate rilasciate dalla derivazione e delle variazioni naturali della portata.

La scelta dei tratti e il fatto di considerarli emblematici per la sperimentazione dovranno essere opportunamente spiegati e motivati. Per esempio, i tratti potranno essere stati scelti per le loro peculiarità bio-idro-geomorfologiche, oppure per l'esistenza di osservazioni pregresse, oppure, ancora, perché maggiormente fragili e prони agli effetti del mutato regime delle portate.

Le misure sopraccitate (livelli, velocità e batimetria) saranno importanti (i) per comprendere come il comportamento idraulico sia correlato al regime delle portate imposto nella sezione della derivazione e (ii) per calibrare i modelli di simulazione idraulica (vedi punto successivo). A quest'ultimo fine, sarà anche necessario programmare sin da subito una serie di rilievi topografici dell'alveo (nei tratti fluviali scelti), che saranno necessari per la simulazione numerica idraulica; attenzione andrà posta a considerare una risoluzione spaziale del rilievo topografico sufficiente per soddisfare le esigenze della simulazione numerica.

Oltre a considerare le consuete misure di topografia dell'alveo, profondità della corrente e velocità (mediata sulla verticale) della stessa, si auspica l'uso di nuove tecnologie per monitorare il comportamento idraulico della corrente nei tratti considerati. Si intendono qui tecnologie che vanno dal semplice utilizzo di webcam fisse

in opportuni punti rialzati, all'uso periodico di droni e, ancora, al reperimento di rilievi satellitari. Questi ultimi hanno infatti raggiunto precisioni spaziali, frequenze temporali, reperibilità e costi tali da rendere questo strumento assolutamente competitivo per l'acquisizione di dati quali l'area occupata dalla superficie libera della corrente, il numero di canali attivi e gli spostamenti planimetrici della corrente.

I medesimi tratti fluviali considerati per le misure e analisi idrauliche potranno essere scelti così da poter poi essere utilizzati (tutti o in parte) per le analisi previste da altri comparti (come quello biologico). Identicamente, le misure (specie quelle fatte mediante le nuove tecnologie) potranno essere utilizzate anche per altri comparti. A questo proposito, basti pensare ai cambiamenti della vegetazione riparia ricavabili da semplici webcam o da misure satellitari.

- **Simulazione numerica.** Il quarto passo è la simulazione idraulica del comportamento della corrente. Esso riguarda l'uso di programmi numerici che consente, note le condizioni al contorno e le caratteristiche dell'alveo, di stimare il comportamento idraulico del fiume per diverse portate. Tali simulazioni dovranno sicuramente riguardare i tratti scelti per le misure idrauliche (vedi punto precedente), ma potranno essere estesi anche ad altri tratti, valutando la realizzazione di rilievi topografici dell'alveo in numero sufficiente per assicurare l'affidabilità della simulazione.

Lo scopo di tali simulazioni è estendere, rispetto alle misure in alveo, le informazioni sul comportamento idraulico del corso d'acqua durante le sperimentazioni. Per esempio, poter tracciare nel tempo – e in modo spazialmente esteso e continuo nei tratti fluviali scelti – l'andamento delle profondità, del campo di moto, del contorno bagnato, della disponibilità di habitat, ecc. Tutto ciò al fine di descrivere bene come tutti i restanti comparti (geomorfologico, qualità delle acque e comparto biologico) risentono del cambiamento di portate rispetto all'andamento naturale o a quello precedente alla sperimentazione.

I modelli numerici dovranno essere sempre bidimensionali. Sono consentiti modelli monodimensionali nel caso di piccoli corsi d'acqua o per uno studio preliminare o, ancora, per singoli rami fluviali di piccola entità.

I risultati dei modelli numerici dovranno recare anche una stima dell'errore legata all'incertezza modellistica, dovuta, per esempio, al rilievo topografico, alla valutazione della scabrezza dell'alveo e alle ipotesi alla base dei modelli matematici adottati nella simulazione.

Aspetti discrezionali

Come anticipato in precedenza, vi sono questioni idrauliche che, per quanto utili, pare eccessivo che ne venga sempre richiesta l'indagine. Pertanto, saranno le caratteristiche della sperimentazione a dettarne o meno l'obbligo o, almeno, consigliarne l'adozione. Esse riguardano le seguenti questioni.

Un aspetto che gioca una grande importanza nell'ecosistema fluviale è l'interazione tra flusso superficiale e acquiferi freatici circostanti. A questo riguardo è opportuno reperire tutte le informazioni disponibili sulla freatimetria nella porzione di territorio toccata dal corpo idrico sotteso dall'impianto. A tal proposito, sarebbe molto utile l'installazione di piezometri con misura del livello di falda nel tratto oggetto di sperimentazione – con particolare attenzione alle aree nei pressi delle rive del corpo idrico – al fine di avere informazioni riguardo a come le alterazioni delle portate indotte dalla derivazione si ripercuotono sul rapporto fiume-falda.

Anche in questo caso, la scelta del numero di piezometri, della loro dislocazione e

dell'effettuare misure saltuarie o continue di livello in essi dipende dalla tipologia di corpo idrico, natura idrogeologica della zona e dall'importanza della derivazione. Per esempio, le informazioni in possesso potrebbero ritrarre un comportamento idrogeologico complesso riguardo l'interazione tra fiume ed acquiferi freatici circostanti; oppure vi sono meandri pronunciati, che fanno intuire la presenza di flussi iporreici intra-meandro; o ancora, vi sono barre fluviali, anch'esse sede di flussi iporreici importanti. Questi sono esempi di casi che consigliano l'installazione di piezometri, in zone da scegliere con cura, proprio per valutare l'effetto del cambio di gestione sperimentata. Sta inteso che nel caso di grandi corsi d'acqua (per esempio, Po, Ticino, Tanaro, ecc.) la disposizione di almeno un piezometro sarebbe davvero auspicabile, e, se possibile, anche in numero maggiore di uno. L'informazione lì raccolta consentirebbe di confrontare il comportamento con quanto accaduto in passato o con l'ambiente idrico sotterraneo regionale. In questo ambito si suggerisce di quantificare il bilancio degli interscambi con la falda tramite due campagne di misure di portata differenziali in condizioni di magra stabile con contemporaneo monitoraggio dei livelli piezometrici in alcuni punti di controllo.

Analisi da svolgersi

Le analisi ricadono in due grandi insiemi: le analisi da svolgersi preventivamente all'inizio della sperimentazione, e le analisi che avvengono durante la stessa.

Analisi propedeutiche alla sperimentazione

- Inquadramento idrografico e idrologico del corpo idrico in base a dati topografici e idrologici raccolti. Esempi di analisi per l'inquadramento idrologico sono l'analisi statistica delle portate, l'analisi probabilistica (se possibile), la curva di durata delle portate, ecc.
- Valutazione quantitativa dei cambiamenti idrologici, rispetto allo stato ante-sperimentazione, adottando i criteri IARI (si veda protocollo ISPRA). In caso non siano sufficienti i dati storici si ricorra al metodo IHA (Indicators of Hydrologic Alteration).
- Analisi dei cambiamenti idraulici, conseguenti agli imposti cambiamenti di regime idrologico, nei tratti fluviali focalizzati e nei quali si misureranno gli effettivi cambiamenti nel tempo. Tale analisi è da svolgersi in base a modelli di simulazione idraulica. Andrà valutato come le mutate frequenze delle portate si tradurranno in diverse frequenze delle configurazioni spaziali di livelli, profondità, velocità e tensioni al fondo della corrente (si veda il secondo punto della sottostante "Analisi durante la sperimentazione" per avere un'indicazione di quali grandezze specifiche valutare). Se i dati topografici lo consentono, si ripeterà questa analisi preventiva anche per altri tratti fluviali non scelti poi per le misure in campo durante la sperimentazione.

Analisi durante la sperimentazione

- Misurazione delle portate in continuo (o periodiche) e della topografia dell'alveo, velocità e profondità nei tratti selezionati. In seguito, verifica che l'andamento delle portate abbia seguito quanto previsto dalle simulazioni in fase preliminare. Sia le portate in ingresso alla derivazione sia quelle nel tratto ad esso sotteso.
- Verifica dell'accordo tra i cambiamenti idraulici previsti dalla modellazione numerica e quelli effettivamente accaduti. A questo riguardo occorrerà un'attenta analisi dei cambiamenti idraulici misurati nelle porzioni di corso d'acqua monitorate. Le

grandezze idrauliche da analizzare sono: (i) distribuzione di frequenza delle profondità d'acqua in tutta l'area selezionata per le misure; (ii) andamento temporale della profondità media, della distribuzione di frequenza delle profondità, del contorno bagnato e del raggio idraulico in un numero congruo di transetti; (iii) campo di moto della corrente nei medesimi transetti; (iv) andamento temporale del numero di canali attivi e ripetizione delle analisi del precedente punto (ii) per ciascun canale.

Segnalazione di qualunque disparità significativa tra quanto previsto e quanto misurato nel comparto idrologico-idraulico e monitoraggio di come evolve tale disparità.

- Stima delle tensioni tangenziali al fondo. Questo è possibile grazie alla modellazione numerica, opportunamente calibrata e tarata (e quindi credibile) sulle misure idrauliche effettuate in alveo. Tale stima sarà fondamentale per la valutazione del trasporto solido.
- Analisi del comportamento freatico registrato dagli eventuali piezometri considerati nella sperimentazione e suo legame con l'evoluzione idrologica e idraulica del corso d'acqua.

Le precedenti verifiche dovranno avvenire a tempi fissati in modo (i) da coprire l'intera durata della sperimentazione e (ii) con una frequenza nel tempo adatta alle variabili considerate e alla tipologia della misura (per esempio se la misura avviene in continuo oppure no).

Matrici del comparto idrologico-idraulico

Aspetti necessari

Analisi propedeutiche alla sperimentazione

Valutazione quantitativa dei cambiamenti idrologici rispetto alla condizione ante sperimentazione secondo i criteri IARI (o IHA)

Analisi dei cambiamenti idraulici, conseguenti gli imposti cambiamenti di regime idrologico

Misurazioni delle portate in continuo (o periodiche mensili)

Misurazioni periodiche di topografie dell'alveo, della velocità e profondità di un numero opportuno di tratti selezionati del corso d'acqua

Verifica dell'accordo tra i cambiamenti idraulici previsti dalla modellizzazione numerica

Stima delle tensioni tangenziali al fondo e valutazione del trasporto solido

Analisi durante la sperimentazione

Reperimento di dati idrologici (portate e/o livelli)

Caratterizzazione idrologica-idraulica

Inquadramento idrografico e idrologico

Simulazione idraulica del comportamento della corrente tramite modelli bidimensionali (in specifici casi monodimensionali)

Analisi statistica e probabilistica delle portate, curva di durata delle portate, ecc.

Verifica dell'andamento delle portate misurate con quanto modellizzato in fase previsionale

Misurazioni di topografia dell'alveo tramite webcam in continuo o immagini periodiche tramite drone

Aspetti discrezionali

Monitoraggio della frangitura della zona d'indagine

Installazione di piezometri in corrispondenza delle rive del corso d'acqua

Analisi del comportamento freatico registrato

2. Comparto geomorfologico

2.1 Definizione e scopi

È ben noto che l'ambiente fluviale è il risultato della complessa interazione tra corrente idrica, sedimenti e componente biotica (sia vegetale sia animale). In tale dinamica, che si svolge in un ampio spettro di scale spaziali e temporali, il comportamento geomorfologico del corpo idrico gioca un ruolo fondamentale. Le sue caratteristiche, infatti, contengono molte informazioni riguardanti l'interazione correnti-sedimenti-vegetazione e dettano il paesaggio idro-geomorfologico (profondità della corrente, velocità locali, forme di fondo, ecc.) nel quale si svolgono i processi biologici ed ecologici fluviali. Ne consegue che la conoscenza del quadro geomorfologico ante-sperimentazione e il suo monitoraggio durante la sperimentazione sono fondamentali per comprendere se e come le alterazioni del regime idrologico si ripercuotano sul paesaggio fluviale, sia in alveo sia nelle zone ripariali circostanti.

