

> Risanamento deflussi discontinui Pianificazione strategica

Un modulo dell'aiuto all'esecuzione Rinaturazione delle acque



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Ufficio federale dell'ambiente UFAM

> Risanamento deflussi discontinui Pianificazione strategica

Un modulo dell'aiuto all'esecuzione Rinaturazione delle acque

Valenza giuridica

La presente pubblicazione è un aiuto all'esecuzione elaborato dall'UFAM in veste di autorità di vigilanza. Destinata in primo luogo alle autorità esecutive, essa concretizza concetti giuridici indeterminati contenuti in leggi e ordinanze, nell'intento di promuovere un'applicazione uniforme della legislazione. Le autorità esecutive che vi si attengono possono legittimamente ritenere che le loro decisioni sono conformi al diritto federale. Sono tuttavia ammesse anche soluzioni alternative, purché siano conformi al diritto in vigore. Gli aiuti all'esecuzione dell'UFAM (definiti finora anche come direttive, istruzioni, raccomandazioni, manuali, aiuti pratici ecc.) sono pubblicati nella serie «Pratica ambientale».

Nota editoriale

Editore

Ufficio federale dell'ambiente (UFAM)

L'UFAM è un ufficio del Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni (DATEC).

Autori

Peter Baumann, Limnex; Arthur Kirchhofer, WFN;
Ueli Schälchli, Flussbau AG

Accompagnamento UFAM

Manfred Kummer, Rémy Estoppey, Martin Huber Gysi

Indicazione bibliografica

Baumann P., Kirchhofer A., Schälchli U. 2012: Risanamento deflussi discontinui – Pianificazione strategica. Un modulo dell'aiuto all'esecuzione Rinaturazione delle acque. Ufficio federale dell'ambiente, Berna. Pratica ambientale n. 1203: 127 pagg.

Traduzione

ATI Associazione Traduttori e Interpreti, Zurigo

Grafica e impaginazione

Ursula Nöthiger-Koch, 4813 Uerkheim

Foto di copertina

UFAM/AURA 2011

Link per scaricare il PDF

www.bafu.admin.ch/uv-1203-i

(disponibile soltanto in formato elettronico)

La presente pubblicazione è disponibile anche in tedesco e francese.

> Indice

Abstracts	5	3 Elaborazione del rapporto intermedio	41
Prefazione	7	3.1 Elenco delle centrali che possono provocare variazioni del deflusso	41
Riassunto	8	3.2 Dati sui pregiudizi sensibili	43
Introduzione	9	3.3 Potenziale ecologico e gravità del pregiudizio	44
		3.4 Misure di risanamento possibili e prevedibili	45
		3.5 Centrali idroelettriche per le quali sussistono circostanze particolari	47
1 Situazione iniziale	11	4 Elaborazione della pianificazione entro il 2014	48
1.1 Scopo, destinatari e struttura del modulo	11	4.1 Determinazione definitiva delle centrali soggette all'obbligo di risanamento	48
1.2 Basi giuridiche	14	4.2 Pianificazione delle misure di risanamento	49
1.3 Campo d'applicazione dell'aiuto all'esecuzione: delimitazione dei deflussi discontinui	15	4.2.1 Genere ed entità delle misure di risanamento	49
1.4 Formazione dei deflussi discontinui: importanza della forza idrica per la stabilità della rete elettrica	17	4.2.2 Determinazione delle misure di risanamento da adottare	50
1.5 Approcci di valutazione dei deflussi discontinui esistenti	18	4.3 Coordinamento delle misure all'interno del bacino imbrifero	52
1.6 Pianificazione e attuazione delle misure di attenuazione delle ondate di piena artificiali in sintesi	20	4.4 Centrali per le quali sussistono circostanze particolari	53
2 Determinazione dei pregiudizi sensibili	22	5 Uno sguardo alla pianificazione da parte dei detentori (seconda fase) e al controllo dell'efficacia	54
2.1 Panoramica	22	Allegato	56
2.2 Esclusione degli impianti non soggetti all'obbligo di risanamento	24	A1 Basi giuridiche	56
2.2.1 Rapporto tra portata massima e ridotta inferiore a 1,5 : 1	24	A2 Basi concettuali della metodologia di analisi e valutazione	59
2.2.2 Uscita di emergenza per gli effetti manifestamente trascurabili	27	A3 Determinazione della o delle morfologie naturali e dello stato più sensibile	67
2.3 Scorciatoia per i pregiudizi manifestamente sensibili	27	A4 Selezione dei punti di analisi e dei tratti di riferimento	69
2.4 Valutazione sommaria	28	A5 Stima approssimativa del volume di un bacino di compensazione	73
2.4.1 Gli indicatori della valutazione sommaria	29	A6 Requisiti minimi della pianificazione cantonale	76
2.4.2 Applicazione e limiti della valutazione sommaria	30	A7 Indicatori	78
2.4.3 Analisi di un tratto di riferimento	33		
2.4.4 Determinazione del pregiudizio sensibile in base alla valutazione sommaria	33	Bibliografia	119
2.5 Valutazione approfondita	36	Indici tematici	124
2.5.1 Gli indicatori della valutazione approfondita	36		
2.5.2 Applicazione e limiti della valutazione approfondita	37		
2.5.3 Determinazione del pregiudizio sensibile in base alla valutazione approfondita	40		

> Abstracts

The current module of the implementation guide on «revitalisation of water courses» outlines a procedure for meeting the requirements of water protection legislation in relation to hydropeaking. It describes the individual planning steps and primarily addresses the strategic planning which must be developed by the cantons by 2014. Appropriate assessment methods for evaluating the sections of watercourses impacted by hydropeaking are described in detail. It also clarifies any remediation obligation on the hydropower plant causing the hydropeaking and the extent of the measures.

Keywords:
Hydropeaking,
Water protection legislation,
Cantonal planning,
Hydropower,
Watercourses

Das vorliegende Modul der Vollzugshilfe «Renaturierung der Gewässer» zeigt ein zweckmässiges Vorgehen auf, wie die Anforderungen der Gewässerschutzgesetzgebung im Bereich Schwall/Sunk erfüllt werden können. Es beschreibt die einzelnen Planungsschritte und behandelt primär die strategische Planung, welche durch die Kantone bis 2014 erarbeitet werden muss. Geeignete Untersuchungsmethoden zur Beurteilung der durch Schwall und Sunk beeinträchtigten Gewässerabschnitte sowie zur Abklärung einer allfälligen Sanierungspflicht der Schwall verursachenden Kraftwerks-Zentralen und des Ausmasses der notwendigen Massnahmen werden detailliert erläutert.

Stichwörter:
Schwall/Sunk,
Gewässerschutzgesetz,
Kantonale Planung,
Wasserkraftnutzung,
Fließgewässer

Le présent module de l'aide à l'exécution «Renaturation des eaux» propose une méthode efficace pour répondre aux exigences de la législation sur la protection des eaux dans le domaine des éclusées. Décrivant les diverses étapes de la planification, il traite avant tout de la planification stratégique que tous les cantons doivent achever jusqu'à fin 2014. Il ne détaille pas seulement les méthodes d'analyse permettant d'évaluer les tronçons de cours d'eau qui subissent des atteintes dues aux éclusées, mais explique également comment décider si une centrale hydroélectrique fonctionnant par éclusées doit être assainie et comment déterminer l'étendue de mesures requises.

Mots-clés:
éclusées,
loi sur la protection des eaux,
planification cantonale,
exploitation de la force
hydraulique,
cours d'eau

Il presente modulo dell'aiuto all'esecuzione «Rinaturazione delle acque» illustra un procedimento adeguato che consente di soddisfare i requisiti fissati dalla legislazione sulla protezione delle acque nell'ambito dei deflussi discontinui. Descrive le singole fasi di pianificazione, trattando in primo luogo la pianificazione strategica che i Cantoni devono elaborare entro il 2014. Illustra inoltre in dettaglio metodi di analisi appropriati per la valutazione dei tratti di corsi d'acqua pregiudicati da deflussi discontinui come pure per la determinazione dell'eventuale obbligo di risanamento dei deflussi da parte delle centrali idroelettriche interessate e dell'entità delle misure necessarie.

Parole chiave:
flusso discontinuo,
legge sulla protezione delle
acque,
pianificazione cantonale,
sfruttamento idrico,
corsi d'acqua

> Prefazione

Tra gli obiettivi fondamentali del diritto federale sulla protezione delle acque figurano la protezione integrata delle acque e delle loro molteplici funzioni nonché lo sfruttamento sostenibile delle acque da parte dell'uomo. L'ultima modifica della legge sulla protezione delle acque s'iscrive proprio in questo filone: si tratta di trovare soluzioni equilibrate per proteggere le acque tenendo conto dei legittimi interessi di protezione e utilizzazione. Le modifiche sono state adottate dal Parlamento nel dicembre 2009 quale controprogetto all'iniziativa popolare «Acqua viva», successivamente ritirata.

Le revisioni della legge e dell'ordinanza sulla protezione delle acque riguardanti la rinaturazione delle acque, entrate in vigore la prima il 1° gennaio e la seconda il 1° giugno 2011, rappresentano un'ennesima pietra miliare nella protezione delle acque in Svizzera. Esse mirano a rivalutare la funzione di biotopo delle acque per fare in modo che ritornino a una condizione prossima allo stato naturale e contribuiscano alla conservazione e alla promozione della biodiversità. Si tratta di ridare più spazio alle acque canalizzate e attenuare gli effetti negativi dello sfruttamento idrico.

L'aiuto all'esecuzione «Rinaturazione delle acque» mira a sostenere i Cantoni nell'attuazione delle nuove disposizioni giuridiche e a consentire un'esecuzione del diritto federale coordinata e uniforme su scala nazionale. L'aiuto all'esecuzione, articolato in vari moduli, abbraccia tutti gli aspetti rilevanti della rinaturazione delle acque: rivitalizzazione dei corsi d'acqua e delle acque stagnanti, zone golenali, ripristino della libera migrazione dei pesci e del bilancio in materiale detritico, risanamento dei deflussi discontinui nonché coordinamento delle attività di gestione delle acque. Siccome l'esecuzione del diritto ambientale rientra tra i compiti dei Cantoni, l'elaborazione dell'aiuto all'esecuzione è stata seguita da gruppi di lavoro a cui hanno partecipato anche rappresentanti cantonali.

Il presente modulo è dedicato alla pianificazione strategica del risanamento dei deflussi discontinui. Esso mostra come rilevare e valutare i pregiudizi dovuti a variazioni repentine dei deflussi e come determinare l'obbligo di risanamento e il genere di misure necessarie per risanare le centrali idroelettriche all'origine di tali pregiudizi. L'UFAM ringrazia tutti coloro che hanno contribuito alla riuscita della presente pubblicazione, in particolare i membri del gruppo di lavoro, che si sono impegnati nella ricerca di soluzioni praticabili.

Willy Geiger

Vicedirettore

Ufficio federale dell'ambiente (UFAM)

Stephan Müller

Capo della divisione Acque

Ufficio federale dell'ambiente (UFAM)

> Riassunto

La presente pubblicazione, che costituisce un modulo dell'aiuto all'esecuzione «Rinaturazione delle acque», illustra un procedimento adeguato a soddisfare i requisiti fissati dalla legislazione sulla protezione delle acque nell'ambito dei deflussi discontinui. Mettendo a disposizione documenti di orientamento pratico, essa consente ai Cantoni e ai detentori di centrali idroelettriche di pianificare le misure nell'ambito dei deflussi discontinui e all'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM) di valutare tali pianificazioni.

Seguendo le singole fasi di pianificazione perlopiù in ordine cronologico e rimandando al relativo orizzonte temporale, il presente modulo si concentra sulla prima fase della pianificazione, che i Cantoni devono elaborare entro la fine del 2014. Durante questa fase, i Cantoni devono allestire un inventario degli impianti che causano deflussi discontinui sul proprio territorio, esaminare quali di essi devono essere risanati e stabilire il genere di misure di risanamento da adottare e il loro termine. Nei limiti del possibile, i Cantoni valutano, a grandi linee, anche l'entità delle misure necessarie per attenuare i deflussi discontinui. Il modulo rappresenta una guida il più possibile completa e precisa per questa prima fase. L'allegato offre agli specialisti un commento dettagliato ai metodi di analisi e di valutazione previsti. Questi metodi permettono di rilevare i pregiudizi subiti dai corsi d'acqua a causa dei deflussi discontinui e di valutare in modo uniforme le centrali idroelettriche che causano deflussi discontinui in Svizzera. L'approccio pragmatico tiene conto dei tempi stretti per la pianificazione stabiliti dalla legge e degli elevati costi prevedibili. Al contempo consente di risolvere situazioni complesse. Per questo motivo il grado di dettaglio è adeguato alle singole fasi di pianificazione e sono presi in considerazione i dati e le basi metodologiche esistenti.

La seconda fase della pianificazione dettagliata delle misure di attenuazione delle ondate di piena artificiali da parte dei detentori e il controllo successivo dell'efficacia di tali misure sono trattati solo sommariamente.

> Introduzione

L'11 dicembre 2009, le Camere federali hanno adottato un progetto di modifica della legge federale del 24 gennaio 1991 sulla protezione delle acque (LPac, RS 814.20), della legge federale del 21 giugno 1991 sulla sistemazione dei corsi d'acqua (LSCA, RS 721.100), della legge sull'energia del 26 giugno 1998 (LEne, RS 730.0) e della legge federale del 4 ottobre 1991 sul diritto fondiario rurale (LDFR, RS 211.412.11). Tali modifiche, entrate in vigore il 1° gennaio 2011, riguardano la rinaturazione delle acque e perseguono due indirizzi:

- > promuovere le rivitalizzazioni (ripristino delle funzioni naturali delle acque superficiali arginate, corrette, coperte o messe in galleria mediante misure edilizie) eggarantire e sfruttare in modo estensivo lo spazio riservato alle acque;
- > ridurre le ripercussioni negative dello sfruttamento idrico mediante un'attenuazione dell'impatto dei deflussi discontinui a valle delle centrali idroelettriche, la riattivazione del bilancio in materiale detritico e il risanamento secondo la legge federale sulla pesca (art. 10), ad esempio il ripristino della libera circolazione dei pesci.

La modifica dell'11 dicembre 2009 della legge sulla protezione delle acque ha richiesto tra l'altro modifiche corrispondenti dell'ordinanza sulla protezione delle acque. La revisione dell'OPAc è entrata in vigore il 1° giugno 2011.

La presente pubblicazione è un modulo dell'aiuto all'esecuzione «Rinaturazione delle acque», volto a sostenere i Cantoni nell'attuazione delle nuove disposizioni giuridiche. L'aiuto all'esecuzione abbraccia tutti gli aspetti rilevanti della rivitalizzazione dei corsi d'acqua, delle acque stagnanti e delle zone golenali, del ripristino della migrazione dei pesci, del risanamento dei deflussi discontinui, del ripristino del bilancio in materiale detritico e del coordinamento delle attività di gestione delle acque. Esso è strutturato in maniera modulare: sono previsti moduli per ciascun ambito concernenti la pianificazione strategica, l'attuazione di misure concrete, il finanziamento, il modello di dati e i requisiti relativi ai dati secondo la legge sulla geoinformazione e un modulo che va oltre la tematica della rinaturazione, dedicato al coordinamento delle attività di gestione delle acque (cfr. tabella seguente).

Modifica del diritto sulla
protezione delle acque

Aiuto all'esecuzione
«Rinaturazione delle acque»

Panoramica dell'aiuto all'esecuzione «Rinaturazione delle acque»

I moduli elaborati sono disponibili all'indirizzo www.bafu.admin.ch/esecuzione-rinaturazione.

Rivitalizzazione corsi d'acqua	Rivitalizzazione acque stagnanti	Zone golenali	Migrazione dei pesci	Deflussi discontinui	Bilancio in materiale detritico
Pianificazione strategica:					
Attuazione delle misure:					
Finanziamento (pianificazione e misure):					
Modelli di dati e dati:					
Coordinamento delle attività di gestione delle acque:					

Il presente modulo «Risanamento dei deflussi discontinui: pianificazione strategica» illustra come rilevare i pregiudizi sensibili dovuti a variazioni repentine e artificiali dei deflussi (art. 39 LPAc) nell'ambito della pianificazione strategica elaborata dai Cantoni, come stabilire l'obbligo di risanamento e determinare il genere di misure di risanamento da adottare nonché il termine per la loro attuazione.

Pianificazione strategica
del risanamento dei deflussi
discontinui

1 > Situazione iniziale

1.1 Scopo, destinatari e struttura del modulo

Lo scopo del presente modulo è di illustrare una procedura pratica che soddisfi i requisiti della LPAC e dell'OPAC concernenti i deflussi discontinui. Esso persegue i seguenti obiettivi:

Scopo e struttura
del modulo

- > fornire elementi di base utili per le pianificazioni nell'ambito dei deflussi discontinui elaborate dai Cantoni e dai detentori di centrali idroelettriche e per la valutazione di tali pianificazioni da parte dell'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM). È così perseguito sin dall'inizio un processo di attuazione trasparente, che possa essere seguito da tutti gli interessati;
- > presentare una metodologia di analisi e di valutazione che consenta una rilevazione il più possibile precisa e indipendente da altri interventi umani dei pregiudizi subiti dai corsi d'acqua a causa dei deflussi discontinui. Tale metodologia permette anche di trattare le centrali idroelettriche svizzere che causano deflussi discontinui in modo il più possibile uniforme, nel rispetto dell'uguaglianza davanti alla legge e nell'interesse di un impiego ottimale delle risorse disponibili per le misure di attenuazione delle ondate di piena artificiali;
- > adottare una procedura pragmatica, che tenga conto da un lato dei tempi stretti per la pianificazione stabiliti dalla legge e dall'altro però anche dei costi delle misure necessarie, spesso molto elevati. In questa costellazione, per formulare valutazioni serie e proposte di misure in tempo utile il grado di dettaglio è adeguato alle singole fasi di pianificazione e si cerca di includere la maggior quantità possibile di dati e di metodi esistenti;
- > descrivere dettagliatamente i metodi di analisi e valutazione previsti, in modo tale che possano essere applicati dagli specialisti senza dover fornire ulteriori spiegazioni. In questo modo, con il presente aiuto all'esecuzione si vuole anche permettere ai Cantoni di avviare senza indugio i lavori necessari per le prime fasi di pianificazione.

La figura 1 mostra una panoramica schematica delle singole fasi di pianificazione oggetto del presente modulo.

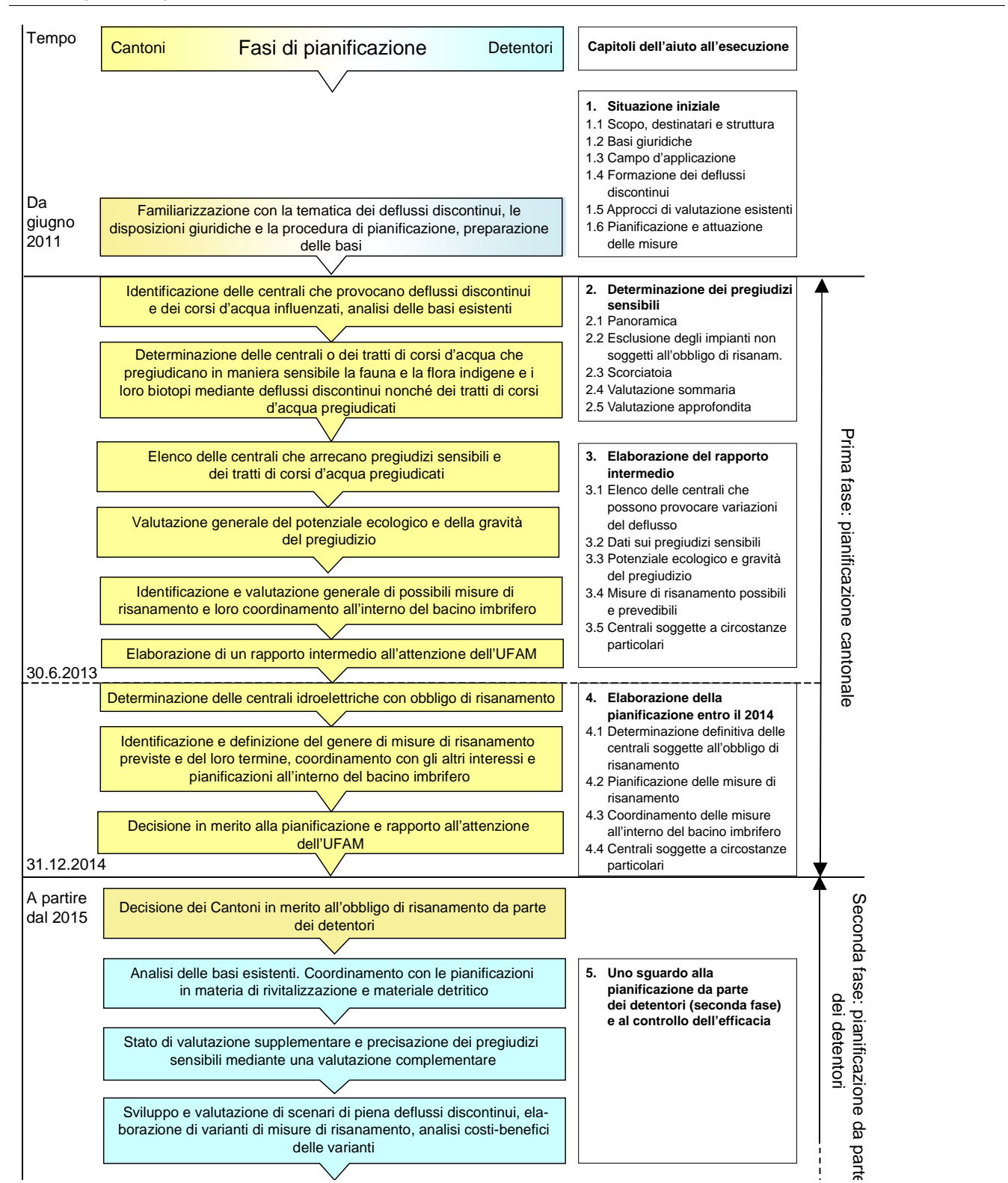
In linea di massima, il modulo è strutturato in ordine cronologico: in altre parole, tratta le singole fasi di pianificazione nell'ordine in cui vanno affrontate concretamente (fig. 1). Non s'iscrive in questa sequenza temporale il capitolo 2.5, dedicato alla valutazione approfondita. A differenza di quanto suggerisce la figura 1, spesso la valutazione approfondita non potrà essere completata prima dell'elaborazione del rapporto intermedio, e cioè entro il 30 giugno 2013. Di norma, i risultati della valutazione approfondita confluiranno solo nel rapporto finale sulla pianificazione, che il Cantone deve elaborare entro il 31 dicembre 2014 o, in caso di situazioni complesse con più centrali idroelettriche nello stesso bacino imbrifero, entro un'altra data.

Il capitolo 1.2 del modulo illustra le nuove disposizioni giuridiche sui deflussi discontinui e il capitolo 1.3 il loro campo d'applicazione. Il capitolo 1.4 si sofferma sulla formazione dei deflussi discontinui, mentre il capitolo 1.5 presenta alcuni approcci di valutazione esistenti. Il capitolo 1.6 traccia una panoramica sullo svolgimento dell'intero processo di pianificazione e attuazione (comprese le fasi non trattate in questa sede) e sugli attori coinvolti (uffici, detentori).

Il modulo accorda priorità alla prima fase della pianificazione da parte dei Cantoni. Durante questa fase, i Cantoni devono fare un inventario di tutti gli impianti che causano deflussi discontinui sul proprio territorio, designare quelli da risanare e stabilire il genere di misure di risanamento da adottare e il loro termine. Nei limiti del possibile, i Cantoni valutano, a grandi linee, anche l'entità delle misure necessarie per attenuare i deflussi discontinui.

Il presente modulo mira a illustrare una procedura il più possibile completa e dettagliata per questa prima fase (cap. 2–4).

Fig. 1 > Quadro schematico delle fasi di pianificazione e attuazione nell'ambito dei deflussi discontinui e dei corrispondenti capitoli del modulo



Il capitolo 5 delinea rapidamente, per quanto possibile nell'ottica odierna, le prospettive per la seconda fase della pianificazione da parte dei detentori e per il controllo dell'efficacia (cfr. fig. 3). Dopo l'allegato sono riportati una bibliografia dettagliata e un glossario che spiega i termini più importanti.

Il modulo è destinato principalmente ai Cantoni, ma anche ai detentori di impianti che provocano ondate di piena artificiali classificati dai Cantoni tra gli impianti soggetti all'obbligo di risanamento. Questi detentori sono coinvolti nella pianificazione a grandi linee delle misure di attenuazione delle ondate di piena artificiali già nella prima fase.

L'allegato A6 riassume i requisiti minimi posti dall'UFAM alla pianificazione cantonale.

Per rendere il modulo il più chiaro e leggibile possibile, alcune basi teoriche e concettuali della metodologia di analisi e di valutazione come pure la descrizione dettagliata dei singoli indicatori sono riportate nell'allegato. Questi elementi sono parte integrante della procedura descritta e vanno tenuti presenti nell'esecuzione.

1.2

Basi giuridiche

Secondo l'articolo 39a LPaC i detentori di centrali idroelettriche devono prendere misure di natura edile atte a prevenire o a eliminare le variazioni repentine e artificiali del deflusso di un corso d'acqua che arrecano *sensibile pregiudizio* alla fauna e alla flora indigene nonché ai loro biotopi. Su richiesta del detentore sono ipotizzabili anche misure di esercizio. Secondo l'articolo 41e dell'ordinanza del 28 ottobre 1998 sulla protezione delle acque (OPaC, RS 814.201), un pregiudizio arrecato dai deflussi discontinui alla fauna e alla flora indigene nonché ai loro biotopi naturali è considerato sensibile quando la portata durante l'ondata di piena artificiale supera di almeno 1,5 volte la portata ridotta e la quantità, la composizione e la varietà delle biocenosi vegetali e animali consoni al luogo sono modificate in modo pregiudizievole. L'allegato A1 riporta il testo delle disposizioni della LPaC e dell'OPaC concernenti i deflussi discontinui.

Le misure di attenuazione dei deflussi discontinui devono essere coordinate all'interno del bacino imbrifero e sono definite in base alla gravità del pregiudizio arrecato al corso d'acqua, al potenziale ecologico del corso d'acqua, alla proporzionalità dei costi, agli interessi della protezione contro le piene e agli obiettivi di politica energetica in materia di promozione delle energie rinnovabili (art. 39a cpv. 2 e 3 LPaC). Nel determinare il potenziale ecologico, per i corsi d'acqua allo stato naturale si deve considerare l'importanza ecologica allo stato attuale e per i corsi d'acqua non prossimi allo stato naturale l'importanza ecologica presumibile dopo aver rimosso, con un costo proporzionato, gli effetti pregiudizievoli causati dall'uomo (art. 33a OPaC).

L'articolo 83a LPaC stabilisce che le centrali idroelettriche che causano deflussi discontinui devono essere risanate secondo le prescrizioni di cui all'articolo 39a LPaC entro 20 anni dall'entrata in vigore della revisione. Tale obbligo di risanamento scade il 31 dicembre 2030. Secondo l'articolo 83b LPaC, i Cantoni pianificano le misure di cui all'articolo 83a e stabiliscono i termini per la loro attuazione. I Cantoni inoltrano la

Obiettivo del risanamento,
termine di risanamento di 20 anni

pianificazione alla Confederazione entro il 31 dicembre 2014 e ogni quattro anni le presentano un rapporto sulle misure attuate. L'articolo 41f OPAC e l'allegato 4a numeri 1 e 2 OPAC precisano il contenuto e le modalità della pianificazione delle misure di risanamento: entro il 30 giugno 2013 va presentato un rapporto intermedio, che stabilisca in particolare quali centrali idroelettriche devono adottare misure e fornisca indicazioni sulle misure presumibili. La procedura di attuazione delle misure previste è descritta all'articolo 41g OPAC. È previsto tra l'altro che i detentori di centrali idroelettriche tenuti a prendere misure in base alla pianificazione cantonale esaminino diverse varianti di misure di risanamento e che prima di prendere una decisione in merito al progetto di risanamento l'autorità cantonale consulti l'UFAM.

1.3 **Campo d'applicazione dell'aiuto all'esecuzione: delimitazione dei deflussi discontinui**

Per produzione con deflussi discontinui, o semplicemente deflussi discontinui, s'intendono oscillazioni giornaliere, più o meno regolari, dei deflussi, causate dall'esercizio a intermittenza delle centrali idroelettriche. Nelle ore con una forte domanda di energia elettrica sono turbinate grandi quantità di acqua che riversate poi a valle della centrale determinano un deflusso massimo (ondata di piena artificiale). Nelle ore in cui la domanda è minore, in genere di notte, durante il fine settimana e nei giorni festivi, la quantità di acqua turbinata e quindi anche il deflusso nel corso d'acqua ricevente scendono a un livello minimo (portata ridotta). Oltre all'ondata di piena artificiale e alla portata ridotta, tra le principali caratteristiche di un idrogramma vanno annoverate il rapporto e l'ampiezza tra le due portate nonché le velocità massime di innalzamento e abbassamento del livello durante il passaggio da uno stato di deflusso all'altro (fig. 2).

Definizione e caratteristiche

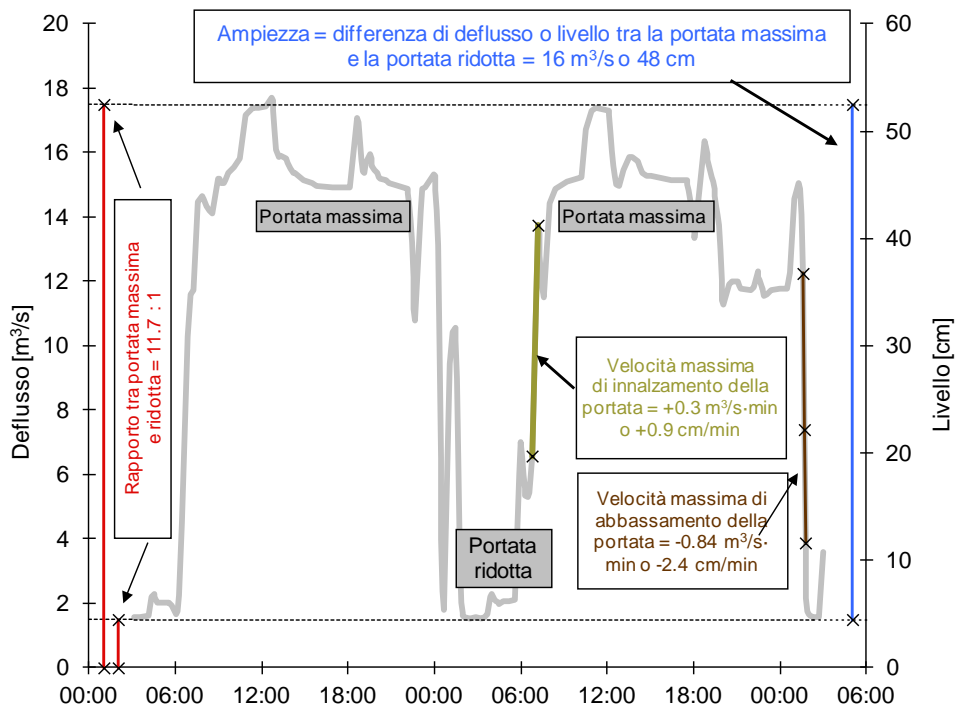
A causare oscillazioni del deflusso dovute a ondate di piena artificiali nei corsi d'acqua sono principalmente le centrali ad accumulazione, che possono trattenere l'acqua in bacini artificiali per periodi variabili (da alcuni giorni a mesi) e turbinarla in modo «concentrato» nei momenti di forte domanda di energia elettrica. Le disposizioni della LPAC sui deflussi discontinui riguardano però espressamente anche le centrali ad acqua fluente in grandi fiumi, che «a loro volta causano forti oscillazioni del deflusso a valle della centrale, anche con piccole variazioni del livello dell'acqua accumulata» (CAPTE S 2008). Per distinguerle dai deflussi discontinui causati dalle centrali ad accumulazione, più frequenti, tali oscillazioni del deflusso delle centrali ad acqua fluente sono dette anche onde lunghe.

In CAPTE S (2008), per deflussi discontinui s'intendono per analogia unicamente le oscillazioni del deflusso regolari e repentine, direttamente risultanti dal trattamento «normale» dell'acqua di esercizio nelle centrali idroelettriche, che varia nel corso del giorno. Possono causare ondate di piena artificiali anche impianti con una capacità di ritenuta relativamente piccola (p. es. serbatoio settimanale). Se anche impianti ancora più piccoli, ad esempio mulini o segherie ad acqua con piccoli serbatoi di accumulazione, debbano occasionalmente essere considerati come impianti che causano ondate di piena artificiali va stabilito di volta in volta, segnatamente se tali impianti «causano oscillazioni del deflusso problematiche».

Fig. 2 > Principali caratteristiche dei deflussi discontinui in base all'idrogramma di deflusso o di livello di un corso d'acqua influenzato da deflussi discontinui

Grafico schematico tratto da Baumann e Klaus (2003), adattato.

Le caratteristiche si basano su dati misurati a intervalli ≤ 10 minuti.



Non sono considerate deflussi discontinui secondo l'articolo 39a LPAC tutte le altre variazioni del deflusso di origine antropica, ad esempio le oscillazioni ritmiche giornaliere del deflusso non riconducibili all'esercizio di centrali idroelettriche. Ciò vale ad esempio per l'immissione di acque di scarico depurate provenienti da un impianto di depurazione, che in certe ore del giorno raggiungono a loro volta grandi quantità. Tali oscillazioni giornaliere della portata non sono però così forti come le ondate di piena causate dalle centrali. Non rientrano nel concetto di deflussi discontinui neanche i picchi di deflusso di centrali idroelettriche che normalmente si verificano in modo piuttosto irregolare (spurgo o dissabbiamento del serbatoio, interruzioni di emergenza, esercizio puramente dimostrativo di piccole centrali idroelettriche durante il fine settimana ecc.).

Non sono infine considerate deflussi discontinui neppure le oscillazioni periodiche naturali del deflusso, che nel semestre estivo nei ruscelli di alta montagna e di montagna possono essere molto grandi a causa dello scioglimento della neve e dei ghiacciai. Spesso anche i picchi di deflusso irregolari, causati in genere da piene, raggiungono valori nettamente superiori alle ondate di piena artificiali delle centrali idroelettriche. Sono però molto più rari e seguono di regola una curva nettamente più piatta, soprattutto nella fase di abbassamento del livello.

Come emerge dai commenti in CAPTE S (2008), inoltre, le nuove disposizioni sui deflussi discontinui della LPAC e dell'OPAc si applicano unicamente alla restituzione di acqua turbinata a corsi d'acqua, ma non alla restituzione direttamente a un lago (esempio 1).

Esempio 1: Restituzione diretta in un lago

In Svizzera sono poche le centrali idroelettriche che scaricano direttamente in un lago senza passare da un corso d'acqua. Un esempio è la centrale sul Lago Maggiore vicino a Brissago. In questa centrale, dopo varie fasi di sfruttamento tutta l'acqua proveniente dalle numerose captazioni nell'intera Valle Maggia e raccolta nel bacino di compensazione di Palagnedra è nuovamente turbinata e successivamente scaricata direttamente nel lago. Fino a questo punto, durante l'intero percorso l'acqua di esercizio è sempre convogliata in gallerie e condotte forzate separate e non è mai riversata in un corso d'acqua. Questa centrale idroelettrica non rientra quindi nel campo d'applicazione delle disposizioni della LPAC relative ai deflussi discontinui.

1.4

Formazione dei deflussi discontinui: importanza della forza idrica per la stabilità della rete elettrica

La stabilità della rete elettrica presuppone che la potenza elettrica immessa sia sempre equivalente alla potenza elettrica consumata. Ciò scaturisce dalla legge fisica secondo cui le reti elettriche non possono immagazzinare energia. Piccole differenze tra immisione e consumo si traducono in una variazione della frequenza della rete e quelle grandi possono causare interruzioni di corrente. Nella rete elettrica attuale è praticamente impossibile influenzare il fabbisogno energetico dei consumatori («consumo di energia elettrica»), che dipende dai ritmi giornalieri dell'industria, dei trasporti e delle economie domestiche.