2.2 Strumenti operativi e parametri da misurare

Di seguito verranno esposti gli aspetti necessari da prendere in considerazione in tutte le proposte di sperimentazione e le misure da svolgersi in campo durante la sperimentazione.

Aspetti necessari

- **Caratterizzazione geomorfologica.** Descrizione geomorfologica di tutto il tratto fluviale – sotteso dall'opera di prelievo oggetto di sperimentazione – nelle condizioni ante-sperimentazione (intendendosi con “tratto sotteso” quanto già precisato nella descrizione dei comparti precedenti). Occorrerà individuare i corpi idrici interessati e le loro caratteristiche geomorfologiche principali, quali granulometria tipica, forme di fondo (dune, ripples, ecc.), barre, meandri, tratti pluricursali, successioni pool-riffle, e via dicendo. In questa analisi ci si avvarrà sia di informazioni già presenti in banche dati o documenti ufficiali sia di valutazioni sul campo od ottenute via simulazioni numeriche (si veda il punto in premessa della Parte III dedicato a che cosa si intende per condizioni ante-sperimentazione) da farsi in occasione della proposta della sperimentazione. A tal proposito, un utile strumento di valutazione dello stato morfologico appare il database con le formazioni raccolte da ARPA per il calcolo dell'IQM sui corsi d'acqua piemontesi in attuazione alla DQA (consultabili al link seguente <http://www.arpa.piemonte.it/news/gemma-geodatabase-morfologia-corsi-dacqua-in-piemonte>). Nel caso in cui per il tratto del corpo idrico in studio non vi siano valori di IQM disponibili si richiede di calcolarne il valore secondo la metodica esplicitata nel manuale IDRAIM (ISPRA 113/2014).

La descrizione geomorfologica si estenderà anche ad un significativo tratto a monte della derivazione. Ciò al fine di inquadrare lo stato geomorfologico fluviale nel quale si colloca l'opera e, eventualmente, registrare la presenza di cambiamenti indotti dalla derivazione stessa già in condizioni ante-sperimentazione.

- **Misurazioni batimetriche e di forme geomorfologiche dell'alveo.** Una volta avuto così il quadro della idro-geomorfologia dell'intero corso fluviale interessato dalla sperimentazione, si focalizzeranno alcuni suoi tratti specifici – scelti per le loro peculiarità geomorfologiche e la loro rappresentatività della porzione di corso d'acqua nel quale avviene la sperimentazione – dove saranno svolte misure batimetriche e di forma dell'alveo

dettagliate nel punto precedente. Per esempio, singole curve, porzioni occupate da alcune barre, tratti pluricursali rappresentativi, forme di fondo, ecc. Questa selezione e queste misure hanno molteplici scopi: (i) registrare nel tempo eventuali cambiamenti morfologici indotti dalla sperimentazione e (ii) fornire i dati che sono necessari per analisi che riguardano altri comparti. Un esempio notevole, ma non unico, di questo secondo scopo è la metodologia MesoHABSIM che, per gli obiettivi ricade ovviamente nel comparto biologico-ecologico, ma necessita di un'attenta e precisa descrizione dell'alveo, unitamente alle caratteristiche idrauliche che lì vi si stabiliscono a seconda della portata (si veda quanto scritto nel Comparto idrologico-idraulico). Questo aspetto ambientale geomorfologico e idraulico ha immediate ripercussioni sul comparto biologico in quanto determina non solo la disponibilità, ma anche la ripartizione relativa degli habitat.

Va quindi da sé che la scelta – motivata in modo preciso – di quali porzioni fluviali studiare, le cui caratteristiche morfologiche saranno misurate e monitorate con attenzione, andrà fatta in stretta relazione con quanto occorre misurare e valutare negli altri comparti che utilizzano tali informazioni geomorfologiche.

Il numero di tratti fluviali scelti per il monitoraggio di dettaglio sarà in relazione alla lunghezza del tratto sotteso, all'importanza del corpo idrico e alla varietà morfologica presente.

- **Pianificazione del monitoraggio geomorfologico.** Occorrerà prevedere un calendario cadenzato di misure e raccolta di dati morfologici. Tipicamente ogni sei mesi-un anno (a seconda del grado di mobilità dei sedimenti) sarà necessaria una campagna di misura dettagliata. Accanto a queste misure accurate, sarà bene prevedere l'acquisizione di misure semi-quantitative che, pur essendo di facile accesso e basso costo, possono rivelarsi assai preziose per comprendere il comportamento idro-morfologico (per esempio, l'acquisizione di fotografie dei tratti considerati ottenute mediante webcam, dati satellitari ad alta risoluzione, voli di droni, ecc.). Si comprende bene come anche la semplice analisi visiva di questi dati da parte di persone competenti può fornire molte informazioni utili, sul comportamento morfologico, idraulico e vegetazionale dei tratti analizzati.

Nel caso di eventi estremi alluvionali, occorrerà prevedere un'ulteriore campagna di misure subito dopo il loro accadimento. Ciò indipendentemente dal calendario cadenzato previsto in fase di progetto della sperimentazione.

Analisi da svolgersi

Le analisi da effettuare per questo comparto comprendono: una prima fase propedeutica alla sperimentazione al fine di descrivere il tratto fluviale oggetto di studio prima della sperimentazione – ponendo anche in evidenza differenze, in condizioni ante-sperimentazione, tra il tratto a monte e quello sotteso dalla derivazione – e una seconda fase volta ad analizzare le misurazioni effettuate durante la sperimentazione stessa e valutare eventuali cambiamenti geomorfologici. Le analisi dovranno essere svolte per il tratto sotteso dalla derivazione, sia in condizioni ante-sperimentazione sia durante la sperimentazione, secondo la cadenza definita in fase di progetto della sperimentazione stessa.

Analisi propedeutiche alla sperimentazione

In questa fase le analisi da svolgersi sono le seguenti:

1. descrizione qualitativa eco-geomorfologica del tratto fluviale. Occorrerà qui evidenziare le caratteristiche geomorfologiche del corso d'acqua, come il carattere pluricursale o monocursale, la presenza di tratti intrecciati, barre e meandri, la

descrizione della granulometrica tipica e sua eventuale variazione lungo il tratto, la presenza di corazzamento dell'alveo, la descrizione della struttura della vegetazione in relazione alla morfologia del tratto, ecc. Inoltre, tale caratterizzazione dovrà essere svolta anche per un significativo tratto a monte della derivazione, così da avere chiaro il contesto in cui si inserirà la sperimentazione;

2. valutazione quantitativa (i) della sinuosità e (ii) del numero di canali attivi laddove siano presenti tratti intrecciati. Tali valutazioni andranno svolte in diverse condizioni di portata, da quelle di magra a quelle di piena;
3. sui singoli tratti scelti come emblematici del tratto da focalizzare all'interno del tratto sotteso, occorrerà descrivere in modo quantitativamente dettagliato il loro status quo bio-idro-geomorfologico: (i) rilevare la topografia dell'alveo, includendo la regione riparia, (ii) misurare le condizioni locali idrauliche (vedi comparto idrologico-idraulico), (iii) dare una descrizione quantitativa delle forme morfologiche caratteristiche (forme di fondo, barre, meandri, isole fluviali, ecc.), (iv) misurare la granulometria dell'alveo, evidenziando eventuali eterogeneità planimetriche e verticali (corazzamento), (v) valutazione del trasporto solido (in base alle stime delle tensioni tangenziali svolte nell'analisi del comparto idrologico-idraulico) e (vi) descrivere la vegetazione riparia e in alveo in relazione alle caratteristiche geomorfologiche ove essa compare.

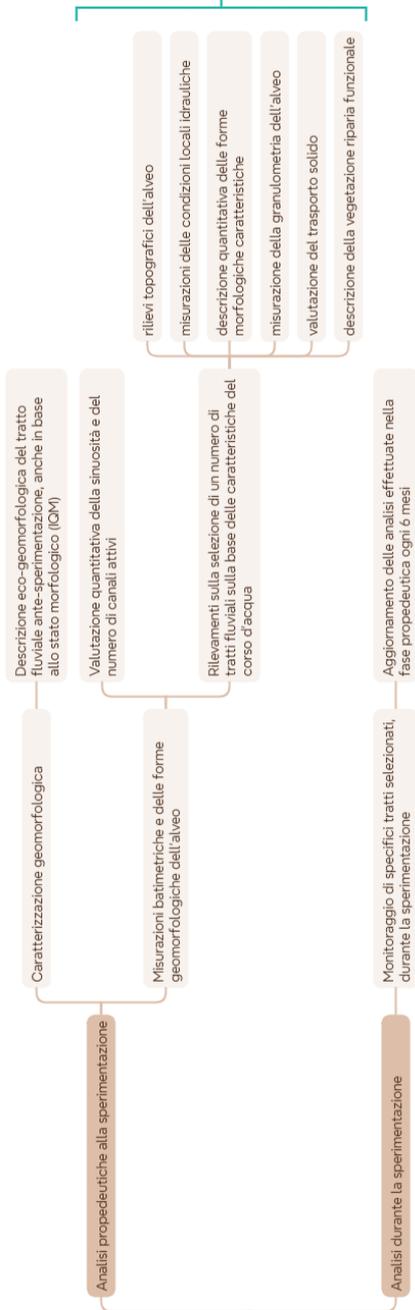
Analisi durante la sperimentazione

Durante la fase di sperimentazione, dovranno essere aggiornate le stesse analisi della fase propedeutica, sui tratti selezionati, man mano che la sperimentazione procede, evidenziando eventuali cambiamenti e cercando di legarli in modo logico con quanto imposto durante la gestione idraulica sperimentata (per esempio, variazioni delle forme di fondo, riduzioni sistematica del numero di canali attivi nel caso di tratti intrecciati, clogging dell'alveo, maggiori incisioni di parte dell'alveo, progressione della vegetazione all'interno dell'alveo, ecc.).

Tali analisi, e relativi confronti con la situazione ante-sperimentazione, saranno da farsi sia in corrispondenza delle misure cadenzate sia quando vi siano misurazioni non previste ma dovute a eventi di particolare importanza, come specificato in precedenza.

Matrici del comparto geomorfologico

Aspetti necessari



funzionale alla metodologia MesoHABSIM

3. Comparto qualità delle acque

3.1 Definizione e scopi

Il presente comparto si riferisce alla qualità dell'acqua nel tratto sotteso all'opera in esame, nel quale si focalizzano le proprietà fisiche, chimiche e microbiologiche della corrente e le sue alterazioni a causa dell'alterazione del regime di portata. Al solito, con tratto sotteso si intende il tratto fluviale compreso tra opera di presa e la restituzione in alveo (nel caso in cui sia prevista una restituzione) oppure il tratto compreso tra l'opera di presa e la sezione del corpo idrico dove si può ragionevolmente ritenere esaurita l'azione di perturbazione idrologica.

Non esiste una definizione unica di qualità, ma, anzi, ogni tratto fluviale ha peculiarità sue proprie. Per tale ragione, si assumeranno come termine di riferimento le caratteristiche qualitative dell'acqua ante-sperimentazione.

3.2 Strumenti operativi e parametri da misurare

Mantenendo la medesima organizzazione logica adottata nei precedenti comparti, anche in questosi separano gli aspetti fondamentali da valutare per un qualsiasi derivazione dalle analisi accessorie, da svolgersi in caso di esigenze specifiche.

Aspetti necessari

- **Caratterizzazione chimico-fisica e microbiologica.** Innanzi tutto, è necessario raccogliere tutte le informazioni disponibili riguardo (i) alle principali immissioni puntuali e diffuse nel tratto considerato e (ii) ad eventuali precedenti studi che abbiano trattato il tema della qualità nella porzione di corpo idrico sotteso. Per entrambi gli scopi ci si rifarà a studi e censimenti svolti da Enti pubblici con competenza territoriale (Comuni, Province, Regione, ARPA, ecc.) e si consulterà l'anagrafe di scarichi urbani o produttivi (SIRI Sistema informativo risorse idriche e SCA Sistema delle conoscenze ambientali). Questa documentazione fa riferimento ai dati di monitoraggio istituzionale effettuato in applicazione della DQA, volti a determinare lo stato chimico delle acque oltre che ecologico. Inoltre, sarà necessaria (riguardo al punto (i)) una campagna di ricognizione sul campo che integri eventuali informazioni mancanti.

Lo scopo di tale prima fase è avere chiari i punti e zone dove si attende l'immissione di sostanze inquinanti – per esempio, immissioni da scarichi cittadini, zone agricole adiacenti al fiume fortemente soggette a uso di fertilizzanti, scarichi industriali, ecc. – lo stato del corpo idrico e l'esistenza di situazioni già delicate o già tenute sotto controllo.

- **Pianificazione del monitoraggio chimico-fisico.** In seconda battuta, si organizzi il monitoraggio delle misure di temperatura, del carico organico (e quindi BOD e COD), pH, conducibilità, torbidità, nitrati e fosfati, ciò potrà essere fatto sia tramite l'utilizzo di una sonda multi-parametrica sia mediante il prelievo di campioni d'acqua da analizzare in laboratorio.

Le misurazioni avranno cadenza periodica (tipicamente mensile o bimestrale) sulla base della dimensione dell'opera, della tipologia di corpo idrico e delle peculiarità della sperimentazione. Per esempio, è evidente che nel caso di situazioni critiche – quali la presenza di potenziali immissioni di inquinanti, la qualità pregiata del corpo idrico, la rilevanza del fiume, la presenza di forti alterazioni della portata, ecc. – la frequenza delle

misure sarà maggiore.

Inoltre, le misure potranno subire infittimenti e diradamenti nel tempo in funzione delle stagioni (ovviamente con l'infittimento quando vi siano condizioni di magra) e dell'alterazione idrologica imposta dall'opera a monte. Infine, andranno svolte (indipendentemente dal programma periodico) misure di qualità anche in caso di eventi siccitosi estremi ed eccezionali.

Se possibile, si consiglia che la misurazione della temperatura sia svolta in modo molto frequente ed automatizzato (per esempio, con cadenza oraria o ogni 4 ore) tramite l'installazione di datalogger. Inoltre, sarebbe raccomandabile installarne a monte, nel tratto sotteso e a valle, almeno tre per ognuno di questi tre tratti. Da un lato, la misura di temperatura è molto semplice e robusta da eseguirsi, al contempo essa è preziosa potendo già fornire molte indicazioni utili sulla qualità dell'acqua e sull'impatto sulle comunità biologiche e, pertanto, la relativa risposta del corpo idrico alle alterazioni di portata. Per citare uno degli effetti più importanti dell'alterazione della temperatura dell'acqua si può fare riferimento all'influenza diretta che queste modificazioni hanno sulla crescita degli organismi, sulla disponibilità di nicchia termica e sulla durata dei cicli vitali, ma anche a quella indiretta che influisce sui valori di pH e specialmente di solubilità dell'ossigeno.

Le misurazioni tramite prelievo e sonda dovranno essere fatte subito a monte dell'opera di presa, in almeno un punto nel tratto sotteso e subito a valle della restituzione. In caso di presenza di scarichi rilevanti, dovranno essere opportunamente aggiunte stazioni di campionamento subito a monte e subito a valle degli stessi, al fine di valutare la loro influenza sul corpo idrico in studio.

Stazioni di misura saranno aggiunte anche nel caso di lunghi tratti sottesi e, soprattutto, quando siano presenti affluenti capaci di incrementare significativamente la portata o variare le caratteristiche ambientali del corpo idrico.

Attenzione e competenza dovrà essere posta alle modalità di campionamento, in modo tale che questi siano rappresentativi della qualità dell'acqua nella sezione considerata. Tipicamente le misure dovranno prevedere più campionamenti sulla verticale. Nel caso di correnti ad elevato rapporto larghezza/profondità e nel caso di pennacchi immessi nel corpo idrico da immissari o scarichi, si dovrà valutare la necessità di campionamenti in più verticali lungo il transetto. Identica accortezza e competenza andrà posta nel campionamento in corsi d'acqua pluricursali. In tale caso, sarà necessario compiere misure nei diversi canali, sempre ponendoli risultati in relazione alla posizione spaziale del canale considerato.

Aspetti discrezionali

Vi sono variabili da misurare in relazione a particolari necessità o a discrezione del proponente della sperimentazione. Alcuni esempi sono i seguenti.

- Si suggerisce di misurare le concentrazioni di alcuni batteri comuni, come i coliformi fecali – in particolare l'*Escherichia coli* –, nel caso di presenza di scarichi di reflui civili. Si tratta di misure piuttosto semplici da svolgersi e che possono aiutare a delineare velocemente un primo quadro relativo all'aspetto microbiologico.
- Qualora si sospetti l'immissione di sostanze particolari (come metalli pesanti o tensioattivi (come metalli pesanti o tensioattivi) – perplessità che può sorgere sulla base di osservazioni passate o di segnali d'allarme o dalla conoscenza personale del territorio – è bene includere la misura anche di queste sostanze, specie a ridosso del punto di immissione temuto. In caso di individuazione di condizioni alterate particolari si invita a fare riferimento ai dati raccolti nell'ambito dell'Analisi delle Pressioni

afferenti ai corpi idrici effettuata in attuazione della DQA in fase di redazione del Piano di Gestione del distretto idrografico del fiume Po.

- Di estrema importanza, riguardo ad entrambe le tipologie di misure indicate nei due punti precedenti, vale la regola di infittire le misure durante le magre, le siccità e quando ci si attenda un picco di immissioni.

Analisi da svolgersi

Le analisi da svolgere in questo comparto comprendono: una prima parte propedeutica alla sperimentazione per inquadrare lo stato della qualità dell'acqua – nel tratto fluviale considerato – prima dell'inizio della sperimentazione, a cui segue l'analisi dei dati misurati durante la sperimentazione stessa.

Analisi propedeutiche alla sperimentazione

Sulla base di quanto raccolto e misurato preventivamente alla sperimentazione ovvero allo stato di qualità attuale in base alla classificazione ambientale vigente (si veda il primo punto degli "Aspetti necessari" relativamente all'attuazione della DQA), è necessario tracciare un quadro dello stato dell'acqua nel tratto considerato per la sperimentazione stessa. In altre parole, occorre definire una sorta di "zero", al quale ci si riferirà per tracciare e valutare l'effetto della sperimentazione. Tale quadro descriverà i principali scarichi e rilasci, eventuali tratti potenzialmente più esposti alla degradazione della qualità dell'acqua, potenziali variazioni temporali stagionali, presenza di eventuali problematiche passate dovute a concentrazioni anormali di sostanze particolari (metalli pesanti, tensioattivi, idrocarburi...) o a comunità batteriche (*Salmonella* sp., e in particolare per quanto riguarda la presenza e la diffusione di alcuni ceppi di *Escherichia coli*...), ecc. Attenzione andrà anche posta ad inquadrare queste informazioni nel contesto normativo corrispondente.

Nel caso della presenza di scarichi civili di acque reflue, il cui impatto può essere chiaramente rilevato dalla presenza di alcune forme batteriche, si utilizzi l'indice LIM_{eco}. Tali valutazioni dovranno essere fatte con maggiore frequenza nei siti che presentano, o si suppone abbiano, un rischio di impatto maggiore.

Analisi durante la sperimentazione

- Essendo nota la variazione di portata liquida imposta dalla sperimentazione, è possibile ricavare, da tutte le concentrazioni misurate nel tratto sotteso (per esempio, prima e dopo l'ingresso di un affluente o uno scarico), le corrispondenti concentrazioni che si sarebbero misurate in assenza della sperimentazione. Con buona approssimazione si può infatti assumere una dipendenza lineare tra le due concentrazioni, con coefficiente pari al rapporto delle portate. In formule, se C_s è la concentrazione misurata durante la sperimentazione mentre transita una portata liquida Q_s , la concentrazione che si sarebbe (circa) misurata in condizioni di assenza di sperimentazione è pari a

$$C_a = \frac{Q_s}{Q_a} \cdot C_s$$

dove Q_a è la portata liquida che vi sarebbe stata in assenza di sperimentazione. Per esempio, se la sperimentazione, in un dato periodo, riduce la portata del 60%, le concentrazioni che si sarebbero (circa) misurate in assenza di sperimentazione sono

pari al 60% di quelle misurate durante la sperimentazione.

In questo modo è possibile avere sempre chiaro (i) il quadro di concentrazioni (in tutti i punti e transetti misurati) durante la sperimentazione e (ii) quello che sarebbe accaduto se la sperimentazione non fosse avvenuta. In base a questo quadro, si potranno fare confronti (in particolare focalizzando i picchi di concentrazione di inquinanti) nei diversipunti e transetti di misura e valutare il grado di alterazione rispetto al caso ante-sperimentazione.

- Seppure in modo molto più approssimato, si potrà fare anche per la torbidità una stima dell'alterazione usando lo stesso metodo prima descritto per le concentrazioni chimiche e batteriologiche. Occorre tenere presente che questo metodo di valutazione tenderà a sottostimare la torbidità quando la portata idrica in assenza di sperimentazione sia maggiore di quella in presenza di sperimentazione. (ovvero $Q_s/Q_a < 1$).
- Dalle misure di temperatura sarà possibile ricavare (i) profili longitudinali lungo il corpo idrico della temperatura, (ii) analisi di condizioni locali particolari a ridosso di scarichi che si è deciso di monitorare in dettaglio e (iii) confronti con la misura di temperatura nella corrente subito a monte dell'opera. In questo modo, si controllerà (con la cadenza pari a quella delle misure stesse) se vi siano situazioni di forte alterazione termica della corrente.
- A seguito della raccolta dati, si potranno ottenere i valori dell'indice LIM_{eco} e comprendere se, durante la sperimentazione vi sono cambi della classe di qualità del tratto sotteso dall'opera. Tale analisi andrà fatta con particolare attenzione ai momenti più critici per la qualità dell'acqua, quali periodi di magra, siccità e periodi di picchi di immissioni inquinanti.