Sull'arco del giorno, la mattina e il tardo pomeriggio si verificano picchi di consumo, mentre nelle ore notturne il fabbisogno cala sensibilmente. In Svizzera, il 38 per cento dell'energia elettrica proviene da centrali nucleari, il 6 per cento da centrali termiche convenzionali e altre forme di produzione (nuove energie rinnovabili), il 24 per cento da centrali ad acqua fluente e il 32 per cento da centrali idroelettriche ad accumulazione (statistica dell'energia elettrica 2010). Le centrali nucleari e le centrali ad acqua fluente producono il cosiddetto carico di base e non consentono di adattare la potenza immessa al consumo. In Svizzera, gli unici tipi di centrale che permettono di adattare rapidamente la produzione al consumo sono le centrali ad accumulazione e le centrali di pompaggio (per coprire i picchi di consumo sarebbe possibile anche ricorrere a centrali a gas, che però producono notevoli quantità di CO₂). La mattina, quanto il consumo di energia elettrica aumenta, le centrali ad accumulazione devono turbinare più acqua e quindi restituiscono più acqua ai corpi idrici: si forma così un'ondata di piena artificiale. Durante le ore notturne, il fabbisogno energetico dei consumatori (industria, trasporti ed economie domestiche) scende a un livello che può essere coper-

Origine e importanza per
l'approvvigionamento elettrico

to dalle centrali di base (centrali nucleari e centrali ad acqua fluente). Le centrali ad accumulazione riducono la loro potenza o sono arrestate completamente e ne consegue una portata ridotta nei corsi o specchi d'acqua. Senza questa regolazione della potenza attraverso le centrali ad accumulazione non sarebbe possibile garantire l'affidabilità della rete elettrica.

1.5 **Approcci di valutazione dei deflussi discontinui esistenti**

Per descrivere il genere e l'entità delle variazioni del deflusso causate da deflussi discontinui è possibile utilizzare varie caratteristiche idrologiche. Oltre a quelli indicati nella figura 2, è proposta tutta una serie di indicatori (Meile et al. 2005, 2011).

Caratteristiche

Alcune di queste caratteristiche sono utilizzate anche per stimare o valutare l'impatto presumibile di determinati deflussi discontinui sull'ecologia delle acque. Si tratta essenzialmente del rapporto tra portata massima e ridotta e delle velocità di variazione del livello nelle fasi d'innalzamento e abbassamento della portata. Per ora queste valutazioni si basano tuttavia su casi relativamente poco studiati e anche all'interno di questi casi le classificazioni risultanti divergono in parte notevolmente (Baumann e Klaus 2003, Limnex 2004, Meile et al. 2005). In base allo stato attuale delle conoscenze, la valutazione dell'impatto delle oscillazioni del deflusso sull'ecologia delle acque unicamente in base a caratteristiche idrologiche è quindi ancora legata a forti incertezze.

Una valutazione idrologica rappresenta però spesso un utile complemento alle valutazioni dal punto di vista dell'ecologia delle acque poiché le caratteristiche idrologiche possono essere calcolate facilmente e quindi applicate senza problemi ad altri regimi di deflusso, oltre a quelli attuali. Per molti indicatori ecologici, come la frequenza o la biomassa di vari organismi, questa proiezione (estrapolazione) riscontra invece difficoltà nettamente maggiori o è addirittura impossibile.

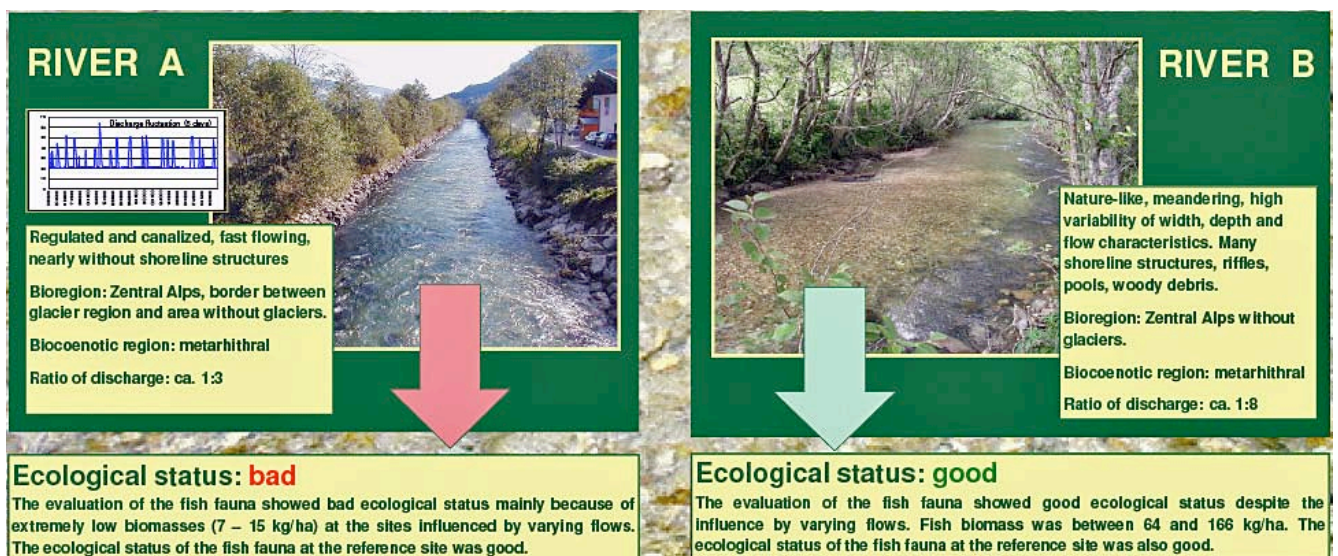
In Svizzera, con il modulo idrologia – portata di deflusso (HYDMOD) per il livello R (regione) del concetto basato su moduli e livelli (CML), è disponibile un metodo che comprende anche la valutazione del «fenomeno dei deflussi discontinui» in base a criteri puramente idrologici (Pfaundler et al. 2011). A tal fine sono rilevati e valutati principalmente il rapporto tra portata massima e ridotta (intensità dell'impulso dei deflussi discontinui) e il rapporto tra la portata massima attuale e la portata annua media senza alcun influsso (stress idraulico causato dall'ondata di piena artificiale). Quali fattori di correzione, con un minor influsso sul risultato finale, sono incluse nel calcolo anche le velocità di variazione del livello tra portata massima e ridotta nonché la superficie del bacino imbrifero (cap. 2.2.1).

Le regole di classificazione, ovvero i criteri per l'inclusione dei corsi d'acqua esaminati in una determinata classe di stato, si basano su considerazioni ecologiche anche nel modulo HYDMOD (Pfaundler et al. 2011), poiché manifestamente dall'idrologia stessa non sono desumibili requisiti per il grado di naturalezza del regime di deflusso. In un certo senso, l'idrologia è pertanto uno strumento che permette di cogliere meglio e semplificare nettamente le osservazioni ecologiche, spesso imprecise, e le previsioni

(ancora più imprecise). Il «prezzo» di questi criteri uniformi e utilizzabili su grande scala è tuttavia una minor risoluzione (differenziazione) nel singolo caso. Sono noti casi in cui in realtà la biocenosi acquatica andrebbe classificata nettamente meglio di quanto non facciano pensare le sole caratteristiche idrologiche (esempio 2).

Esempio 2: Valutazione idrologica ed ecologica

Nel Land austriaco di Salisburgo, Petz-Glechner e Petz (2006) hanno studiato il patrimonio ittico in due tratti di corsi d'acqua distinti, ma della stessa tipologia, influenzati da deflussi discontinui. Nel tratto fortemente canalizzato «River A», il rapporto tra portata massima e ridotta era di 3 : 1, un rapporto spesso considerato ancora ecologicamente accettabile, perlomeno in corsi d'acqua da piccoli a medi (cfr. fig. 5). Lo stato ecologico di questo corso d'acqua, valutato in base alla fauna ittica, è tuttavia risultato fortemente pregiudicato («bad», a sinistra). Viceversa, nel tratto morfologicamente prossimo allo stato naturale «River B» con un rapporto tra portata massima e ridotta di 8 : 1, e quindi nettamente superiore, è stato riscontrato un popolamento ittico qualitativamente e quantitativamente buono («good», a destra). La causa di questa differenza di condizioni idrologiche ed ecologiche è stata identificata nella morfologia più naturale del tratto «River B», che lungo le sponde molto ricche di strutture offre settori protetti dalla corrente (rifugi idraulici) anche durante le ondate di piena. Fotografie estratte da Petz-Glechner e Petz (2006).



In generale, la morfologia delle acque è considerata uno dei principali fattori di regolazione che determinano l'impatto dei deflussi discontinui (Baumann e Klaus 2003, Schweizer et al. 2009). Analogamente all'esempio 2, anche in alcuni casi esaminati più da vicino in Svizzera è emerso che a parità di portata di piena i tratti di corsi d'acqua morfologicamente più diversificati presentano uno stato nel complesso migliore rispetto ai tratti canalizzati in modo monotono (p. es. ARGE Trübung Alpenrhein 2001). Tuttavia, il possibile influsso favorevole di una morfologia naturale diminuisce man mano che aumenta quello artificiale dei deflussi discontinui (Limnex 2007). Mediante rivalutazioni morfologiche (rivitalizzazioni) è quindi possibile ridurre, entro certi limiti, i pregiudizi causati dai deflussi discontinui. Tali misure possono essere pianificate a complemento delle misure di attenuazione dei deflussi discontinui, edilizie o (su richiesta dei detentori) di esercizio. Bisogna tuttavia tener presente che nei tratti di corsi d'acqua morfologicamente prossimi allo stato naturale o naturali durante la portata ridotta si prosciugano superfici maggiori. D'altro canto, nei tratti morfologicamente molto degradati le sole misure di attenuazione dei deflussi discontinui possono non essere sufficienti per ottenere i risultati perseguiti (per maggiori dettagli cfr. allegato A2-3).

1.6 Pianificazione e attuazione delle misure di attenuazione delle ondate di piena artificiali in sintesi

La pianificazione e l'attuazione di misure nell'ambito dei deflussi discontinui secondo la LPac e l'OPac possono essere suddivise nelle seguenti fasi (fig. 3):

Procedura di pianificazione e attuazione

- > la prima fase, che comprende la pianificazione cantonale del risanamento degli impianti esistenti entro il 31 dicembre 2014, è disciplinata dall'articolo 83b capoversi 1 e 2 LPac e dall'articolo 41f OPac, compreso il relativo allegato 4a con la procedura in due fasi. Per ciascuna di queste fasi, il Cantone presenta un rapporto all'UFAM;
- > nella seconda fase, il Cantone decide, in base alla sua pianificazione e alla reazione dell'UFAM, quali impianti assoggettare all'obbligo di risanamento. Secondo l'articolo 41g capoverso 2 OPac, i detentori dei singoli impianti sono quindi incaricati di elaborare diverse varianti di misure;
- > sempre nella seconda fase, il Cantone determina per ogni impianto le misure più efficaci tra quelle sottoposte dai detentori (miglior variante) e assegna ai detentori il mandato di elaborare un progetto di costruzione corrispondente (e parallelamente, a seconda dell'entità, un esame dell'impatto sull'ambiente). Prima della decisione definitiva sul progetto di risanamento sono consultati nuovamente l'UFAM (art. 41g cpv. 2 OPac) e l'UFE (art. 5 cpv. 3 LUF);
- > nella terza fase è possibile presentare la domanda di finanziamento delle misure (art. 17d cpv. 1 dell'ordinanza sull'energia del 7 dicembre 1998, OEn, RS 730.01) e, una volta garantito il finanziamento, sono realizzate le misure. Secondo l'articolo 83a LPac, questa fase di attuazione deve essere completata entro la fine del 2030;
- > nella quarta e ultima fase, il detentore esamina, conformemente all'articolo 41g capoverso 3 OPac, l'efficacia delle misure adottate (controllo dell'efficacia).

Fig. 3 > Procedura di pianificazione del risanamento dei deflussi discontinui

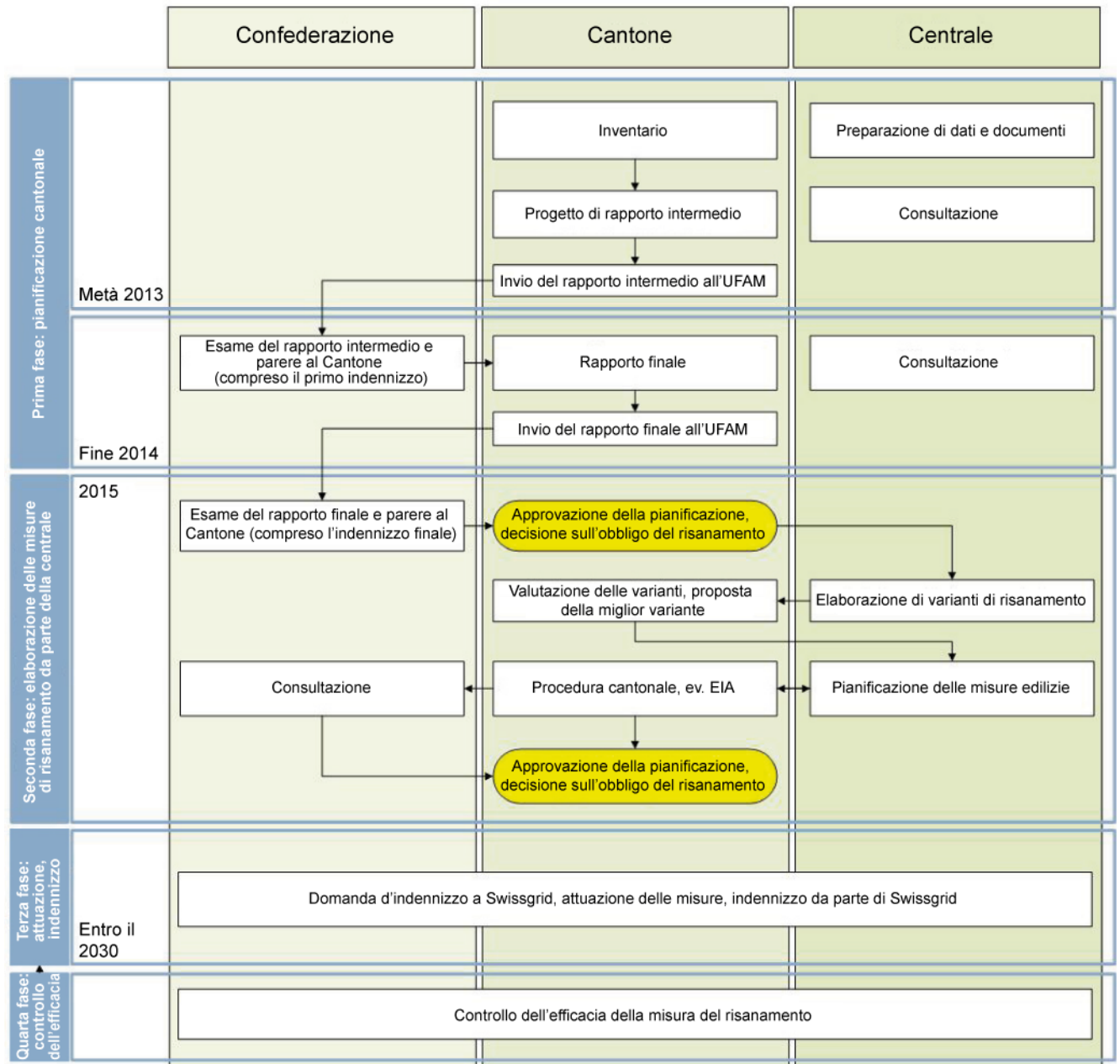


Figura tratta da UFAM (2011a)

2 > Determinazione dei pregiudizi sensibili

2.1 Panoramica

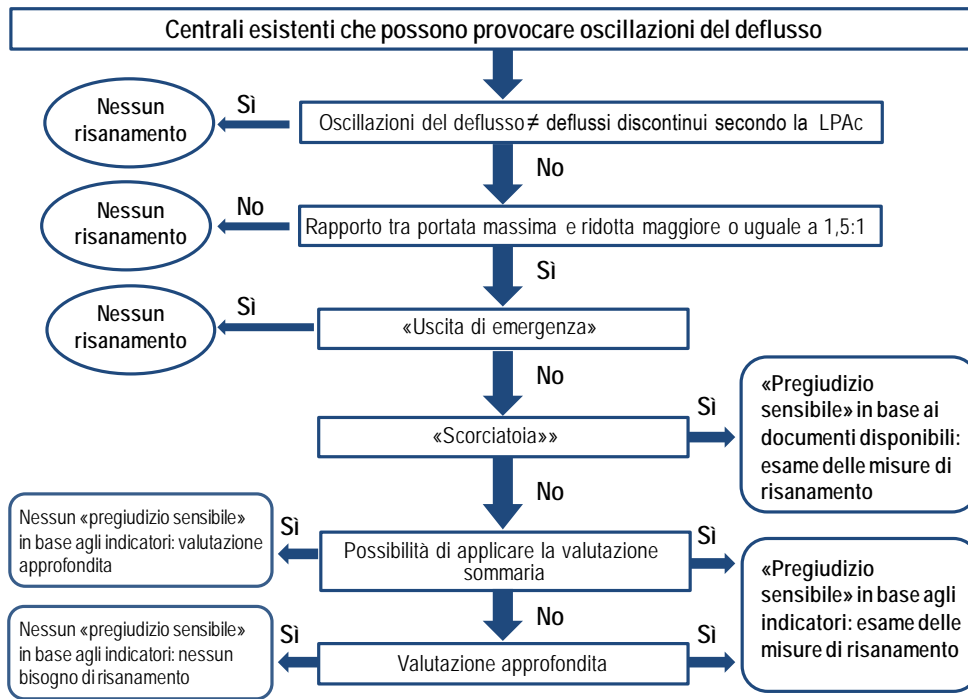
Tra i compiti fondamentali della pianificazione cantonale figura quello di determinare in quali tratti di corsi d'acqua e da quali impianti idroelettrici sono prodotte oscillazioni artificiali del deflusso (deflussi discontinui), che arrecano *sensibile pregiudizio* alla fauna e alla flora indigene nonché ai loro biotopi secondo l'articolo 39a LPAc. In linea di massima, queste oscillazioni del deflusso devono essere ridotte mediante misure di attenuazione artificiali dei deflussi discontinui presso le centrali idroelettriche responsabili, in modo tale che i pregiudizi restanti non raggiungano più un livello sensibile (risanamento secondo l'art. 83a LPAc). Gli impianti idroelettrici che non arrecano alcun pregiudizio sensibile non devono adottare nessuna misura: non sono quindi soggetti all'obbligo di risanamento.

La figura 4 mostra una panoramica della procedura di determinazione dei pregiudizi sensibili esistenti, che al contempo permette di constatare dove sussiste un bisogno di risanamento.

Quando è necessario un risanamento? Determinazione del bisogno di risanamento

Fig. 4 > Determinazione dei pregiudizi sensibili dovuti a deflussi discontinui nell'ambito della pianificazione cantonale

Le ultime tre fasi («scorciatoia», «valutazione sommaria» e «valutazione approfondita») sono illustrate più in dettaglio nella fig. 6.



All'inizio della pianificazione occorre prendere in considerazione tutti gli impianti e i tratti di corsi d'acqua per i quali sono riscontrati o ipotizzabili deflussi discontinui o un loro impatto (cap. 3.1). Da questo «inventario», spesso ancora lungo, in una prima fase (fig. 4) sono scartati i casi che non rappresentano deflussi discontinui ai sensi della legge, ad esempio perché le oscillazioni del deflusso si verificano solo saltuariamente (cap. 1.3).

Il Cantone può escludere questi casi irrilevanti dal seguito della procedura a priori, senza alcuna verifica supplementare, in un certo senso «di propria iniziativa».

Il fatto che i deflussi discontinui riguardino un tratto di corso d'acqua molto breve non costituisce un motivo sufficiente per classificarli come trascurabili, poiché anche i tratti di corsi d'acqua brevi possono svolgere importanti funzioni ecologiche. Se e in che misura sia il caso deve essere stabilito di volta in volta dagli specialisti e successivamente motivato dal Cantone.

Laddove non sussistono deflussi discontinui ai sensi della legge ma si verificano comunque oscillazioni del deflusso ecologicamente problematiche, occorre esaminare se queste oscillazioni siano sottoposte a un'altra regolamentazione (p. es. quella relativa allo spurgo o al dissabbiamento del serbatoio; cfr. Gerster e Rey 1994, Limnex 2005).

Durante il seguito della pianificazione, il Cantone può esaminare, in base alla procedura uniforme descritta, i restanti impianti sul suo territorio che rientrano nella sua sfera di competenza. Nelle fasi successive (fig. 4) sono identificati, il più semplicemente possibile, i casi che non arrecano pregiudizi e che, di conseguenza, *non* sono sicuramente soggetti all'obbligo di risanamento (rapporto tra portata massima e ridotta, uscita di emergenza) o che invece arrecano inequivocabilmente pregiudizi sensibili già in base a un esame sommario e, di conseguenza, sono sicuramente soggetti all'obbligo di risanamento (scorciatoia o valutazione sommaria). Questi casi sono trattati più in dettaglio ai capitoli 2.2, 2.3 e 2.4.

Per i casi che non possono facilmente essere classificati come soggetti all'obbligo di risanamento, infine, occorre procedere a una valutazione approfondita completa (cap. 2.5).

2.2 Esclusione degli impianti non soggetti all'obbligo di risanamento

Per escludere gli impianti sicuramente non soggetti all'obbligo di risanamento ci si basa essenzialmente sul rapporto tra portata massima e ridotta. In alcuni casi, il Cantone può inoltre avvalersi di una cosiddetta «uscita di emergenza» (fig. 4; cap. 2.2.2).

2.2.1 Rapporto tra portata massima e ridotta inferiore a 1,5 : 1

Secondo l'articolo 41e lettera a OPAC, quando il rapporto tra portata massima e ridotta è inferiore a 1,5 : 1 non sussiste alcun pregiudizio sensibile ai sensi dell'articolo 39a capoverso 1 LPAC.

Nessun pregiudizio sensibile

Il motivo per cui il valore limite assoluto è stato fissato a 1,5 : 1 è illustrato nella figura 5. Per valutare il «fenomeno dei deflussi discontinui», nel modulo idrologia del concetto svizzero basato su moduli e livelli (HYDMOD; capitolo 1.5) sono definite due caratteristiche, formate da vari fattori. La caratteristica sull'asse delle ordinate (intensità dell'impulso) è determinata principalmente dal rapporto tra portata massima e ridotta ($V_{m/r}$). A seconda del valore della seconda caratteristica (stress idraulico), rappresentata sull'asse delle ascisse, un'intensità dell'impulso compresa tra 3,0 e 1,3 circa rientra ancora nell'ambito del buono stato idraulico (classe 2, colore verde). Di conseguenza, normalmente anche un semplice rapporto tra portata massima e ridotta ($V_{m/r}$) inferiore a 1,5 : 1 rientra in questo buono stato (cfr. fig. A2 nell'allegato A2-2). Si può quindi escludere che l'impianto corrispondente arrechi sensibile pregiudizio senza ulteriori verifiche.

Valutazione, HYDMOD

Fig. 5 > Classi di stato per la valutazione del fenomeno dei deflussi discontinui in HYDMOD

Sull'asse delle ordinate è rappresentato il rapporto tra portata massima e ridotta ($V_{m/r}$), corretto di un fattore corrispondente alla velocità di variazione del livello ($k_{vv,m/r}$). Sull'asse delle ascisse figura l'altro rapporto determinante, quello tra la portata massima e il deflusso annuo naturale medio ($Q_{massima}/MQ_r$), corretto di un fattore corrispondente alla grandezza del bacino imbrifero (k_{bi}). L'inclusione in una delle cinque classi di stato o di qualità scaturisce dalla combinazione dei due rapporti.

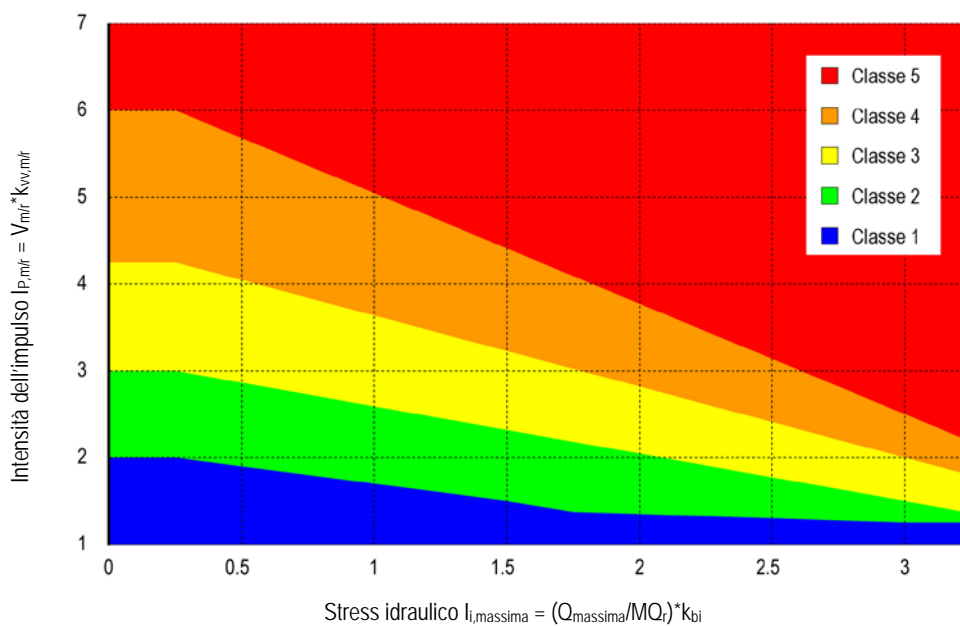


Grafico tratto da Pfandler et al. 2011

Il rapporto tra i volumi di deflusso in caso di deflussi discontinui, elencato all'articolo 41e lettera a OPac quale criterio determinante, corrisponde espressamente al *semplice* rapporto tra portata massima e ridotta ($V_{m/r}$, senza alcun fattore di correzione). Tale rapporto *non* può essere determinato in base alla figura 5, ma deve essere stabilito rigorosamente in base alle indicazioni di cui al capitolo 3.7.3 di Pfandler et al. (2011).

Nell'ambito della valutazione secondo HYDMOD, certi fenomeni di deflusso ecologicamente rilevanti possono sfuggire all'osservazione, ad esempio singoli picchi di portata massima straordinari o portate minime insolitamente basse durante le feste natalizie. Considerando il valore limite assoluto basso per il rapporto tra portata massima e minima, pari a 1,5 : 1, queste differenze sporadiche non modificano comunque sostanzialmente la valutazione.

È evidente che le oscillazioni del deflusso provocate da una determinata centrale devono essere rilevate e valutate nel punto in cui sono più forti e quindi, normalmente, immediatamente dopo l'immissione dell'acqua di esercizio nel corso d'acqua. Se l'impatto artificiale dei deflussi discontinui è analizzato più a valle, a una certa distanza, il rapporto tra portata massima e minima può già risultare sensibilmente ridotto a causa dell'abituale appiattimento dell'ondata di piena artificiale lungo il corso d'acqua e/o di affluenti laterali. Tuttavia, a seguito di questo indebolimento, di norma se a una

certa distanza dalla centrale il rapporto tra portata massima e ridotta è ancora superiore a 1,5 : 1, anche immediatamente a valle della centrale è presumibile un superamento di tale valore limite, a meno che nel tratto di corso d'acqua intermedio non vi siano altre restituzioni o affluenti influenzati da deflussi discontinui, che potrebbero amplificare le oscillazioni del deflusso.

Se l'influsso di una centrale idroelettrica non può essere stabilito in base ai dati di deflusso di una stazione di misurazione relativamente vicina, per determinare il rapporto tra portata massima e ridotta secondo HYDMOD vi sono due possibilità:

- > possibilità di calcolo 1: estrapolazione dei valori di deflusso della stazione di misurazione successiva nel corso d'acqua (dati di misurazione) in modo da risalire alla centrale. Ciò è possibile solo se il regime di deflusso nel bacino imbrifero tra la centrale e la stazione di misurazione non subisce ulteriori interventi antropici e se sono soddisfatte anche le altre condizioni secondo HYDMOD. Tali condizioni e la procedura di estrapolazione sono descritte nell'allegato A4 di Pfaundler et al. (2011);
- > possibilità di calcolo 2: calcolo in base ai dati di esercizio, come descritto al capitolo 3.7.3 di Pfaundler et al. (2011).

È presumibile che il risultato del calcolo in base ai dati di esercizio risulti tendenzialmente più sfavorevole rispetto a quello in base ai dati di misurazione.

Se negli stessi corsi d'acqua vi sono più impianti idroelettrici, i contributi dei singoli impianti al rapporto tra portata massima e ridotta finale devono essere calcolati partendo dai dati di esercizio o mediante una modellizzazione dei deflussi per l'intero bacino imbrifero (allegato A4). Solo così è possibile determinare e valutare separatamente il rapporto tra portata massima e ridotta di ogni impianto.

HYDMOD parte dal presupposto che sia l'ondata di piena artificiale che la portata ridotta possano essere determinate in modo affidabile in base a valori di misurazione o a dati di esercizio. Per le piccole centrali idroelettriche, che in parte causano a loro volta oscillazioni del deflusso con le caratteristiche artificiali dei deflussi discontinui (cap. 1.3), è tuttavia possibile che, soprattutto per il calcolo della portata ridotta, non sussistano delle basi sufficienti (p. es. perché sul tratto con deflusso residuale prima della restituzione s'infiltra una quota sconosciuta dei deflussi residuali). In questi casi, prima di poter procedere alla valutazione occorre rilevare i dati di deflusso mancanti. Tale determinazione della portata ridotta dovrebbe considerare almeno dieci settimane di calendario con condizioni di magra, durante le quali sono effettuate una registrazione continua o dieci misurazioni individuali della portata, analogamente alle indicazioni in HYDMOD.

I tratti di corsi d'acqua in cui il rapporto tra portata massima e ridotta in base alla valutazione descritta è inferiore al valore limite di 1,5 : 1 sono considerati a priori non pregiudicati o non pregiudicati in maniera sensibile. Gli impianti idroelettrici che causano tali oscillazioni del deflusso non sono soggetti all'obbligo di risanamento e quindi non sono sottoposti ad analisi supplementari. Nella pratica ciò dovrebbe valere con una certa frequenza soprattutto per le centrali ad acqua fluente con una variazione minima del deflusso proveniente dall'invaso (onde lunghe).

2.2.2 Uscita di emergenza per gli effetti manifestamente trascurabili

Può succedere che, per via di un rapporto tra portata massima e ridotta superiore a 1,5 : 1, debbano essere inseriti nel piano di risanamento singoli corsi d'acqua o impianti anche se tale provvedimento, manifestamente, non corrisponde alle intenzioni del legislatore (esempio 3). In tal caso il Cantone può avvalersi di una cosiddetta uscita di emergenza, motivando in modo preciso nel suo rapporto intermedio (cap. 3.2) i motivi per cui esclude con sicurezza un caso da risanare. Se l'UFAM condivide tale valutazione, in questo modo è possibile escludere singoli casi dalla procedura senza ulteriori verifiche.

Casi particolari

Esempio 3: Uscita di emergenza

Un esempio di casi non necessariamente da risanare malgrado un rapporto tra portata massima e ridotta superiore a 1,5 : 1 è costituito dalle centrali ad acqua fluente che restituiscono ondate di piena artificiali generate più a monte senza variazioni. Se si determina il rapporto tra portata massima e ridotta secondo HYDMOD, per i tratti a valle di tali impianti possono risultare valori nettamente superiori a 1,5 : 1. L'idea della legge non è però di far sì che le centrali debbano attenuare le ondate di piena artificiali a cui non hanno contribuito «attivamente».

2.3 Scorciatoia per i pregiudizi manifestamente sensibili

In alcuni casi, il Cantone può classificare come sensibile un pregiudizio senza ricorrere agli indicatori della valutazione sommaria. A tal fine può utilizzare una scorciatoia, che in un certo senso si contrappone all'uscita di emergenza (fig. 4; esempio 4). Tale scorciatoia è possibile solo se si può inequivocabilmente dimostrare, già con i dati di base disponibili, l'esistenza di un pregiudizio sensibile. Può ad esempio essere già noto, in base a prelievi da parte dell'amministrazione cantonale della pesca o di privati (p. es. nell'ambito di esami dell'impatto sull'ambiente), che il patrimonio ittico di un tratto con deflussi discontinui si distingue per gamma di specie moderatamente mutata, cattiva struttura dei popolamenti di specie indicatrici, scarsa densità ittica e sostanziale assenza di riproduzione naturale. Per via di queste condizioni, lo stato degli indicatori P1 (modulo CML «Pesci») e P4 (riproduzione della fauna ittica) è inevitabilmente da insoddisfacente a cattivo e, di conseguenza, il tratto va classificato tra quelli pregiudicati in maniera sensibile (cap. 2.4.4). Come per la valutazione sommaria, anche per questa scorciatoia occorre garantire che siano soddisfatte le condizioni per l'applicazione degli indicatori corrispondenti (cap.2.4.2) o che sia disponibile un tratto di riferimento adatto (cap. 2.4.3).

Scorciatoia

Nell'ambito della scorciatoia si può dimostrare un pregiudizio sensibile anche senza far ricorso agli indicatori previsti. In ogni caso, la motivazione deve però fondarsi sull'articolo 41e lettera b OPAC ed essere verificabile.

Se il Cantone constata un pregiudizio sensibile mediante la scorciatoia, deve motivare tale conclusione anche nei confronti dei detentori delle centrali. Se anche l'UFAM non manifesta alcuna obiezione a tale valutazione (nell'ambito di una consultazione preliminare o della valutazione del rapporto intermedio), è possibile ordinare l'obbligo di risanamento sempre nell'ambito della scorciatoia.

Alla scorciatoia si applica inoltre quanto segue:

- > nell'ambito della pianificazione cantonale, nel rapporto intermedio all'attenzione dell'UFAM, devono essere riportati la motivazione del pregiudizio sensibile e perlomeno il *genere* presumibile delle misure di attenuazione dei deflussi discontinui possibili o privilegiate anche per gli impianti trattati mediante la procedura abbreviata (cap. 3.4). Devono inoltre essere forniti i dati richiesti sul potenziale ecologico e sulla gravità del pregiudizio (cap. 3.3);
- > l'entità delle misure di attenuazione dei deflussi discontinui necessarie può essere stimata solo se sono analizzati e valutati anche gli indicatori opportuni a tal fine (cap. 3.4, fig. 6);
- > gli indicatori della valutazione sommaria «omessi» dovranno essere analizzati e valutati al più tardi al momento della pianificazione da parte dei detentori nella seconda fase (cap. 5).

Esempio 4: Possibili candidati per la scorciatoia

Sia per il Reno alpino che per il Rodano vi sono numerosi studi che analizzano in dettaglio le ripercussioni dei deflussi discontinui. Questi elementi di base consentono di determinare alcuni degli indicatori previsti nella valutazione sommaria, se non la maggior parte. Nel Reno alpino, inoltre, in genere le rilevazioni sono già state effettuate per l'intera gamma di morfologie presenti (dalle zone golenali prossime allo stato naturale di Mastrils al tratto di Reno internazionale canalizzato). Nel Rodano, oggi praticamente l'intero tratto con deflussi discontinui è canalizzato e le rilevazioni dello stato attuale comprendono quindi solo l'impatto artificiale dei deflussi discontinui su quest'unica morfologia (non naturale) (esempio fig. A1 nell'allegato A2-1). Ciononostante, fino a un certo grado anche per il Rodano è possibile fare delle osservazioni sulle ripercussioni ecologiche dei deflussi discontinui sui tratti di fiume rivitalizzati, poiché questi sono già stati modellizzati nell'ambito di studi precedenti (Pellaud 2007). Per entrambi i fiumi vi sono inoltre alcune indicazioni sull'entità dell'attenuazione dei deflussi discontinui necessaria dal punto di vista ecologico (Pellaud 2007, Schälchli et al. 2003), indicazioni che per il Reno alpino saranno ulteriormente concretizzate nell'ambito di uno studio in corso.

Valutazione sommaria

Analogamente ai casi sicuramente non soggetti all'obbligo di risanamento, in questa fase sono determinati precocemente, mediante una procedura semplificata, anche quelli sicuramente soggetti all'obbligo di risanamento. Ciò non può però avvenire soltanto in

base ai rapporti di deflusso, ma bisogna fare ricorso a più indicatori, in prevalenza biologici (cap. 2.4.1). Le valutazioni idrologica ed ecologica possono infatti divergere nettamente (esempio 2) e di conseguenza sarebbe molto aleatorio determinare soltanto secondo caratteristiche idrologiche gli impianti sicuramente soggetti all'obbligo di risanamento.

Per determinare gli impianti sicuramente soggetti all'obbligo di risanamento si utilizzano alcune caratteristiche biologiche e due caratteristiche abiotiche, misurabili in modo relativamente rapido e semplice. Per tale motivo, questa fase è detta anche valutazione sommaria. La valutazione sommaria può identificare solo i pregiudizi evidenti. L'intensità effettiva di tali pregiudizi e la presenza o meno di pregiudizi sensibili in casi meno evidenti possono essere determinate unicamente mediante una valutazione approfondita completa (cap. 2.5).

L'allegato A2 descrive alcune basi concettuali importanti per la metodologia di analisi e di valutazione applicata, che vanno tenute presenti anche per capire la valutazione sommaria.

2.4.1 Gli indicatori della valutazione sommaria

Gli indicatori della valutazione sommaria abbracciano un ampio ventaglio di caratteristiche che possono essere pregiudicate nelle acque influenzate da deflussi discontinui:

Indicatori

- > **P1** (modulo CML «Pesci») corrisponde al metodo di valutazione di Schager e Peter (2004) e comprende varie caratteristiche relative all'ecologia dei pesci, come la gamma e la diversità di specie, la riproduzione naturale, la struttura del popolamento della specie ittica principale o anomalie e deformazioni dei pesci.
- > **P4** (riproduzione dei pesci) analizza e valuta, a complemento di P1, la densità di avannotti delle specie ittiche principali al momento in cui questi avannotti fuoriescono dal sedimento (emersione).
- > **P5** (produttività ittica) stima la produttività ittica teorica dei corsi d'acqua in base a vari fattori d'influenza.
- > **B1** (biomassa del macrozoobenthos) analizza la quantità di organismi invertebrati ancora visibili a occhio nudo presenti nel e sul fondo dell'alveo (macroinvertebrati). B1 è uno dei fattori d'influenza che confluiscono anche nella valutazione di P5.
- > **B2** (modulo CML «Macrozoobenthos») valuta la fauna invertebrata del fondo dell'alveo in base a un «indice biologico» svizzero (IBCH) secondo il metodo di Stucki (2010). Nei campioni prelevati per B2 sono determinati anche gli altri indicatori del benthos.
- > **B4** (famiglie EPT) misura la diversità di organismi acquatici particolarmente sensibili in base al numero di famiglie degli ordini di insetti efemerotteri, plecoteri e tricoteri.
- > **H1** (colmatazione) valuta la colmatazione interna in base alla concentrazione di materiale in sospensione durante l'ondata di piena artificiale.
- > **D1** (deflusso minimo) verifica se la portata durante i periodi di magra rispetta i requisiti della LPac sui deflussi residuali minimi.

Si tratta di indicatori rappresentativi, che consentono di analizzare se nelle acque in questione la fauna indigena (o la biocenosi animale) e i suoi biotopi subiscono pregiudizi sensibili secondo gli articoli 39a capoverso 1 LPAc e 41e OPAc. La flora indigena (o la biocenosi vegetale), menzionata a sua volta in questi articoli, reagisce generalmente meno alle variazioni idrologiche o perlomeno in modo meno riconoscibile (Hering et al. 2006, Baumann e Langhans 2010). Le piante acquatiche più alte o le macrofite, che presumibilmente potrebbero ancora prestarsi quali indicatori, sono inesistenti nella maggior parte dei tratti con deflussi discontinui. Si parte pertanto dal presupposto che soddisfacendo i requisiti per gli organismi animali più sensibili si soddisfino anche quelle per la biocenosi vegetale.

La maggior parte degli indicatori *biologici* utilizzati nella valutazione sommaria *non* può essere estrapolata o stimata per altre morfologie oltre a quelle esistenti. All'indicatore biologico P5 e all'indicatore abiotico H1 (colmatazione) è invece attribuita una scala di valutazione per tutte le morfologie (comprese quelle attualmente assenti), mentre la valutazione dell'altro indicatore abiotico D1 (deflusso minimo) non dipende dalla morfologia.

Una descrizione esatta e istruzioni per l'analisi e la valutazione pratiche di ogni indicatore sono riportate nelle schede dettagliate sugli indicatori nell'allegato A7 del presente aiuto all'esecuzione.

2.4.2 Applicazione e limiti della valutazione sommaria

Di norma, nell'ambito della valutazione sommaria sono analizzati e valutati secondo indicazioni metodologiche tutti gli indicatori di cui al capitolo 2.4.1 (fig. 6).

Campo di applicazione

Per alcuni tratti con deflussi discontinui, soprattutto lungo i grandi fiumi alpini, sono già disponibili ampie indagini dal punto di vista dell'ecologia delle acque, realizzate su mandato della Confederazione, dei Cantoni o dei detentori. A seconda del genere e della portata, questi dati di base possono essere utilizzati per determinare i pregiudizi esistenti, il che semplifica molto la pianificazione cantonale:

- > in casi eccezionali, in cui può essere dimostrato inequivocabilmente un pregiudizio sensibile già sulla scorta dei dati di base esistenti, il Cantone può prendere una scorciatoia rinunciando completamente all'analisi e alla valutazione degli indicatori (cap. 2.3; fig. 6);
- > anche se ciò non è possibile, spesso gli indicatori per la valutazione sommaria possono essere determinati e valutati direttamente utilizzando i dati di base disponibili con un onere limitato o addirittura senza alcun onere supplementare. Se per singoli indicatori mancano ancora i dati necessari, per realizzare la valutazione sommaria essi vanno prima rilevati.

L'idoneità dei dati di base disponibili per valutare gli indicatori previsti va stabilita di volta in volta dagli specialisti. Le indagini che risalgono a più di dieci anni prima dovrebbero tuttavia essere prese in considerazione solo se possono essere considerate assolutamente affidabili anche nell'ottica odierna e se nel frattempo non sono mutate le condizioni quadro determinanti. Nell'ambito della valutazione degli indicatori vanno elencati i dati di base utilizzate effettivamente.

Siccome gli indicatori della valutazione sommaria costituiscono una selezione dei metodi più semplici, in particolare gli indicatori biologici non sono molto specifici. Alcuni di essi sono piuttosto indicatori a largo spettro, che possono rispecchiare non solo l'impatto idrologico dei deflussi discontinui, bensì anche altri fattori d'influenza abiotici. Secondo le Linee guida per la gestione dei corsi d'acqua svizzeri (UFAFP/UFAEG 2003), questi altri fattori d'influenza determinanti sono costituiti in primo luogo dalla morfologia e dalla qualità delle acque.

Spesso, l'indicatore a largo spettro B2 (modulo CML «Macrozoobenthos») dipende addirittura più dalla qualità delle acque che non dai deflussi discontinui (Limnex 2007). È stato comunque inserito nel presente metodo poiché questo prelievo standardizzato di campioni fornisce anche dati iniziali uniformi per valutare gli altri indicatori del benthos. Gli altri indicatori a largo spettro sono P1, P4, B1 e B4.

In teoria, gli indicatori a largo spettro potrebbero far sì che in un tratto con deflussi discontinui sia diagnosticato un pregiudizio che in realtà non è da attribuire all'impatto dei deflussi discontinui, bensì a una morfologia innaturale e/o a una qualità insufficiente delle acque. Per evitare ciò, il ricorso alla valutazione sommaria sottostà alle seguenti limitazioni:

- > occorre garantire che la qualità dell'acqua del tratto con deflussi discontinui analizzato soddisfi i requisiti dell'OPAc sulla concentrazione di nutrienti e inquinanti. In genere, i deflussi discontinui riguardano corpi idrici medio-grandi e per molti di essi i Cantoni dovrebbero disporre dei risultati di analisi chimiche o indicatori biologici della qualità dell'acqua. Tra gli indicatori biologici adatti si annoverano ad esempio le diatomee (Hürlimann e Niederhauser 2007). Se i valori attuali evidenziano una qualità insufficiente dell'acqua, i pregiudizi constatati in base agli indicatori analizzati non possono essere associati automaticamente all'impatto dei deflussi discontinui. In tal caso non è possibile applicare la valutazione sommaria, ma bisogna procedere a una valutazione approfondita completa (cap. 2.5). Se non sono disponibili analisi attuali per il corso d'acqua, queste possono essere effettuate dal Cantone parallelamente alla valutazione sommaria oppure non resta altra scelta che una valutazione approfondita completa. L'unica eccezione a questa regola è costituita dai casi in cui è possibile analizzare un tratto di riferimento paragonabile senza l'impatto dei deflussi discontinui (cap. 2.4.3)
- > interventi morfologici nelle acque, in particolare la canalizzazione dell'alveo e l'arginatura delle sponde, possono avere ripercussioni biologiche simili a quelle dei deflussi discontinui. Per escludere, nei limiti del possibile, tale fattore di disturbo, la valutazione sommaria può essere effettuata solo se nel tratto con deflussi discontinui vi sono ancora sezioni con una morfologia naturale o prossima allo stato naturale. Normalmente, le sezioni o morfologie più variegata sono quelle che reagiscono in modo più sensibile all'impatto dei deflussi discontinui (allegato A3). Questo cosiddetto principio dello stato più sensibile alla base della determinazione dei pregiudizi sensibili è richiesto espressamente in UFAM (2011a) e illustrato in dettaglio nell'allegato A2-3. La morfologia più sensibile può essere determinata per la valutazione sommaria in base alle rilevazioni ecomorfologiche secondo il metodo CML (a livello R; Hütte e Niederhauser 1998), che in Svizzera sono realizzate in modo quasi capillare (Zeh, Weissmann et al. 2009). I tratti di corsi d'acqua contrassegnati in blu

o in verde, per i quali non è già nota una carenza più importante a livello del materiale detritico, possono essere considerati da naturali a poco pregiudicati (= prossime allo stato naturale). Se non è disponibile un tratto soggetto all'impatto dei deflussi discontinui, e quindi è impossibile eliminare il disturbo della morfologia, non è possibile effettuare la valutazione sommaria, ma bisogna di norma procedere a una valutazione approfondita completa. L'unica eccezione a questa regola è costituita dai casi in cui è possibile analizzare un tratto di riferimento paragonabile senza l'impatto dei deflussi discontinui (cap. 2.4.3). Non è possibile fissare in generale la lunghezza minima affinché un tratto con morfologia naturale o prossima allo stato naturale possa essere preso in considerazione. A3 contiene tuttavia alcune indicazioni per determinare tale lunghezza.

I pregiudizi esistenti vanno considerati una conseguenza dei deflussi discontinui solo nelle sezioni del tratto con deflussi discontinui strutturate in modo ancora naturale o prossimo allo stato naturale abbastanza lunghe, in cui al contempo l'acqua presenta anche una qualità sufficiente. Alcuni esempi sono le zone golenali di Mastrils lungo il Reno alpino (esempio 5) o le zone golenali di Rhäzüns lungo il Reno posteriore.

Esempio 5: Le morfologie naturali e attuali del Reno alpino

All'inizio del XIX secolo, ovvero prima delle grandi correzioni fluviali, circa 71 km (76 %) dei circa 93 km del tratto di Reno alpino tra Reichenau e il lago di Costanza presentavano un corso ramificato, circa 13 km (14 %) un corso sinuoso o a meandri e circa 9 km (10 %) un corso rettilineo (Eberstaller et al. 1997, Pottgiesser et al. 2004).

Oggi il corso del Reno alpino, leggermente accorciato in seguito all'eliminazione di alcuni meandri, è prevalentemente rettilineo (circa 47 km o 51 %) o caratterizzato da banchi di ghiaia alternati (circa 44 km o 47 %). Le zone golenali di Mastrils costituiscono l'unica sezione ramificata rimasta, lunga 3 km (3 %). La morfologia dei banchi alternati, oggi molto diffusa, non era per contro presente lungo il Reno alpino naturale o lo era tutt'al più a tratti.

La tradizionale morfologia ramificata del Reno alpino è quindi ancora presente nelle zone golenali di Mastrils, che sono peraltro già state ampiamente analizzate a più riprese (esempio 4). Lungo il Reno alpino possono quindi essere utilizzati senza restrizioni tutti gli indicatori.

Benché per l'analisi sia disponibile un tratto con una morfologia prossima allo stato naturale, bisogna tener conto anche delle altre morfologie presenti (p. es. tratti con banchi di ghiaia alternati, tratti canalizzati), soprattutto perché la «reazione» delle varie morfologie ai deflussi discontinui non è necessariamente sempre la stessa e quindi non può essere stimata in modo affidabile in ogni caso senza un esame dettagliato. A ciò si aggiunge il fatto che il tratto immediatamente a valle delle centrali idroelettriche, dove l'impatto dei deflussi discontinui è più marcato, deve essere analizzato in ogni caso, indipendentemente dalla morfologia. L'allegato A4 spiega come scegliere i punti da analizzare nelle varie situazioni.

Importanza della morfologia

2.4.3 Analisi di un tratto di riferimento

Nei limiti del possibile, assieme ai tratti con deflussi discontinui bisognerebbe analizzare e valutare anche un tratto di riferimento dello stesso corso d'acqua privo di ogni influenza idrologica, ma per il resto paragonabile (per quanto riguarda la qualità dell'acqua e la morfologia). Le differenze tra il tratto con deflussi discontinui e il tratto di riferimento sono da ritenere una conseguenza dei deflussi discontinui. Nella maggior parte dei casi, tuttavia, non esistono tratti di riferimento adatti perché:

- > le captazioni sono così lontane dal punto di restituzione dell'acqua che la tipologia dei corsi d'acqua a monte delle captazioni è troppo diversa dal tratto con deflussi discontinui;
- > essendo tratti con deflusso residuale, anche i tratti a valle, fino al punto di restituzione, sono dunque influenzati dai processi idrologici, semplicemente in un altro modo. Se però a partire da un bacino imbrifero intermedio grande si formano nuovamente deflussi abbastanza elevati e dinamici, un tratto con deflusso residuale prima della restituzione può benissimo fungere da tratto di riferimento.

Spetta agli specialisti decidere di volta in volta se esiste un tratto di riferimento adatto. Se sono soddisfatte le condizioni di cui al capitolo 2.4.2 la valutazione sommaria può essere applicata anche *senza* un tratto di riferimento.

Tratto di riferimento

2.4.4 Determinazione del pregiudizio sensibile in base alla valutazione sommaria

Se sono soddisfatte le condizioni menzionate sopra, il pregiudizio causato dai deflussi discontinui deve essere considerato sensibile se nella valutazione sommaria:

- > almeno un indicatore rivela un cattivo stato (colore rosso), oppure
- > almeno due indicatori rivelano uno stato insoddisfacente (arancione), oppure
- > almeno tre indicatori rivelano uno stato mediocre (giallo), oppure
- > un indicatore rivela uno stato insoddisfacente e altri due indicatori rivelano uno stato mediocre.

Se un numero inferiore o addirittura nessuno degli indicatori supera i limiti, non è possibile presumere né escludere un pregiudizio sensibile. Lo stesso vale se sussistono dubbi sull'affidabilità dell'analisi e della valutazione (p. es. a causa di rilevazioni sul terreno in condizioni sfavorevoli). In questi casi, per poter decidere in merito all'obbligo di risanamento di un impianto occorre effettuare la valutazione approfondita completa. Nell'ambito di questa valutazione approfondita si raccomanda di riprendere e, nei limiti del possibile, rivalutare gli indicatori della valutazione sommaria (cap. 2.5.2).

Se invece già nell'ambito della valutazione sommaria vi è un numero sufficiente di indicatori che rivelano uno stato mediocre, insoddisfacente o cattivo, il pregiudizio causato dall'impianto è considerato sensibile. In tal caso, il Cantone può saltare la valutazione approfondita e avviare la pianificazione di misure di attenuazione dei deflussi discontinui. In base alla valutazione sommaria è possibile delimitare soprattutto il *genere* di misure. Se invece occorre stimare a grandi linee anche l'entità delle misure

Valutazione

necessarie, bisogna ancora analizzare e valutare altri indicatori adatti, oltre a quelli della valutazione sommaria (cap. 3.4, fig. 6).

Gli indicatori della valutazione approfondita non inclusi nella valutazione sommaria e non analizzati «a titolo complementare» dal Cantone, devono essere in ogni caso presi in considerazione nell'ambito della valutazione complementare da parte dei detentori delle centrali idroelettriche nella seconda fase della pianificazione. Anche in questo caso i risultati della valutazione sommaria devono essere verificati e confermati in un secondo tempo, analizzando e valutando nuovamente gli indicatori già inclusi nella valutazione sommaria nell'ambito della valutazione complementare (cap. 5).

Se un tratto con deflussi discontinui non soddisfa le condizioni per la valutazione sommaria (cfr. sopra) e, in alternativa, non è possibile nemmeno effettuare un'analisi parallela di un tratto di riferimento non soggetto all'impatto dei deflussi discontinui, occorre procedere a una valutazione approfondita completa, nell'ambito della quale più indicatori possono essere riferiti ad altre morfologie, oltre a quelle presenti (cap.2.5).

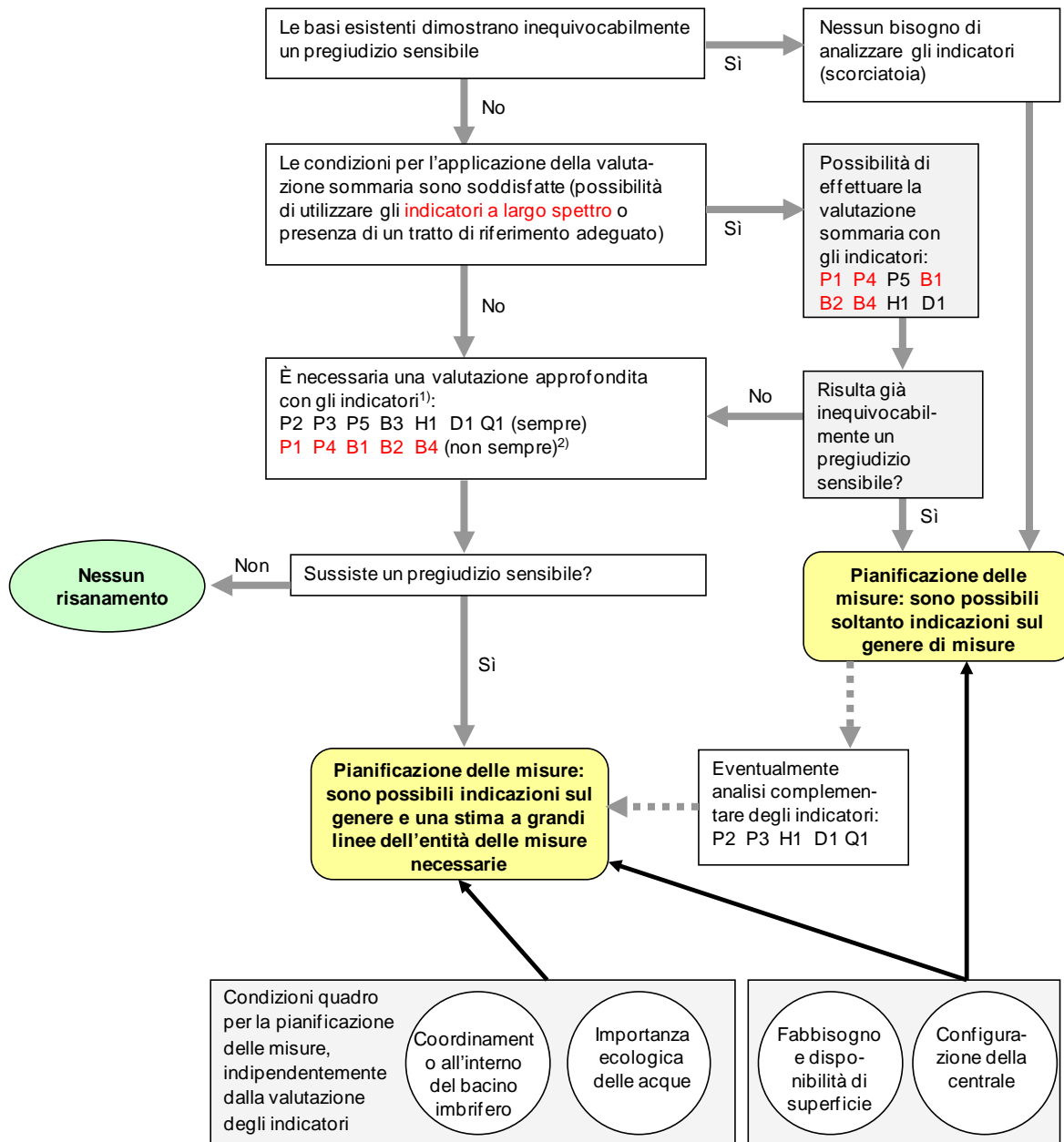
In presenza di situazioni complesse con più centrali idroelettriche che causano deflussi discontinui sullo stesso corso d'acqua, la valutazione sommaria non consente o consente solo conclusioni molto limitate (cfr. allegato A4). Ciò è dovuto al fatto che nella valutazione sommaria mancano gli indicatori più complessi, che permettono di ripartire a grandi linee i pregiudizi tra i vari impianti (esempio 6). In questi casi, l'unica soluzione è, di norma, una valutazione approfondita completa.

Esempio 6: Esclusione della valutazione sommaria

La centrale A di un impianto elettrico ad accumulazione, situata relativamente a valle lungo un fiume in cui sono presenti altre centrali che causano deflussi discontinui, aumenta il deflusso massimo, che già prima era di 80 m³/s, di altri 25 m³/s. Se il corso d'acqua ricettore è pregiudicato in maniera sensibile sia a monte che a valle della centrale A, con la semplice valutazione sommaria non è possibile stabilire se la centrale A debba essere assoggettata all'obbligo di risanamento. Occorre prima stimare, nell'ambito di una valutazione approfondita completa con gli indicatori adatti, se la centrale A arrecherebbe un pregiudizio sensibile anche se le centrali a monte fossero già risanate secondo i requisiti della legge.

Fig. 6 > Possibile schema di pianificazione e analisi con gli indicatori da analizzare e la procedura dettagliata per le tre fasi «scorciatoia», «valutazione sommaria» e «valutazione approfondita»

Gli indicatori a largo spettro evidenziati in rosso possono essere applicati senza restrizioni solo a determinate condizioni (cap. 2.4.2).



¹ Gli indicatori già inclusi nella valutazione sommaria non devono necessariamente essere rianalizzati nell'ambito della valutazione approfondita, anche se la loro inclusione è raccomandabile (cap. 2.5.2).

² Gli indicatori a largo spettro sono analizzati anche nell'ambito della valutazione approfondita. Possono però essere valutati solo se sono soddisfatte le relative condizioni.

2.5 Valutazione approfondita

Nelle prime fasi della pianificazione cantonale, una parte degli impianti è stata esclusa in quanto sicuramente non soggetta all'obbligo di risanamento (cap. 2.1 e 2.2). Nel quadro della successiva valutazione sommaria o attraverso la scorciatoia un'altra parte è invece stata classificata tra gli impianti sicuramente soggetti all'obbligo di risanamento (cap. 2.3 e 2.4).

Valutazione approfondita

Per tutti gli impianti restanti, nel seguito della pianificazione cantonale bisogna procedere a una valutazione approfondita completa secondo la procedura descritta qui di seguito. La figura 6 illustra in modo schematico i casi e le modalità di applicazione della valutazione approfondita.

L'allegato A2 descrive alcune delle basi teoriche più importanti per la metodologia di analisi e di valutazione applicata, che vanno tenute presenti anche per capire la valutazione approfondita.

2.5.1 Gli indicatori della valutazione approfondita

Con la valutazione approfondita si esamina se la fauna e la flora indigene e i loro biotopi subiscono pregiudizi sensibili secondo l'articolo 39a capoverso 1 LPAc. Questo esame è realizzato principalmente con indicatori concernenti la quantità, la composizione e la varietà delle biocenosi vegetali e animali consoni al luogo secondo l'articolo 41e lettera b OPAC. Come per la valutazione sommaria, le piante o la biocenosi vegetale non hanno un indicatore a sé neanche nella valutazione approfondita, poiché in generale reagiscono alle variazioni idrologiche in modo meno sensibile rispetto ai pesci e ai macroinvertebrati (cap. 2.4.1). La valutazione approfondita presuppone quindi che se gli indicatori concernenti i pesci e il macrozoobenthos nonché i biotopi acquatici rivelano uno stato delle acque sufficiente non sussistano pregiudizi sensibili neanche per gli organismi vegetali.

Indicatori

Una parte degli indicatori della valutazione approfondita è utilizzata anche per la valutazione sommaria ed è già stata illustrata al capitolo 2.4.1. La valutazione approfondita comprende inoltre i seguenti indicatori supplementari (cfr. fig. 6):

- > P2 (arenamento di pesci) analizza principalmente, mediante calcoli idraulici, con che velocità quali superfici sono prosciugate e quale rischio di essere arenati corrono i pesci durante il calo dell'ondata di piena artificiale. Questi calcoli sono completati e confermati mediante rilevazioni sul terreno, con cui sono documentati anche particolari accumuli di organismi invertebrati arenati.
- > P3 (luoghi di fregola) calcola, mediante modelli idraulici unidimensionali o bidimensionali (a seconda delle morfologie), la grandezza dei potenziali luoghi di fregola che non sono prosciugati durante la portata ridotta e non sono erosi durante l'ondata di piena artificiale. Questi calcoli sono verificati e confermati mediante rilevazioni sul terreno degli avannotti delle principali specie ittiche mediante l'indicatore P4, impiegato quale indicatore a largo spettro anche nella valutazione sommaria.

- > B3 (zonazione longitudinale del macrozoobenthos) valuta la corrispondenza tra la fauna invertebrata e le aspettative per la relativa zona acquatica biologica. Per questo indicatore possono essere utilizzati gli stessi campioni come per altri indicatori del benthos, ma i macroinvertebrati vanno determinati in modo più preciso.
- > Q1 (temperatura dell'acqua) valuta le variazioni repentine della temperatura dell'acqua causate dai deflussi discontinui in base a una serie di misurazioni sull'arco di almeno un anno.

Una descrizione esatta e le istruzioni pratiche per l'analisi e la valutazione di ogni indicatore sono riportate nelle schede dettagliate sugli indicatori nell'allegato A7 del presente aiuto all'esecuzione.

2.5.2 Applicazione e limiti della valutazione approfondita

Nell'ambito della valutazione approfondita, tutti gli indicatori disponibili sono analizzati secondo le indicazioni metodologiche dell'allegato A2. Gli indicatori P2, P3, P5, B3, H1, D1 e Q1 possono essere valutati indipendentemente dalla qualità dell'acqua e dalla morfologia, ossia in tutti i casi da analizzare, in modo da avere un quadro generale più solido rispetto a quello della valutazione sommaria (tab. 1).

Limiti della valutazione
approfondita

Nell'ambito della valutazione approfondita sono analizzati anche i cosiddetti indicatori a largo spettro. Ciò è necessario poiché singoli indicatori a largo spettro contengono elementi che sono alla base di altri indicatori sempre applicabili (B1 per P5) o sono utilizzati per la verifica e la conferma di altri indicatori (P4 per P3; cfr. allegato A7).

Nel quadro della vera e propria valutazione, tuttavia, gli indicatori a largo spettro sono utilizzabili solo entro certi limiti. Essi *non* possono infatti essere valutati nei casi in cui non sono soddisfatte le condizioni e, di conseguenza, non è stato possibile effettuare nemmeno la valutazione sommaria. Se il Cantone opta direttamente per una valutazione approfondita, senza prima aver effettuato la valutazione sommaria, bisogna dapprima verificare l'applicabilità degli indicatori a largo spettro secondo le indicazioni di cui al capitolo 2.4.2. Anche nella valutazione approfondita questi indicatori contano solo se le concentrazioni di nutrienti e inquinanti soddisfano le prescrizioni della legge e l'impatto dei deflussi discontinui può essere analizzato anche in un tratto la cui morfologia è naturale o prossima allo stato naturale. In alternativa, l'impiego degli indicatori a largo spettro è possibile anche quando è disponibile un tratto di riferimento non influenzato da deflussi discontinui paragonabile per quanto riguarda la qualità dell'acqua e/o la morfologia (cap. 2.4.3).

Se la valutazione sommaria da sola non ha rilevato alcun pregiudizio sensibile, il Cantone è obbligato a effettuare anche una valutazione approfondita (fig. 6). In questi casi si raccomanda di verificare nuovamente gli indicatori a largo spettro. Ciò consente di corroborare i risultati, il che è raccomandato soprattutto per gli indicatori biologici nei casi non inequivocabili a priori. Vi è così la garanzia che le oscillazioni naturali degli effettivi e della composizione degli organismi, in parte marcate, sono prese in considerazione nella valutazione.

Tab. 1 > Applicazione degli indicatori nella valutazione sommaria, nella valutazione approfondita e nella stima dell'entità delle misure di attenuazione dei deflussi discontinui (cfr. Tab. 2) da parte dei Cantoni

Indicatori	Valutazione sommaria	Valutazione approfondita	Entità delle misure di risanamento
A largo spettro = P1, P4, B1, B2, B4	Analisi sempre possibile, valutazione solo se sono soddisfatte le condizioni relative alla qualità e alla morfologia delle acque		Non rappresentativo
P5	Applicazione (ossia l'analisi e la valutazione) sempre possibile, poiché la qualità e la morfologia delle acque sono incluse nella valutazione		Non rappresentativo
H1	Applicazione sempre possibile, poiché indipendente dalla qualità dell'acqua e la morfologia è inclusa nella valutazione		Rappresentativo
D1	Applicazione sempre possibile, poiché indipendente dalla qualità e dalla morfologia delle acque		Rappresentativo
P2, P3	Non incluso nella valutazione sommaria	Applicazione sempre possibile, poiché specifico dei deflussi discontinui	Rappresentativo
Q1	Non incluso nella valutazione sommaria	Applicazione sempre possibile, poiché specifico dei deflussi discontinui	Rappresentativo
B3	Non incluso nella valutazione sommaria	Applicazione di norma possibile, poiché abbastanza specifico dei deflussi discontinui	Non rappresentativo

Nei limiti del possibile, anche nell'ambito della valutazione approfondita gli indicatori da analizzare possono essere determinati in base alle analisi già disponibili (cfr. capitolo 2.4.2).

A differenza della valutazione sommaria, la valutazione approfondita è effettuata non solo per lo stato attuale, bensì anche per il cosiddetto stato prevedibile. Questo stato comprende principalmente le variazioni della morfologia e/o della qualità delle acque attese, nell'ottica odierna, entro la scadenza del termine per l'attuazione delle misure di attenuazione dei deflussi discontinui, ovvero entro fine 2030 (allegato A2-1). In singoli casi possono rientrarvi anche variazioni idrologiche, ad esempio se:

Stato prevedibile

- > entro il 2030 è previsto il potenziamento di una centrale con un aumento della portata di progetto (ossia l'ondata di piena artificiale massima possibile). Secondo l'articolo 41f capoverso 2 lettera e OPAC, in tal caso il detentore deve informare il Cantone;
- > durante questo periodo deve essere rinnovata la concessione di una centrale e nel contesto di tale rinnovo devono anche essere aumentati i deflussi residuali (ossia la portata ridotta) secondo gli articoli 31–33 LPAC (cfr. indicatore D1 nell'allegato A7).

In molti tratti con deflussi discontinui, soprattutto alpini, la qualità delle acque corrisponde già oggi in larga misura ai requisiti della legge e anche nel futuro prossimo non dovrebbe variare sostanzialmente. Risulta peraltro difficile stimare queste variazioni nell'ottica odierna.

Nei prossimi 20 anni, alcuni tratti con deflussi discontinui saranno valorizzati morfologicamente mediante misure di rivitalizzazione (p. es. allargamenti) e il risanamento del bilancio in materiale detritico. In alcuni casi, queste misure e quindi anche lo stato prevedibile sono in parte noti già oggi, ad esempio per il Rodano vallesano (esempio A1 nell'allegato A2-1). In molti altri casi, queste misure emergeranno tuttavia solo dalle pianificazioni su grande scala dei Cantoni nell'ambito della rivitalizzazione e del materiale detritico conformemente alle nuove disposizioni della LPac e dell'OPac. Come per il risanamento dei deflussi discontinui, anche queste pianificazioni cantonali dovranno essere completate entro il 31 dicembre 2014. Elementi di base importanti sullo stato morfologico prevedibile per certi tratti con deflussi discontinui saranno quindi disponibili solo verso la fine della pianificazione cantonale.

Se lo stato prevedibile della morfologia di un tratto con deflussi discontinui cambia rispetto allo stato attuale, vi sono sostanzialmente due possibilità:

- > nella prima, le morfologie create dalle misure di rivitalizzazione nello stato prevedibile sono già presenti in singole sezioni del tratto con deflussi discontinui. In tal caso, tutti gli indicatori possono essere analizzati e valutati nelle morfologie esistenti anche in rappresentanza dello stato prevedibile. Per gli indicatori a largo spettro è tuttavia possibile una valutazione affidabile solo laddove oggi è presente una morfologia da prossima allo stato naturale a naturale in tratti sufficientemente lunghi. Come per la valutazione sommaria, anche qui tali sezioni possono essere determinate in base alla classificazione ecomorfologica (cap. 2.4.2). Lungo il Reno alpino il tratto a morfologia ancora naturale delle zone golenali di Mastrils (esempio 5) consente, ad esempio, di effettuare una valutazione completa di tutti gli indicatori;
- > nella seconda, le morfologie date per scontate (prevedibili) non esistono ancora, come ad esempio lungo il Rodano (esempio A1 nell'allegato A2-1). In tal caso, lo stato prevedibile non può essere valutato con gli indicatori a largo spettro, bensì solo con gli indicatori indipendenti dalla morfologia o proiettabili ad altre morfologie mediante calcoli su modelli (fig. 6, tab. 1).

Se nessuna delle morfologie presenti nello stato attuale e nello stato prevedibile è prossima allo stato naturale, anche solo approssimativamente (p. es. perché quali misure di rivitalizzazione sono previsti solo piccoli allargamenti), per poter classificare meglio i risultati bisognerebbe ancora determinare le morfologie naturali (allegato A3). Il calcolo e la valutazione degli indicatori adatti (in teoria) per queste morfologie naturali non sono tuttavia previsti.

Come già per la valutazione sommaria, anche per la valutazione approfondita accanto al vero e proprio tratto con deflussi discontinui devono essere analizzati tratti di riferimento non influenzati da processi idrologici, ma per il resto paragonabili, se ve ne sono. Le differenze tra il tratto con deflussi discontinui e il tratto di riferimento sono da ritenere una conseguenza dei deflussi discontinui (cfr. capitolo 2.4.3).

In situazioni complesse con più centrali idroelettriche nello stesso corso d'acqua (allegato A4), le ripercussioni di una singola centrale situata a valle non possono essere analizzate e valutate indipendentemente dalle centrali a monte. In questi casi occorre elaborare un modello di deflusso che comprenda l'intero bacino imbrifero (allegato

A4). Se devono essere trattate congiuntamente più centrali idroelettriche e se sussistono inoltre circostanze particolari secondo l'allegato 4a OPAC, il termine per la pianificazione cantonale può essere prorogato oltre il 2014 (cap. 4.4).

2.5.3 **Determinazione del pregiudizio sensibile in base alla valutazione approfondita**

Finora sono stati analizzati e, nei limiti del possibile, valutati per lo stato attuale e per lo stato prevedibile gli indicatori della valutazione approfondita adatti (cap. 2.5.2).

Valutazione

I pregiudizi scaturiscono da queste valutazioni, analogamente a quanto avviene nella valutazione sommaria (cap. 2.4.4). Sussiste un pregiudizio sensibile quando nella valutazione approfondita per lo stato attuale o per lo stato prevedibile:

- > almeno un indicatore rivela un cattivo stato (colore rosso) oppure
- > almeno due indicatori rivelano uno stato insoddisfacente (arancione) oppure
- > almeno tre indicatori rivelano uno stato mediocre (giallo) oppure
- > un indicatore rivela uno stato insoddisfacente e altri due indicatori rivelano uno stato mediocre.

Se un numero inferiore o addirittura nessuno degli indicatori supera i limiti, non sussiste alcun pregiudizio sensibile.