Matrici del comparto qualità delle acque

Aspetti necessari

Analisi propedeutiche alla sperimentazione

Caratterizzazione chimico-fisica e microbiologica

valutazione della presenza di passate contaminazioni o condizioni anomale

Monitoraggio delle misure mensili/bimestrali di temperatura, BOD, COD, pH, conducibilità, torbidità, nitrati e fosfati tramite sonda multiparametrica e/o analisi in laboratorio

Calcolo dell'indice LIMeco sulla base della condizione del corso d'acqua

Analisi durante la sperimentazione

Valutazione delle concentrazioni delle sostanze da monitorare e della torbidità sulla base della variazione di portata

Misurazione (possibilmente oraria) della temperatura tramite datalogger

Produzione di profili longitudinali

Aspetti discrezionali

Misurazioni di concentrazioni di alcuni batteri comuni (es. coliformi fecali)

Misurazioni di concentrazioni di sostanze particolari (es. metalli pesanti, tensioattivi)

Valutazione delle concentrazioni delle sostanze da monitorare sulla base della variazione di portata

4. Comparto biologico-ecologico

4.1 Definizione e scopi

Con il termine “biologico-ecologico” si vuole comprendere il biota fluviale con tutte le sue caratteristiche strutturali (diversità biologica, densità delle popolazioni, ricchezza tassonomica etc.) e funzionali (produttività primaria, capacità di metabolizzare input organici di origine alloctona, etc. – Fenoglio *et al.*, 2019). La modulazione delle portate ha impatti sia diretti sia indiretti sulle comunità biologiche fluviali: tra i primi si possono ricordare la riduzione o la variazione della disponibilità e della diversità degli habitat, mentre tra i secondi è importante menzionare l’alterazione delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque.

Nei sistemi lotici esistono comunità estremamente ricche e diversificate, che vanno da quella fungina (dominata dagli ifomiceti) a quella della meiofauna, da quella ornitica a quella iporreica. Tra queste, le comunità biologiche maggiormente studiate e utilizzate nel monitoraggio sono quelle ittiche, macrobentoniche (invertebrati bentonici), algali (in particolar modo diatomee epilittiche) e i popolamenti vegetali ripariali. Questi gruppi sono stati individuati ed inseriti nel corpus legislativo (sin dalla WFD 2000/60) per una serie di ragioni, tra cui: relativa facilità di campionamento e identificazione, ampia diffusione, importanza per le reti trofiche e altri aspetti funzionali, rapporti con l’uomo e con altri componenti dell’ecosistema.

Nell’ambito delle presenti linee guida il monitoraggio biologico dovrà essere condotto specificatamente su alcuni dei suddetti gruppi biologici (pesci e macroinvertebrati bentonici), considerando in alcuni casi anche le diatomee, la vegetazione ripariale e la componente macrofitica. Inoltre, in caso di esigenze particolari dovranno essere monitorati anche altri gruppi legati all’ecosistema fluviale (come, per esempio, batracofauna e ornitofauna). Le comunità che verranno indagate saranno quelle abitanti a monte, nel tratto sotteso e a valle dell’opera.

Anche se sarebbe di estremo interesse la compilazione di liste faunistiche e floristiche accurate, per motivi di praticità, celerità ed efficacia comparativa, appare necessario privilegiare l’utilizzo di indici biologici. Tuttavia, alcune comunità non sono facilmente riassumibili tramite indicizzazione ma potrebbero comunque essere studiate per la presenza di specie tutelate.

In particolare, dovrà essere posta attenzione alla presenza di specie elencate negli allegati della Direttiva 92/43/CEE “Habitat” e della Direttiva 2009/147/CE “Uccelli”. Per la Direttiva Habitat, occorre considerare l’allegato II (che riporta le specie la cui conservazione richiede l’istituzione di ZSC) e l’allegato IV (che riporta l’elenco delle specie per cui è necessario adottare misure di rigorosa tutela e delle quali è vietata qualsiasi forma di raccolta, uccisione, detenzione e scambio a fini commerciali). Laddove sussiste una segnalazione inerente alla presenza di tali specie (animali o vegetali), nell’area di studio occorrerà attuare norme molto più restrittive ed un approccio cautelativo. Quindi, le attività di sperimentazione ricadenti o che coinvolgono indirettamente aree della Rete Natura 2000 o Aree protette, come definite ai sensi della l.r. 19/2009, dovranno richiedere uno stretto coordinamento con gli Enti gestori, allo scopo di assicurare un’adeguata armonizzazione caso-specifica tra le esigenze di tutela dettate dalle Direttive Habitat e Uccelli, dagli obiettivi di conservazione dei Siti della Rete Natura 2000 e dalle esigenze di tutela descritte nella DQA.

Il comparto biologico risulta sicuramente il più complesso da indagare data la forte e diversificata sensibilità degli organismi alle variazioni degli altri comparti e all’estrema mutevolezza che si può, quindi, verificare su scala spaziale e temporale.

4.2 Strumenti operativi e parametri da misurare

In ambito biologico sono molteplici gli organismi che popolano il fiume e le sue sponde, facenti parti della flora e della fauna fluviale. Nel presente paragrafo verranno presentate dapprima le indagini necessarie per le proposte di sperimentazione e a seguire una serie di studi e indici utilizzabili a seconda della struttura della derivazione, della complessità della sperimentazione, della tipologia del corpo idrico e della presenza di aree protette o di un sito della Rete Natura 2000.

Aspetti necessari

- **Caratterizzazione biologico-ecologica.** Anche per questo comparto è indispensabile, in primo luogo, svolgere un attento reperimento di tutta la documentazione pregressa relativa all'ittiofauna, agli indici macrobentonici (e.g. serie storiche IBE e STAR-ICMi presenti nelle banche dati regionali di ARPA) ed eventualmente agli indici diatomici, macrofitici e vegetazionali. Questa ricerca permette di avere un quadro generale sullo stato attuale di salute a livello biologico del corpo idrico e conoscerne la storia, in quanto è essenziale tenere in considerazione la presenza di passati impatti che potrebbero ripresentarsi in futuro o che hanno ancora effetto sulle comunità biologiche. Si riporta di seguito l'indirizzo web dove è possibile reperire i dati di monitoraggi istituzionali effettuati da ARPA (https://webgis.arpa.piemonte.it/monitoraggio_qualita_acque_mapseries/monitoraggio_qualita_acque_webapp). Qualora non fossero disponibili tali dati si richiede il loro reperimento tramite campagne di monitoraggio ad hoc.
- **Pianificazione dei monitoraggi biologici.** In seguito, si passa alla pianificazione del monitoraggio che deve essere cadenzato a livello temporale nella finestra di sperimentazione a seconda dei gruppi indagati.
 - Per i macroinvertebrati bentonici si consiglia un monitoraggio stagionale per ogni anno di campionamento affiancando alla metodologia ufficiale (ISPRA 2014) alcuni metodi affidabili, tarati ma maggiormente sensibili alle variazioni di portata come la sottometrica dello STAR_ICMi, ASPT (Average Score per Taxa), e specialmente il Flow-T (Laini *et al.*, 2022). L'indice Flow-T permette di fornire un valore di reofilia della comunità macrobentonica indagata, andando a considerare i tratti funzionali tipici dell'adattamento alla tipologia di corrente che questi organismi presentano (vd. PARTE II relativa alle esperienze passate nella sezione riguardo all'indice). Il Flow-T prevede una raccolta proporzionata all'abbondanza delle unità idrauliche e morfologiche, definite nel manuale SUM (Sistema di rilevamento e classificazione delle unità morfologiche dei corsi d'acqua – Manuale ISPRA 122/2015). Per la scelta dei singoli punti di campionamento per i macroinvertebrati al fine di ottenere comunità ben rappresentative si faccia riferimento alla pubblicazione Laini *et al.*, 2022 e ai futuri aggiornamenti relativi dell'Autorità di Bacino del fiume Po. Si consiglia di calcolare la media dei valori ottenuti dalle singole repliche raccolte per determinare il valore di Flow-T.
La programmazione dei monitoraggi durante la sperimentazione deve tenere conto di quanto già in corso nell'ambito delle attività istituzionali di monitoraggio svolte da ARPA al fine di ottimizzare l'utilizzo delle risorse. In aggiunta si vagli l'opzione di effettuare un maggiore sforzo di campionamento (soprattutto per il comparto macrobentonico) durante la finestra temporale critica dal punto di vista delle portate (come nel periodo estivo siccitoso).
 - Per quanto concerne l'ittiofauna si raccomanda un campionamento a cadenza annuale, applicando preferibilmente la metodologia di campionamento ONEMA (*Office national*

de l'eau et des milieux aquatiques) modificato. Questo metodo, di origine francese, è attualmente adottato da ARPA Piemonte dal 2017, poiché si è dimostrato efficace, di utilizzo relativamente semplice e adatto anche per fiumi semi-guadabili e di dimensioni medio-grandi. A seguito dell'applicazione del metodo, sarà possibile acquisire tutti gli elementi per ottenere un inquadramento della fauna ittica e, qualora si ritenga opportuno, per il calcolo di indici inerenti alla condizione biologica della comunità ittica (NISECI). In quest'ultimo caso si consideri che l'indice NISECI (protocollo IRSA 2040) presenta alcune problematiche relative specialmente alla marcata importanza data dalle specie alloctone, quindi, rischia di dare risultati poco chiaramente interpretabili, per esempio laddove risulti un punteggio estremamente basso, causato non da una criticità legata alle portate ma dalla presenza marcata di specie aliene. Per tali ragioni non ne viene consigliata l'applicazione.

Nel caso di conoscenza di comunità ittiche particolarmente modificate da impatti antropici (come reintroduzioni, immissioni a scopo alieutico, comunità principalmente costituite da specie alloctone) o particolarmente povere si valuti l'efficacia e la significatività del campionamento.

- Per le diatomee epilittiche, come riportato precedentemente, ne è fortemente suggerito l'uso nei casi in cui si sospetta che le variazioni di portata possano avere ripercussioni sul cachet dei nutrienti (famiglie di N e P), cioè ad esempio in aree con forte pressione agrozootecnica o in presenza di importanti scarichi civili o, comunque, organici. In questo contesto è raccomandato il campionamento annuale volto all'applicazione di indici diatomici quali l'ICMi e anche la valutazione dei valori delle relative sottometriche IPS (Cemagref *et al.*, 1982) e TI (Rott *et al.*, 1999). In caso di fioriture importanti di specie invasive come (*D. geminata*) si valutino le abbondanze da un punto di vista quantitativo, in quanto il verificarsi di bloom di queste specie sono indicatori di alterazioni idromorfologiche quali in primo luogo la bacinizzazione (quando le modulazioni delle portate creano un ecosistema lenticò).
- Nei casi di aree protette o di siti della Rete Natura 2000 (SIC – Siti di Interesse Comunitario, ZSC – Zone Speciali di Conservazione e ZPS – Zone di Protezione Speciale) o presenza di specie in allegato IV della Direttiva Habitat 92/43/CEE e nella Direttiva Uccelli 2009/147/CE o di specie a rischio in base alla IUCN Red List si riterrebbe opportuno valutare l'impatto della sperimentazione con un approccio maggiormente cautelativo, concordato con l'Ente di gestione dell'area protetta o con il Gestore del Sito Rete Natura 2000, tenendo in considerazione gli obiettivi di conservazione definiti per il sito stesso. Si consiglia una programmazione di monitoraggio ante, durante e post operam sul/i gruppo/i o specie da salvaguardare, di presentare una relazione per determinare l'impatto e di applicare delle strategie di salvaguarda all'occorrenza.