Siccome il numero di indicatori che può essere analizzato nello stato prevedibile è spesso inferiore a quello dello stato attuale, è possibile che nello stato prevedibile meno indicatori rivelino un pregiudizio. D'altro canto, il numero degli indicatori «insufficienti» può anche effettivamente cambiare nello stato prevedibile. Se un determinato indicatore può essere valutato sia per lo stato attuale che per lo stato prevedibile, per stabilire i pregiudizi sensibili è determinante unicamente la classificazione di tale indicatore nello stato prevedibile. Per il resto, le valutazioni disponibili contano indipendentemente dallo stato che rispecchiano.

Se alle condizioni menzionate non è constatato alcun pregiudizio sensibile determinante né nello stato attuale né nello stato prevedibile, l'impianto è escluso dal seguito della procedura non essendo soggetto all'obbligo di risanamento (fig. 4 e 6). Se invece dalla valutazione approfondita emerge un pregiudizio sensibile, il Cantone avvia la pianificazione di misure di attenuazione delle ondate di piena artificiali dell'impianto in questione (cap. 4.2).

Se la valutazione appare dubbia, indipendentemente dal risultato, il Cantone può far ripetere l'analisi degli indicatori dubbi o di tutti gli indicatori della valutazione approfondita. Se è necessaria tale ripetizione, sussistono circostanze particolari ai sensi dell'allegato 4a OPAC e di conseguenza i dati richiesti possono essere presentati dopo il termine previsto dalla legge (cap. 3.5 e 4.4).

Qualità delle basi

Nell'ambito della valutazione complementare durante la successiva pianificazione da parte dei detentori (seconda fase), gli indicatori della valutazione approfondita sono ripresi e valutati nuovamente (cap. 5). Ciò permette di tener conto delle oscillazioni naturali dell'effettivo e della composizione degli organismi, in parte marcate, e quindi di corroborare i risultati della valutazione.

3 > Elaborazione del rapporto intermedio

Entro il 30 giugno 2013, il Cantone presenta all'UFAM un rapporto intermedio sulle prime fasi della pianificazione, che contenga le informazioni richieste nell'allegato 4a numero 2 capoverso 1 OPAC.

Requisiti del rapporto intermedio

L'allegato A6 enumera i requisiti minimi formulati dall'UFAM per il rapporto intermedio e i documenti da presentare con il rapporto.

3.1 **Elenco delle centrali che possono provocare variazioni del deflusso**

Secondo l'allegato 4a numero 2 capoverso 1 lettera a OPAC, il rapporto intermedio comprende:

> *per ogni bacino imbrifero un elenco delle centrali idroelettriche esistenti che possono provocare variazioni del deflusso (centrali ad accumulazione e centrali idroelettriche ad acqua fluente).*

All'inizio della pianificazione, il Cantone fa quindi un inventario delle centrali idroelettriche che causano ondate di piena artificiali e dei corsi d'acqua con oscillazioni del deflusso artificiali sul suo territorio. Queste due informazioni si completano a vicenda: una centrale che causa deflussi discontinui nel Cantone B può infatti restituire la sua acqua di esercizio in un corso d'acqua già condizionato dai deflussi discontinui da altre centrali situate a monte, nel Cantone A (cfr. allegato A4). In tal caso, il Cantone B non rileverà le centrali a monte (che non rientrano nella sua sfera di competenza), bensì l'impatto dei deflussi discontinui sul confine cantonale quale «carico iniziale».

La competenza cantonale per una determinata centrale dipende di norma soltanto dall'ubicazione geografica della centrale (e più esattamente della sala macchine) e non dalla sede legale della società detentrica. Le ubicazioni di tutte le centrali con il corrispondente Cantone di appartenenza sono elencate nella statistica degli impianti idroelettrici in Svizzera (SIMI) (UFE 2011), accessibile anche attraverso il sistema d'informazione sulle acque in Svizzera GEWISS (<http://gewiss.admin.ch>). L'elenco è aggiornato annualmente.

La competenza per le centrali di confine è disciplinata in modo particolare (cfr. p. es. UFAM 2011a, Limnex 2001). L'attribuzione di diritti d'acqua sui tratti di corsi d'acqua che toccano i confini nazionali è di competenza della Confederazione, che in questo modo applica anche il diritto federale in materia di protezione delle acque e pesca alle centrali concessionarie sul confine e ne ordina il risanamento. La pianificazione di questi risanamenti è eseguita dai Cantoni sul cui territorio si trovano le centrali, in collaborazione con la Confederazione.

Nel rapporto intermedio sono elencati i tratti di corsi d'acqua e gli impianti idroelettrici in una prima fase classificati come rilevanti dal Cantone (fig. 4). Si tratta di tutti i casi di deflussi discontinui ai sensi della legge (cap. 2.1). Secondo CAPTE S (2008) sono espressamente considerate rilevanti anche le centrali ad acqua fluente (cap. 1.3) e le sezioni fluviali da esse influenzate.

In Svizzera non esiste un elenco uniforme e completo delle centrali idroelettriche che causano oscillazioni del deflusso con le caratteristiche dei deflussi discontinui. Per avere un quadro il più possibile completo, i Cantoni devono quindi basarsi su varie fonti.

Elenchi e dati sui deflussi discontinui

A livello nazionale, attualmente sono disponibili i seguenti elenchi delle centrali idroelettriche che causano deflussi discontinui e/o tratti di corsi d'acqua influenzati da deflussi discontinui (in ordine di pubblicazione):

- > EAW (1973): Statistik der Wasserkraftanlagen der Schweiz auf 1. Januar 1973. Edito dall'Ufficio federale dell'economia delle acque, Berna. Contiene dati sul genere e sulla grandezza degli invasi utilizzati, non più inclusi nelle edizioni successive della statistica;
- > Limnex (2001): Schwall/Sunk-Betrieb in schweizerischen Fließgewässern. Studio di base su mandato dell'Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio, divisione Protezione delle acque e pesca, Berna (www.bafu.admin.ch/gewaesserschutz/04851/index.html?lang=de);
- > Margot et al. (2010): Beeinflussung der Fließgewässer und Kraftwerke \geq 300 kW) und Seeregulierungen. Hydrologischer Atlas der Schweiz (HADES), pubblicato dall'Ufficio federale dell'ambiente, divisione Idrologia, Berna, scheda 5.3;
- > Balmer M.A. (in preparazione): Nachhaltigkeitsbezogene Typologisierung der schweizerischen Wasserkraftanlagen – GIS-basierte Clusteranalyse und Anwendung in einem Erfahrungskurvenmodell. Tesi, ETH Zurigo.

Nessuno di questi elenchi è completo. Di norma, mancano dati sulle oscillazioni del deflusso, in genere esigue, causate dagli sbarramenti delle centrali ad acqua fluente (onde lunghe) e sulle centrali idroelettriche o i corpi idrici piccoli e piccolissimi.

Si raccomanda pertanto di far ricorso sin dall'inizio a fonti d'informazione supplementari con dati più precisi per i singoli Cantoni, in particolare:

- > dati delle stazioni cantonali di misurazione dei deflussi e altre basi idrologiche dei servizi cantonali specializzati;
- > elenchi e carte cantonali dei diritti d'acqua;
- > know-how ed esperienza di specialisti presso i servizi cantonali competenti in materia di protezione delle acque, pesca ed energia, le centrali idroelettriche nonché le federazioni locali di pesca e le sezioni delle associazioni di protezione dell'ambiente.

Il fatto di menzionare sotto questo punto non solo le centrali, bensì anche determinati tratti di corsi d'acqua consente una valutazione più rapida in particolare nei seguenti casi:

- > se nelle sezioni fluviali con molte centrali ad acqua fluente in successione le stazioni di misurazione dei deflussi esistenti non rivelano alcuna oscillazione del deflusso o solo oscillazioni minime (con rapporti tra portata massima e ridotta nettamente inferiori a 1,5 : 1), non deve più necessariamente essere analizzata ogni singola centrale. Se invece il rapporto tra portata massima e ridotta in una stazione di misurazione sfiora o supera 1,5 : 1, occorre verificare quale delle centrali ad acqua fluente a monte produce queste oscillazioni del deflusso e qual è la loro intensità immediatamente a valle della centrale che le causa;
- > se in situazioni complesse in un bacino imbrifero si sovrappone l'impatto di più centrali che causano deflussi discontinui, l'impatto dei deflussi discontinui può essere analizzato in base alle stazioni di misurazione dei deflussi esistenti perlomeno già per i tratti di corsi d'acqua corrispondenti. In queste circostanze particolari, la ripartizione di questo influsso tra le singole centrali richiede invece in genere più tempo (cap. 3.5).

3.2

Dati sui pregiudizi sensibili

Secondo l'allegato 4a numero 2 capoverso 1 lettera b OPAC, il rapporto intermedio comprende:

Rappresentazione cartografica

- > *dati indicanti quali centrali idroelettriche, e in quali tratti, pregiudicano in maniera sensibile la fauna e la flora indigene nonché i loro biotopi a causa dei deflussi discontinui.*

Per iniziare devono essere enumerati i casi di deflussi discontinui ai sensi dell'articolo 39a LPAC definiti non soggetti all'obbligo di risanamento per via di un rapporto tra portata massima e ridotta inferiore a 1,5 : 1 (cap. 2.2.1) o attraverso l'uscita di emergenza. Se il Cantone si è avvalso dell'uscita di emergenza (cap. 2.2.2), ciò deve essere motivato in modo plausibile.

Devono poi essere enumerate anche le centrali per le quali la valutazione approfondita ha già rivelato inequivocabilmente che *non* causano pregiudizi sensibili e che sono quindi classificate definitivamente tra gli impianti *non* soggetti all'obbligo di risanamento (cap. 2.5). I risultati devono essere motivati in modo plausibile.

Infine sono raffigurati su una carta tutti i tratti con deflussi discontinui e gli impianti che causano ondate di piena artificiali per i quali già attraverso la valutazione sommaria o la scorciatoia è stato constatato inequivocabilmente che pregiudicano in maniera sensibile la fauna e la flora indigene nonché i loro biotopi (cap. 2.3 e 2.4). Devono già essere identificate anche le centrali per le quali le analisi già realizzate nell'ambito della valutazione approfondita indicano un pregiudizio sensibile (cap. 2.5). I risultati devono essere motivati in modo plausibile, in particolare devono essere fornite informazioni sulle modalità con cui è stato constatato il bisogno di risanamento (dati di base

utilizzati, risultati della valutazione sommaria). Se il Cantone si è avvalso della scorciatoia (cap. 2.3), ciò deve essere motivato in modo plausibile.

A titolo complementare sono enumerati anche i tratti e gli impianti per i quali in base alla valutazione sommaria non è ancora possibile stabilire l'entità dei pregiudizi e non ha ancora potuto essere effettuata la valutazione approfondita completa.

3.3 Potenziale ecologico e gravità del pregiudizio

Secondo l'allegato 4a numero 2 capoverso 1 lettera c OPAC, il rapporto intermedio comprende:

- > *una valutazione del potenziale ecologico dei tratti di corsi d'acqua pregiudicati in maniera sensibile e del grado di gravità del pregiudizio.*

In questa fase preliminare della pianificazione, il potenziale ecologico di un corso d'acqua può solo essere stimato a grandi linee. Secondo l'articolo 33a OPAC, per le acque prossime allo stato naturale esso scaturisce dall'importanza ecologica delle acque allo stato attuale e per le acque già pregiudicate dalla sua importanza in un ipotetico stato futuro dopo aver rimosso, a un costo proporzionato, gli effetti pregiudizievoli causati dall'uomo. Per valutare l'importanza attuale di un corso d'acqua bisogna tener conto di vari criteri, tra cui l'inserimento in inventari nazionali e cantonali, gli habitat delle specie minacciate o prioritarie, le possibilità di sviluppo dinamico proprio, la posizione all'interno della rete idrografica o il carattere distintivo del paesaggio (per i dettagli cfr. UFAM 2011b). L'importanza futura ipotizzabile di un corso d'acqua può essere derivata dallo stato del tratto di riferimento (se esiste un tratto di riferimento) o dalle prime informazioni disponibili sullo stato prevedibile o su un obiettivo di sviluppo probabile (allegato A2-1). Queste informazioni possono scaturire dai dati già disponibili, dalle pianificazioni in corso parallelamente in materia di rivitalizzazione e materiale detritico o, tutt'al più, dalla determinazione delle morfologie naturali (allegato A3).

Potenziale ecologico

La gravità del pregiudizio è invece più tangibile: scaturisce direttamente dal numero di indicatori che rivelano uno stato mediocre, insoddisfacente o cattivo delle acque nell'ambito della valutazione sommaria o della valutazione approfondita (da giallo a rosso; allegato A2-2). Per gli impianti per i quali il Cantone ha optato per la scorciatoia (cap. 2.3) è presumibile tendenzialmente un pregiudizio importante.

Gravità del pregiudizio

Altri dati di base per valutare la gravità del pregiudizio possono risultare anche dall'applicazione del modulo idrologia del concetto basato su moduli e livelli (HYDMOD). È possibile fondarsi sul semplice rapporto tra portata massima e ridotta, già calcolato per escludere gli impianti sicuramente non soggetti all'obbligo di risanamento (cap. 2.2). È però anche possibile effettuare una valutazione completa del fenomeno dei deflussi discontinui con l'attribuzione a una classe di stato (Pfaundler et al. 2011; cfr. fig. 5).

3.4 Misure di risanamento possibili e prevedibili

Secondo l'allegato 4a numero 2 capoverso 1 lettera d OPAC, il rapporto intermedio comprende:

Possibili misure di risanamento

> *per ogni centrale idroelettrica che a causa dei deflussi discontinui pregiudica in maniera sensibile la fauna e la flora indigene nonché i loro biotopi: le possibili misure di risanamento, una loro valutazione e la definizione delle misure che devono essere presumibilmente adottate e i dati riguardanti il coordinamento di siffatte misure all'interno del bacino imbrifero.*

Per determinare, già in questa fase di pianificazione preliminare, le misure di attenuazione dei deflussi discontinui e, nella migliore delle ipotesi, anche le misure privilegiate, negli accertamenti sono coinvolti anche i detentori delle centrali. Lo scopo è di stabilire quali sono le misure che s'impongono in base alla configurazione dell'impianto. La legge (39a cpv. 1 LPAC) prevede in primo luogo misure edilizie e in secondo luogo, misure di esercizio, ma solo su richiesta del detentore della centrale. Le misure di esercizio vanno quindi esaminate solo in presenza di una richiesta del detentore. Per le misure edilizie, il fabbisogno approssimativo di superficie e la disponibilità di terreni adatti nei pressi dell'impianto possono essere accertati già in una fase preliminare (fig. 6). Occorre inoltre tenere adeguatamente conto delle esigenze della protezione della natura e del paesaggio (cap. 4.2.2).

Possibili misure di attenuazione dei deflussi discontinui

Secondo Meile et al. (2005) per attenuare le ondate di piena artificiali delle centrali idroelettriche sono ipotizzabili le seguenti misure edilizie (ed) o di esercizio (es) (senza le misure morfologiche sul corso d'acqua):

- > Misure edilizie:
 - scarico diretto dell'ondata di piena artificiale in un lago (ed);
 - scarico dell'ondata di piena artificiale in un canale o in una galleria separati (ed);
 - costruzione di bacini o caverne di ritenuta abbastanza grandi per attenuare l'ampiezza dei deflussi discontinui (ed);
 - costruzione di piccoli bacini per attenuare la velocità di innalzamento/abbassamento (gradiente) (ed).
- > Misure di esercizio (solo su richiesta dei detentori):
 - aumento del deflusso minimo (portata ridotta) a partire dall'invaso o dalla centrale (es);
 - riduzione del deflusso massimo (ondata di piena artificiale) mediante una limitazione della potenza (es);
 - riduzione della velocità di innalzamento/abbassamento mediante un avviamento/spegnimento più lento o graduale delle turbine (es);
 - turbinaggio anticiclico attraverso livelli successivi (es).

Tra le misure edilizie dovrebbero essere esaminati in dettaglio non solo i bacini di compensazione, bensì anche le altre misure possibili. Quest'ultime possono annoverare

anche soluzioni combinate innovative, che consentano di sfruttare effetti sinergici supplementari, come:

- > bacini multiuso, che oltre ad attenuare i deflussi discontinui servano anche alla protezione contro le piene, ad attività ricreative, alla produzione di energia elettrica o ad altre esigenze di protezione o sfruttamento (EPFL 2007);
- > l'uso simultaneo di bacini di compensazione per attenuare i deflussi discontinui e accumulare acqua per pompaggio, come ammette esplicitamente l'articolo 39a capoverso 4 LPac senza modificare la concessione. Un esempio è il bacino di compensazione di Tierfehd a Linthal (AXPO 2006);
- > lo scarico separato dell'ondata di piena artificiale attraverso una galleria forzata o il successivo turbinaggio della stessa acqua in una tappa supplementare della centrale (funzionamento a ondate di piena artificiali). Un esempio è la prevista centrale idroelettrica di Chlus di Repower (2010) nella Bassa Prechtigovia.

Secondo l'UFAM (2011a) bisogna includere sin dall'inizio nella riflessione un ventaglio il più possibile ampio di misure, comprese le misure di esercizio che secondo l'articolo 39a capoverso 1 LPac devono essere esaminate solo su richiesta dei detentori. Partendo da questa «analisi sistematica» occorre delimitare dapprima le misure possibili, quindi realizzabili, nel caso concreto. Siccome in questa decisione svolge un ruolo fondamentale anche la configurazione dell'impianto, i detentori, se possibile, dovrebbero essere coinvolti nella pianificazione sin dall'inizio.

Se il Cantone ha constatato l'obbligo di risanamento di un impianto con gli indicatori relativamente aspecifici della valutazione sommaria o ancora più semplicemente con la scorciatoia (cap. 2.3), in questa fase della pianificazione possono essere formulate espressamente solo indicazioni sul *genere di misure di risanamento* presumibile (fig. 6). Inoltre in certi casi, quando una determinata misura svolge la sua funzione solo a partire da un'entità minima, che però non può ancora essere stabilita con i dati rudimentali della valutazione sommaria o della scorciatoia, anche queste indicazioni non saranno ancora definitive. È possibile, ad esempio, che un bacino di compensazione sia definito quale misura privilegiata già in base a una pianificazione preliminare; fintanto che il volume necessario di tale bacino non è calcolato o perlomeno stimato a grandi linee, è tuttavia impossibile decidere in via definitiva in merito alla realizzabilità della misura.

In questi casi, nel seguito della pianificazione il Cantone può ancora analizzare e valutare altri indicatori selezionati, che consentano di determinare con maggiore precisione il genere di misure e, fino a un certo punto, anche l'entità delle stesse (cap. 4.2). Si tratta degli indicatori P2, P3, H1, D1 e Q1 (fig. 6). In caso contrario, l'entità delle misure (p. es. il volume di un bacino di compensazione) dovrà essere stabilita definitivamente dai detentori solo nella seconda fase della pianificazione (cap. 5).

In questa prima fase della pianificazione, anche il coordinamento delle misure all'interno dei bacini imbriferi è possibile solo entro certi limiti, soprattutto per i grandi bacini imbriferi con numerosi impianti idroelettrici che causano deflussi discontinui. In questi casi, di norma è necessaria una valutazione approfondita completa per stabilire l'intensità con cui le singole centrali pregiudicano le acque e le misure possibili o

Coordinamento
nel bacino imbrifero

ragionevoli in ogni caso. In alcuni casi è tuttavia possibile constatare già nelle prime fasi di pianificazione che in un bacino imbrifero vi sono varie centrali che presumibilmente provocano sensibili pregiudizi anche da sole (p. es. mediante i dati di base disponibili o i rapporti tra portata massima e ridotta calcolati tenendo conto dei dati di esercizio secondo HYDMOD). In questi casi è possibile avviare precocemente il coordinamento delle misure possibili (anche se non possono ancora essere quantificate con precisione) all'interno del bacino imbrifero. Se il bacino imbrifero si estende a più Cantoni (cfr. fig. A7 nell'allegato A4), la pianificazione deve essere coordinata a livello intercantonale già in questa fase.

Maggiori dettagli sulla pianificazione delle misure e sul loro coordinamento nel bacino imbrifero sono riportati nei capitoli 4.2 e 4.3.

3.5 Centrali idroelettriche per le quali sussistono circostanze particolari

Secondo l'allegato 4a numero 2 capoverso 1 lettera e OPAC, il rapporto intermedio comprende:

Basi di dati insufficienti

> *per le centrali idroelettriche nelle quali, a causa di circostanze particolari, non si possono ancora definire le misure di risanamento di cui alla lettera d che dovranno presumibilmente essere adottate: il termine entro il quale i dati di cui alla lettera d saranno presentati all'UFAM.*

Secondo l'allegato 4a numero 1 OPAC sussistono circostanze particolari soprattutto quando devono essere gestite situazioni complesse con più centrali che causano deflussi discontinui nello stesso corso d'acqua. Ai fini di una proroga del termine possono però essere fatti valere anche altri motivi, ad esempio se le analisi effettuate nell'ambito della valutazione approfondita si rivelano troppo poco affidabili o rappresentative e quindi devono essere ripetute (cap. 2.5.3).

4 > Elaborazione della pianificazione entro il 2014

Entro il 31 dicembre 2014, il Cantone presenta all'UFAM un rapporto sui risultati della pianificazione, che contenga le informazioni richieste nell'allegato 4a numero 2 capoverso 2 OPAC.

Requisiti della pianificazione cantonale

L'allegato A6 enumera i requisiti minimi formulati dall'UFAM per il rapporto concernente la pianificazione cantonale e i documenti da allegare a detto rapporto.

4.1 **Determinazione definitiva delle centrali soggette all'obbligo di risanamento**

Secondo l'allegato 4a numero 2 capoverso 2 lettera a OPAC, il rapporto concernente la pianificazione cantonale comprende:

Chi deve risanare?
Dove bisogna risanare?

> *un elenco delle centrali idroelettriche i cui detentori sono tenuti ad adottare misure per rimuovere un pregiudizio sensibile arrecato dai deflussi discontinui alla fauna e alla flora indigene nonché ai loro biotopi (...)*

Sono enumerati e raffigurati su una carta tutti gli impianti che nell'ambito della pianificazione cantonale si sono inequivocabilmente rivelati bisognosi di risanamento. Tra di essi sono menzionati nuovamente anche gli impianti per i quali è già stato constatato un pregiudizio sensibile in base alla valutazione sommaria nel rapporto intermedio (cap. 3.2).

Rappresentazione cartografica

Per i tratti di corsi d'acqua e gli impianti idroelettrici non ancora esclusi nelle prime fasi della pianificazione (cap. 2.2) o classificati tra gli impianti sicuramente soggetti all'obbligo di risanamento (cap. 2.3 e 2.4), il Cantone svolge una valutazione approfondita completa (fig. 4), in modo da identificare i tratti e gli impianti associati a pregiudizi sensibili secondo l'articolo 41e OPAC (cap. 2.5). Per le centrali idroelettriche in questione, secondo l'articolo 39a capoverso 1 LPAC devono essere adottate misure volte a eliminare i pregiudizi sensibili (misure di risanamento, capitolo 4.2).

Mediante i dati di base forniti nel capitolo 2 e nell'allegato A2 occorre illustrare in modo plausibile come è stata effettuata la valutazione approfondita e quale risultato ha prodotto (ricorso a dati esistenti, analisi proprie, valutazione degli indicatori, eventualmente motivi di esclusione di determinati indicatori).

4.2 Pianificazione delle misure di risanamento

Il rapporto concernente la pianificazione cantonale completa inoltre l'elenco degli impianti soggetti all'obbligo di risanamento secondo l'allegato 4a numero 2 capoverso 2 lettera a OPAC:

Genere e termine delle misure di risanamento

> (...) con indicazione delle misure di risanamento da adottare nonché dei termini entro cui devono essere pianificate e attuate. I termini sono stabiliti in funzione dell'urgenza del risanamento.

Il Cantone elabora una pianificazione a grandi linee delle misure concrete per attenuare i deflussi discontinui; secondo l'articolo 39a capoverso 1 LPAC, di norma si tratta di misure edilizie e solo su richiesta dei detentori di misure di esercizio. Nell'ambito di questa pianificazione delle misure occorre chiarire principalmente i seguenti due punti:

- a) In che modo e con che intensità è possibile attenuare i deflussi discontinui per eliminare i pregiudizi sensibili esistenti?
- b) Con quali misure, realizzabili nel caso concreto, è possibile raggiungere questa attenuazione?

Nello schema della pianificazione, questi due punti si susseguono, ma all'inizio possono essere analizzati in modo indipendente l'uno dall'altro. È peraltro possibile avviare la ricerca delle possibili misure di attenuazione artificiali dei deflussi discontinui anche se i pregiudizi non sono ancora del tutto noti.

4.2.1 Genere ed entità delle misure di risanamento

Per il punto a), in base alle valutazioni dei singoli indicatori sono determinati il genere e l'entità dei pregiudizi esistenti (analisi delle carenze). Più indicatori rivelano un pregiudizio sostanziale, forte o molto forte in sede di valutazione approfondita, più forte sarà l'impatto dei deflussi discontinui e più forte dovrà risultare tendenzialmente anche la loro attenuazione. Occorre anche tener presente quanti indicatori hanno effettivamente potuto essere utilizzati per valutare lo stato attuale e lo stato prevedibile (cap. 2.5.2).

Analisi delle carenze

Altri dati di base per valutare la gravità del pregiudizio possono scaturire dall'applicazione del modulo idrologia del concetto basato su moduli e livelli (HYDMOD) (cap. 3.3).

Anche le modalità o le caratteristiche di riferimento (fig. 2) dell'attenuazione delle ondate di piena artificiali scaturiscono, fino a un certo punto, dalla valutazione approfondita. La tabella 2 mostra quali indicatori permettono di trarre conclusioni su importanti caratteristiche dei deflussi discontinui. Un esempio di applicazione pratica dell'indicatore P3 per determinare il deflusso massimo ecologicamente compatibile lungo la Linth glaronese è proposto da Kirchhofer e Breitenstein (2008).

Tab. 2 > Possibilità di utilizzare indicatori della valutazione approfondita per stabilire a grandi linee l'attenuazione necessaria dei deflussi discontinui in base ad alcune loro caratteristiche

Caratteristiche dei deflussi discontinui	Indicatore	Relazione indicatore-caratteristica	Applicazione pratica
Altezza dell'ondata di piena artificiale e della portata ridotta (ampiezza dei deflussi discontinui)	P3 Luoghi di fregola	I luoghi di fregola adatti ai pesci s'ingrandiscono quando il deflusso massimo è ridotto e/o la portata ridotta è aumentata (minor ampiezza). I motivi sono la diminuzione del trasporto di materiale detritico durante l'ondata di piena artificiale e la diminuzione delle superfici prosciugate durante la portata ridotta.	I deflussi discontinui sono modificati iterativamente fino a che l'indicatore (calcolato) P3 non rivela più alcun pregiudizio sensibile.
Altezza dell'ondata di piena artificiale e della portata ridotta (ampiezza dei deflussi discontinui) e velocità di innalzamento e abbassamento del deflusso	Q1 Temperatura dell'acqua	Le variazioni di temperatura tra l'ondata di piena artificiale e la portata ridotta (e viceversa) aumentano più è alto il livello massimo o basso il livello minimo e più il passaggio avviene rapidamente.	L'ampiezza e le velocità di variazione tra l'ondata di piena artificiale e la portata ridotta sono ridotte (mediante un calcolo di diluizione) fino a che le caratteristiche di temperatura soddisfano i requisiti dell'indicatore Q1.
Altezza dell'ondata di piena artificiale e velocità di innalzamento del deflusso	H1 Colmatazione	Se il livello dell'ondata di piena artificiale e la velocità di innalzamento del deflusso diminuiscono, diminuisce anche la risospensione di materiale in sospensione proveniente dall'alveo e di conseguenza la torbidità. A sua volta ciò riduce la colmatazione.	La concentrazione massima di materiale in sospensione scaturisce dalla valutazione dell'indicatore H1. L'altezza dell'ondata di piena artificiale e la velocità di innalzamento possono solo essere stimate a grandi linee (Schälchli et al. 2003, Limnex 2010, OIKOS 2010).
Altezza della portata ridotta	D1 Deflusso minimo	L'indicatore rivela un pregiudizio sensibile quando la portata ridotta dalla centrale non soddisfa i requisiti degli artt. 31-33 LPac.	La portata ridotta è fissata al livello necessario secondo gli artt. 31-33 LPac a partire dal punto di restituzione (centrale).
Velocità di abbassamento del livello	P2 Arenamento (calcolo)	Per i pesci e i macroinvertebrati, il rischio di arenamento diminuisce quando l'abbassamento del livello o del deflusso, e quindi il passaggio dell'ondata di piena artificiale alla portata ridotta, rallenta.	L'abbassamento del livello è rallentato, mediante calcoli, fino a che l'indicatore P2 non rivela più alcun pregiudizio sensibile.

In questa fase della pianificazione è possibile stabilire solo a grandi linee come e quanto devono essere attenuati i deflussi discontinui. Un'analisi più precisa delle carenze e una pianificazione più dettagliata delle misure in base a calcoli su modelli per vari scenari di deflusso possono essere effettuate dai detentori solo nella seconda fase della pianificazione, a partire dal 2015 (cap. 5).

4.2.2 Determinazione delle misure di risanamento da adottare

Per il punto b) occorre prima delimitare il genere di misure di attenuazione dei deflussi discontinui che entrano in considerazione nel caso concreto. Nel capitolo 3.4 sono enumerati vari generi di misure di attenuazione dei deflussi discontinui che il Cantone può prendere in considerazione in sede di pianificazione.

Genere di misure di risanamento

Su richiesta dei detentori, al posto di una misura edilizia può essere adottata una misura di esercizio: una centrale a valle può ad esempio compensare oscillazioni del deflusso della centrale a monte mediante una gestione anticiclica del serbatoio di accumulazione. Altre possibili misure di esercizio vanno da ottimizzazioni nell'ambito della regolazione di catene di centrali fino alla modifica completa della modalità di funzionamento (p. es. dalla produzione di punta a quella di base). Esempi attuali di pianificazione di

misure si trovano ad esempio lungo la Reuss nel Cantone di Uri (Misurio 2010, Werlen 2011) o lungo l'Aabach nel Cantone di Zurigo (Entegra 2011).

In molti casi entrano tuttavia in considerazione in primo luogo o esclusivamente misure edilizie. La maggior parte di queste misure presuppone la costruzione di opere supplementari (bacini di compensazione, canali di scarico, nuovi livelli della centrale ecc.). Le varianti sotterranee «a basso consumo di spazio» (caverne di compensazione, gallerie di scarico) sono di norma molto più costose. La disponibilità di superfici adeguate nei pressi della centrale e il fabbisogno di superficie per determinate misure saranno quindi spesso fattori determinanti per stabilire quali misure edilizie devono essere esaminate più da vicino nel caso concreto (fig. 6).

Nell'ambito dell'elaborazione delle misure edilizie di risanamento occorre quindi chiarire preliminarmente le possibilità di conflitti e sinergie (protezione della natura, del paesaggio e del patrimonio nazionale, agricoltura, foreste, attività ricreative, possibilità di accumulazione per pompaggio), tenendo conto delle disposizioni e degli strumenti di pianificazione del territorio (piani settoriali, piani di utilizzazione e piani delle zone).

Conflitti e sinergie

In situazioni complesse con più centrali nello stesso corso d'acqua, la pianificazione delle misure va coordinata sin dall'inizio all'interno dell'intero bacino imbrifero. La pianificazione inizia preferibilmente dagli impianti più a monte nel bacino imbrifero ed è poi estesa progressivamente agli impianti a valle. Solo così è possibile garantire che le ripercussioni delle misure di attenuazione delle ondate di piena artificiali negli impianti situati a monte siano già note al momento della pianificazione relativa alle centrali a valle e si possa quindi tenerne conto.

Alla fine tutti gli impianti sul territorio cantonale dovrebbero essere risanati, individualmente o in modo combinato, in modo da eliminare tutti i pregiudizi sensibili in tutti i tratti con deflussi discontinui.

Se un corso d'acqua influenzato da deflussi discontinui lascia il territorio cantonale in uno stato appena conforme alla legge e se nel Cantone successivo vi sono una o più centrali che causano deflussi discontinui, in teoria per queste ultime non sussiste più alcun margine di manovra. Per rispettare i requisiti della legge anche nel tratto di corso d'acqua successivo, le centrali situate nel secondo Cantone dovrebbero quindi bilanciare l'ondata di piena artificiale. Per evitare tale distribuzione unilaterale dell'obbligo di risanamento, secondo l'articolo 46 capoverso 1 OPAC per i bacini imbriferi intercantonali la pianificazione va coordinata sin dall'inizio non solo all'interno del Cantone, bensì anche tra i Cantoni. È possibile ad esempio realizzare un bacino di compensazione più grande del necessario presso una centrale a monte, in modo tale che la centrale a valle (presso la quale magari a causa delle condizioni di spazio è possibile realizzare soltanto un bacino piccolo) possa cavarsela con un'attenuazione minore. Un'ulteriore possibilità di compensazione è offerta dallo scarico separato delle ondate di piena artificiali dalla centrale a monte a quella a valle, dove tutta l'acqua di esercizio delle due centrali può essere al contempo accumulata in un bacino di compensazione comune.

Se la principale misura di attenuazione dei deflussi discontinui è costituita da un bacino di compensazione (o da una caverna di compensazione sotterranea), la sua grandezza

può essere stimata a grandi linee mediante una semplice approssimazione iterativa (allegato A5). Le grandezze iniziali necessarie per questa stima scaturiscono dai risultati della valutazione approfondita, ma soprattutto dalle caratteristiche «altezza dell'ondata di piena artificiale e della portata ridotta» e «velocità di abbassamento del livello o del deflusso» (tab. 2).

Una volta determinate e, in caso di situazioni complesse, coordinate all'interno del bacino imbrifero, le misure possibili ed efficaci di attenuazione dei deflussi discontinui, il Cantone stabilisce l'ordine in cui devono essere risanati i singoli impianti e i termini per la pianificazione e l'attuazione. A tal fine si orienta principalmente all'importanza ecologica delle acque in questione (fig. 6). Questa prioritizzazione *non* va assolutamente vista come una ponderazione degli interessi, non avendo più alcun influsso sulle misure già definite. Si tratta solo di esaminare l'urgenza del risanamento dei vari impianti dal punto di vista ecologico e di fissare, su tale base, il termine di risanamento per ogni impianto.

Per valutare l'importanza ecologica delle acque, il Cantone può orientarsi alla strategia cantonale in materia di protezione e utilizzazione, se ne ha già elaborata una. In caso contrario, può ispirarsi alle raccomandazioni della Confederazione (UFAM, UFE, ARE 2011).

4.3 Coordinamento delle misure all'interno del bacino imbrifero

Secondo l'allegato 4a numero 2 capoverso 2 lettera b OPAC, il rapporto concernente la pianificazione cantonale comprende:

- > *dati riguardanti il coordinamento delle misure di risanamento con altri provvedimenti di protezione dei biotopi naturali e di protezione contro le piene nel bacino imbrifero in cui si trovano le acque interessate.*

Secondo l'UFAM (2011a), questi dati riguardano un ampio ventaglio di misure, oltre alle misure di attenuazione dei deflussi discontinui, che possono a loro volta influenzare lo stato o le funzioni ecologiche di un corso d'acqua. Per misure di protezione dei biotopi naturali s'intendono in primo luogo la rivitalizzazione delle acque e il risanamento del bilancio in materiale detritico e della connettività longitudinale. Nei prossimi anni, parallelamente alla pianificazione nell'ambito dei deflussi discontinui, i Cantoni pianificheranno misure di risanamento per tutti e tre questi settori.

Il coordinamento con la protezione contro le piene avviene in collaborazione con gli uffici cantonali competenti.

Indicazioni generali sul coordinamento delle misure tra i settori e all'interno del bacino imbrifero sono riportate nel modulo Coordinamento delle attività di gestione delle acque dell'aiuto all'esecuzione Rinaturazione delle acque (UFAM, pubblicazione prevista nel 2012).

Coordinamento all'interno
del bacino imbrifero

Se il bacino imbrifero si estende a più Cantoni (cfr. fig. A7 nell'allegato A4), il coordinamento deve avvenire anche a livello intercantonale (cfr. art. 46 OPAC).

4.4 Centrali per le quali sussistono circostanze particolari

Secondo l'allegato 4a numero 2 capoverso 2 lettera c OPAC, il rapporto concernente la pianificazione cantonale comprende:

- > *per le centrali idroelettriche nelle quali, a causa di circostanze particolari, non si possono ancora definire le misure di risanamento da adottare: il termine entro cui il Cantone stabilisce se e all'occorrenza quali misure di risanamento devono essere pianificate e attuate, specificando le scadenze.*

Una proroga del termine per la pianificazione è necessaria soprattutto per le situazioni complesse con più impianti distribuiti in un grande bacino imbrifero o addirittura su più Cantoni. Siccome secondo l'articolo 39a capoverso 3 LPAC le misure devono essere coordinate all'interno del bacino imbrifero, in queste situazioni i dati richiesti non possono sempre essere forniti entro la fine del 2014.

- > La pianificazione può però subire ritardi anche per altri motivi, ad esempio perché la prima volta l'analisi degli indicatori per la valutazione approfondita non ha fornito un risultato plausibile e va quindi ripetuta l'anno successivo (cap. 2.5.3).
- > Nella pianificazione cantonale da presentare all'UFAM entro il 31 dicembre 2014 occorre motivare il ritardo nella fornitura dei dati e menzionare un termine per la decisione del Cantone in merito al bisogno di risanamento e le eventuali misure di risanamento con le relative scadenze.

Basi di dati insufficienti,
decisione sul risanamento
in sospenso

5 > Uno sguardo alla pianificazione da parte dei detentori (seconda fase) e al controllo dell'efficacia

L'UFAM valuta il rapporto concernente la pianificazione cantonale, in cui sono menzionate le centrali idroelettriche soggette all'obbligo di risanamento e le misure di attenuazione dei deflussi discontinui previste, nella misura in cui il Cantone ha già potuto definirle. Se l'UFAM approva il rapporto, il Cantone ordina i risanamenti dei relativi impianti a partire dal 2015 e incarica i detentori di portare avanti la pianificazione delle misure di attenuazione dei deflussi discontinui (fig. 1). Secondo l'articolo 41g lettera 1 OPAC, i detentori sono espressamente tenuti a elaborare ed esaminare diverse varianti di misure di risanamento. Inizia così la seconda fase della pianificazione, che non è più oggetto del presente aiuto all'esecuzione. Qui di seguito figura tuttavia un breve accenno a idee e proposte e ai punti ancora in sospeso relativi alla procedura durante questa seconda fase emersi durante l'elaborazione del metodo per la prima fase.

Pianificazione dell'esecuzione
da parte dei detentori

Nella seconda fase, i detentori procedono quindi a una valutazione complementare. Per prima cosa, se non è ancora stata effettuata in sede di pianificazione cantonale, è effettuata la valutazione approfondita completa (cap. 2.5). Anche nei casi in cui è già disponibile una valutazione approfondita completa da parte del Cantone è raccomandata una nuova analisi, almeno per singoli indicatori, in modo da corroborare i risultati (cap. 2.5.3).

Presumibilmente, la valutazione complementare andrà però più in là della valutazione approfondita: sono infatti valutati indicatori supplementari e il nuovo stato dell'obiettivo di sviluppo. È così possibile circoscrivere meglio la gravità dei pregiudizi esistenti come pure il potenziale ecologico, due fattori determinanti per la pianificazione delle misure secondo l'articolo 39a capoverso 2 LPAC. L'obiettivo di sviluppo è definito e illustrato nell'allegato A2-1.

A differenza degli indicatori della valutazione approfondita (cap. 2.5.1), gli indicatori aggiuntivi della valutazione complementare devono analizzare soprattutto le variazioni repentine influenzate direttamente dai deflussi discontinui e non tanto le caratteristiche della biocenosi e del biotopo, determinate da fattori a più lungo termine (cfr. tab. A2 nell'allegato A2-3). Esempi di possibili indicatori supplementari, abiotici o biologici, sono le variazioni del tenore di materiale in sospensione (torbidità) e dei nutrienti/inquinanti (qualità dell'acqua) durante il passaggio dell'ondata di piena artificiale o la deriva dei macroinvertebrati (drift). Questi indicatori supplementari dovrebbero essere sviluppati ulteriormente nel seguito della valutazione del metodo per la seconda fase.

Al termine della valutazione complementare sono elaborate e valutate le varianti di misure di risanamento richieste all'articolo 41g capoverso 1 OPAC. Lo studio delle varianti da parte dei detentori presuppone che sia possibile analizzare e confrontare l'efficacia (ecologica) e i costi di varie combinazioni di misure e di misure più o meno estese (p. es. bacini di compensazione di varie grandezze). Durante questa fase sono considerati condizioni o scenari di deflusso che oggi non sono ancora presenti e quindi non possono essere analizzati in natura.

Studio delle varianti

Una possibilità per aggirare questo ostacolo è offerta dai cosiddetti studi delle ondate di piena artificiali, in cui sono simulati, in genere per alcune ore o al massimo un giorno, idrogrammi di ondate di piena artificiali degli impianti esistenti. Questo metodo consente però di registrare solo le variazioni repentine e immediate durante il passaggio dell'ondata di piena artificiale, ad esempio la deriva degli invertebrati durante l'ondata di piena artificiale e la messa in secca (arenamento) degli organismi durante la portata ridotta o le ripercussioni dirette sull'andamento della temperatura e sul tenore di materiale in sospensione (Limnex 2006, 2009, OIKOS 2010). Non possono per contro essere misurati i pregiudizi alla biocenosi e al biotopo che si manifestano solo dopo un certo periodo. Ciò riguarda in particolare anche le variazioni pregiudizievoli della quantità, della composizione e della varietà delle biocenosi vegetali e animali consoni al luogo menzionate all'articolo 41e lettera b OPAC.

Studi delle ondate di piena artificiali

A ciò si aggiunge il fatto che, per natura, gli studi delle ondate di piena artificiali possono essere realizzati solo nelle morfologie esistenti e che, di norma, non è possibile proiettare i risultati su un'altra morfologia (cfr. capitolo 2.4.2).

Un'altra possibilità per analizzare e confrontare non solo scenari di deflusso fittizi, bensì anche morfologie attualmente inesistenti consiste nel calcolare le variazioni biologiche a lungo termine, non direttamente misurabili. Ciò può essere fatto con soluzioni pragmatiche, relativamente semplici, come ad esempio quelle previste anche negli indicatori P2, P3, H1 e Q1 della valutazione approfondita (allegato A7). Si possono però utilizzare anche modelli idraulici ed ecologici molto più complessi, il cui sviluppo e impiego comportano un onere più consistente. Per il momento non è ancora stato stabilito quale dei modelli disponibili sia il più adatto per la pianificazione dettagliata delle misure di attenuazione delle ondate di piena artificiali o se a tal fine occorra elaborare nuove soluzioni concepite appositamente per i deflussi discontinui.

Modellizzazione

Dopo la realizzazione delle misure di attenuazione delle ondate di piena artificiali, l'articolo 41g capoverso 3 OPAC prevede che, su richiesta dell'autorità, i detentori di centrali idroelettriche esaminino l'efficacia delle misure adottate. Questo controllo dell'efficacia costituisce la quarta e ultima fase del processo di attuazione (fig. 3) e non è più oggetto del presente rapporto. Si raccomanda tuttavia di realizzare anche il controllo dell'efficacia con gli stessi indicatori già analizzati e valutati in sede di pianificazione cantonale (prima fase) e della successiva pianificazione da parte dei detentori (seconda fase). Vi è così la garanzia che le analisi delle acque prima e dopo la messa in esercizio delle misure di attenuazione delle ondate di piena artificiali siano paragonabili.

Obbligo di controllare i risultati

> Allegato

A1 Basi giuridiche

Tab. A1 > Nuovi articoli relativi ai deflussi discontinui nella legge sulla protezione delle acque (LPac) e nella relativa ordinanza sulla protezione delle acque (OPac)

LPac	Titolo e testo	OPac	Titolo e testo
Art. 39a cpv. 1	Deflussi discontinui I detentori di centrali idroelettriche prendono misure di natura edile atte a prevenire o a eliminare le variazioni repentine e artificiali del deflusso di un corso d'acqua che arrecano sensibile pregiudizio alla fauna e alla flora indigene nonché ai loro biotopi. Su domanda del detentore di una centrale idroelettrica, l'autorità può ordinare misure di esercizio in luogo di misure di natura edile.	Art 41e	Pregiudizio sensibile arrecato dai deflussi discontinui Un pregiudizio arrecato dai deflussi discontinui alla fauna e alla flora indigene nonché ai loro biotopi naturali è considerato sensibile quando: a. la portata durante l'ondata di piena artificiale supera di almeno 1,5 volte la portata ridotta; e b. la quantità, la composizione e la varietà delle biocenosi vegetali e animali consoni al luogo sono modificate in modo pregiudizievole, in particolare per l'occorrenza periodica e non riconducibile a cause naturali di fenomeni quali l'arenamento di pesci, la distruzione di luoghi di fregola, il convogliamento di animali acquatici, le formazioni di intorbidimenti o le variazioni inammissibili della temperatura dell'acqua
Art. 39a cpv. 2	Le misure sono definite in base ai seguenti criteri: a. gravità del pregiudizio arrecato al corso d'acqua; b. potenziale ecologico del corso d'acqua; c. proporzionalità dei costi; d. interessi della protezione contro le piene; e. obiettivi di politica energetica in materia di promozione delle energie rinnovabili.	Art. 33a	Potenziale ecologico Nel determinare il potenziale ecologico delle acque si devono considerare: a. l'importanza ecologica delle acque allo stato attuale; b. la probabile importanza ecologica delle acque dopo aver rimosso, nei limiti di costi proporzionati, gli effetti pregiudizievoli causati dall'uomo.
Art. 39a cpv. 3	Conformemente al capoverso 1, nel bacino imbrifero del corso d'acqua interessato le misure sono armonizzate previa consultazione dei detentori delle centrali idroelettriche in questione.	Art. 46 cpv. 1	Coordinamento Se necessario, i Cantoni provvedono affinché le misure di cui alla presente ordinanza siano coordinate tra di loro e con provvedimenti di altri settori. Provvedono inoltre al coordinamento delle misure con i Cantoni limitrofi.
Art. 39a cpv. 4	I bacini di compensazione costruiti in applicazione del capoverso 1 possono essere utilizzati ai fini dell'accumulazione per pompaggio senza modifica della concessione.		
Art 62c cpv. 1	Pianificazione del risanamento nei deflussi discontinui Entro i limiti dei crediti stanziati, la Confederazione accorda ai Cantoni indennità per la pianificazione di cui all'articolo 83b, sempreché quest'ultima le sia presentata entro il 31 dicembre 2014.		
Art. 62c cpv. 2	Le indennità ammontano al 35 per cento dei costi computabili.		
Art. 83a	Misure di risanamento dei deflussi discontinui I detentori delle centrali idroelettriche esistenti e degli altri impianti esistenti situati lungo corsi d'acqua sono tenuti a prendere le misure di risanamento adeguate secondo le prescrizioni di cui agli articoli 39a e 43a entro 20 anni dall'entrata in vigore della presente disposizione.	Art. 41g cpv. 1	Misure di risanamento dei deflussi discontinui Sulla base della pianificazione delle misure, l'autorità cantonale dispone i risanamenti dei deflussi discontinui e impone ai detentori di centrali idroelettriche di esaminare diverse varianti di misure di risanamento in vista dell'attuazione della pianificazione.
		Art. 41g cpv. 2	Prima di prendere una decisione in merito al progetto di risanamento, l'autorità consulta l'UFAM. In vista della domanda di cui all'articolo 17d capoverso 1 dell'ordinanza sull'energia del 7 dicembre 19981 (OEn), l'UFAM verifica l'adempimento dei requisiti di cui all'appendice 1.7 numero 2 Oen.
		Art. 41g cpv. 3	Su richiesta dell'autorità, i detentori di centrali idroelettriche esaminano l'efficacia delle misure adottate.

LPac	Titolo e testo	OPAc	Titolo e testo
Art. 83b cpv. 1	Pianificazione e rapporto dei deflussi discontinui I Cantoni pianificano le misure di cui all'articolo 83a e stabiliscono i termini per la loro attuazione. Tale pianificazione comprende anche i provvedimenti che i detentori di centrali idroelettriche devono prendere in virtù dell'articolo 10 della legge federale del 21 giugno 1991 sulla pesca.	Art 41f cpv. 1	Pianificazione delle misure per il risanamento dei deflussi discontinui I Cantoni presentano all'UFAM, secondo la procedura descritta nell'allegato 4a numero 2, una pianificazione delle misure di risanamento delle centrali idroelettriche che provocano deflussi discontinui.
		Art 41f cpv. 2	I detentori di centrali idroelettriche devono consentire l'accesso all'autorità incaricata della pianificazione e fornire le informazioni richieste, in particolare per quanto riguarda: a. le coordinate e la denominazione delle singole parti dell'impianto; b. le portate del corso d'acqua in questione con valori misurati a intervalli di 15 minuti al massimo (idrogramma) durante gli ultimi cinque anni; in assenza di tali valori di misurazione, l'idrogramma può essere calcolato in base a dati relativi alla produzione della centrale e alla portata del corso d'acqua; c. le misure attuate e pianificate per ridurre le conseguenze dei deflussi discontinui; d. i risultati delle indagini condotte sulle conseguenze dei deflussi discontinui; e. le previste modifiche edili e d'esercizio dell'impianto.
Art. 83b cpv. 2	I Cantoni presentano la pianificazione alla Confederazione entro il 31 dicembre 2014.		
Art. 83b cpv. 3	Ogni quattro anni presentano alla Confederazione un rapporto sulle misure attuate.		

La tabella A1 contiene le nuove disposizioni della LPac e dell'OPAc concernenti i deflussi discontinui. Per quanto possibile, le disposizioni d'esecuzione dell'OPAc sono riportate a fianco dell'articolo della LPac a cui si riferiscono. Due concetti fondamentali del nuovo disciplinamento sono così precisati nelle relative disposizioni esecutive: l'articolo 41e OPAc stabilisce a partire da quando sussiste un pregiudizio sensibile dovuto a deflussi discontinui secondo l'articolo 39a capoverso 1 LPac e l'articolo 33a OPAc descrive come deve essere interpretato il potenziale ecologico secondo l'articolo 39a capoverso 2 LPac.

La tabella A1 non contiene le disposizioni sullo svolgimento della pianificazione cantonale delle misure in caso di deflussi discontinui previste nell'allegato 4a dell'OPAc, a cui rimanda l'articolo 41f capoverso 1. Per la pianificazione entro la fine del 2014, i Cantoni procedono come segue:

A1-1 Definizione

Sussistono circostanze particolari segnatamente se:

- a) il pregiudizio sensibile è provocato da più centrali situate nello stesso bacino imbrifero e
- b) non è stato ancora possibile stabilire in che misura ogni singola parte degli impianti abbia contribuito al pregiudizio sensibile.

A1-2 Fasi di pianificazione del risanamento dei deflussi discontinui

¹ Entro il 30 giugno 2013 i Cantoni presentano all'UFAM un rapporto intermedio contenente:

- a) per ogni bacino imbrifero un elenco delle centrali idroelettriche esistenti che possono provocare variazioni del deflusso (centrali ad accumulazione e centrali idroelettriche ad acqua fluente);
- b) i dati indicanti quali centrali idroelettriche, e in quali tratti, pregiudicano in maniera sensibile la fauna e la flora indigene, nonché i loro biotopi a causa dei deflussi discontinui;
- c) una valutazione del potenziale ecologico dei tratti di corsi d'acqua pregiudicati in maniera sensibile e del grado di gravità del pregiudizio;
- d) per ogni centrale idroelettrica che a causa dei deflussi discontinui pregiudica in maniera sensibile la flora e la fauna indigene nonché i loro biotopi: le possibili misure di risanamento, una loro valutazione e la definizione delle misure che devono essere presumibilmente adottate come pure i dati riguardanti il coordinamento di siffatte misure all'interno del bacino imbrifero;
- e) per le centrali idroelettriche nelle quali, a causa di circostanze particolari, non si possono ancora definire le misure di risanamento di cui alla lettera d che dovranno essere presumibilmente adottate: il termine entro il quale i dati alla lettera d saranno presentati all'UFAM.

² Entro il 31 dicembre 2014 i Cantoni presentano all'UFAM la pianificazione definitiva contenente:

- a) un elenco delle centrali idroelettriche i cui detentori sono tenuti ad adottare misure per rimuovere un pregiudizio sensibile arrecato dai deflussi discontinui alla flora e alla fauna indigene nonché ai loro biotopi con indicazione delle misure di risanamento da adottare e dei termini entro cui devono essere pianificate e attuate. I termini sono stabiliti in funzione dell'urgenza del risanamento;
- b) i dati riguardanti il coordinamento delle misure di risanamento con altri provvedimenti di protezione dei biotopi naturali e di protezione contro le piene del bacino imbrifero in cui si trovano le acque interessate;
- c) per le centrali idroelettriche nelle quali, a causa di circostanze particolari, non si possono ancora definire le misure di risanamento da adottare: il termine entro cui il Cantone stabilisce se, e all'occorrenza, quali misure di risanamento devono essere pianificate e attuate, specificando le scadenze.

A2 Basi concettuali della metodologia di analisi e valutazione

A2-1 Condizioni di valutazione e di riferimento e potenziale ecologico

Per l'attuazione pratica delle disposizioni sui deflussi discontinui assumono rilievo i tre stati temporali seguenti (fig. A1):

Condizioni di valutazione
e di riferimento

- > lo stato attuale, che può anche essere definito stato vigente o iniziale. Questo stato, rilevabile senza restrizioni, costituisce la base per valutare l'eliminazione dei pregiudizi sensibili provocati da deflussi discontinui nell'ambito della valutazione sommaria (cap. 2.4), della valutazione approfondita (2.5) e probabilmente anche della valutazione complementare dei detentori nella seconda fase (cap. 5);
- > lo stato prevedibile, che può anche essere definito stato target, contiene tutte le variazioni dello stato delle acque che secondo le previsioni attuali potrebbero ancora verificarsi oltre a un'eventuale attenuazione dei deflussi discontinui entro il 2030. Nella maggior parte dei casi si tratterà di variazioni morfologiche (rivitalizzazioni, allargamenti) (esempio A1). È tuttavia plausibile anche un miglioramento ecologico rilevante della qualità delle acque (ad es. attraverso una diminuzione dei microinquinanti o un surriscaldamento delle acque in estate dovuto al clima). L'orizzonte temporale 2030 deriva dal fatto che, secondo l'articolo 83 LPAC, entro tale data devono essere attuate anche tutte le misure necessarie per attenuare i deflussi discontinui. Lo stato prevedibile è abbastanza ben conosciuto e quindi anche mediamente misurabile, calcolabile o stimabile. Se ne tiene conto nella valutazione approfondita e nella valutazione complementare, ma non ancora nella valutazione sommaria.
- > l'obiettivo di sviluppo, ossia lo stato «dopo aver rimosso, nei limiti di costi proporzionati, gli effetti pregiudizievoli causati dall'uomo», conformemente all'articolo 33a lettera b OPAC. Questo stato può essere considerato anche come una linea guida operativa o uno stato realmente raggiungibile. Ad oggi, non è ancora prevedibile quando verrà raggiunto l'obiettivo di sviluppo. Di conseguenza per ora questo stato è solo parzialmente calcolabile o stimabile e perciò potrà essere valutato solo nella seconda fase della pianificazione (cap. 5).

Va inoltre considerato lo stato naturale (spesso non più presente, ovvero lo stato del passato), essendo responsabile della quantità, della composizione e della varietà delle biocenosi vegetali e animali consone al luogo. L'articolo 39a capoverso 1 LPAC e l'articolo 41e lettera b OPAC esigono che queste biocenosi consone al luogo non vengano modificate in maniera pregiudizievole attraverso le ondate di piena artificiali, riferendosi quindi indirettamente a uno stato di riferimento naturale o quantomeno prossimo allo stato naturale.

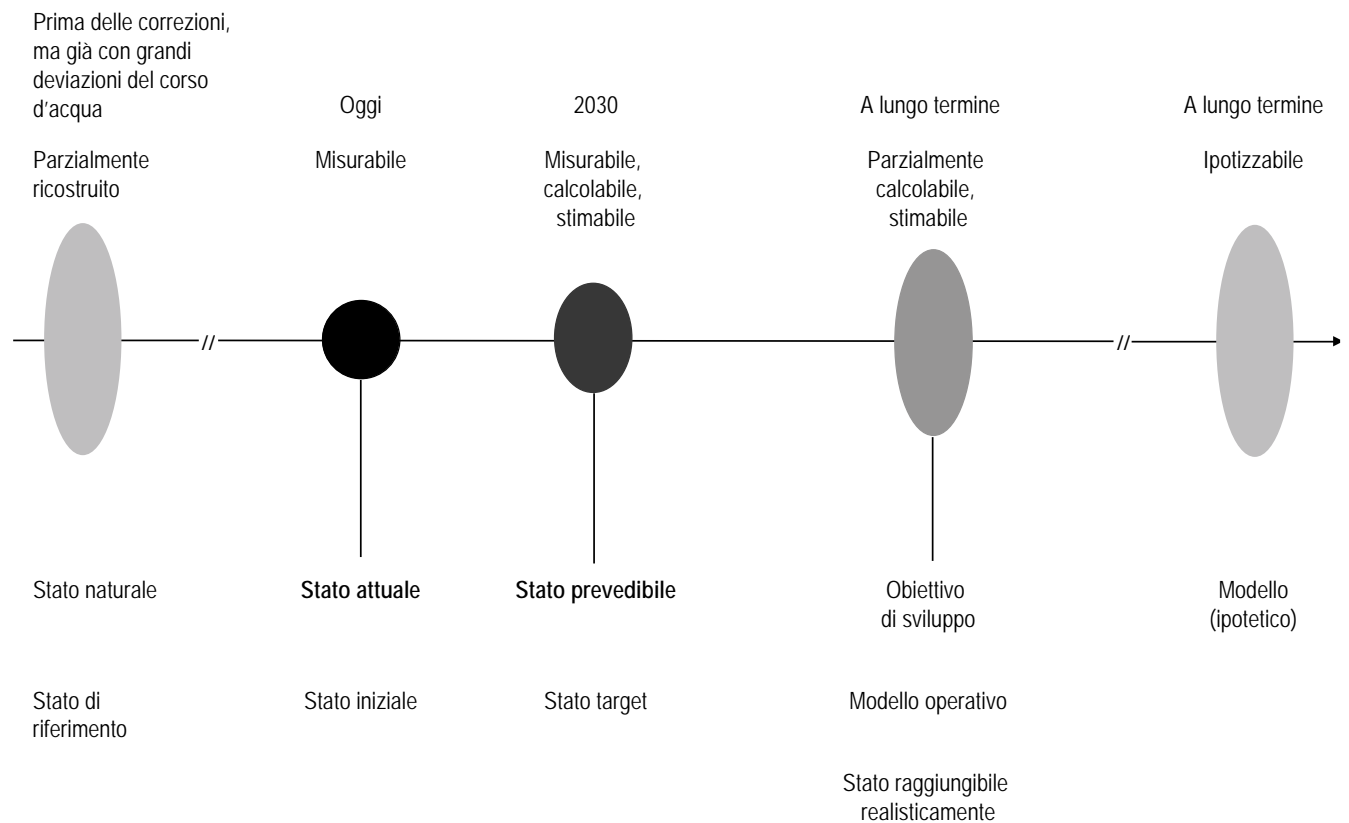
La presente metodologia non considera o non valuta più lo stato difficilmente comprensibile del modello ipotetico, collocato alla fine della scala temporale e di conseguenza situato in futuro lontano, e pertanto ignoto. Il modello ipotetico rappresenta tuttavia spesso un'approssimazione sostanziale allo stato naturale, senza le restrizioni che limitano ancora il modello operativo («realisticamente»).

Secondo l'articolo 39a capoverso 2 LPAC, tra i criteri determinanti per la pianificazione delle misure di risanamento figura il potenziale ecologico delle acque. Secondo l'articolo 33a OPAC, nel determinare il potenziale ecologico occorre espressamente tener conto dell'importanza ecologica delle acque per i due stati definiti nella figura A1: lo stato vigente (stato attuale) e un ipotetico stato futuro, dopo aver rimosso nei limiti dei costi proporzionati gli effetti pregiudizievoli causati dall'uomo (obiettivo di sviluppo). Lo stato prevedibile che cronologicamente s'iscrive tra questi due stati è incluso implicitamente.

Potenziale ecologico

Fig. A1 > Definizione di vari stati nel corso del tempo, da sinistra a destra

Gli stati valutati nel presente metodo sono evidenziati in neretto.



Esempio A1: stato attuale e stato prevedibile del Rodano

Oggi il Rodano, influenzato da ondate di piena artificiale vicino a Riddes, è ancora fortemente canalizzato (stato attuale, a sinistra). Nell'ambito della terza correzione del Rodano, in questa zona (e in altre zone) entro il 2030 è però previsto un raddoppio della larghezza dell'alveo (stato prevedibile, a destra). Spetta al Cantone valutare se sulla scia di questa modifica morfologica sono prevedibili modifiche di altra natura. La valutazione approfondita deve essere condotta sia per lo stato attuale, sia per lo stato prevedibile.



A2-2 Classi di stato e pregiudizi sensibili

In via di principio, gli indicatori della valutazione sommaria (cap. 2.4) e della valutazione approfondita (2.5) sono valutati su una scala a cinque livelli, utilizzata anche per la maggior parte dei metodi del concetto basato su moduli e livelli (fig. A2). Per l'indicatore P2 si possono tuttavia distinguere solo tre livelli e per l'indicatore D1 solo due (allegato A7).

Classi di stato

Fig. A2 > Le classi di stato e i colori utilizzati nel concetto basato su moduli e livelli

Valutazione	Stato	Pregiudizio	Obiettivo
	molto buono	nessuno	raggiunto
	buono	scarso	raggiunto
	mediocre	sensibile	non raggiunto
	insoddisfacente	forte	non raggiunto
	cattivo	molto forte	non raggiunto

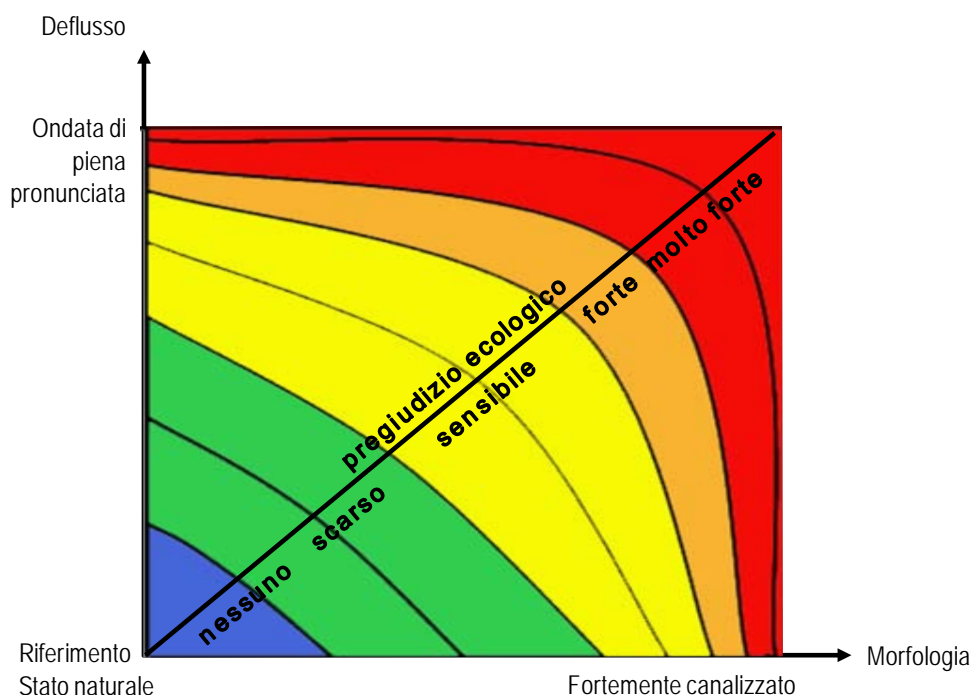
Figura tratta da Baumann e Langhans 2010, completata

Nelle schede relative agli indicatori dell'allegato A7, per tutti gli indicatori utilizzati nella presente metodologia sono menzionati i criteri di suddivisione nelle relative classi di stato.

Meile et al. (2005) e Limmex (2007) hanno rappresentato le classi di stato in funzione dei due fattori abiotici più spesso determinanti: il deflusso (in questo caso con particolare riferimento all'influsso delle ondate di piena artificiali) e la morfologia (fig. A3, cfr. anche esempio A2). In realtà questo diagramma deflusso-morfologia combinato dovrebbe essere completato con la qualità dell'acqua quale terzo fattore su un asse verticale (cfr. cap. 2.4.2). Siccome però nei tratti con deflussi discontinui artificiali la qualità dell'acqua è meno critica rispetto al deflusso o alla morfologia, per semplicità nel grafico questo fattore è tralasciato.

Fig. A3 > Stato delle acque in funzione dell'influsso delle ondate di piena artificiali (deflusso) e della morfologia

Grafico tratto da Limmex (2007), adattato.



Secondo l'articolo 39a capoverso 1 LPAc è necessario un risanamento quando la flora e la fauna indigene nonché i loro biotopi sono pregiudicati in maniera sensibile da deflussi discontinui. Un pregiudizio può essere considerato sensibile quando modifica le caratteristiche (la «natura») di un corso d'acqua in una determinata direzione e in una certa entità. La produzione con deflussi discontinui modifica anzitutto le condizioni di deflusso, che a loro volta hanno ripercussioni su altre caratteristiche, tra l'altro biologiche, delle acque. Ecco qualche esempio di modifiche ecologiche sensibili:

Pregiudizi sensibili

- > La biocenosi di un corso d'acqua che originariamente apparteneva alla zona, definita dal punto di vista dell'ecologia delle acque, dell'iporhithral (zona del temolo) è «rithralizzata», cioè spinta in direzione di regioni situate più a monte, attraverso l'influsso dei deflussi discontinui. Ancora oggi la biocenosi corrisponde quindi a quella della zona della trota (epi-metarhithral) e le acque non offrono quasi più condizioni di vita adatte al temolo, la specie indicatrice tradizionale.
- > Originariamente, allo stato naturale, durante i mesi invernali i corsi d'acqua alpini presentavano deflussi sempre bassi (magre) e di conseguenza solo scarsi movimenti di detriti fini, fatte salve alcune eccezioni in caso di rialzo della temperatura a causa del favonio. Oggi l'influsso dei deflussi discontinui perturba questa cosiddetta tranquillità del fondo dell'alveo, e durante le ondate di piena artificiali quasi ogni giorno vengono trasportati detriti fini, fatti rotolare o trascinati dalla corrente oltre le sezioni dell'alveo con correnti più forti.

In pratica, questo requisito è analizzato e valutato con una selezione di indicatori concreti (allegato A7). Sussiste un pregiudizio sensibile se lo stato delle acque viene classificato mediocre (colore giallo) o al di sotto (colore dall'arancione al rosso) nella scala a cinque livelli del concetto basato su moduli e livelli (fig. A2). In presenza di uno stato molto buono (blu) o buono (verde), gli obiettivi stabiliti dalla legge sono raggiunti per definizione e di conseguenza non sussiste alcun pregiudizio sensibile.

A2-3 **Importanza e inclusione della morfologia**

In certi tratti con deflussi discontinui, oggi sono presenti sezioni molto diverse dal punto di vista morfologico, alcune ancora naturali o prossime allo stato naturale (esempio 5). Altri tratti con deflussi discontinui sono invece praticamente completamente canalizzati (esempio A1). Accanto alle disposizioni sui deflussi discontinui, la legge sulla protezione delle acque contiene anche requisiti più severi sulla rivitalizzazione delle acque e sul risanamento del bilancio in materiale detritico. Le relative pianificazioni procedono parallelamente alla pianificazione di misure di attenuazione dei deflussi discontinui e avranno come conseguenza una rivalutazione, più o meno marcata, anche della morfologia fluviale di numerosi corsi d'acqua. Nella peggiore delle ipotesi, le misure volte ad attenuare i deflussi discontinui pianificate solo per la morfologia attuale (in qualche caso completamente canalizzata) potrebbero rivelarsi inadeguate per la morfologia futura. Ciò emerge anche solo dal fatto che gli effetti pregiudizievoli della produzione con deflussi discontinui menzionati all'articolo 41e lettera b OPAC dipendono in modo molto variabile dalla morfologia (tabella A2). Alcuni di questi effetti o le carenze che provocano a livello di ecologia delle acque sono accentuati da una morfologia più naturale (p. es. pesci arenati), mentre altri sono attenuati (p. es. erosione dei luoghi di fregola o deriva di animali acquatici). Altri ancora, come le variazioni della temperatura dell'acqua, non dipendono dalla morfologia o non ne dipendono in misura così marcata.

È perciò indispensabile poter valutare i pregiudizi provocati dai deflussi discontinui non soltanto per lo stato vigente (attuale), bensì anche per gli stati e le morfologie futuri considerati (allegato A2-1). Nella valutazione approfondita (cap. 2.5) ciò interessa in primo luogo lo stato prevedibile. Nella valutazione complementare da parte dei detentori dovrebbe confluire anche l'obiettivo di sviluppo (cap. 5).

Influsso della morfologia

L'allegato A3 descrive le morfologie da rispettare in un determinato corso d'acqua.

Tab. A2 > Relazione tra la morfologia dei corsi d'acqua e i pregiudizi tipici causati dai deflussi discontinui o dai deficit ecologici che provocano

È indicata la probabilità con cui si verifica un deficit per una determinata morfologia (+ = improbabile e +++ = molto probabile).

Deficit a livello di ecologia delle acque tipica	Morfologia fluviale		
	Rettilinea	Banchi di ghiaia alternati	Ramificata
Movimenti regolari di parti dell'alveo in Q_{Max}	+++	++	+
Prosciugamento periodico di parti dell'alveo e conseguente arenamento di pesci e invertebrati durante la fase di portata ridotta	+	+ / ++	+++
Aumento della deriva di invertebrati durante l'innalzamento del deflusso	+++	++	+ / ++
Variazione repentina della temperatura dell'acqua	+++	+++	+++
Variazione repentina della torbidità	+++	+++	+++

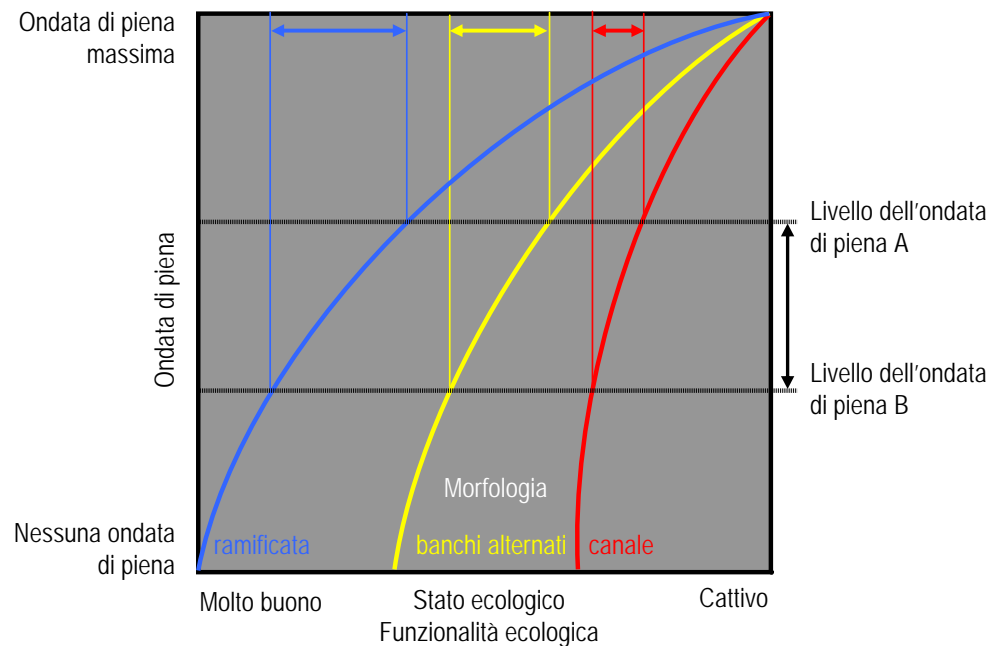
Tabella tratta da Schweizer et al. 2009

Se attualmente o in futuro in un corso d'acqua sono presenti diverse morfologie, secondo l'UFAM (2011a) la valutazione degli effetti dei deflussi discontinui deve essere effettuata espressamente anche per la morfologia che reagisce maggiormente all'impatto dei deflussi discontinui. Potendo essere mal interpretato, questo cosiddetto principio dello stato più sensibile è descritto in dettaglio di seguito.