Le stazioni di monitoraggio per ogni gruppo biologico dovranno essere, in generale, localizzate a valle, a monte dell'opera e nel tratto sotteso secondo il numero di repliche consigliate dalle rispettive metodologie standardizzate. In caso di alterazioni delle condizioni o esigenze particolari dovranno essere adattati i periodi e il numero di monitoraggi per ogni gruppo. La scelta del posizionamento delle stazioni di campionamento dovrà essere accuratamente giustificata sulla base della naturalità della sezione di tratto indagato, del corpo idrico in studio, di passati impatti, aree protette, rappresentatività del restante tratto non indagato e considerazioni sulle caratteristiche locali. Il numero di stazioni di monitoraggio deve essere anche valutato caso per caso in funzione della presenza di scarichi esterni e/o derivazioni e/o immissari di una certa rilevanza.

- **Valutazione del peso delle varie comunità indagate.** Il passo successivo è individuare quali comunità prendere in considerazione e come pesarle nel giudizio complessivo, tenendo in considerazione le caratteristiche biologiche delle aree di indagine e la risposta alle variazioni delle portate. Indubbiamente, la comunità che dovrà essere sempre considerata è quella a macroinvertebrati bentonici, che per sensibilità, affidabilità, tempi di risposta, diffusione dei metodi e presenza nel corpus legislativo risulta essenziale in ogni situazione. Nel caso di aree protette o di siti della Rete Natura 2000 (SIC – Siti di Interesse Comunitario, ZSC – Zone Speciali di Conservazione e ZPS – Zone di Protezione Speciale) o presenza di specie in allegato IV della Direttiva Habitat 92/43/CEE o di specie a rischio in base alla IUCN Red List, il peso di gruppo/i o specie di interesse comunità da salvaguardare dovrà essere opportunamente calibrato con severità nella valutazione.
- **Considerazione di alcuni strumenti di supporto.** Oltre alle suddette considerazioni, ai fini dell'attività di sperimentazione risulta importante indagare alcuni aspetti: la fattibilità tecnica delle attività di rilievo dei dati e la rappresentatività del tratto scelto rispetto al campionamento biologico del corpo idrico interessato. Si considera anche utile l'installazione di alcune fototrappole a monte, a valle e nel tratto sotteso, per avere un dato qualitativo della variazione della vegetazione durante e dopo il periodo di monitoraggio. Questi strumenti permettono allo stesso tempo di ottenere anche informazioni su altri comparti come quello geomorfologico, estremamente importante anche dal punto di vista paesaggistico.

Aspetti discrezionali

Gli aspetti che verranno di seguito presentati sono da considerarsi sì discrezionali, ma al tempo stesso costituiscono un approccio fortemente raccomandato. Come abbiamo visto nella parte II (capitolo 3), gli approcci standardizzati dalla normativa non sempre sono risultati sensibili alle variazioni delle portate e, quindi, poco adatti ai fini della sperimentazione. Per tale motivo è in corso un lavoro di aggiornamento e taratura di nuovi indici e metodologie per valutare la loro risposta alle modulazioni dei deflussi. Dunque, all'interno di questa ottica sperimentale si ritiene di grande utilità l'applicazione di questi aspetti discrezionali.

- Per quanto riguarda le macrofite, queste verranno considerate specialmente qualora ci siano le condizioni idonee. Ad esempio, non si ritiene particolarmente probante un loro impiego nelle aste francamente alpine, caratterizzate da substrato grossolano, elevata velocità della corrente e/o ombreggiatura dell'alveo (laddove questo gruppo è rappresentato specialmente da alcune specie di briofite), mentre può essere considerato un loro impiego laddove ordine e caratteristiche delle aste fluviali siano in grado di supportare un popolamento macrofitico di una certa consistenza. Anche nel caso di bacini idrografici considerati a rischio secondo la Direttiva Nitrati 91/676/CEE o secondo indicazioni locali, che facciano presumere un problema di carico relativo a nitrati o fosfati dovranno essere prese in analisi le macrofite. Per le sperimentazioni che ricadono nei suddetti casi il monitoraggio macrofitico dovrà essere finalizzato al calcolo dell'indice IBMR.

- Per quanto concerne la vegetazione ripariale, si suggerisce un monitoraggio laddove sussistano condizioni locali di particolare interesse forestale o botanico, come la presenza di alneti o fasce ripariali continue e ben strutturate. In questi casi si consiglia una caratterizzazione della presenza di specie igrofile a livello sito-specifico che dovrà poi essere comparata con i successivi stadi evolutivi in seguito alla sperimentazione.

In caso di condizioni eccezionali (periodi siccitosi prolungati, alluvioni...) i monitoraggi dei singoli gruppi biologici dovranno essere opportunamente incrementati ed intensificati a seconda dell'intensità degli eventi. I campionamenti per macroinvertebrati dovranno essere svolti

stagionalmente con un incremento nel periodo estivo siccitoso, mentre quelli annuali dei pesci, delle diatomee, delle macrofite e della vegetazione ripariale (quest'ultime laddove incluse nel piano di campionamento) nel periodo primaverile-estivo.

Analisi da svolgersi

A seguito di quanto detto sinora, si passa alla fase di analisi dei dati raccolti calcolando gli indici biologici e descrivendo le comunità per la metodologia dei mesohabitat. Quanto detto dovrà essere svolto durante la sperimentazione.

Analisi propedeutiche alla sperimentazione

- Inquadramento dell'area di studio e caratterizzazione biologico-ecologica sulla base dei corpi idrici presenti e della idro-ecoregione di appartenenza, necessari anche per la strutturazione dell'attività di campo.
- Valutazione della presenza di specie elencate nelle Direttive Habitat (Allegati II e IV) e Uccelli. In caso affermativo, predisposizione di un piano di monitoraggio ad hoc, tenendo conto delle informazioni acquisite presso l'Ente gestore del sito in questione.
- Descrizione delle comunità di ogni gruppo biologico da monitorare e valutazione della presenza di eventuali pressioni passate. Al fine di avere un riferimento ante sperimentazione, si richiede di verificare la presenza di dati Arpa (e/o eventuali altre fonti) effettuati nell'arco temporale utilizzato nei monitoraggi dalle agenzie regionali. Qualora non siano disponibili si richiede la realizzazione di campionamenti ex novo relativi ai gruppi macrobentonici, diatomici, ittici ed eventualmente a seconda delle prescrizioni sotto riportate macrofitici e vegetazionali.

In particolar modo si definiscano la/e specie target ai fini del MesoHABSIM. Per una corretta applicazione della metodologia tendendo a rimarcare l'importanza della scelta delle specie target che deve essere fatta considerando la facilità di identificazione della stessa, il fatto che sia autoctona e presente nel tratto in studio.

- Monitoraggio e analisi in campo sulla descrizione dei mesohabitat presenti nei sotto-tratti individuati all'interno del corpo idrico (manuale SUM ISPRA 122/2015), per l'applicazione della metodologia MesoHABSIM. Il protocollo prevede la costruzione della curva Habitat-Portata mediante lo svolgimento di minimo tre rilievi in campo. In alternativa, specialmente per corsi d'acqua non guadabili, è possibile ricavare tale curva mediante i risultati di una simulazione numerica opportunamente tarata. Inoltre, è necessario il reperimento dei valori di portata validati continui almeno per tre anni consecutivi (Veza *et al.* 2017). Per la scelta delle specie ittiche si consulti la letteratura scientifica e i monitoraggi di ittiofauna svolti sul corpo idrico in studio, in relazione alla lista, in continuo aggiornamento, di specie ittiche su cui è tarata la metodologia.

Il MesoHABSIM, vista la funzione previsionale, la stabilità del metodo e le diffuse applicazioni sul territorio piemontese, risulta applicabile nella fase di proposta dei regimi dei rilasci. Inoltre, la possibilità di rilievi estensivi (anche tramite drone) del corpo idrico, raccogliendo un elevato numero di dati misurati a meso-scala in maniera precisa e speditiva, permette di valutare i valori di portata proposti tramite modellizzazione sito-specifica in maniera accurata.

Analisi durante la sperimentazione

- Monitoraggio delle componenti biologiche necessarie e discrezionali secondo la pianificazione dei monitoraggi biologici definita in fase di proposta ante

sperimentazione.

Per i macroinvertebrati si consiglia di svolgere un monitoraggio stagionale per ogni anno di campionamento secondo la metodologia ufficiale (ISPRA 2014) per il calcolo della sottometrica dello STAR_ICMi, ASPT, e la metodologia volta alla definizione del valore di Flow-T secondo la pubblicazione di Laini *et al.* del 2022 ed eventuali aggiornamenti sul metodo di campionamento.

Per monitorare l'ittiofauna, si consiglia di condurre un monitoraggio annuale utilizzando preferibilmente il metodo di campionamento quantitativo, o in alternativa un'approssimazione semiquantitativa con stima delle abbondanze, secondo la metodologia ONEMA modificata.

Per le diatomee epilittiche – prese in considerazione nel caso di eventuali sospetti di inquinamento – si monitori annualmente le comunità tramite campionamento volto al calcolo degli indici ICMi (considerando le sottometriche sopraccitate) e al quantificare la presenza di eventuali specie notoriamente invasive (come *D. geminata*).

Nei casi di presenza di specie protette o a rischio si effettui il monitoraggio nelle aree e durante il periodo concordati con l'Ente di gestione dell'area protetta o con il Gestore del Sito Rete Natura 2000.

Eventuali monitoraggi della vegetazione riparia e delle macrofite dovranno essere svolti nel caso di caso-specificità del tratto oggetto della sperimentazione e, secondo quanto precedentemente descritto negli *Aspetti discrezionali*.

- Calcolo degli indici relativi alle componenti biologiche monitorate.

Oltre al calcolo del comune STAR_ICMi per i corpi idrici in cui non è stato ancora determinato, si raccomanda l'adozione di metodi che possono fornire ulteriori dettagli durante le fasi sperimentali, da utilizzare in sinergia con quelli della DQA. Tra questi, si include il calcolo dell'ASPT (sottometrica dello STAR_ICMi), e soprattutto il Flow-T (Laini *et al.*, 2022). Nello specifico, l'indice Flow-T appare una buona proposta perché tale indice interpreta le variazioni delle caratteristiche e tratti ecologici della comunità in funzione della portata defluente e di alcune caratteristiche idromorfologiche degli habitat. A partire dalla risposta delle comunità macrobentoniche alle modificazioni di deflusso, espressa dal valore di Flow-T, al termine della validazione (entro il 2025 nel Distretto del Po) sarà possibile considerarlo anche nell'ottica previsionale prevista dal MesoHABSIM (definendo l'indice IHmi, indice di Integrità dell'Habitat per i macroinvertebrati, analogo a quello per l'ittiofauna), e avere anche valori di controllo.

Nei casi sopraccitati per i quali viene effettuato un monitoraggio diatomico, deve essere calcolato l'indice ICMi, dettagliando i relativi valori delle sottometriche IPS e TI. In aggiunta qualora vengano ritrovate specie invasive come *D. geminata*, ne vengano descritte le abbondanze relative, valutando la composizione delle comunità e le *guild* ecologiche presenti.