La figura A4 illustra il principio dello stato più sensibile in base alle tre morfologie fondamentali: corso ramificato, corso con banchi di ghiaia alternati e canale. L'allegato A3 spiega come determinare lo stato più sensibile.

Fig. A4 > Il principio dello stato più sensibile

Cfr. le spiegazioni nel testo.



Se l'ondata di piena artificiale di una centrale passa dal livello B al livello A, lo stato ecologico s'impoverisce e la funzionalità ecologica (altrettanto importante) diminuisce, soprattutto nel tratto ramificato e meno nel canale. Al contrario, con un'attenuazione dell'ondata di piena artificiale dal livello A al livello B nel tratto ramificato, con una maggiore diversità morfologica, si trae anche il maggior profitto ecologico. Inoltre è fondamentale il fatto che anche al livello di ondata di piena superiore A lo stato ecologico del tratto ramificato spesso è ancora nettamente migliore di quello delle morfologie restanti al livello B. Può addirittura anche verificarsi (come rappresentato nella fig. A4) che anche senza l'influsso dei deflussi discontinui il canale presenti una qualità ecologica peggiore rispetto al tratto ramificato caratterizzato da nette ondate di piena artificiali (ovvero al livello A) (cfr. esempio 2).

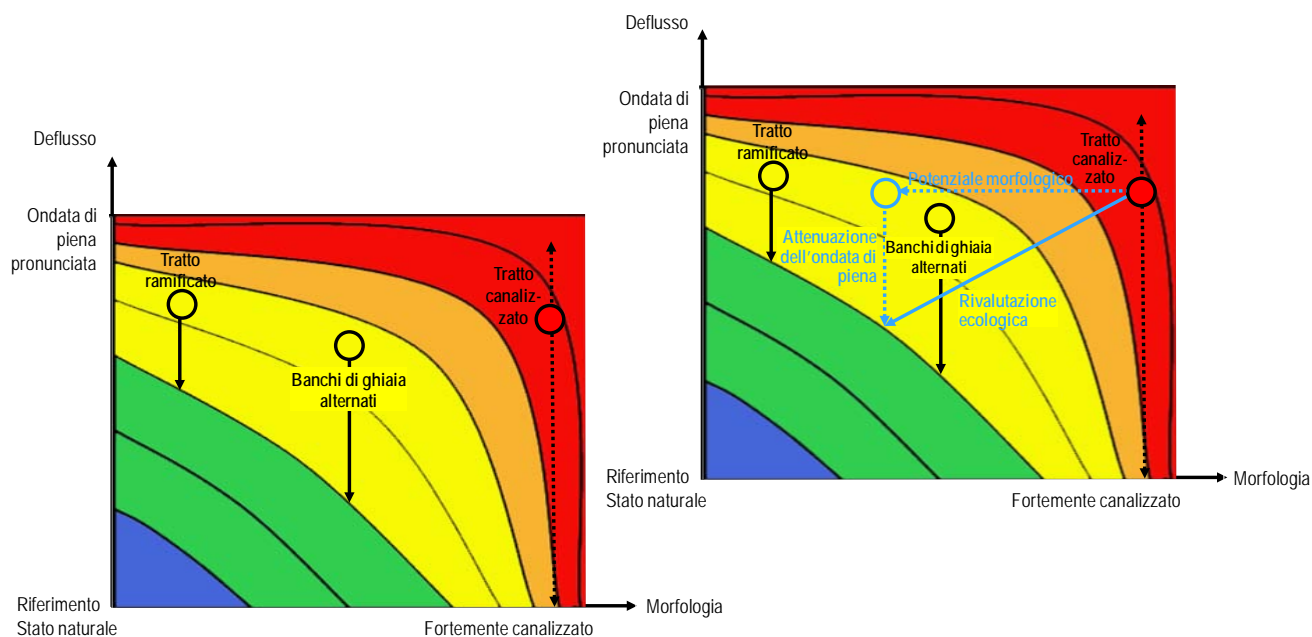
La rappresentazione del principio nella figura A4 rispecchia queste interazioni in modo molto generico e non può essere applicata direttamente a un determinato corso d'acqua.

Anche l'esempio A2 spiega qual è l'influsso principale che può essere esercitato dalla morfologia sugli effetti della produzione con deflussi discontinui e quindi anche sulla pianificazione di misure di attenuazione dei deflussi discontinui.

Esempio A2:**Possibile influenza della morfologia sulle misure di attenuazione dei deflussi discontinui**

In un corso d'acqua influenzato da deflussi discontinui vengono analizzate tre morfologie distinte: un tratto canalizzato, un tratto con banchi di ghiaia alternati e un tratto ramificato (cfr. allegato A3). Nell'immagine a sinistra i tre tratti testati sono inseriti in un diagramma deflusso-morfologia (allegato A2-2), in base ai risultati di analisi concrete dell'ecologia delle acque già effettuate. In questo esempio, tutti i tratti dovrebbero quindi essere classificati come pregiudicati in maniera sensibile (o più forte). Le frecce rivolte verso il basso indicano di quanto dovrebbero essere migliorate le condizioni di deflusso per raggiungere uno stato delle acque appena sufficiente. È chiaro, inoltre, che nel tratto con banchi di ghiaia alternati i deflussi discontinui dovrebbero essere attenuati maggiormente che non nel tratto ramificato, il che corrisponde anche al principio dello stato più sensibile (fig. a4). Nel tratto canalizzato, invece, si riscontra un tale degrado della morfologia da non poter raggiungere una qualità delle acque sufficiente anche senza l'influsso dei deflussi discontinui.

Nella figura a destra è inoltre illustrato cosa succederebbe in caso di rivalutazione morfologica del tratto canalizzato. Con una diversità morfologica crescente, la qualità delle acque aumenterebbe anche senza modificare i deflussi discontinui. Se fosse sfruttato l'intero potenziale morfologico mediante una rivitalizzazione delle acque, con misure di attenuazione dei deflussi discontinui si potrebbe ripristinare un buono stato.



A3 Determinazione della o delle morfologie naturali e dello stato più sensibile

Per stato naturale o prossimo allo stato naturale s'intende lo stato, non identificabile esattamente nel tempo, in cui si trovavano le acque prima della loro correzione (accorciamenti, correzioni, opere di protezione di rive e fondali, creazione di salti artificiali ecc.), ma già dopo le grandi deviazioni dei fiumi verso laghi situati in prossimità (cfr. fig. A1).

Morfologia naturale

Attraverso alcune semplici grandezze idrauliche è possibile determinare sommariamente quale o quali morfologie presentava un corso d'acqua allo stato naturale (fig. a5). Tra queste grandezze figurano la larghezza del letto del fiume BF, la profondità di deflusso media h e la granulometria caratteristica dm . La morfologia attesa o naturale è determinata secondo il metodo descritto in Marti e Bezzola (2004) per un deflusso che forma un letto (circa Q_2).

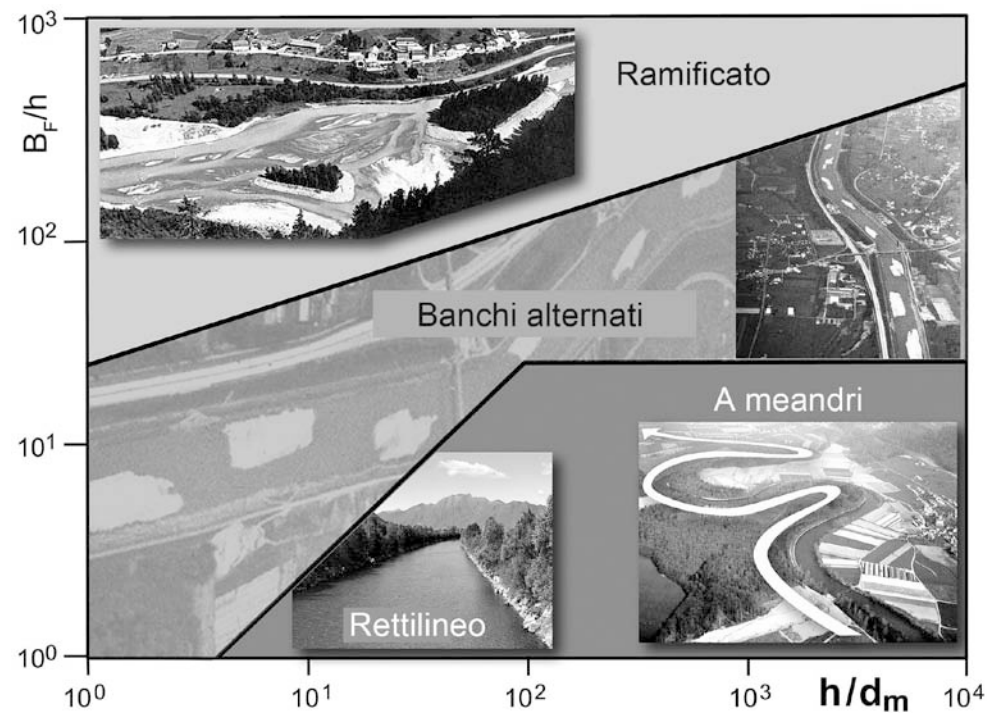
Spesso la morfologia naturale può anche essere ricostruita, perlomeno in parte, attraverso vecchi documenti, come descrizioni o carte, nonché in base all'analisi di acque della stessa tipologia lasciate allo stato naturale.

Molti tratti con deflussi discontinui, soprattutto quelli più lunghi, presentavano naturalmente non solo una, bensì più morfologie distinte (esempio 5). Di norma, le morfologie più variegata (p. es. i tratti ramificati) sono quelle che reagiscono in maniera più sensibile all'impatto dei deflussi discontinui (fig. a4) e sono dunque quelle determinanti per la valutazione (cap. 2.4.4). Non si può indicare in generale quale lunghezza deve avere un tratto con morfologia naturale o con lo stato più sensibile per essere preso in considerazione. Dovrebbe tuttavia raggiungere almeno una lunghezza che gli permetta di svolgere importanti funzioni per l'ecologia delle acque senza i pregiudizi provocati dai deflussi discontinui (p. es. una riproduzione naturale funzionante di particolari specie di pesci), che altrimenti non sarebbero quasi più garantite all'interno del corso d'acqua.

Stato più sensibile

Fig. A5 > Morfologia fluviale attesa in funzione della larghezza relativa del letto del fiume $Y = L_l/h$ e della profondità relativa media $X = h/d_m$ (diagramma di da Silva)

Figura tratta da Marti e Bezzola (2004), riproduzione autorizzata da VAW.



Più corto è il tratto con morfologia naturale o con lo stato più sensibile, più forte è l'impatto su di esso della morfologia dei tratti situati a monte e a valle (effetto d'irraggiamento; DRL 2008, Kail e Hering 2009).

Certi punti di riferimento per la lunghezza minima di un tratto naturale o prossimo allo stato naturale possono scaturire anche dalla cosiddetta lunghezza d'onda. Questa grandezza morfologica designa la lunghezza che deve presentare un tratto di corso d'acqua per costituire la sua morfologia naturale secondo la figura A5 (Zeller 1965, Mandelsdorf e Scheurmann 1980, Jäggi 1983). Se oltre ai criteri puramente morfologici si considerano anche gli effetti marginali ecologicamente rilevanti (ovvero l'effetto d'irraggiamento), la lunghezza d'onda corrisponde a circa 10–20 volte la larghezza media dell'alveo. Per ora, tale lunghezza minima può tuttavia essere corroborata solo parzialmente da analisi sull'ecologia delle acque (p. es. Weber et al. 2009).

A4 Selezione dei punti di analisi e dei tratti di riferimento

Per valutare l'obbligo di risanamento bisogna stabilire quali siano i punti di un corso d'acqua influenzato da deflussi discontinui che devono essere analizzati e valutati. Nelle figure A6 e A7 è rappresentata a titolo esemplificativo l'ubicazione dei punti di analisi per una situazione semplice e per una complessa.

Selezione dei punti di analisi

Nella situazione più semplice ipotizzabile, una centrale che provoca deflussi discontinui restituisce l'acqua d'esercizio a un corso d'acqua, che successivamente sfocia in un lago (esempio A3). In questo caso i punti di analisi possono essere limitati, a seconda della lunghezza e del genere di tratto con deflussi discontinui:

- > a un punto situato appena dopo la restituzione delle acque, dove l'influsso dei deflussi discontinui è più forte;
- > eventualmente a un altro punto più a valle, se l'impatto dei deflussi discontinui varia visibilmente a causa della distanza e/o di affluenti laterali;
- > eventualmente a un altro punto in un tratto di corso d'acqua morfologicamente differente (p. es. in un tratto ramificato) e/o in una zona golenale inventariata.

Esempio A3: La situazione semplice dell'Aubonne

Una situazione semplice si riscontra ad esempio nel torrente Aubonne, nel Canton Vaud, dove a valle di una centrale vi è un tratto di quasi 3 km con deflussi discontinui prima di sfociare nel Lago Lemano. In questo tratto non si registrano affluenti importanti, mentre nell'area del delta l'Aubonne attraversa una zona golenale d'importanza nazionale (oggetto IFP n. 1210). Quest'ultima sezione del tratto con deflussi discontinui presenta una morfologia più variata rispetto alle sezioni canalizzate a monte. In questo caso, per lo studio e la valutazione dell'influsso dei deflussi discontinui dovrebbero essere scelti due punti: uno subito dopo la centrale e uno più a valle, nella zona golenale, con una morfologia il più possibile prossima allo stato naturale (cfr. Limnex 2007).

In situazioni più complesse sono necessari nettamente più punti di analisi per poter rilevare e valutare l'influsso dei deflussi discontinui in tutte le sue possibili sfumature. Oltre ai punti già menzionati per i casi semplici devono essere previsti altri punti di analisi:

- > prima e dopo l'immissione dell'acqua d'esercizio proveniente da tutte le altre centrali che provocano deflussi discontinui nel corso d'acqua;
- > prima e dopo la confluenza di due corpi idrici influenzati da deflussi discontinui;
- > eventualmente in corrispondenza di interventi microterritoriali all'interno del tratto con deflussi discontinui, come derivazioni di una parte dei deflussi discontinui da parte di centrali ad acqua fluente «intermedie» (esempio A4);
- > eventualmente sul confine cantonale.

Esempio A4: Le centrali ad acqua fluente sulla Linth

Lungo il tratto della Linth con deflussi discontinui, nel Cantone Glarona, sono presenti numerose derivazioni da parte di centrali ad acqua fluente appartenenti perlopiù a ex fabbriche tessili. Nei relativi tratti con deflusso residuale, che si estendono fino ad alcuni chilometri, le ondate di piena artificiali di una grande centrale situata a monte sono ridotte di un volume che va da alcuni m³/s fino a 12 m³/s, a seconda della portata di progetto della centrale ad acqua fluente. Contemporaneamente, però, sono nettamente ridotti anche i deflussi durante la portata ridotta, perché i tratti con deflusso residuale delle centrali ad acqua fluente non richiedono alcuna dotazione o solo una dotazione esigua. Nel complesso, in questi tratti di derivazione si registrano quindi rapporti tra portata massima e ridotta nettamente superiori rispetto ai tratti intermedi, che sono influenzati «unicamente» dalla produzione con deflussi discontinui della centrale a monte (Limnex 2006). È perciò indispensabile che la produzione con deflussi discontinui influenzata da queste centrali ad acqua fluente sia analizzata e valutata separatamente in almeno due o tre tratti di derivazione.

Il Reno anteriore, posteriore e alpino fino alla foce nel lago di Costanza rappresenta un sistema estremamente complesso e coerente. In questa zona fluviale, sul territorio svizzero vi sono 13 laghi artificiali e grandi bacini di compensazione nonché circa dieci centrali che provocano deflussi discontinui (di cui in tre punti ve ne sono due affiancate o in faccia; Limnex 2001, Margot et al. 2010). Il Cantone dei Grigioni è responsabile della maggior parte di questi impianti; un impianto, situato sulla frontiera, sottostà tuttavia alla Confederazione. Un'ulteriore centrale che provoca deflussi discontinui si trova nel tratto successivo del Reno alpino, sul territorio di San Gallo. Ancora più a valle, il deflusso è influenzato da varie centrali situate nei bacini imbriferi del canale interno del Liechtenstein e dell'Ill nel Land austriaco del Vorarlberg. Queste centrali più a valle non sono però sottoposte alla legislazione svizzera, bensì alla direttiva quadro dell'UE sulle acque.

Per stabilire i punti di analisi in modo intelligente nei lunghi tratti con deflussi discontinui, in certi casi si deve poter effettuare una stima approssimativa di come si propagano le ondate di piena delle centrali. Tale questione non può essere trattata in generale, ma va esaminata specificatamente per ogni corso d'acqua. Le ondate di piena possono essere percettibili anche a distanza di 20–50 km, anche se generalmente in tratti così lunghi si attenuano nettamente (Baumann e Klaus 2003). Lungo i circa 12 km del tratto con deflussi discontinui dell'Aare nella valle dell'Hasli tra Meiringen e il lago di Brienz, completamente canalizzato, l'idrogramma delle ondate di piena resta tuttavia praticamente invariato (Limnex 2009). Nel tratto della Linth che attraversa il Cantone Glarona è stato constatato che, in certe condizioni, l'aumento dell'ondata di piena nel tratto della Linth fino a Mollis, lungo più di 20 km, prevalentemente canalizzato, può addirittura intensificarsi («estrapolazione» dell'idrogramma; Limnex 2006).

Nei tratti smossi morfologicamente da elementi strutturali, come banchi di ghiaia alternati o pennelli, le oscillazioni del deflusso vengono attenuate più velocemente (Limnex 2010). Ciò interessa in primo luogo le velocità di innalzamento e abbassamento del deflusso o del livello, mentre la portata di piena massima (altezza dell'ondata di piena) inizia a diminuire solo dopo un tratto più lungo. La variazione dei deflussi discontinui lungo corsi d'acqua morfologicamente differenti può essere rappresentata relativamente bene dal punto di vista idraulico (Stranner 1996).

In situazioni complesse con numerose centrali che provocano deflussi discontinui e morfologie differenti lungo il corso d'acqua è consigliabile l'impiego di un modello di deflusso, con cui si possono calcolare non solo i contributi delle singole centrali alla portata sull'arco del giorno, bensì anche la propagazione dell'onda di piena artificiale nel corso d'acqua principale. Un modello del genere è ad esempio in fase di sviluppo per l'Aare nella valle dell'Hasli nel contesto di una tesi di dottorato al Politecnico di Losanna (Bieri e Schleiss 2011).

Sia nella valutazione sommaria (cap. 2.4.3.), sia nella valutazione approfondita (cap. 2.5.2.) devono essere analizzati parallelamente tratti di riferimento non influenzati, sempre che ve ne siano. Nella situazione più complessa della figura A7 sono indicati a titolo esemplificativo possibili tratti di riferimento.

Fig. A6 > Ubicazione dei punti di analisi in una situazione semplice

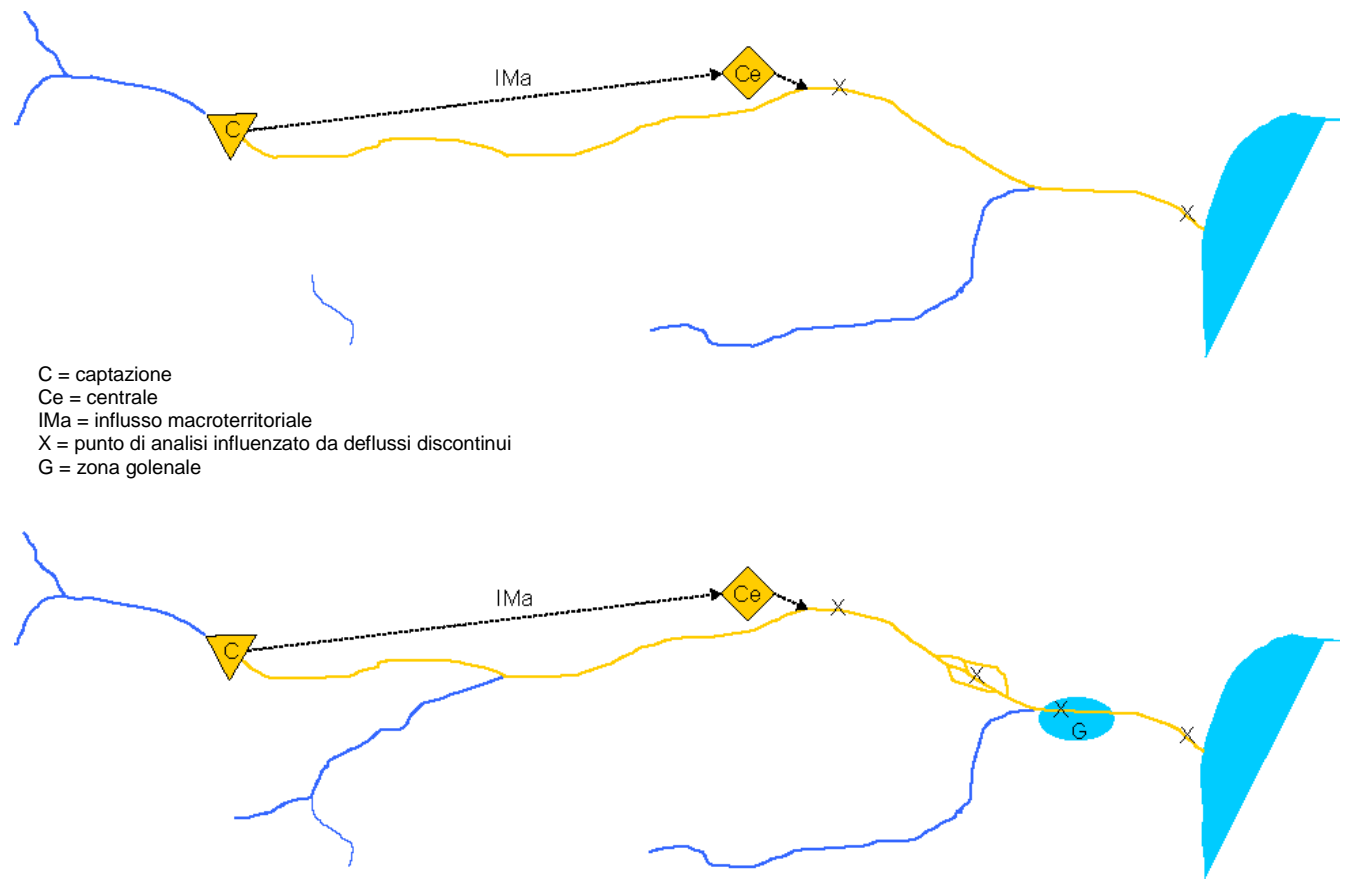
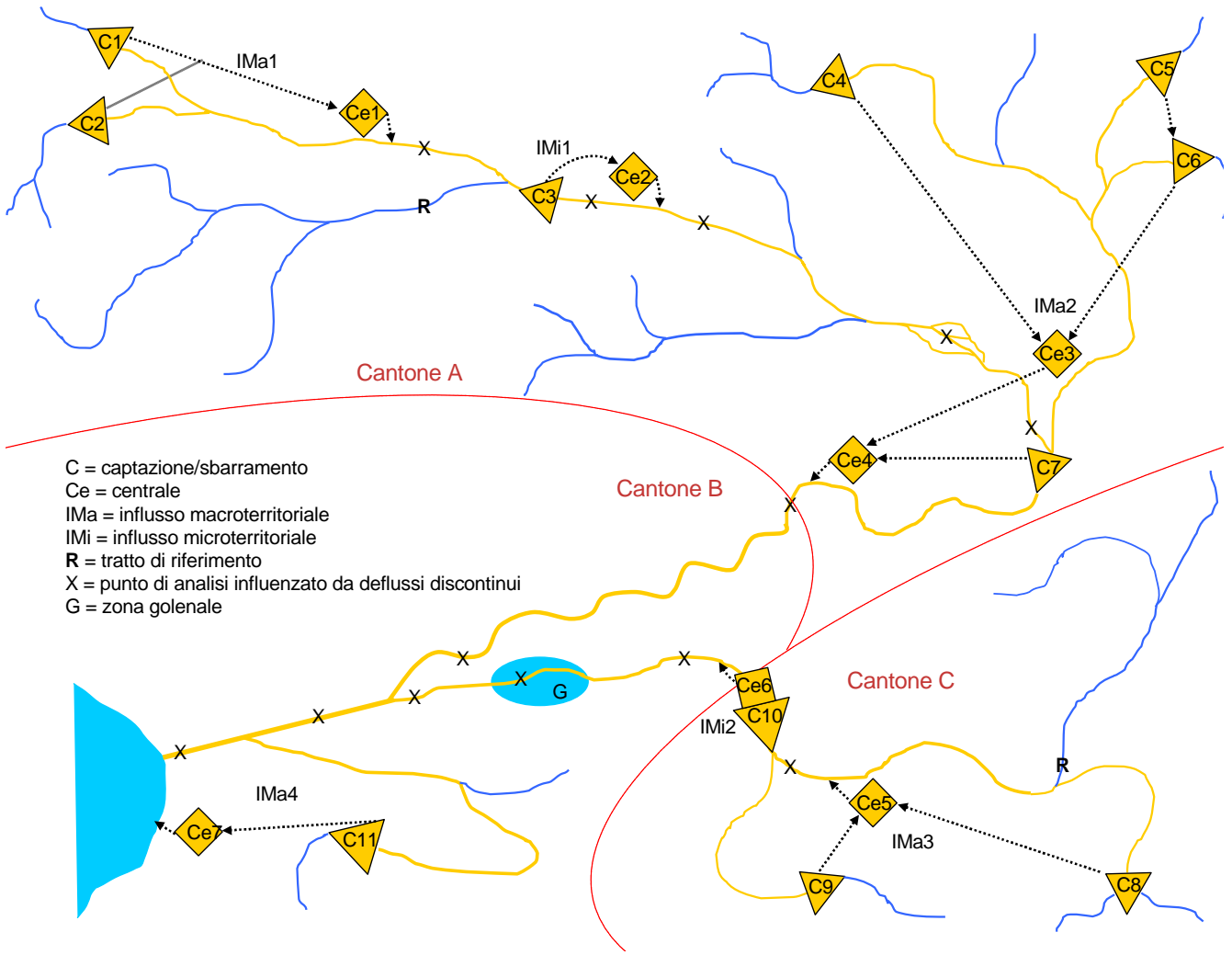


Fig. A7 > Ubicazione dei punti di analisi e dei tratti di riferimento in una situazione complessa



A5 Stima approssimativa del volume di un bacino di compensazione

Un bacino di compensazione serve a trattenere l'acqua motrice, allo scopo di attenuare i picchi di piena e aumentare il deflusso minimo durante il suo svuotamento.

Dimensionamento del bacino di compensazione

Il bacino di compensazione deve essere dimensionato e gestito in modo tale che, tenendo conto dell'esercizio attuale della centrale,

1. nelle acque non venga superato il deflusso massimo definito;
2. non si scenda al di sotto della velocità di abbassamento dell'ondata di piena definito (valore negativo); e
3. non si scenda al di sotto di un deflusso minimo da determinare.

La procedura descritta di seguito serve a stimare a grandi linee il volume del bacino necessario. In caso di progettazione devono essere condotte analisi più dettagliate.

Quali condizioni quadro sono necessari i seguenti dati:

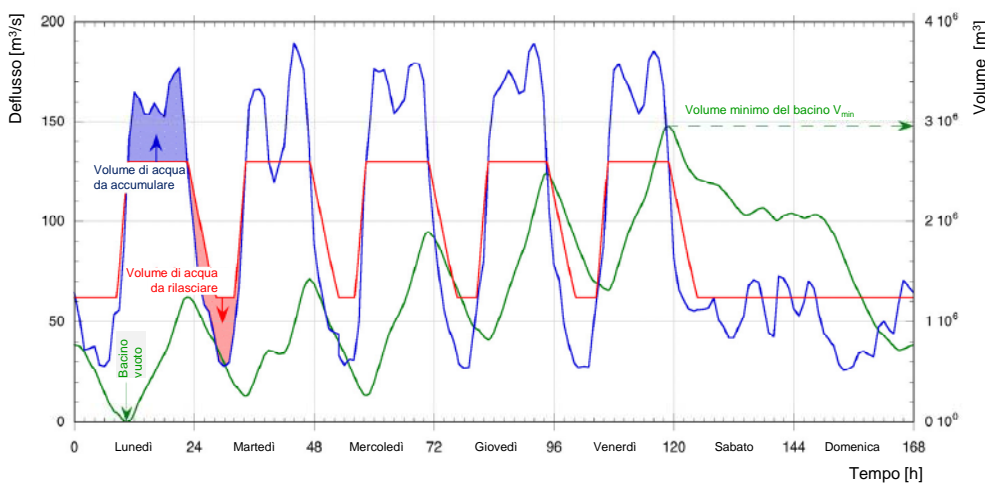
1. idrogramma settimanale tipico con forti ondate di piena artificiali invernali;
2. idrogrammi tipici durante i giorni festivi (20.12–10.1);
3. deflusso di piena massimo consentito nel corso d'acqua in [m³/s];
4. velocità minima di abbassamento dell'ondata di piena in [m³/s/min];
5. deflusso minimo necessario in [m³/s] conformemente alla concessione o alla decisione sul risanamento.

La procedura di determinazione del volume del bacino necessario è articolata in due parti:

- > **Parte 1:** calcolo del volume del bacino e del deflusso minimo tenendo conto della compensazione settimanale. La procedura iterativa comprende le seguenti fasi:
- *fase 1:* fissazione di un deflusso minimo considerando (5) ed eventualmente altre condizioni quadro (cfr. indicatore D1 nell'allegato A7);
 - *fase 2:* determinazione della curva di riempimento e di svuotamento durante l'idrogramma settimanale considerando le condizioni quadro (3), (4) e (5). Il calcolo comincia il lunedì con l'inizio dell'ondata di piena ($Q > Q_{ridotta}$) e termina dopo una settimana con il deflusso minimo (lunedì alla stessa ora);
 - *fase 3:* le fasi 1 e 2 devono essere ripetute finché alla fine dell'idrogramma settimanale il bacino è completamente vuoto. Una volta soddisfatta questa condizione viene stabilito il deflusso minimo della compensazione settimanale. Occorre inoltre garantire che durante la settimana il bacino sia sempre parzialmente riempito (o vuoto);
 - *fase 4:* il volume minimo del bacino (V_{min}) necessario per la compensazione settimanale risulta dal volume massimo della curva di riempimento e di svuotamento definitiva. Si consiglia di applicare una maggiorazione del 20 per cento (V_{CS} : volume della compensazione settimanale).

La figura A8 mostra i risultati di questi calcoli con un esempio: il bacino si svuota lunedì mattina attorno alle 10. Se il deflusso supera il picco di piena massimo consentito, viene trattenuta acqua per attenuare l'idrogramma delle ondate di piena artificiali (superficie blu) e la curva di riempimento (verde) cresce. Se invece la curva decrescente dell'idrogramma scende al di sotto del deflusso massimo consentito, una parte dell'acqua contenuta nel bacino è rilasciata per rallentare la diminuzione dell'ondata di piena e per aumentare la portata ridotta (superficie rossa), in modo tale che la curva di riempimento scenda. Dato che nei giorni lavorativi la quantità di acqua trattenuta è superiore a quella rilasciata, la curva di riempimento cresce fino a venerdì notte sino a raggiungere il massimo. Questo valore massimo rappresenta il volume minimo del bacino V_{\min} necessario. Nel fine settimana, fino a lunedì mattina, viene nuovamente rilasciata tutta l'acqua in modo da aumentare la portata ridotta, di modo che la curva di riempimento scenda a zero.

Fig. A8 > Raffigurazione della stima del volume di un bacino di compensazione per un corso d'acqua influenzato da ondate di piena artificiali



> **Parte 2:** Gestione del bacino e funzionamento della centrale durante i giorni festivi

I giorni festivi possono esercitare un influsso determinante sul deflusso minimo. A seconda di quando cadono, i giorni festivi di Natale e Capodanno cominciano con bacini di compensazione pieni, parzialmente pieni o vuoti. Un ulteriore influsso è esercitato dal funzionamento della centrale durante e tra i giorni festivi.

L'analisi degli idrogrammi dei giorni festivi mostra che sia a causa del calendario che varia da un anno all'altro, sia a causa del funzionamento variabile della centrale non è possibile dedurre regole uniformi per determinare il deflusso minimo o il corrispondente volume del bacino. Se ad esempio i giorni festivi (25 dicembre, 1° gennaio) cadono di lunedì, il volume determinato in base alle fasi 1-4 deve essere almeno raddoppiato. Al contrario, nel caso più favorevole non è necessario alcun ampliamento del bacino.

Si ottiene così un primo intervallo per la grandezza del bacino di compensazione V_{BC} :

$$V_{CS} \leq V_{BC} \leq (2 \dots 3) * V_{\min}$$

Dal punto di vista dell'ecologia delle acque occorre garantire che il livello del deflusso minimo non scenda più di 18 cm al di sotto del livello durante il periodo di fregola (portata ridotta in novembre e dicembre). Se questa condizione è soddisfatta, i nidi di fregola, scavati durante la portata ridotta con una profondità minima di 20 cm, non si prosciugano. Tuttavia, dato che spesso nei mesi di novembre e dicembre il deflusso minimo è maggiore rispetto a quello in pieno inverno, il margine restante è minimo.

Per evitare deflussi minimi troppo bassi durante i giorni festivi sono ipotizzabili le seguenti misure:

1. costruzione di un bacino di compensazione sufficientemente grande;
2. assicurazione di un deflusso minimo durante il periodo di fregola (novembre e dicembre) corrispondente alla portata ridotta della compensazione settimanale (fase 3). Ciò è possibile solo in centrali ad accumulazione con impianto di pompaggio;
3. turbinaggio dell'acqua accumulata nei periodi in cui il bacino è vuoto, in modo tale che il livello dell'acqua non scenda più di 18 cm al di sotto di quello del deflusso minimo con compensazione settimanale.

Le misure (2) e (3) rappresentano interventi nel funzionamento delle centrali. La misura (3) determina minori entrate (produzione in periodi con eccedenza di energia elettrica). Le misure ottimali per garantire una portata ridotta sufficiente durante i giorni festivi possono essere determinate in base a calcoli di redditività, in cui i costi aggiuntivi per un bacino di compensazione più grande sono paragonati al risarcimento di un'eventuale minor produzione.

A6 Requisiti minimi della pianificazione cantonale

Requisiti minimi del rapporto intermedio entro la metà del 2013	
Allegato 4a numero 2 capoverso 1 OPAC	Documentazione che deve essere presentata dal Cantone
a) per ogni bacino imbrifero un elenco delle centrali idroelettriche esistenti che possono provocare variazioni del deflusso (centrali ad accumulazione e centrali idroelettriche ad acqua fluente)	<ul style="list-style-type: none"> • Nome e ubicazione dell'impianto • Corsi d'acqua interessati • Coordinate della parte dell'impianto che provoca oscillazioni del deflusso
<p>b) dati indicanti quali centrali idroelettriche, e in quali tratti, pregiudicano in maniera sensibile la fauna e la flora indigene nonché i loro biotopi a causa dei deflussi discontinui</p> <p>Commento: quando sussiste un pregiudizio «sensibile»? Impianti che provocano ondate di piena artificiali che superano di almeno 1,5 volte la portata ridotta (art. 41e lett. a OPAC) e modificano in modo pregiudizievole la quantità, la composizione e la varietà delle biocenosi vegetali e animali consoni al luogo, in particolare per l'occorrenza periodica e non riconducibile a cause naturali di fenomeni quali l'arenamento di pesci, la distruzione di luoghi di fregola, il convogliamento di animali acquatici, le formazioni di intorbidimenti o le variazioni inammissibili della temperatura dell'acqua (art. 41e lett. b OPAC)</p>	<p>Impianti non pregiudicati in maniera sensibile (cap. 2.2):</p> <ul style="list-style-type: none"> • documentazione per la delimitazione degli impianti con rapporto tra portata massima e ridotta < 1,5 : 1 (calcolo, rapporto tra portata massima e ridotta) • motivazione dei pregiudizi manifestamente trascurabili (cap. 2.2.2) • descrizione per ciascun indicatore in base ai valori di misurazione secondo il cap. 2.5.3 <p>Impianti pregiudicati in maniera sensibile (cap. 2.3, Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. e 2.5): descrizione del «pregiudizio sensibile» in base ai criteri descritti ai cap. 2.4.3, 2.4.4 o 2.5.3</p> <p>Dati – previa consultazione con le centrali – per gli impianti soggetti all'obbligo di risanamento (art. 41f OPAC):</p> <ul style="list-style-type: none"> • documentazione e descrizione del pregiudizio sensibile • modifiche edili e d'esercizio dell'impianto previste
c) una valutazione del potenziale ecologico dei tratti dei corsi d'acqua pregiudicati in maniera sensibile e del grado di gravità del pregiudizio	<p>Prima valutazione/classificazione del potenziale ecologico secondo l'art. 33a OPAC (cap. 3.3, allegato A2-1). Suddivisione della gravità del pregiudizio in base alle classi di stato «cattivo», «insoddisfacente», «mediocre» (cap. 2.4.4, 2.5.3, allegato A2-2)</p>
d) per ogni centrale idroelettrica che a causa dei deflussi discontinui pregiudica in maniera sensibile la fauna e la flora indigene nonché i loro biotopi: le possibili misure di risanamento, una loro valutazione e la definizione delle misure che devono essere presumibilmente adottate nonché dati riguardanti il coordinamento di siffatte misure all'interno del bacino imbrifero	<ul style="list-style-type: none"> • Possibili misure di risanamento • Fattibilità • Costi • Beneficio ecologico • Misure presumibili • È stato coinvolto il detentore della centrale? • Come sono state coordinate le misure all'interno del bacino imbrifero (p. es. in presenza di più centrali nello stesso bacino?)
e) per le centrali idroelettriche nelle quali, a causa di circostanze particolari, non si possono ancora definire le misure di risanamento di cui alla lettera d che dovranno presumibilmente essere adottate: il termine entro il quale i dati di cui alla lettera d saranno presentati all'UFAM.	Motivazione plausibile del ricorso a questa clausola di deroga e termine entro il quale questi dati saranno presentati all'UFAM
Requisiti minimi della pianificazione approvata entro la fine del 2014	
Allegato 4a numero 2 capoverso 2 OPAC	Documentazione che deve essere presentata dal Cantone
a) un elenco delle centrali idroelettriche i cui detentori sono tenuti ad adottare misure per rimuovere un pregiudizio sensibile arrecato dai deflussi discontinui alla fauna e alla flora indigene nonché ai loro biotopi, con indicazione delle misure di risanamento da adottare nonché dei termini entro cui devono essere pianificate e attuate. I termini sono stabiliti in funzione dell'urgenza del risanamento	<p>Elenco definitivo e corretto con i dati del rapporto intermedio. Misure di risanamento definitive. Dati supplementari concernenti i termini di pianificazione e attuazione. L'urgenza dipende dalla gravità del pregiudizio e dal potenziale ecologico delle acque.</p>
b) dati riguardanti il coordinamento delle misure di risanamento con altri provvedimenti di protezione dei biotopi naturali e di protezione contro le piene nel bacino imbrifero in cui si trovano le acque interessate	<p>Dati sul coordinamento con le pianificazioni nei seguenti settori:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rivitalizzazione delle acque (art. 41d OPAC) • risanamento del bilancio in materiale detritico (art. 42b OPAC) • libera circolazione dei pesci (art. 9b OLFP) <p>nonché con la protezione contro le piene e la protezione delle acque sotterranee e ulteriori misure di protezione dei biotopi naturali. Se necessario, il coordinamento deve andare al di là dei confini cantonali.</p>
c) per le centrali idroelettriche nelle quali, a causa di circostanze particolari, non si possono ancora definire le misure di risanamento da adottare: il termine entro cui il Cantone stabilisce e all'occorrenza quali misure di risanamento devono essere pianificate e attuate, specificando le scadenze	Motivazione plausibile del ricorso a questa clausola di deroga e termine entro il quale il Cantone stabilisce se ed eventualmente quali misure di risanamento devono essere pianificate e attuate entro quando.

Indennità della Confederazione ai Cantoni per le spese di pianificazione

Art. 62c LPAc

Documentazione che deve essere presentata dal Cantone

1 Entro i limiti dei crediti stanziati, la Confederazione accorda ai Cantoni indennità per la pianificazione di cui all'articolo 83b, sempreché quest'ultima le sia presentata entro il 31 dicembre 2014.
2 Le indennità ammontano al 35 per cento dei costi computabili.

Distinta trasparente delle spese necessarie e sostenute effettivamente dal Cantone per la pianificazione cantonale. Queste indennità possono essere versate per le prestazioni di pianificazione fornite dopo la presentazione del rapporto intermedio o della pianificazione adottata. Non è necessaria alcuna assicurazione preliminare delle indennità da parte dell'UFAM.

A7 Indicatori

Gli indicatori e le rispettive valutazioni, illustrati nelle pagine seguenti, sono selezionati sulla scorta di una lunga esperienza nello studio di corsi d'acqua influenzati da deflussi discontinui. Essi sono stati adeguati agli obiettivi della presente metodologia (cap. 1.1) oppure elaborati da zero in conformità alla stessa. Sono descritti, tra l'altro, indicatori più o meno caratteristici dei deflussi discontinui con i rispettivi campi d'applicazione (cap. 2.4 e 2.5).

È pertanto presumibile che una valutazione eseguita utilizzando tali indicatori rifletta lo stato attuale delle conoscenze nell'ambito dei deflussi discontinui (*state of the art*). Per certi aspetti, tuttavia, queste conoscenze sono ancora lacunose, per cui è indispensabile svolgere ulteriori analisi e ricerche per imparare a comprendere e valutare meglio gli effetti dei deflussi discontinui (p. es. Young et al. 2011).

Si consiglia pertanto di analizzare in maniera continua le esperienze pratiche maturate nell'ambito delle pianificazioni cantonali inerenti all'applicazione del metodo di studio e di valutazione qui descritto. Grazie a queste analisi i detentori avranno la possibilità di adeguare gli indicatori, ove necessario, al termine della prima fase, una volta completate le pianificazioni cantonali, per poterli applicare nella seconda fase.

A7-1 Modulo CML «Pesci» – indicatore P1

La fauna ittica che popola un corso d'acqua costituisce una biocenosi tipica delle condizioni locali, le quali sono definite in base alla dimensione, alla pendenza e all'altitudine del corso nonché alla temperatura dell'acqua. Inoltre i corsi d'acqua possono essere suddivisi in zone di biocenosi, e per ognuna di esse può essere determinata una specie predominante e altre importanti specie di accompagnamento (Huet 1949).

Basi teoriche

In condizioni ecologiche naturali la distribuzione delle fasce d'età della popolazione di una specie di pesci assume una struttura piramidale. In condizioni degradate, e in particolare quando la riproduzione naturale è disturbata, generalmente questa struttura delle fasce d'età cambia: si osserva infatti una diminuzione più o meno pronunciata della presenza di avannotti.

Il concetto basato su moduli e livelli della Confederazione, finalizzato alla definizione di metodi di analisi e di valutazione dei corsi d'acqua, comprende il modulo «Pesci», che consente di valutare la composizione del popolamento ittico mediante quattro parametri (Schager e Peter 2004):

- > varietà di specie ittiche e dominanza delle specie;
- > struttura della popolazione delle specie indicatrici;
- > densità della popolazione delle specie indicatrici;
- > deformazioni e anomalie.

Il metodo di rilevazione dei dati è descritto dettagliatamente nel modulo CML «Pesci» (Schager e Peter 2004). Tale metodo è tuttavia applicabile soltanto ai corsi d'acqua guadabili. Per studiare corsi d'acqua di maggiori dimensioni è pertanto indicato applicare altri metodi di rilevazione adeguati oppure raccogliere informazioni relative alla popolazione ittica facendo ricorso ad altre fonti (studi, rapporti sull'impatto sull'ambiente, statistiche delle catture ecc.).

Rilevazione dei dati

Analisi e illustrazione dei risultati secondo il modulo CML «Pesci» (Schager e Peter 2004).

Interpretazione e presentazione dei risultati

Per valutare lo stato della fauna ittica, il modulo CML «Pesci» prevede una scala di valutazione composta da cinque livelli (Schager e Peter 2004).

Valutazione

Fonti bibliografiche

Huet M. 1949: Aperçu des relations entre la pente et les populations piscicoles des eaux courantes. Schweiz. Z. Hydrol. 11: 332-351.

Schager E., Peter A. 2004: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer – Fische Stufe F (flächendeckend). BUWAL Vollzug Umwelt, Mitteilung zum Gewässerschutz Nr. 44: 1-63 (disponibile anche in francese).

A7-2 Arenamento di pesci – indicatore P2

L'arenamento di pesci e invertebrati può contribuire fortemente alla riduzione della popolazione ittica. Da un lato muoiono gli animali stessi (alta mortalità in determinate fasce d'età) e dall'altro la messa a secco degli invertebrati comporta la riduzione della biomassa di organismi che fungono da nutrimento per i pesci e, di conseguenza, una diminuzione della produttività ittica del corso d'acqua. La diminuzione di portata colpisce in particolare gli avannotti (fascia d'età 0+ e 1+), mentre i pesci più grandi riescono a reagire meglio all'abbassamento del livello dell'acqua (Halleraker et al. 2003). Poiché la rilevazione diretta degli animali arenati resterebbe limitata a meri ritrovamenti casuali (secondo Saltveit et al. 2001, i pesci si rifugiano infatti in parte nei sedimenti) si consiglia di basare questo indicatore principalmente su calcoli idraulici e di verificare la loro plausibilità mediante rilevazioni sul campo.

Basi teoriche

L'arenamento dipende principalmente dall'ampiezza e dalla morfologia della zona intertidale. Inoltre la velocità alla quale il livello d'acqua si abbassa durante la fase di transito tra la portata massima e la portata ridotta determina se gli organismi interessati avranno tempo sufficiente per raggiungere acque più profonde o meno.

Per valutare l'effetto dell'arenamento sull'ecologia delle acque è opportuno eseguire calcoli idraulici per i corsi d'acqua interessati. Questi calcoli vanno successivamente confermati mediante osservazioni sul campo. Il metodo qui proposto è stato applicato su vari corsi d'acqua interessati da deflussi discontinui (Zurwerra e Bur 2009).

I calcoli idraulici forniscono i seguenti dati:

Rilevazione dei dati

- > sezioni trasversali e rapporto tra livello e portata come dati di base (fig. A9);
- > estensione della zona intertidale determinata mediante il calcolo della superficie del letto bagnato e i dati inerenti alla linea d'acqua durante la portata massima e la portata ridotta;
- > tasso di abbassamento del livello dell'acqua e superficie che si prosciuga durante l'abbassamento della portata;
- > affossamenti che si prosciugano durante la portata ridotta (rischio di intrappolamento per i pesci).

Questi calcoli vengono eseguiti sull'intero corso d'acqua interessato da deflussi discontinui oppure in determinati tratti caratteristici. Nel secondo caso deve essere possibile trasferire i risultati, con sufficiente precisione, sui tratti non analizzati.

I calcoli idraulici si eseguono sulle portate massime e le portate ridotte rilevanti nonché in determinati momenti o intervalli durante l'abbassamento della portata.

Metodologia

Il metodo da applicare e i dati di base da raccogliere si basano sulla morfologia, la lunghezza e l'importanza ecologica del corso d'acqua in esame (fig. A10).

- > È consigliabile eseguire calcoli idraulici bidimensionali nei casi seguenti:
 - corsi d'acqua ramificati;
 - lunghi corsi d'acqua di una certa importanza in termini ecologici che presentano banchi di ghiaia pronunciati e un profilo longitudinale terrazzato.
- > È consigliabile eseguire calcoli idraulici unidimensionali (ossia calcoli della curva di rigurgito) nei corsi d'acqua lunghi o brevi che presentano una morfologia monotona o strutturata.

Per i corsi d'acqua brevi e canalizzati provvisti di un alveo piano è sufficiente eseguire calcoli comuni sulle portate.

Fig. A9 > Rilevazione dei profili trasversali con rapporto tra livello e portata e suddivisione in strisce per il calcolo delle superfici prosciugate

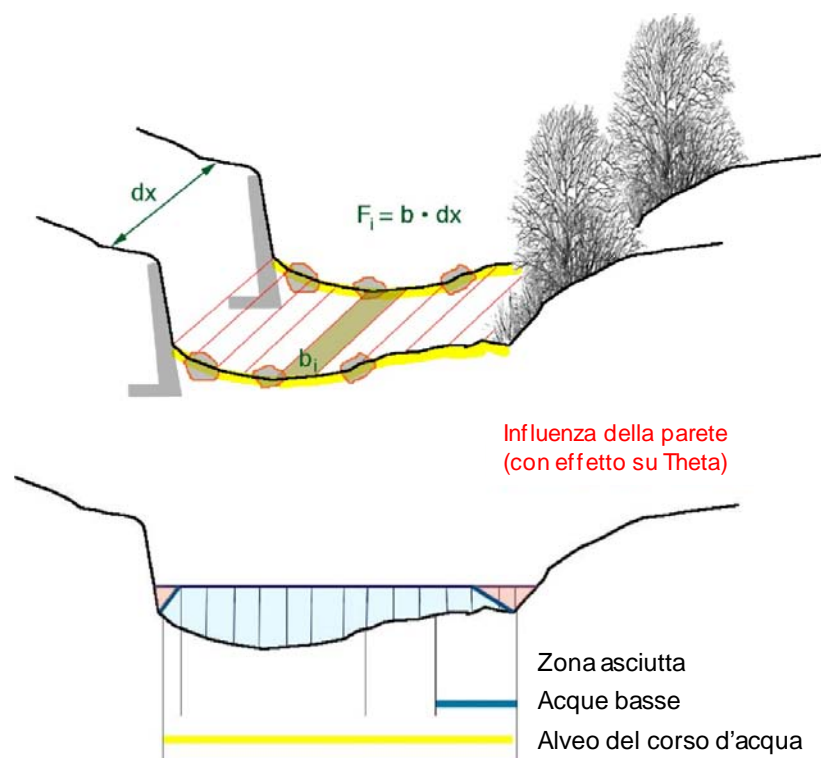
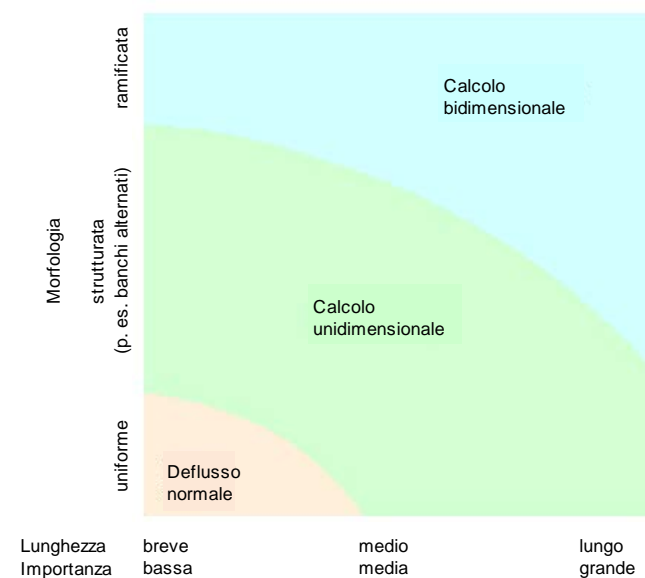


Fig. A10 > Metodo consigliato in base alla morfologia, alla lunghezza e all'importanza ecologica del corso d'acqua



Una convalida sul campo consente di analizzare la plausibilità delle superfici calcolate. In caso di portata ridotta debole e di acqua bassa viene rilevato al contempo anche il numero di pesci arenati. Il periodo in cui eseguire questa rilevazione è da stabilire in modo tale che siano presenti avannotti, ossia da fine marzo a fine giugno nei corsi d'acqua con presenza di trote fario, da aprile alla metà di maggio nei corsi con presenza di temoli nonché nei mesi di luglio e agosto nei corsi con barbo comune. È opportuno considerare al tempo stesso la temperatura stagionale e l'altitudine. Tuttavia, è stato dimostrato che a basse temperature invernali, e quindi in caso di un'attività ridotta dei pesci, l'arenamento di trote e giovani salmoni è nettamente superiore rispetto al periodo estivo (Saltveit et al. 2001). È pertanto ragionevole eseguire due rilevazioni in diverse stagioni. È inoltre opportuno elaborare una documentazione fotografica della situazione nei tratti il cui profilo trasversale sia già calcolato.

Durante questa rilevazione sul campo vengono documentati fotograficamente anche accumuli sospetti di invertebrati arenati (p. es. larve di tricoteri).

Per definire l'entità dell'arenamento è opportuno applicare le seguenti misure:




1. raffigurare le zone intertidali (piano della situazione e profili). Determinare per ogni tratto (da distinguere eventualmente in base alla morfologia) le superfici bagnate durante la portata massima e quella ridotta, nonché documentare fotograficamente la situazione sul campo;
2. raffigurare le linee d'acqua (piano della situazione e profili) in vari momenti e a seconda delle portate durante il periodo di riduzione della portata. Rilevare l'inclinazione rispettivamente della scarpata e dei banchi, come base per la valutazione del tasso di spostamento laterale della superficie dell'acqua;
3. raffigurare le superfici nella zona intertidale che possono rappresentare una trappola per i pesci;
4. rilevare il tasso abbassamento del livello dell'acqua in diversi intervalli di tempo;
5. rilevare il numero di pesci arenati per 100 metri di superficie esaminata.

Interpretazione e presentazione dei risultati




Per eseguire i calcoli unidimensionali è necessario definire l'andamento delle linee d'acqua di diverse portate tra i profili trasversali mediante rilevazioni sul campo oppure fotografie aeree.

Per valutare i dati relativi all'arenamento bisogna analizzare separatamente i vari calcoli e infine riunirli. Pertanto, i parametri utilizzati non consentono che un'approssimativa suddivisione in tre classi. La parte inerente alle superfici che si prosciugano durante la portata ridotta viene calcolata proporzionalmente all'intera superficie del fondo dell'alveo bagnata durante la portata massima:




Valutazione

Valutazione	Stato	Criterio: percentuale della superficie prosciugata
	molto buono	< 10 %
	buono	10-30 %
	mediocre-cattivo	> 30 %

Si possono determinare i valori limite relativi alla velocità di diminuzione della portata facendo riferimento alla letteratura specializzata (p. es. Saltveit et al. 2001, Halleraker et al. 2003, Irvine et al. 2009; cfr. anche Limnex 2004). In tale contesto va considerato, a seconda della morfologia, unicamente l'abbassamento del livello dell'acqua per quanto concerne profondità inferiori ai 20 cm. Infatti a profondità maggiori i pesci hanno tempo sufficiente per darsi alla fuga. Questa valutazione va eseguita sulla base di misurazioni del livello molto frequenti (a intervalli di 5-10 minuti tra due misurazioni).

Valutazione	Stato	Criterio: velocità di riduzione della portata
	molto buono	< 0,3 cm/min
	buono	0,3–0,5 cm/min
	mediocre–cattivo	> 0,5 cm/min

Durante la convalida sul campo viene contato e valutato il numero di pesci arenati per metro lineare di superficie esaminata nel periodo successivo alla riduzione della portata quando il livello d'acqua è al minimo:

Valutazione	Stato	Criterio: numero di pesci arenati / 100m
	molto buono	0
	buono	1–5
	mediocre–cattivo	> 5

Se due parametri su tre sono situati nella zona rossa anche l'indicatore P2 è da considerarsi rosso.

Fonti bibliografiche

Abegg J. 2006: Linth, Linthal bis Schwanden – Auswirkungen des Schwallbetriebs auf den Geschiebehaushalt. Bericht im Auftrag der Direktion für Landwirtschaft, Wald und Umwelt – Baudirektion des Kantons Glarus und der Kraftwerke Linth Limmern AG: 1–51.

Halleraker J.H., Saltveit S.J., Harry A., Arnekleiv J.V., Fjeldstad H.P., Kohler B. 2003: Factors influencing stranding of wild juvenile brown trout (*Salmo trutta*) during rapid and frequent flow decreases in an artificial stream. *River Res. Applic.* 19: 589–603.

Irvine R.L., Oussoren T., Baxter J.S., Schmidt D.C. 2009: The effects of flow reduction rates on fish stranding in British Columbia, Canada. *River Research and Applications* 25: 409–415.

Limnex 2004: Möglichkeiten zur Regelung des Schwallbetriebes in der Schweiz. Bericht zuhanden des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, 1–34.

Saltveit S.J., Halleraker J.H., Arnekleiv J.V., Harby A. 2001: Field experiments on stranding in juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) during rapid flow decreases caused by hydro peaking. *Regulated Rivers: Research and Management* 17: 609–622.

Zurwerra A., Bur M. 2009 : Abschätzung der Schäden an Fischen und Nährtieren in einer Schwall-Sunk-Strecke der Saane (Freiburg, Schweiz). *Wasser Energie Luft* 101/4: 309–315.

A7-3 Luoghi di fregola – indicatore P3

Garantire la riproduzione naturale è di vitale importanza per conservare una popolazione di pesci in grado di sopravvivere. Nella maggioranza dei casi i danni provocati agli spazi vitali hanno un impatto diretto sulla riproduzione delle specie presenti. Il prosciugamento dei nidi di fregola o il trasporto di materiale detritico durante la fase di sviluppo delle uova compromettono in modo diretto il successo della riproduzione. Ne consegue che la riproduzione e il successo della riproduzione stessa devono essere rilevati mediante due parametri diversi, tramite calcoli e rilevazioni sul campo.

Basi teoriche

L'indicatore P1 fornisce informazioni sulla struttura e la densità della popolazione delle specie di pesci predominanti (stato attuale), mentre l'indicatore P5 consente una stima teorica della popolazione di pesci prevedibile (stato target = 3 x RAE). Una stima ipotetica (prudente) di 300 uova per femmina e i tassi di sopravvivenza indicati nella tabella A3 consentono di stimare il numero di organismi adulti necessario per garantire la sopravvivenza di una popolazione di pesci.

Tab. A3 > Tassi di sopravvivenza delle trote fario in base allo stadio di sviluppo

Stadio	Tasso di sopravvivenza
uova fino all'emersione	0,8
0-1	0,05
1-2	0,4
2-3	0,4
3-4	0,3
4-5	0,3

Balagnières e Maisse 1999

La superficie necessaria per la trota fario può variare di molto, inoltre dipende dalla morfologia e dalla struttura del corso d'acqua. Nel caso in cui la struttura sia del tutto assente oppure debole, la trota fario, pesce tipico del territorio, necessita di una superficie molto più estesa rispetto a un corso d'acqua ben strutturato. Secondo quanto riportato nella letteratura specializzata l'area di fregola necessaria a un pesce femmina che porta le uova si estende dai 2,3 ai 9,3 m², mentre ciascun pesce adulto ha bisogno di 12,5 fino a 16 m² al di fuori del periodo di riproduzione (Elliott 1994, Balagnière e Maisse 1999, Schager e Peter 2002). Questi dati e la biomassa degli organismi che fungono da nutrimento per i pesci (indicatore B1) consentono di valutare se il nutrimento, lo spazio necessario ai pesci adulti o la superficie per la deposizione delle uova limitano, allo stato attuale, la popolazione nei tratti analizzati.

Se si riscontra che, allo stato attuale, la superficie delle aree di fregola costituisce un fattore limitante, può essere almeno stimata la superficie necessaria per lo stato prevedibile. In tale contesto va assicurato che le superfici di fregola potenziali siano costantemente bagnate (nessun prosciugamento) e presentino una profondità minima di 20 cm nonché un substrato stabile (privo di erosione) con una granulometria media di 30-60 mm. Pertanto, la valutazione delle superfici di fregola disponibili nel corso d'acqua

interessato avviene mediante l'esecuzione di calcoli idraulici e meccanici inerenti al trasporto di materiale detritico, che forniscono i seguenti dati:

- > superfici dell'alveo dove la profondità dell'acqua è sufficiente per la deposizione delle uova (durante il periodo di acqua bassa e di portata ridotta);
- > superfici dell'alveo che presentano un substrato adeguato per la deposizione delle uova;
- > superfici dell'alveo con un substrato stabile per la deposizione delle uova (privo di mobilità durante l'ondata di piena artificiale).

I calcoli idraulici e meccanici inerenti al trasporto di materiale detritico vengono eseguiti sull'intero corso d'acqua interessato da deflussi discontinui oppure in tratti caratteristici. Nel secondo caso deve essere possibile il trasferimento dei risultati con sufficiente precisione sui tratti non analizzati.

Questi calcoli devono essere eseguiti per uno stato di riferimento senza deflussi discontinui provocati da centrali idroelettriche (regime di deflusso non influenzato in inverno) e per uno stato influenzato da tali deflussi (in inverno). Il confronto tra i due stati consente di stabilire l'entità dei danni arrecati alle aree di fregola.

La procedura descritta è stata applicata da Abegg (2007) e WFN (2007) in occasione del rilascio di una nuova concessione a una centrale idroelettrica.

Metodologia

Il metodo da applicare si basa sulla morfologia, la lunghezza e l'importanza ecologica del corso d'acqua in esame (fig. A10, indicatore P2).

Rilevazione dei dati

- > È consigliabile eseguire calcoli idraulici bidimensionali nei casi seguenti:
 - corsi d'acqua ramificati;
 - lunghi corsi d'acqua di una certa importanza in termini ecologici che presentano banchi di ghiaia pronunciati e un profilo longitudinale terrazzato.
- > È consigliabile eseguire calcoli idraulici unidimensionali (ossia calcoli della curva di rigurgito) nei corsi d'acqua lunghi o brevi che presentano una morfologia monotona o strutturata.

I calcoli di portata usuali sono sufficienti per esaminare corsi d'acqua brevi e canalizzati provvisti di un alveo piano.

Calcoli meccanici inerenti al trasporto di materiale detritico

Sulla base dei calcoli idraulici vengono calcolate, sia per la portata massima sia per la portata ridotta, le tensioni di trascinamento (Q), prive di dimensioni, in considerazione della granulometria media del materiale detritico (d_m). Il valore d_m è determinato mediante prelievo e conversione di campioni lineari. Se Q è inferiore a 0,05, il substrato risulta stabile, altrimenti è presumibile che esso venga mobilizzato.

Nei calcoli bidimensionali Q è calcolato per ogni cellula, mentre nei calcoli unidimensionali e in quelli del regime di deflusso normale Q è determinato in base alle linee del profilo trasversale.

Substrato

La composizione del substrato va determinata mediante il prelievo e l'analisi di campioni lineari.

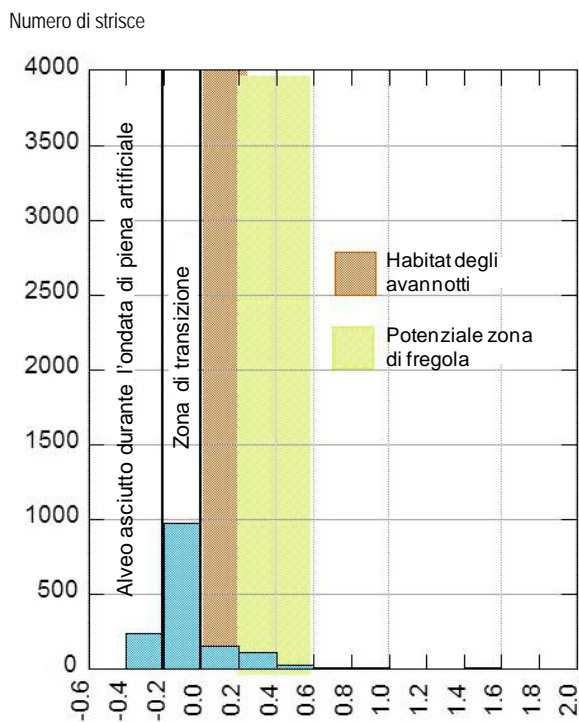
Qui di seguito sono elencate le misure da intraprendere per valutare le aree di fregola:

1. raffigurare e sommare le superfici adatte quali luoghi di fregola grazie alla profondità dell'acqua durante la portata ridotta (stato di riferimento) o minima;
2. raffigurare e sommare le superfici il cui substrato ha la composizione richiesta per fungere da area di fregola;
3. raffigurare e sommare le superfici con substrato stabile nello stato di riferimento e con i deflussi discontinui provocati da una centrale idroelettrica;
4. determinare i valori medi dei punti da 1 a 3 per lo stato di riferimento e per lo stato di deflusso discontinuo provocato da una centrale idroelettrica (fig. A11);
5. confrontare i valori del punto 4 e la superficie necessaria alla popolazione di trote fario nello stato attuale e in quello prevedibile.

Interpretazione e
presentazione dei risultati

Fig. A11 > Somma del numero di strisce nel tratto esaminato (che consente di calcolare la superficie) dove il substrato è stabile e presenta le caratteristiche per fungere da potenziale area di fregola oppure da habitat adatto agli avanotti per via della profondità dell'acqua

Profondità di deflusso durante la portata ridotta, $\Theta_{\text{Ondata di piena}} < 0,05$.








Profondità del corso d'acqua [m]

Abegg 2007

Mettendo a confronto la superficie necessaria alla popolazione attuale e alla popolazione ipotetica perseguita (stato prevedibile) si può stimare l'entità del danno che i deflussi discontinui provocano alla popolazione ittica attuale.

Valutazione

Valutazione	Stato	Criterio: fabbisogno di superficie soddisfatto in misura del
	molto buono	> 80 %
	buono	60-80 %
	mediocre	40-60 %
	insoddisfacente	20-40 %
	cattivo	< 20 %

Fonti bibliografiche

Abegg J. 2007: Neukonzessionierung Kraftwerk Linth-Limmern Schwallbetrieb im Abschnitt Linthal – Schwanden. Bericht im Auftrag der Nordostschweizerischen Kraftwerke AG, Baden: 1-35.

Balignière J.L., Maise G. 1999: Biology and ecology of the Brown and Sea Trout. Springer Praxis Series in Aquaculture and Fisheries, Chichester: 286 pagg.

Elliott J.M. 1994: Quantitative Ecology and the Brown Trout. Oxford University Press, Oxford.

Schager E., Peter A. 2002: Bachforellensömmerlinge Phase II. Fischnetz Publikation, Projekt «Netzwerk Fischrückgang Schweiz», Teilprojekt 01/12: 1-218.

WFN 2007: Kraftwerksanlagen Linth-Limmern – Konzessionsprojekt 2006, Bericht zur Umweltverträglichkeit 1. Stufe, Fachbericht Gewässerökologie – Nachtrag Schwall-Sunk. Bericht im Auftrag der Nordostschweizerischen Kraftwerke AG, Baden: 1-29.

A7-4 Riproduzione della fauna ittica – indicatore P4

Gli indicatori P1, P2 e P3 forniscono informazioni sulla composizione e sulla struttura della popolazione ittica nonché sullo spazio necessario per la riproduzione della specie predominante. Poiché i corsi d'acqua in cui va studiato il fenomeno dei flussi discontinui sono situati il più delle volte in zone popolate da trote fario ed essendo ben conosciute le caratteristiche di questa specie predominante, in questa sede ci limitiamo unicamente ad essa. Le rilevazioni possono essere eventualmente effettuate, con qualche modifica, anche sui temoli quale specie predominante nelle zone da essi popolate. È opportuno rammentare che in questo caso si è spesso in presenza di fiumi di dimensioni maggiori, per cui bisogna tenere conto della possibilità di incorrere in eventuali difficoltà metodologiche nelle rilevazioni sull'ecologia dei pesci. In particolare è necessario evitare che la gestione piscicola (ripopolamento) comprometta i risultati. Pertanto bisogna procedere alla raccolta di dati sul successo riproduttivo non appena si schiudono le uova, ad ogni modo prima di un eventuale ripopolamento di pesci.

Basi teoriche

Il successo riproduttivo delle trote fario si rileva effettuando una pesca elettrica nelle vicinanze di habitat potenzialmente adatti per gli avannotti, secondo il metodo denominato «*kick sampling*» (Persat e Copp 1990). La pesca si tiene in primavera, possibilmente non appena gli avannotti emergono dal letto di ghiaia. Dato che l'indicatore P3 fornisce informazioni approssimative sulla posizione e l'estensione delle potenziali aree di fregola, i prelievi possono essere limitati ai tratti situati all'altezza o a valle di tali aree.

Rilevazione dei dati

Il periodo e la durata della fase d'incubazione variano sensibilmente in base alla temperatura, e per questo motivo differiscono da un corso d'acqua all'altro. È quindi consigliabile contattare precedentemente degli esperti conoscitori del corso d'acqua da analizzare. Il guardapesca cantonale competente conosce di regola i suoi corsi d'acqua e può rispondere alle domande del caso. Inoltre bisogna informarsi preventivamente su un eventuale ripopolamento di avannotti o preestivali di trote fario, in modo da poter procedere alle rilevazioni in precedenza.

Se non dovesse essere previsto alcun ripopolamento di trote fario nel corso d'acqua in questione, le rilevazioni possono essere eseguite anche a fine estate, tenendo conto del fatto che la pesca elettrica dovrà essere svolta a titolo di rilevazione semiquantitativa conformemente all'indicatore P1.

La densità degli avannotti di trota fario viene calcolata e raffigurata per punto (CPUE = *catch per unit effort*, ossia cattura per unità di sforzo). Se si effettuano le rilevazioni in estate o in autunno, la densità degli estivali di trota fario va calcolata per ettaro di superficie d'acqua.






Interpretazione e presentazione dei risultati

Non è necessaria una presentazione speciale dei risultati.

Per valutare la densità di avannotti di trota fario ci si può basare sui dati ottenuti dall'esame di alcuni corsi d'acqua situati nei Cantoni BE, BL, BS, FR, GL, GR e VD, nel quadro di diversi studi (diversi rapporti).

Valutazione

Per stabilire la densità degli estivali ci basiamo sui risultati ottenuti dagli studi di Schager e Peter (2001/2002/2004) nel modulo «Pesci» del concetto basato su moduli e livelli.

Valutazione	Stato	CPUE Avannotti di trote fario	Criterio: densità di estivali di trota fario n/ha		
			Alpi	Prealpi	Svizz.centrale /Giura
	molto buono	> 1,0	> 400	> 2000	> 2500
	buono	0,6–1,0	300–400	1000–2000	1500–2500
	mediocre	0,4–0,6	200–300	500–1000	1000–1500
	insoddisfacente	0,1–0,4	100–200	250–500	250–1000
	cattivo	< 0,1	< 100	< 250	< 250

Per interpretare i risultati è essenziale tenere conto del rapporto effettivo tra portata massima e portata ridotta durante la fase di deposizione delle uova e la fase di incubazione delle specie interessate (trote fario: da novembre ad aprile). Se durante questo periodo dovessero verificarsi forti piene nel corso d'acqua in esame o in corsi d'acqua di riferimento nella stessa regione con conseguente trasporto di materiale detritico, il successo riproduttivo non potrebbe essere stabilito in maniera affidabile.

Fonti bibliografiche

Large rivers. in: I.G. Cowx (ed.): Developments in electric fishing. Fishing News Books: 197–209.

Schager E., Peter A. 2001/02: Bachforellen-sommerlinge Phase I und Phase II. Fischnetz Publikation, Projekt «Netzwerk Fischrückgang Schweiz», Teilprojekte 00/12 und 01/12.

Schager E., Peter A. 2004: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer – Fische Stufe F (flächendeckend). BUWAL Vollzug Umwelt, Mitteilung zum Gewässerschutz Nr. 44: 1–63 (disponibile anche in francese).

A7-5 Produttività ittica – indicatore P5

La capacità teorica di rendimento piscicolo indica la cattura massima ottenibile all'interno di una popolazione ittica con composizione ideale e in condizioni ottimali di sfruttamento della capacità naturale di produzione (Roth 1985). Essa viene denominata rendimento annuale per ettaro (RAE). La stima del RAE si basa su numerosi studi (Lassleben 1977, Roth 1966, Staub 1985) ed è stata utilizzata per molti corsi d'acqua situati nel Cantone dei Grigioni (AJF-GR 2010). Tale metodo è stato rielaborato nel Cantone di Berna e applicato a tutti i corsi d'acqua soggetti a patente (Vuille 1997). È quindi possibile valutare in maniera relativamente semplice e senza grandi sforzi la capacità produttiva biologica del tratto di un corso d'acqua. In tale stima si tiene conto di diversi parametri, quali portata, regione ittica, condizioni termiche, struttura degli spazi e presenza in termini quantitativi e qualitativi di organismi che fungono da nutrimento.