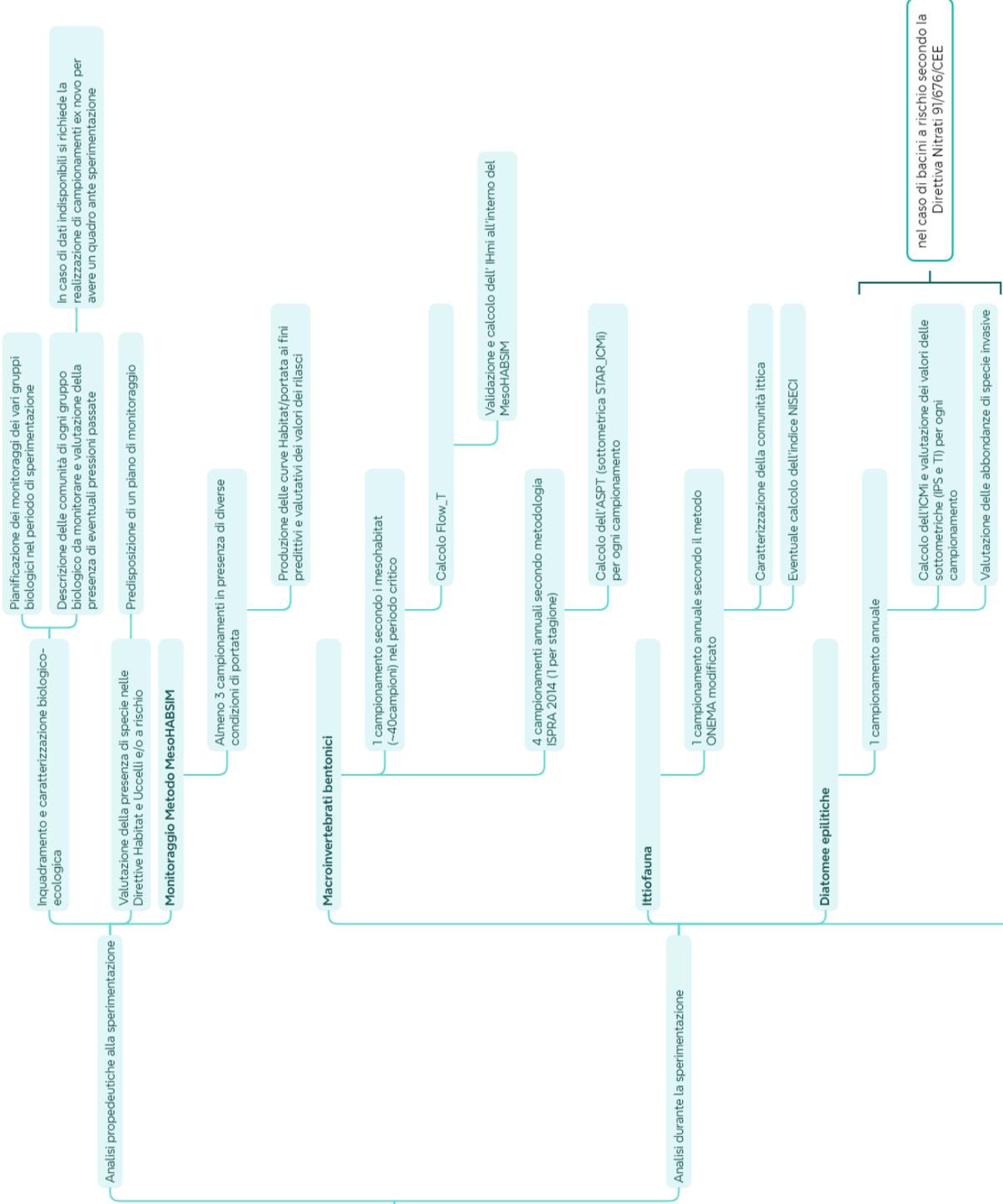
Per quanto concerne le comunità ittiche, a seguito del campionamento secondo il metodo ONEMA modificato, si ottiene una descrizione dettagliata delle comunità ritrovate e, qualora si ritenga opportuno, si effettua il calcolo di indici inerenti allo stato di qualità della comunità ittica (come il NISECI). Si tenga presente che i dati relativi all'ittiofauna devono essere interpretati nel contesto della situazione considerata, in quanto i pesci sono organismi molto mobili e quindi meno legati a singoli tratti fluviali e sono stati spesso

oggetto di immissioni da parte dell'uomo.

Quanto detto è da considerarsi valido per qualsiasi condizione del corpo idrico. Si suggerisce anche utile nei casi specifici sopra descritti, la valutazione dei valori dati dall'indice ICMi per le diatomee e dall'IBMR per le macrofite ai fini di ottenere un quadro complessivo.

Matrici del comparto biologico

Aspetti necessari



Aspetti discrezionali



5. Presentazione della documentazione a monte e a valle del monitoraggio

La chiarezza e la completezza della documentazione relativa all'intero progetto di sperimentazione giocano un ruolo importante. Esse consentono di comprendere bene la logica alla base della sperimentazione proposta, di valutare in modo approfondito la correttezza delle assunzioni e delle operazioni di sperimentazione e, nel caso di approvazione, di seguire dettagliatamente come la sperimentazione procede, quali risultati comporti e se emergono criticità. Proprio per l'importanza che tale documentazione riveste – intendendo sia la documentazione da predisporre in fase di proposta sia quella che descrive lo svolgersi e la conclusione della sperimentazione stessa – dedichiamo qui un breve capitolo dove proponiamo la procedura amministrativa tipo per la presentazione della proposta di sperimentazione volontaria e per le fasi successive che concernono gli adempimenti da parte dell'autorità concedenti.

5.1 Presentazione della proposta di sperimentazione

La proposta di sperimentazione volontaria deve essere redatta tenuto conto delle indicazioni delle presenti Linee guida e delle disposizioni regolamentari già prodotte dalla Regione (Regolamento 14R/2021 e successivi provvedimenti attuativi); la proposta in oggetto deve essere presentata all'autorità competente per le concessioni di derivazione di acqua pubblica nell'area di interesse. I punti fondamentali, che tale documento chiave deve contenere, sono di seguito delineati.

- **Capitolo 1. Ragioni della sperimentazione e sua logica di fondo**

In questo primo capitolo occorrerà descrivere il perché si intende svolgere la sperimentazione proposta, con quale auspicio e il rapporto tra costi e benefici attesi. In tale capitolo troveranno anche spazio un primo inquadramento del tratto considerato, l'utilizzo dell'acqua fluviale che si è fatto sino ad allora e come la proposta di sperimentazione si inquadra nella normativa vigente.

- **Capitolo 2. Definizione delle condizioni ante-sperimentazione**

Analisi del contesto con riferimento alla caratterizzazione del sistema di derivazioni presenti: inquadramento del corpo idrico interessato, con indicazione delle informazioni riferite alle qualità ambientale ed alle pressioni afferenti. Tale inquadramento dovrà prendere in rassegna tutti i comparti descritti nelle presenti linee guida e, per ciascuno di essi, fornire una descrizione dello status quo ante-sperimentazione. Nel far ciò, giusto spazio dovrà essere dato a tutte le informazioni (quali dati ufficiali del monitoraggio ambientale, studi pregressi, ecc.) raccolte da enti pubblici o rinvenibili in pubblicazioni scientifiche o report tecnici sul tratto considerato. Scopo finale del capitolo è che si abbia contezza del sistema fluviale nel quale la sperimentazione andrà ad operare.

- **Capitolo 3. Definizione della proposta di monitoraggio**

In questo capitolo occorre descrivere in dettaglio: (i) le caratteristiche della sperimentazione in termini di nuova gestione idrologica (struttura temporale dei rilasci, tempistiche della sperimentazione, ecc.), (ii) lo schema di proposta dei rilasci, articolato

se necessario su più livelli, con indicazione del periodo di inizio e di durata dei rilasci, tenuto conto che la durata complessiva della sperimentazione non potrà essere inferiore ai tre anni, e considerando i valori previsti da Regione in assenza di sperimentazione e in generale delle norme vigenti (Regolamento 14/R/2021 e successivi provvedimenti attuativi), e (iii) il monitoraggio che si propone – relativo ad ogni comparto (idrologico-idraulico, geomorfologico, qualità delle acque e biologico) – dove si specificano gli scopi, i metodi, le modalità operative, i tratti fluviali focalizzati, le stazioni di campionamento e le cadenze temporali.

Lo schema di proposta dei rilasci da sperimentare (ii) dovrà basarsi sui valori teorici modulati mensilmente previsti dal Regolamento regionale 14/R/2021 e dalle successive disposizioni regionali vigenti, ma, trattandosi di un ambito sperimentale, potrà proporre variazioni rispetto a quanto previsto dalla norma. La proposta dovrà essere supportata e motivata adeguatamente dalla corretta applicazione preliminare di simulazioni modellistiche individuate nelle presenti linee guida (come la metodologia MesoHABSIM) e dai relativi confronti tra le modulazioni previste in sede legislativa e quelle che si hanno intenzione di sperimentare.

Si tenga presente che, a seguito della valutazione degli esiti relativi al monitoraggio dei diversi comparti indagati da parte del Comitato di Coordinamento, i valori delle portate rilasciate potranno subire modifiche in corso di sperimentazione in relazione all'impatto rilevato sull'ecosistema fluviale.

- **Capitolo 4. Sintesi degli obiettivi da conseguire**

L'obiettivo ultimo della sperimentazione consiste nella tutela della totalità dell'ecosistema fluviale. A tal fine si deve assicurare il mantenimento/conseguimento di una buona qualità ambientale per ogni comparto indagato e con riferimento alle componenti sito-specifiche monitorate, nonché con attenzione agli obiettivi ambientali e di conservazione degli habitat e delle specie, previsti dalle direttive comunitarie (DQA, Habitat e Uccelli).

Il deterioramento dello stato di qualità di un corpo idrico ai sensi della DQA è da intendersi qualora si sia in presenza di un declassamento di almeno uno degli elementi di qualità monitorati, anche se tale deterioramento non si traduce in un peggioramento della classificazione complessiva del corpo idrico studiato (come esplicitato nella Sentenza della Corte di Giustizia dell'Unione europea del 01/07/2015, causa C-461/13). Pertanto, l'eventuale deterioramento del corpo idrico deve essere valutato nel corso delle attività di monitoraggio con riferimento ad ogni componente ambientale indagata all'interno di ciascun comparto.

Ulteriore obiettivo della sperimentazione è favorire l'instaurarsi di corrette modalità gestionali per un uso razionale e non conflittuale delle risorse tra i diversi utilizzatori presenti sullo stesso corso d'acqua, al fine di migliorare la capacità adattativa soprattutto durante i periodi sempre più ricorrenti di scarsità idrica.

- **Capitolo 5. Piano di documentazione in corso d'opera**

In questo capitolo si descrivono (i) la documentazione che si intende presentare man mano che la sperimentazione procede (cadenze e tempistiche), (ii) azioni eventuali di mitigazione dell'impatto e (iii) l'elenco dei soggetti coinvolti.

5.2 Procedure e adempimenti dell'autorità amministrativa

Si rappresentano di seguito gli aspetti procedurali principali in fase di valutazione della proposta di sperimentazione da parte dell'autorità competente.

Nel pieno rispetto delle procedure già fissate e consolidate dalle norme vigenti è opportuno evidenziare alcuni aspetti procedurali particolarmente importanti:

- la necessaria approvazione da parte della competente amministrazione della proposta di sperimentazione (autorità competente) secondo le forme istituzionali opportune, previa predisposizione, ove necessario, degli strumenti amministrativi funzionali all'avvio e sviluppo delle attività di sperimentazione (es. autorizzazione a minori rilasci temporanei ovvero, se necessario, riduzione del canone nei casi di maggior rilascio);
- la costituzione da parte della amministrazione competente di un Comitato di Coordinamento, di seguito descritto, per la valutazione delle attività sperimentali.

Si riportano di seguito più nel dettaglio le fasi procedurali minime:

1. Approvazione da parte dell'autorità competente della proposta di sperimentazione a seguito della valutazione effettuata anche sulla base dei contenuti delle presenti Linee Guida e del sopralluogo preliminare; in seguito, avviene la sottoscrizione di un Protocollo di Intesa tra tutti i soggetti interessati (proponente, amministrazioni regionale e provinciali, enti parco, Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale ed altri eventuali).

2. Istituzione di un Comitato di Coordinamento disciplinato dal Protocollo di Intesa, coordinato dall'autorità concedente e composto, in linea di massima, da rappresentanti dei vari enti coinvolti (Ente di gestione dell'area protetta e/o gestore del Sito rete Natura 2000, Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale), da altre amministrazioni coinvolte (Province/CMT e Regione) nonché dal responsabile scientifico (tecnico di parte individuato dal proponente). Il Comitato svolge le seguenti funzioni nelle varie fasi della sperimentazione:

- valutazione periodica dell'attività svolta sulla base delle relazioni di avanzamento delle attività di monitoraggio predisposte dal proponente e relativi confronti dialettici per la valutazione progressiva;
- verifica degli esiti del monitoraggio e proposta di eventuali varianti in corso d'opera;
- sospensione/ripresa o ripetizione delle attività in caso di anomalie significative;
- verifica, al termine della fase intermedia e finale delle attività di sperimentazione, dei documenti di valutazione predisposti dal proponente;

Il Comitato può in caso di necessità ricorrere al supporto di esperti esterni (quali per esempio Università e Istituti di ricerca) e coinvolgere in specifiche attività valutative eventuali portatori di interesse.

5.3 Documentazione finale

Al termine della sperimentazione dovrà essere fornito uno schema dei rilasci modulati a cadenza almeno mensile, elaborato in relazione alle peculiarità dell'area di interesse e con riferimento al regime idrologico sito specifico e alle componenti ambientali indagate. I valori finali dei regimi di rilascio potranno discostarsi in positivo e negativo rispetto alla proposta iniziale secondo gli esiti del monitoraggio. Sulla base del documento finale l'autorità concedente, sentito il Comitato di Coordinamento e valutati gli esiti della sperimentazione, provvederà ad approvare o meno i nuovi regimi di rilascio.

L'importanza della documentazione finale risiede nel fatto che essa riassume l'intera sperimentazione effettuata, e risulterà utile nel guidare altre sperimentazioni future. Essa deve contenere una valutazione oggettiva, onesta e chiara della sperimentazione stessa, in quanto le sperimentazioni, per definizione, sono necessarie per esplorare nuovi approcci e nuove gestioni delle acque fluviali. Pertanto, qualsiasi risultato ottenuto, è utile per comprendere meglio come operare sui sistemi fluviali. L'eventuale discrepanza con le condizioni previste in fase di proposta non deve assolutamente essere vista come indice di incapacità o fallimento, ma (se tutto è stato svolto per bene) solo come dimostrazione della complessità del comportamento dei fiumi e del fatto che vi sono ancora numerosi processi biotici e abiotici da comprendere. In questa luce, la sperimentazione è quindi sempre preziosa: per imparare, per fornire dati ed esperienza per future sperimentazioni e per prendere decisioni riguardo gli ecosistemi fluviali con sempre maggiore consapevolezza.

Tabella riassuntiva delle attività da effettuare

Di seguito la tabella riassuntiva con l'iter di riferimento per le attività di monitoraggio da svolgere per ogni comparto.

Area oggetto sperimentazione (Comune e Corso d'acqua/Corpi idrici)	
<u>Soggetti coinvolti</u>	
Proponente/Concessionario/i di derivazioni di acqua pubblica nell'area di interesse	
Altri (eventuali) portatori di interesse	Es. Associazioni di pescatori, Consorzi agricoli, altre Associazioni presenti sul territorio...
Comitato di coordinamento	Il Comitato di coordinamento (disciplinato dal Protocollo d'Intesa) è coordinato dall'autorità concedente e composto da rappresentanti dei vari enti coinvolti (Ente di gestione dell'area protetta e/o gestore del Sito rete Natura 2000, Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale), dalle altre amministrazioni coinvolte (Province/CMT e Regione) nonché dal responsabile scientifico del progetto (tecnico di parte individuato dal proponente). Il Comitato di coordinamento è chiamato a confrontarsi sulle varie fasi della sperimentazione e a svolgere le diverse attività di valutazione messe in atto, fino alla conclusione dei lavori.
Responsabile scientifico	Responsabile scientifico individuato dal proponente (tecnico di parte).
Durata sperimentazione	La durata minima della sperimentazione è valutata in 3 anni. Il periodo potrà essere modificato (incrementato) in relazione all'andamento delle attività connesse alla sperimentazione stessa.
<u>Schema generale di sperimentazione</u>	
Presentazione della proposta di sperimentazione	Redazione della proposta di sperimentazione secondo le disposizioni regolamentari prodotte dalla Regione (Regolamento 14R/2021 e successivi provvedimenti attuativi) oltre che secondo le indicazioni delle presenti Linee Guida. Di seguito vengono sintetizzati gli elementi da includersi nella proposta (si veda Capitolo 5.1):
	- <u>Capitolo 1. Ragioni della sperimentazione e sua logica di fondo</u> primo inquadramento del tratto considerato e motivazione della proposta di sperimentazione
	- <u>Capitolo 2. Definizione delle condizioni ante-sperimentazione</u> inquadramento delle informazioni riferite alla qualità ambientale e alle pressioni afferenti, prendendo in rassegna tutti i comparti descritti per la definizione dello status quo ante-sperimentazione completo
	- <u>Capitolo 3. Descrizione della proposta di monitoraggio</u> caratteristiche della sperimentazione, schema di proposta dei rilasci e il monitoraggio. La descrizione del monitoraggio dei

quattro comparti dovrà essere dettagliata secondo quanto indicato nella PARTE III del presente documento

Comparto Idrologico

Aspetti necessari

- descrizione dello status quo dal punto di vista idrologico-idraulico prima della sperimentazione
- misurazioni di portata in continuo – se possibile – per analisi probabilistica (curva di durata delle portate ecc.)
- rilievi idraulici in alveo
- produzione di una simulazione numerica
- valutazione quantitativa dei cambiamenti idrologici, adottando i criteri IARI o eventualmente il metodo IHA
- analisi dei cambiamenti idraulici tramite modelli di simulazione idraulica

Aspetti discrezionali

- valutazione della relazione tra corrente superficiale e acquiferi freatici circostanti

Comparto Geomorfologico

Aspetti necessari

- descrizione dello status quo dal punto di vista eco-geomorfologico prima della sperimentazione
- misurazioni batimetriche e forme geomorfologiche dell'alveo
- monitoraggio di specifici tratti selezionati, aggiornamento delle analisi effettuare nella fase propedeutica alla sperimentazione

Comparto Qualità delle acque

Aspetti necessari

- descrizione dello status quo dal punto di vista chimico, fisico e microbiologico prima della sperimentazione (presenza di immissioni puntuali o diffuse e storico dello stato di qualità del corso d'acqua)
- monitoraggio tramite utilizzo di sonda multiparametrica e concentrazioni di nutrienti ed eventuali altre sostanze; calcolo dell'indice LIM_{eco}
- possibile applicazione di datalogger per profili di temperatura

Aspetti discrezionali

- eventuali misurazioni delle concentrazioni di batteri comuni (come *E. coli*) e sostanze particolari

Comparto biologico-ecologico

Aspetti necessari

- descrizione dello status quo dal punto di vista biologico-ecologico prima della sperimentazione
- per i macroinvertebrati bentonici campionamento volto al calcolo della sottometrica ASPT e all'indice Flow_T
- per le diatomee epilittiche, da considerare in casi specifici, campionamento standardizzato volto al calcolo dell'ICMi e con attenzione per le sottometriche ed eventuali concentrazioni di specie invasive

	<ul style="list-style-type: none"> - per la fauna ittica monitoraggio con metodo di campionamento ONEMA modificato - applicazione della metodologia MesoHABSIM utilizzando le specie ittiche definite su base sito-specifica - monitoraggio di altri taxa in accordo alle Direttive Habitat e Uccelli o in base a quanto richiesto dall'Ente o Soggetto gestore <p><u>Aspetti discrezionali</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - -monitoraggio di macrofite per l'IBMR - -monitoraggio vegetazione ripariale <p>- <u>Capitolo 4. Sintesi degli obiettivi da conseguire</u> sintesi degli obiettivi da perseguire in relazione alle componenti ambientali monitorate</p> <p>- <u>Capitolo 5. Piano di documentazione in corso d'opera e cautele</u> descrizione della documentazione di relazioni intermedie da inviare al Comitato di Coordinamento secondo determinate scadenze.</p>
Sopralluogo preliminare alla sperimentazione	A seguito della presentazione e di una prima analisi della proposta di sperimentazione, l'autorità competente organizza, coinvolgendo gli altri soggetti potenzialmente interessati, lo svolgimento di un sopralluogo preliminare finalizzato all'individuazione dei punti di derivazione/i interessate/i dal rilascio del deflusso, nonché dei siti di monitoraggio.
Approvazione della proposta di sperimentazione e sottoscrizione del Protocollo di Intesa	In caso di valutazione positiva della proposta della sperimentazione, si procede su iniziativa dell'autorità competente all'approvazione della stessa ed alla sottoscrizione del Protocollo di Intesa tra tutti i soggetti interessati. Il Protocollo di Intesa disciplina le attività di sperimentazione, dettagliate nell'allegato progetto di sperimentazione, nonché la composizione e i compiti del Comitato di Coordinamento.
Avvio e svolgimento dei monitoraggi previsti	Secondo la calendarizzazione proposta nelle PARTE III dovranno essere svolti i monitoraggi richiesti (aspetti necessari e discrezionali) e trasmessi i dati per ciascun comparto. Durante le attività è previsto un confronto dialettico in sede di Comitato di Coordinamento per la valutazione progressiva delle attività.
Termine e valutazione della sperimentazione	Giudizio (approvazione o diniego) da parte dell'autorità concedente, sentito il Comitato di Coordinamento, degli esiti della sperimentazione e dei nuovi regimi di rilascio.

Bibliografia

- Almeida, D., Merino-Aguirre, R., Angeler, D. G. (2013). Benthic invertebrate communities in regulated Mediterranean streams and least-impacted tributaries. *Limnologica*, 43(1), 34-42.
- Battegazzore, M., Gastaldi E., Giordano, L., Mattone, I., Molineri, P., (2013). Utilisation des diatomées pour l'évaluation des lâchers d'eau d'un système d'installations hydroélectriques d'une vallée alpine : le cas de la rivière Varaita (Région du Piémont, Italie du nord-ouest). 32ème Colloque de l'Association des Diatomistes de Langue Française & 7th Central European Diatom Meeting, 1-4.
- Bonacina, L., Mezzanotte, V., Fornaroli, R. (2023). From a continuous thermal profile to a stepped one: The effect of runoff river hydropower plants on the river thermal regime. *River Research and Applications*, 1-14.
- Buffagni A., Demartini D., Terranova L. (2013). Manuale di applicazione del metodo CARAVAGGIO – Guida al rilevamento e alla descrizione degli habitat fluviali. Monografie dell'Istituto di Ricerca Sulle Acque del C.N.R., 1/i, 301pp., ISBN: 9788897655008.
- Cemagref, 1982. Étude des méthodes biologiques d'appréciation quantitative de la qualité des eaux. *Rapport Q.E. Lyon, Agence de Bassin Rhône-Méditerranée-Corse- Cemagref*, Lyon, 218 pp.
- Chadd, R. P., England, J. A., Constable, D., Dunbar, M. J., Extence, C. A., Leeming, D. J., Murray-Bligh, J. A., Wood, P. J. (2017). An index to track the ecological effects of drought development and recovery on riverine invertebrate communities. *Ecological Indicators*, 82, 344-356.
- Corte di Giustizia dell'Unione europea, 2015. Sentenza nella causa C-461/13 Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (C-461/13, EU:C:2015:433)
- England, J., Chadd, R., Dunbar, M. J., Sarremejane, R., Stubbington, R., Westwood, C. G., Leeming, D. (2019). An invertebrate-based index to characterize ecological responses to flow intermittence in rivers. *Fundamental and Applied Limnology*, 193(1), 93-117.
- European Commission (2015). Technical Report - 2015 – 086. Guidance Document N° 31. Ecological flows in the implementation of the Water Framework Directive. Luxembourg: *Office for Official Publications of the European Communities*, 2015.
- Extence, C.A., Balbi, D.M., Chadd, R.P. (1999). River flow indexing using British benthic macroinvertebrates: a framework for setting hydroecological objectives. *Regulated Rivers: Research and Management*, 15: 543-574.
- Fenoglio, S., Bo, T., Bona, F., Ridolfi, L., Vesipa, R., Viaroli, P. (2019). Ecologia fluviale. UTET, pp 519.
- Hering, D., Carvalho, L., Argillier, C., Beklioglu, M., Borja, A., Cardoso, A. C., Duel, H., Ferreira, T., Globevnik, L., Hanganu, J., Hellsten, S., Jeppesen, E., Kodeš, V., Solheim, A. L., Nöges, T., Ormerod, S., Panagopoulos, Y., Schmutz, S., Venohr, M., Birk, S. (2015). Managing aquatic ecosystems and water resources under multiple stress—An introduction to the MARS project. *Science of the total environment*, 503, 10-21.
- Keery, J., Binley, A., Crook, N., Smith, J. W. (2007). Temporal and spatial variability of groundwater–surface water fluxes: Development and application of an analytical method using temperature time series. *Journal of Hydrology*, 336(1-2), 1-16.
- Kirkwood, A. E., Jackson, Y.J., McCauley, E. (2009). Are dams hotspots for *Didymosphenia geminata* blooms?. *Freshwater Biology*, 54(9), 1856-1863.
- Ladrera, R., Gomà Martínez, J., Prat i Fornells, N. (2016). Regional distribution and temporal changes in density and biomass of *Didymosphenia geminata* in two Mediterranean river basins. *Aquatic Invasions*, 11 (4), 355-367.
- Laini, A., Burgazzi, G., Chadd, R., England, J., Tziortzis, I., Ventrucci, M., Veza, P., Wood, P. J., Viaroli, P., Guareschi, S. (2022). Using invertebrate functional traits to improve flow variability assessment within European rivers. *Science of the Total Environment*, 832, 155047.
- Lange-Bertalot, H. (1979). Toleranzgrenzen und Populationsdynamik benthischer Diatomeen bei unterschiedlich starker Abwasserbelastung. *Archiv für Hydrobiologie*, 56. *Algological Studies*, 23, 184 – 219.
- Larson, C. A., Passy, S. I. (2012). Taxonomic and functional composition of the algal benthos exhibits similar successional trends in response to nutrient supply and current velocity. *FEMS microbiology ecology*, 80(2), 352-362.

- Marcel, R., Agnès, B., Rimet, F. (2013). Influence of herbicide contamination on diversity and ecological guilds of river diatoms. *Cryptogamie, Algologie*, 34(2), 169-183.
- Marino, A., Bona, F., Fenoglio, S. (2021). Gli invasivi nel territorio del Parco del Monviso: analisi preliminare per una gestione sostenibile. www.cn.camcom.it/sites/default/files/uploads/documents/Progetti_comunitari/terres_monviso/relazione%20finale%20DBIOS%20invasivi%20CC%20CN.pdf
- Poff, N. L., Allan, J. D., Bain, M. B., Karr, J. R., Richter, B., Sparks, R., Stromberg, J. (1997). The natural flow regime: a new paradigm for riverine conservation and restoration. *BioScience*, 47,769-784.
- Quadroni, S., Laini, A., Salmaso, F., Servanzi, L., Gentili, G., Zaccara, S., Espa, P., Crosa, G. (2022). Towards ecological flows: status of the benthic macroinvertebrate community during summer low-flow periods in a regulated lowland river. *Journal Of Limnology*, 81(s2), 1-12.
- Quadroni, S., Crosa, G., Gentili, G., Espa, P. (2017). Response of stream benthic macroinvertebrates to current water management in Alpine catchments massively developed for hydropower. *Science of the Total Environment*, 609, 484-496.
- Rinaldi M., Belletti B., Comiti F., Nardi L., Mao L., Bussetini M., (2016). Sistema di rilevamento e classificazione delle Unità Morfologiche dei corsi d'acqua (SUM). Versione aggiornata 2016. *Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale – Manuali e Linee Guida*, 132/2016, 130 pp.
- Rott, E., Pfister, P., van Dam, H., Pipp, E., Pall, K., Binder, N., Ortler, K. (1999). Indikationslisten für Aufwuchsalgen in Österreichischen Fließgewässern, Teil 2: Trophieindikation und autökologische Anmerkungen Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft
- Salmaso, F., Crosa, G., Espa, P., Gentili, G., Quadroni, S., Zaccara, S. (2018). Benthic macroinvertebrates response to water management in a lowland river: effects of hydro-power vs irrigation off-stream diversions. *Environmental Monitoring and Assessment*, 190, 1-12.
- Spitale, D., & Bruno, M. C. (2018). Criticità nella determinazione del Deflusso Ecologico in Italia mediante gli invertebrati bentonici. *Biologia Ambientale*, 7.
- Theodoropoulos, C., Karaouzas, I., Vourka, A., Skoulikidis, N. (2020). ELF–A benthic macroinvertebrate multi-metric index for the assessment and classification of hydrological alteration in rivers. *Ecological indicators*, 108, 105713.
- Veza P., Zanin A., Parasiewicz P. (2017). Manuale tecnico-operativo per la modellazione e la valutazione dell'integrità dell'habitat fluviale. ISPRA – Manuali e Linee Guida 154/2017. Roma, maggio 2017
- Vassoney, E., Mochet, A.M., Bozzo, M., Maddalena, R., Martinet, D., Paternoster, C., Quiriconi, C., Rocco, R., Comoglio, C. (2021). Definition of an indicator assessing the impact of a dam on the downstream river landscape. *Ecological Indicators*, 129, 107941.

Glossario

ADP	Area Disponibile Ponderata
APPA	Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente (Trento)
ASPT	Average Score per Taxa
CARAVAGGIO	Core Assessment of River hAbitat Value and hydromorpholoGical cOndition
CIS	Common Implementation Strategy
DCR	Deliberazione del Consiglio Regionale
DE	Deflusso Ecologico
DGR	Deliberazione della Giunta Regionale
DIPI	Diatom Index of Physical Impact
DMV	Deflusso Minimo Vitale
DQA	Direttiva Quadro sulle Acque
EQB	Elementi di Qualità Biologica
Flow-T	Indice basato sui tratti funzionali dei macroinvertebrati
IARI	Indice di Alterazione del Regime Idrologico
IBE	Indice biotico esteso
ICMi	Intercalibration Common Metric Index (diatomee)
IFF	Indice di Funzionalità Fluviale
IFIM	Instream Flow Incremental Methodology
IH	Indice di Integrità di Habitat
IHmi	Indice di Integrità di Habitat per i macroinvertebrati
IHA	Indicators of Hydrologic Alteration
IQM	Indice di Qualità Morfologica
IQMm	Indice di Qualità Morfologica di monitoraggio
ISECI	Indice di Stato Ecologico delle Comunità Ittiche
LIM	Livello di Inquinamento espresso dai Macrodescrittori
LIM _{eco}	Livello di Inquinamento espresso dai Macrodescrittori per lo stato ecologico
LRD	Lentic-lotic River Descriptor
MCA	Multi-criteria Analysis
ONEMA	Office national de l'eau et des milieux aquatiques

PAT	Provincia Autonoma di Trento
PGUAP	Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche
PHABSIM	Physical Habitat SIMulation System
PQI	Pool Quality Index
PTA	Piano Tutela della qualità delle Acque
SACA	Stato Ambientale dei Corsi d'Acqua
SAGE	Schémas d'aménagement et de gestion des eaux
SDAGE	Schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux
SECA	Stato Ecologico Dei Corsi D'acqua
SIC	Siti di Importanza Comunitaria
SUM	Sistema di classificazione delle Unità Morfologiche
STAR_ICMi	Standardisation of River Classification Intercalibration Multimetric Index (macroinvertebrati)
WFD	Water Frame Directive
ZPS	Zona di Protezione Speciale
ZSC	Zona Speciale di Conservazione

Terminologia e nomenclatura in materia di DE

Di seguito verranno riportati la terminologia ricorrente con relativa definizione utilizzata all'interno delle presenti linee guida.

- **Bacinizzazione:** tipologia di alterazione del naturale sviluppo delle aste fluviali in cui la presenza di sbarramenti trasversali rallenta la velocità di corrente, modifica il ciclo di sedimentazione e rende tratti fluviali più o meno lunghi simili a bacini lentici
- **Corpo idrico:** un elemento distinto e significativo di acque superficiali, quale un lago, un bacino artificiale, un torrente, fiume o canale, parte di un torrente, fiume o canale, acque di transizione o un tratto di acque costiere secondo la definizione all'articolo 2.10 della DQA
- **Deflusso ecologico:** deflusso il cui regime idrologico (in un tratto idraulicamente omogeneo di un corpo idrico) è conforme con il raggiungimento degli obiettivi ambientali definiti ai sensi dell'art. 4 della DQA.
- **Deflusso Minimo Vitale (DMV):** deflusso istantaneo in ogni tratto omogeneo di un corso volto a garantire la salvaguardia delle caratteristiche morfologiche del corso d'acqua, chimico-fisiche delle acque e delle biocenosi tipiche delle condizioni naturali locali.
- **Derivazione:** ogni complesso di opere, finalizzate al prelievo d'acqua da un corpo idrico per destinarla a uno specifico utilizzo
- **Mesohabitat:** caratterizzazione di unità spaziali a meso scala, rappresentanti habitat per il biota fluviale, tramite l'impiego di una vasta gamma di variabili ambientali permettendo dal punto di vista biologico un'esauriente analisi sia a livello di singola specie sia di comunità; i mesohabitat corrispondono generalmente per estensione alle unità morfologiche o alle unità idrauliche
- **Tratti funzionali (in ambito biologico-ecologico):** caratteristiche proprie di un organismo che si rivelano importanti nel guidarne le risposte ai fattori ambientali che agiscono su di esso. All'interno del presente documento viene utilizzato il termine in riferimento ai tratti funzionali presentati dai macroinvertebrati in condizioni differenti di velocità di corrente
- **Tratto geomorfologico:** segmento fluviale avente differenti unità geomorfologiche, idrauliche e sedimentarie; l'assemblaggio dinamico di quest'ultime caratterizza la morfologia del tratto e quindi gli habitat fisici; tale livello della scala spaziale presenta condizioni al contorno, portate liquide e solide sufficientemente uniformi in modo da determinare una certa omogeneità in termini di caratteri morfologici e di comportamento.
- **Tratto sotteso:** porzione di corso d'acqua compreso tra opera di presa e punto di restituzione.