Basi teoriche

$$RAE = 10 * B_{mod} * k1 * k2 * k3$$

- B_{mod}:** fattore di qualità, modificato secondo Vuille (1997). Esso viene calcolato a partire dalla biomassa degli invertebrati (g/m²) e corretto in base ad alcuni parametri inerenti alla composizione delle comunità di invertebrati.
- k1:** coefficiente di temperatura
- k2:** coefficiente di habitat
- k3:** regione ittica

I dati necessari per calcolare il fattore di qualità B vengono raccolti mediante l'indicatore B1. In tale contesto si applica la scala secondo Roth (1966). La modifica di B in funzione della qualità degli organismi che fungono da nutrimento si basa su Vuille (1997).

Rilevazione dei dati

Il coefficiente di temperatura viene calcolato come indicato da Vuille (1997) sulla base di valori misurati dalla Confederazione.

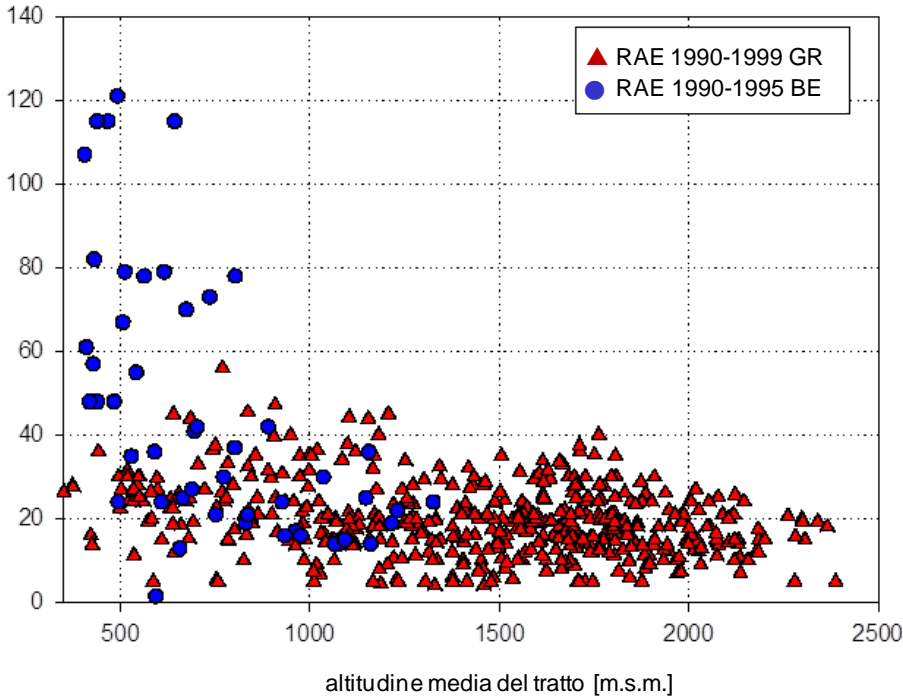
Il coefficiente dell'habitat prevede l'esecuzione di rilevazioni nel corso d'acqua per stabilire parametri di larghezza, profondità, condizioni di flusso, composizione del substrato, rifugi per i pesci, vegetazione sulle sponde e connettività. Inoltre bisogna osservare il deflusso discontinuo per un periodo relativamente lungo (Vuille 1997).

La regione ittica viene calcolata in base alla larghezza e alla pendenza del corso d'acqua (Huet 1949).

Innanzitutto si effettua una stima del RAE, che viene confrontata con i valori di riferimento (tratti da Vuille, 1997 e dalla banca dati del FJV-GR). In tale contesto si tiene conto anche dell'altitudine media e delle condizioni idrologiche (fig. A12)

Interpretazione e presentazione dei risultati

Fig. A12 > Relazione tra il rendimento piscicolo annuo per ettaro (RAE), secondo una stima teorica, e l'altitudine media dei tratti del corso d'acqua esaminato



La valutazione si fonda sui dati di qualità delle acque soggette a brevetto del Cantone di Berna (Vuille 1997) e sulla banca dati qualità dell'Ufficio per la caccia e la pesca del Cantone dei Grigioni.

Valutazione

Valutazione	Stato	Criterio: rendimento annuo per ettaro (RAE)		
		Altitudine < 500 m	Altitudine 500-1000 m	Altitudine >1000 m
	molto buono	RAE ≥ 60 kg	RAE ≥ 40 kg	RAE ≥ 30 kg
	buono	60 kg > RAE ≥ 40 kg	40 kg > RAE ≥ 30 kg	30 kg > RAE ≥ 20 kg
	mediocre	40 kg > RAE ≥ 30 kg	30 kg > RAE ≥ 20 kg	20 kg > RAE ≥ 10 kg
	insoddisfacente	30 kg > RAE ≥ 20 kg	20 kg > RAE ≥ 10 kg	10 kg > RAE ≥ 5 kg
	cattivo	RAE < 20 kg	RAE < 10 kg	RAE < 5 kg

Fonti bibliografiche

AJF-GR 2010: Datenbank zur Bonität der Fischgewässer. Amt für Jagd und Fischerei Graubünden.

Huet M. 1949 : Aperçu des relations entre la pente et les populations piscicoles des eaux courantes. Schweiz. Z. Hydrol. 11: 332–351.

Lassleben P. 1977: Das Schätzverfahren für Fischwasser nach Leger und Huet. Österr. Fisch., 28:53–64

Roth H. 1966: Beurteilung der Ertragsfähigkeit von Fliessgewässern. Sonderdruck Schweiz. Fischereizeitung: 16 pagg.

Roth H. 1985: Schadenberechnung bei Fischsterben in Fliessgewässern. BUWAL Schriftenreihe Fischerei 44: 3–40.

Staub E. 1985: Populationsaufbau in Forellenbächen. BUWAL Schriftenreihe Fischerei 44: 41–62.

Vuille T. 1997: Ertragsvermögen der Patentgewässer im Kanton Bern. Bericht Fischereiinspektorat des Kantons Bern: 81 pagg.

A7-6 **Biomassa del macrozoobenthos – indicatore B1**

La biomassa (peso umido o peso fresco) del macrozoobenthos diminuisce in generale con l'aumentare dell'altitudine. Jungwirth et al. (1980) e Dückelmann (2001) hanno studiato più da vicino l'evoluzione della biomassa del benthos in base all'altitudine nei corsi d'acqua austriaci, rappresentandola in seguito mediante curve o intervalli target.

Basi teoriche

I deflussi discontinui provocati dalle centrali idroelettriche hanno un riscontro negativo maggiore sulla quantità o sulla frequenza degli organismi invertebrati che sulla loro qualità, ossia sulla varietà o la composizione delle specie (Baumann e Klaus 2003). Secondo l'articolo 41e lettera b OPAC, anche la modifica pregiudizievole della quantità di biocenosi animali consoni al luogo è considerata un pregiudizio sensibile arrecato dai deflussi discontinui.

Qui la quantità di macrozoobenthos consona al luogo viene calcolata facendo riferimento ai valori previsti in base all'altitudine

La biomassa del macrozoobenthos può essere misurata negli stessi campioni semiquantitativi prelevati per determinare l'indicatore B2 (modulo CML «Macrozoobenthos»). Anche in questo caso il prelievo dei campioni viene eseguito secondo il metodo descritto da Stucki (2010).

Rilevazione dei dati

Innanzitutto si seleziona un campione, si determinano il numero e il tipo di macroinvertebrati presenti, dopodiché si posizionano tutti gli organismi del campione per un breve lasso di tempo su un supporto assorbente (carta assorbente) affinché sgocciolino. Infine essi vengono pesati al milligrammo su una bilancia da laboratorio (peso fresco). Se si seleziona soltanto una parte del campione (splitting), il peso determinato va rapportato proporzionalmente all'intero campione. Le larve di tricotteri si pesano sempre senza il loro fodero, mentre i molluschi (lumache acquatiche e bivalvi) con il loro guscio.

Interpretazione e valutazione dei risultati

Un campione standard secondo il modulo CML «Macrozoobenthos» comprende normalmente otto campioni parziali che nell'insieme dovrebbero corrispondere a una superficie totale di 0,5 m² dell'alveo (Stucki 2010). Il peso del macrozoobenthos fresco contenuto nel campione deve essere rapportato proporzionalmente su una superficie uniforme di 1 m² e indicato in g/m².

Il valore target della biomassa in base all'altitudine si calcola applicando la formula di Jungwirth et al. (1980) come segue:

$$BM = \frac{1}{(0.000261 * H) - 0.032}$$

BM = biomassa (peso fresco) in g/m²

H = altitudine sul livello del mare in m.s.m.

Non è necessaria una presentazione speciale dei risultati.

Il rapporto tra altitudine e biomassa del benthos stabilito da Jungwirth et al. (1980), e qui utilizzato, è stato determinato inizialmente per i corsi d'acqua della Bassa Austria. Stando ai più ampi studi di Dückelmann (2001) su varie tipologie di corsi d'acqua dell'ecoregione delle Alpi secondo Illies (1978) tale rapporto si situa piuttosto nella fascia più bassa dei valori target in particolare per altitudini inferiori ai 1000 m. Tali valori previsti o auspicati in questo caso sono fissati con grande prudenza ed è quindi possibile che in numerosi corsi d'acqua essi si rivelino superiori.






Valutazione

I valori target austriaci si fondano inoltre in gran parte su campioni quantitativi prelevati utilizzando strumenti di campionamento tipici del metodo Surber o Hess. Per il presente indicatore si utilizzano campioni semiquantitativi di macrozoobenthos (*multi-habitat-sampling*) ottenuti usando il metodo *kicknet*; essi presentano una biomassa leggermente inferiore a quella prevista, già solo a causa di questa diversa tipologia di campionamento (informazioni fornite oralmente da Wolfram Graf). Questa sottovalutazione della biomassa del benthos viene compensata in buona parte grazie all'utilizzo dei valori target appena più bassi di Jungwirth et al. (1980).

Considerando che la Svizzera appartiene quasi completamente all'ecoregione delle Alpi, la seguente valutazione può essere applicata alla maggior parte dei corsi d'acqua svizzeri (compresi quelli situati nel versante meridionale delle Alpi). Tuttavia, nei casi qui elencati questo discorso non vale o vale solo parzialmente:

- > corsi d'acqua con alta produttività nel Giura, che appartiene già all'ecoregione della media montagna occidentale e non figura pertanto nei dati raccolti per l'Austria. Lo studio dei dati relativi alla biomassa raccolti nei corsi d'acqua del Giura (Cantoni di Berna, Giura e Basilea Campagna), possibilmente poco contaminati dall'essere umano, ha mostrato che tali valori variano più sensibilmente nel rapporto tra altitudine e biomassa rispetto a quanto avviene nell'ecoregione delle Alpi;
- > corsi d'acqua alpini largamente influenzati da ghiacciai, che presentano una biomassa del benthos spesso e naturalmente bassa, in particolare a causa delle condizioni di vita estremamente difficili soprattutto durante il semestre estivo. È presumibile che l'influsso dei ghiacciai sia ingente in quanto essi ricoprono oltre il 20 per cento del bacino imbrifero (Füreder et al. 2002, Füreder 2007).

Non si può quindi valutare l'indicatore B1 per questi tipi di corsi d'acqua. Ciononostante la determinazione della biomassa del benthos può risultare necessaria per il calcolo della produttività piscicola (indicatore P5)

Valutazione	Stato	Criterio: percentuale di biomassa prevista
	molto buono	> 80 % della biomassa prevista
	buono	60 – < 80 % della biomassa prevista
	mediocre	45–60 % della biomassa prevista
	insoddisfacente	30–45 % della biomassa prevista
	cattivo	< 30 % della biomassa prevista

Fonti bibliografiche

Baumann P., Klaus I. 2003: Gewässerökologische Auswirkungen des Schwallbetriebs. Ergebnisse einer Literaturstudie. Mitteilung zur Fischerei Nr. 75, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, 1–112 (disponibile anche in francese).

Düchelmann H. 2001: Seehöhen-Biomassen-Beziehung des Makrozoobenthos in österreichischen Fließgewässern. Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur, Wien, 1–81.

Füreder L., Vacha C., Amprosi K., Bühler S., Hansen, C.M.E., Moritz Ch. 2002: Reference conditions of alpine streams: Physical habitat and ecology. *Water, Air and Soil Pollution: Focus* 2: 275–294.

Füreder L. 2007: Life at the Edge: Habitat condition and Bottom Fauna of Alpine Running Waters. *Internat. Rev. Hydrobiol.* 92: 491–513.

Illies J. 1978: *Limnofauna Europaea*, 2. Auflage. Fischer Verlag, Stuttgart.

Jungwirth M., Moog O., Winkler H. 1980: Vergleichende Fischbestandsaufnahmen an elf niederösterreichischen Fließgewässerstrecken. Jubiläumsschrift der Österreichischen Fischereigesellschaft, Wien, 81–104.

Stucki P. 2010: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer. Makrozoobenthos Stufe F. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1026, 1–61 (disponibile anche in francese).

A7-7 Modulo CML «Macrozoobenthos» – indicatore B2

Il concetto basato su moduli e livelli della Confederazione finalizzato all'analisi e alla valutazione dei corsi d'acqua comprende, tra l'altro, un metodo uniforme per valutare il macrozoobenthos a livello R (regionale). Tale valutazione viene eseguita secondo l'indice IBCH, una versione dell'IBGN francese (indice biologique global normalisé) adeguata alle condizioni svizzere. Si procede a un prelievo semiquantitativo di macrozoobenthos mediante l'uso della rete kicknet, in seguito il campione viene analizzato in laboratorio seguendo una procedura predefinita. La determinazione degli organismi invertebrati (macroinvertebrati) viene eseguita fino al livello della famiglia o del gruppo tassonomico successivo. La valutazione si basa sul numero di famiglie o di gruppi di invertebrati trovati nel campione e sulla presenza di determinate famiglie o gruppi indicatori (Σt e GI, Stucki 2010).

Basi teoriche

Il numero di famiglie o di gruppi fornisce altresì, fino a una certa misura, informazioni sulla varietà delle biocenosi animali consone al luogo, conformemente all'articolo 41e lettera b OPAC.

Il metodo di prelievo dei campioni e il periodo in cui è più indicato eseguirli sono descritti da Stucki (2010). Questo metodo si limita tuttavia ai corsi d'acqua guadabili. Per esaminare corsi d'acqua di maggiore entità bisogna quindi adeguare la procedura. Come dimostrato ad esempio da studi condotti sul Reno alpino, il macrozoobenthos colonizza solo in minima parte il canale centrale, profondo e inaccessibile senza barca, anche nei periodi in cui il livello d'acqua è basso (ARGE Trübung Alpenrhein 2001). Di conseguenza, secondo Stucki (2010), in questi casi il campionamento può essere limitato alle aree vicine alla riva bagnata durante la portata ridotta.

Rilevazione dei dati

I campioni vengono esaminati seguendo le indicazioni di Stucki (2010).

Interpretazione e valutazione dei risultati

Non è necessaria una presentazione speciale dei risultati.

La matrice per la valutazione in base ai parametri Σt e GI è disponibile in Stucki (2010)

Valutazione

Literaturzitate

ARGE Trübung Alpenrhein 2001: Trübung und Schwall im Alpenrhein. Synthesebericht, Fachberichte und Literaturstudie im Auftrag der Internationalen Regierungskommission Alpenrhein, Projektgruppe Gewässer- und Fischökologie, Vaduz, Projektordner.

Stucki P. 2010: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Makrozoobenthos Stufe F. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1026, 1–61.

A7-8 Zonazione longitudinale del macrozoobenthos – indicatore B3

Lungo un corso d'acqua, dalla sorgente alla foce, si succedono in maniera naturale diverse zone di biocenosi, che spesso traggono il loro nome dalle specie predominanti ivi presenti (cfr. indicatore P1). Si distinguono approssimativamente il crenal (zona della sorgente), il rhithral (zone con presenza di trote o di temoli) e il potamal (zona con presenza di barbi o abramidi comuni). Ciascuna di queste regioni è suddivisa a sua volta in due o tre regioni minori, che presentano una composizione di macrozoobenthos più o meno tipica (Moog 2002). Questo genere di determinazione longitudinale delle zone può essere utilizzato per verificare se la composizione della biocenosi animale è consona al luogo, conformemente all'articolo 41e lettera b OPAC.

Basi teoriche

Nei corsi d'acqua particolarmente influenzati da deflussi discontinui, la successione naturale delle zone di biocenosi può essere disturbata. In generale, in questi casi, la composizione del macrozoobenthos si sposta verso le zone più a monte del corso d'acqua («rhithralizzazione»; Moog e Chovanec 2000, Céréghino et al. 2002).

La zonazione longitudinale del macrozoobenthos avviene utilizzando gli stessi campioni semiquantitativi prelevati per analizzare l'indicatore B2 (modulo CML «Macrozoobenthos»). Il metodo e i periodi di prelievo dei campioni si rifanno anch'essi alle indicazioni di Stucki (2010).

Rilevazione dei dati

Il corso d'acqua in esame viene innanzitutto attribuito a una determinata zona di biocenosi in base a parametri abiotici quali larghezza, pendenza ed eventualmente temperatura (cfr. indicatore P1).

Interpretazione e presentazione dei risultati

Per la determinazione longitudinale delle zone mediante il macrozoobenthos, gli organismi invertebrati presenti nel campione CML devono essere determinati in maniera più precisa rispetto agli altri indicatori del benthos. Se l'analisi non comporta un impegno troppo elevato, è opportuno identificare i vari parametri fino alla specie o almeno fino al genere dell'organismo. Per i taxa identificati con sufficiente precisione, la zonazione longitudinale può essere eseguita in base alle indicazioni fornite da Moog (2002), inoltre si può procedere al calcolo di un indice integrato di zonazione longitudinale (IZL) secondo Moog e Ofenböck (2003) per l'intero campione. In tale contesto, ogni cifra intera da 1 a 8 corrisponde a una zona precisa del corso d'acqua, tra l'eucrenal (= 1) e l'ipopotamal (= 8). Le due zone seguenti, litoral (= 9) e profundal (= 10), si riferiscono a zone d'acqua calma e non sono rilevanti per il presente indicatore.






Il programma austriaco ECOPROF consente di determinare l'indice di zonazione longitudinale direttamente partendo dai dati grezzi del campione di benthos (www.ecoprof.at).

La classificazione delle zone longitudinali dell'IZL è arrotondata a un decimale dopo la virgola, mentre la classificazione mediante i parametri abiotici è indicata in mezza unità o in unità intere. Di conseguenza, questi due valori includono anche le zone di transizione tra le diverse zone di biocenosi.

Non è necessaria una presentazione speciale dei risultati.

Per procedere alla valutazione occorre determinare le differenze tra l'IZL e la zona di biocenosi definita mediante la larghezza, la pendenza ed eventualmente la temperatura dell'acqua (valore target). L'IZL è arrotondato a un decimale dopo la virgola, mentre la zona di biocenosi viene indicata sotto forma di unità intere (cfr. «Interpretazione e presentazione dei risultati») oppure di mezze unità in caso di transizione tra due zone.

Valutazione

Valutazione	Stato	Criterio: differenza rispetto al valore target
	molto buono	$< \pm 0,25$ unità
	buono	$\pm 0,25$ bis $< \pm 0,5$ unità
	mediocre	$\pm 0,5$ bis $< \pm 0,75$ unità
	insoddisfacente	$\pm 0,75$ bis ± 1 unità
	cattivo	> 1 unità

Se la differenza si situa al limite dell'area «ammissibile» (circa 0,5 unità), la determinazione della zona di biocenosi può essere affinata, tra l'altro, con l'aiuto dei nomogrammi indicati da Marrer (1981). In tal caso sono necessarie, oltre alla larghezza e alla pendenza, anche indicazioni sulla temperatura media dell'acqua nel mese più caldo e sulla distanza che separa la zona in cui viene effettuata la misurazione e la sorgente del corso d'acqua. Secondo Müller (2011) i risultati di una determinazione basata su questi nomogrammi corrispondono in generale in ampia misura a quelli ottenuti considerando unicamente la larghezza e la pendenza.

Fonti bibliografiche

Cérèghino R., Cugny P., Lavandier P. 2002: Influence of intermittent hydropeaking on the longitudinal zonation patterns of benthic invertebrates in a mountain stream. *Internat. Rev. Hydrobiol.* 87, 47–60.

Marrer H. 1981: Vorschläge für Massnahmen im Interesse der Fischerei bei technischen Eingriffen in Gewässer. Veröffentlichung Nr. 40 des Bundesamtes für Umweltschutz und der Eidgenössischen Fischereinspektion, Bern, 1–79.

Moog O. (Ed.) 2002: *Fauna Aquatica Austriaca*, 2. Lieferung. Wasserwirtschaftskataster, herausgegeben vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien, Loseblattordner.

Moog O., Chovanec A. 2000: Assessing the ecological integrity of rivers: walking the line among

ecological, political and administrative interests. *Hydrobiologia* 422/423, 99–109.

Moog O., Ofenböck T. 2003: Calculation of longitudinal zonation patterns. *Fauna Aquatica Austriaca*, Ergänzungen 2003. Wasserwirtschaftskataster, herausgegeben vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien, 1–6.

Müller V. 2011: Erarbeitung eines anthropogen unbeeinflussten, typischen Jahresgangs der Wassertemperatur nach biozönotischen Regionen. Masterprojektarbeit für den Studiengang Umwelt-naturwissenschaften an der ETH Zürich, 1–58.

Stucki P. 2010: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Makrozoobenthos Stufe F. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-

Vollzug Nr. 1026, 1–61 (disponibile anche in francese).

A7-9 Famiglie EPT – indicatore B4

Le larve di efemerotteri, plecoteri e tricoteri, i cosiddetti EPT, che vivono nell'acqua, sono più sensibili a diversi tipi di fattori che pregiudicano la qualità dell'acqua e dei corpi idrici rispetto a numerosi altri organismi acquatici. Esse costituiscono dei buoni indicatori della funzionalità ecologica di un corso d'acqua e sono quindi spesso utilizzati per valutare lo stato di un corso d'acqua. Sembra tuttavia che le famiglie EPT riflettano meglio le alterazioni idromorfologiche antropogeniche di ordine generale che non gli effetti specifici dei deflussi discontinui (Bannhofer 2000, Hering et al. 2006).

Basi teoriche

La valutazione per mezzo degli EPT si avvale di indici molto diversi, quali il numero di unità tassonomiche rappresentate (taxa EPT), la percentuale di taxa o di individui EPT nell'insieme del macrozoobenthos, il rapporto tra i taxa EPT e altri gruppi di invertebrati ecc. (Bannhofer 2000).

Uno di questi indici è il numero di famiglie appartenenti ai tre gruppi (numero di famiglie EPT) determinato in un corso d'acqua. Esso fornisce una stima approssimativa della varietà di organismi sensibili presenti. L'appartenenza di una larva a una famiglia EPT è appurabile generalmente senza grandi sforzi e difficoltà anche in caso di larve in stadi precoci. Pertanto l'identificazione delle famiglie EPT dipende meno dall'esperienza della persona incaricata dell'analisi del campione e dal tempo a disposizione rispetto alla determinazione del genere o della specie (necessaria, ad esempio, per stabilire il numero di taxa EPT).

Il numero di famiglie EPT è stato utilizzato come indicatore ecologico anche in un approccio finalizzato alla modellizzazione degli effetti sulla biocenosi acquatica del Rodano provocati da diverse misure di attenuazione dei deflussi discontinui e di pianificazione fluviale (Pellaud 2007).

Rilevazione dei dati

Attraverso il numero di famiglie EPT è possibile stabilire fino a un certo punto la varietà della biocenosi animale consona al luogo, come previsto all'articolo 41e lettera b OPAC.

Il numero di famiglie EPT è determinato negli stessi campioni semiquantitativi utilizzati anche nell'ambito della valutazione sommaria per l'indicatore B2 (modulo CML «Macrozoobenthos»). Il metodo e i periodi di prelievo dei campioni si rifanno anch'essi alle indicazioni di Stucki (2010).

Il conteggio degli organismi presenti nei campioni di macrozoobenthos e l'identificazione degli stessi fino al livello della famiglia sono effettuati anche per l'indicatore B2 (modulo CML «Macrozoobenthos») e si rifanno pertanto alle indicazioni di Stucki (2010).

Interpretazione e
presentazione dei risultati

Per questo indicatore è importante conoscere il numero di famiglie di efemerotteri, plecoteri e tricoteri presenti nel campione. A tal fine sono contati tutti gli individui la cui identificazione è sufficiente, e quindi anche gli individui isolati, come nel caso della determinazione della classe di diversità per l'indicatore B2.

Non è necessaria una presentazione speciale dei risultati.

La valutazione si basa principalmente sui dati relativi al macrozoobenthos presente in corsi d'acqua situati nel Principato del Liechtenstein e nel Cantone di Vaud nel periodo che va da febbraio ad aprile (fig. A13). Si tratta di dati rilevati principalmente in tratti esenti dall'influenza di processi idrologici, ma con una considerevole variazione della qualità dell'acqua. In questi corsi d'acqua il numero di famiglie EPT è strettamente correlato all'indice IBCH dell'indicatore B2.

Valutazione

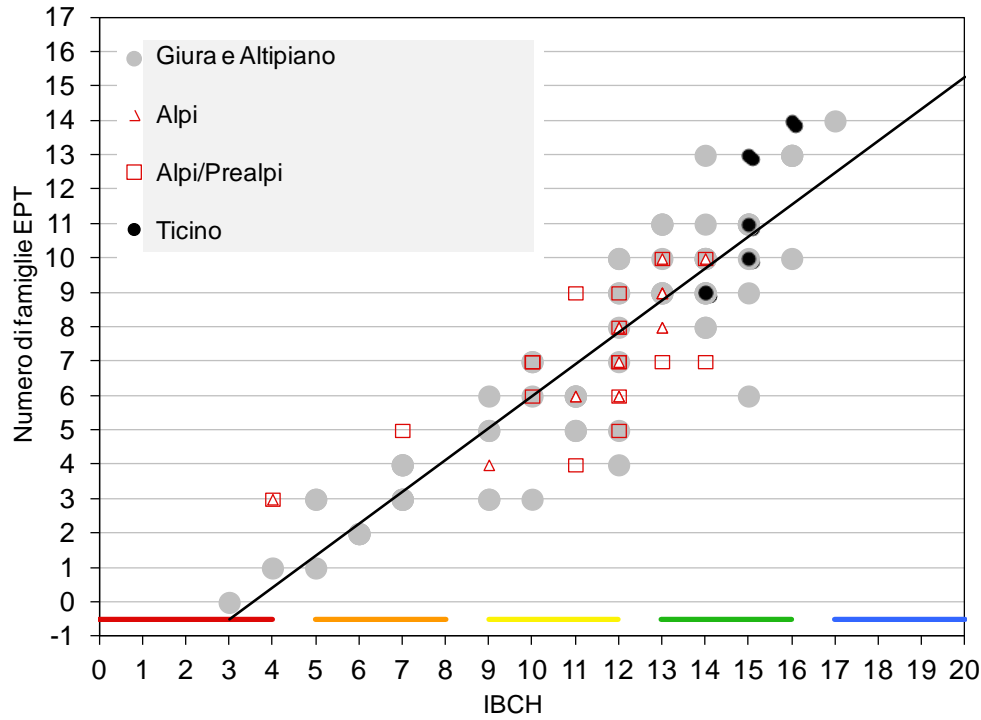
A titolo di paragone, la figura A13 contiene anche alcuni dati provenienti da corsi d'acqua alpini e prealpini del versante nord e dal Ticino per il periodo da marzo a giugno. Questi dati mostrano un margine di dispersione molto simile. Per tale motivo si può presumere che, in linea di principio, i corsi d'acqua svizzeri possano essere valutati in base alla stessa scala.

L'applicazione di questo indicatore sarà molto probabilmente limitata nel caso di corsi d'acqua fortemente influenzati da ghiacciai, i quali spesso si contraddistinguono non solo per la loro biomassa nettamente minore (cfr. indicatore B1), ma anche per il numero nettamente ridotto di taxa nell'insieme del macrozoobenthos e, di conseguenza, di famiglie EPT (Füreder et al. 2002, Jacobsen e Dangles 2011).






Spesso anche il numero di famiglie EPT si riduce in caso di forte influenza esercitata dai deflussi discontinui; mentre l'IBCH, che riflette principalmente la qualità dell'acqua (Limnex 2007), nella maggioranza dei casi non subisce alcun danno. Il numero di famiglie EPT è di conseguenza un indicatore più adeguato per i tratti influenzati da deflussi discontinui.

Fig. A13 > Numero di famiglie EPT e IBCH secondo l'indicatore B2 in diversi corsi d'acqua della Svizzera e del Liechtenstein

I colori sull'asse delle ascisse indicano la classificazione dello stato del corso d'acqua in base all'indice IBCH (cfr. allegato A2-2)



Secondo la figura A13 e le valutazioni di Bannholzer (2000), facilmente paragonabili, la valutazione basata sul numero di famiglie EPT si presenta come segue:

Valutazione	Stato	Criterio: numero di famiglie EPT
	molto buono	> 12 famiglie EPT
	buono	8-12 famiglie EPT
	mediocre	5-7 famiglie EPT
	insoddisfacente	2-4 famiglie EPT
	cattivo	< 2 famiglie EPT

Fonti bibliografiche

- Bannhofer G. 2000: Die Anwendung von EPT-Konzepten für die Charakteristik österreichischer Fließgewässer. Dissertation, Abteilung für Hydrobiologie, Fischereiwirtschaft und Aquakultur, Universität für Bodenkultur, Wien, 1–211.
- Füreder L., Vacha C., Amprosi K., Bühler S., Hansen C.M.E., Moritz Ch. 2002: Reference conditions of alpine streams: Physical habitat and ecology. *Water, Air and Soil Pollution: Focus* 2: 275–294.
- Hering D., Johnson R.K., Kramm S., Schmutz S., Szoszkiewicz K., Verdonschot P.F.M. 2006: Assessment of European streams with diatoms, macrophytes, macroinvertebrates and fish: a comparative metric-based analysis of organism response to stress. *Freshw. Biol.* 51: 1757–1785.
- Jacobsen D., Dangles O. 2011: Environmental harshness and global richness patterns in glacier-fed streams. *Global Ecol. Biogeogr.* DOI: 10.1111/j.1466-8238.2011.00699.x.
- Limnex 2007: Morphologie und Schwallbetrieb in Fließgewässern. Bericht zuhanden des Bundesamtes für Umwelt, Abteilung Wasser, Bern, 1–70.
- Pellaud M. 2007: Ecological response of a multi-purpose river development project using macroinvertebrates richness and fish habitat value. Thèse No. 3807, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, 1–193.
- Stucki P. 2010: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer. Makrozoobenthos Stufe F. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1026, 1–61 (disponibile anche in francese).

A7-10 Colmatazione interna – indicatore H1

La colmatazione interna del letto di un corso d'acqua è influenzata essenzialmente dalla concentrazione di materiale in sospensione nell'acqua, dalla tensione di trasciamento, dal gradiente idraulico della corrente d'infiltrazione e dalla composizione del substrato. Le condizioni che consentono lo sviluppo di una colmatazione interna sono una determinata quantità di materiale in sospensione nell'acqua, un'infiltrazione dell'acqua fluviale nella falda acquifera e l'assenza di colmatazione esterna.

Basi teoriche

Le ondate di piena artificiali provocate dalle centrali idroelettriche inducono un aumento della tensione di trasciamento e del gradiente idraulico. La concentrazione di materiale in sospensione nell'acqua può subire un netto aumento in particolare in caso di forti variazioni della portata (innalzamento e abbassamento), ma anche in presenza di una portata massima costante rispetto allo stato naturale. Questi tre fattori contribuiscono ad aumentare il volume di polveri fini che s'infiltrano nel sistema poroso del fondo provocando così una colmatazione interna maggiore rispetto ai tratti non influenzati dalle ondate di piena artificiali delle centrali idroelettriche. Le polveri fini attraversano lo strato superficiale del substrato ricoprendolo con un film molto sottile.

Con l'aumentare della colmatazione interna si riduce il deflusso che attraversa il substrato e diminuisce l'apporto di ossigeno nello spazio poroso. Questo fenomeno può compromettere la riproduzione dei pesci che depongono le uova nella ghiaia.

Il successo della riproduzione delle trote dipende dalle condizioni di colmatazione durante la stagione fredda. A seconda del regime di deflusso, questo periodo è caratterizzato, più o meno intensamente, da portate minime. Unicamente la pioggia o lo scioglimento delle nevi sugli argini sensibili all'erosione possono aumentare in modo consistente l'intorbidamento di un corso d'acqua. Una parte del materiale in sospensione si deposita sul fondo dell'alveo del corso d'acqua ricettore nelle zone dove l'acqua è calma, diminuendo in tal modo la concentrazione di materiale in sospensione in direzione del flusso (in assenza di affluenti laterali).

Le ondate di piena artificiali provocate dalle centrali idroelettriche possono trasportare il materiale in sospensione più lontano oppure risollevare i sedimenti fini che si erano depositati sul fondo. Pertanto, ogni ondata di piena può causare un incremento della concentrazione di materiale in sospensione.

L'effetto che le ondate di piena artificiali provocate dalle centrali idroelettriche svolgono sulla colmatazione interna dell'alveo dipende dalla concentrazione di materiale in sospensione nell'acqua prima e durante il regime di portata massima in pieno inverno (da metà dicembre a febbraio, in presenza di temperature fredde).

Rilevazione dei dati

Tipo di misurazione

I campioni vanno prelevati durante lo scorrere delle onde mediante un contenitore in vetro oppure una sonda tarata. Il prelievo va effettuato presso una riva soggetta a una corrente piuttosto forte con intense turbolenze o nella corrente principale.

Oltre alla concentrazione di materiale in sospensione va rilevato anche l'andamento del deflusso mediante la misurazione della portata o del livello dell'acqua.

Periodo di misurazione

È opportuno prelevare dei campioni a ogni ora, preferibilmente di lunedì dall'alba alla sera. I primi due o tre prelievi vanno effettuati prima della messa in esercizio della centrale idroelettrica. È necessario verificare che le centrali non stiano turbinando acqua e che non siano in corso degli spurghi.

Punti di misurazione

Bisogna selezionare diversi punti di prelievo lungo il percorso influenzato dal deflusso discontinuo e nella parte superiore del tratto di restituzione dell'acqua, nel caso in cui esso sia rappresentativo dello stato naturale.

L'andamento della portata va registrato almeno in un punto.

Ripetizione delle misurazioni

Sono necessarie almeno due misurazioni. A seconda del risultato occorrerà eseguire una misurazione supplementare.

Per ogni campione è misurata la quantità totale di materiale in sospensione (MS) in milligrammi di materia secca per litro (mg/l) e per ogni punto di prelievo i risultati sono raffigurati assieme all'evoluzione del deflusso (portata o livello d'acqua), in funzione del tempo.

Interpretazione e presentazione dei risultati

Dai dati raccolti si determina la concentrazione rappresentativa di MS per la portata massima e la portata ridotta. Nel caso di quest'ultima si tiene generalmente conto delle condizioni vigenti all'inizio dell'ondata di piena (stadio con la maggiore concentrazione di MS).

La valutazione si fonda sulle misurazioni della concentrazione di MS nel bacino imbrifero del Reno alpino e del Rodano, sull'analisi della riproduzione delle trote di lago in scatole Vibert, nonché sui calcoli relativi alla colmatazione nel Reno alpino (ARGE Trübung Alpenrhein 2001 e Schälchli, Abegg + Hunzinger 2007).

Valutazione

Gli studi svolti sul Reno alpino hanno consentito di stabilire una relazione tra la concentrazione di MS in caso di portata massima e lo sviluppo della colmatazione interna (nel semestre invernale, fig. A14). La colmatazione interna viene misurata mediante una scala composta da 15 livelli suddivisi nelle cinque classi seguenti: (1) inesistente, (2) leggera, (3) consistente, (4) forte e (5) intensa (colorazione dal blu al rosso).

Se la colmatazione è inesistente, la riproduzione è reputata molto buona, se è leggera è reputata buona, mentre se la colmatazione è consistente (livelli 6 e 7) è reputata scarsa (insufficiente). Dal livello di colmatazione 8 la riproduzione non è più possibile.

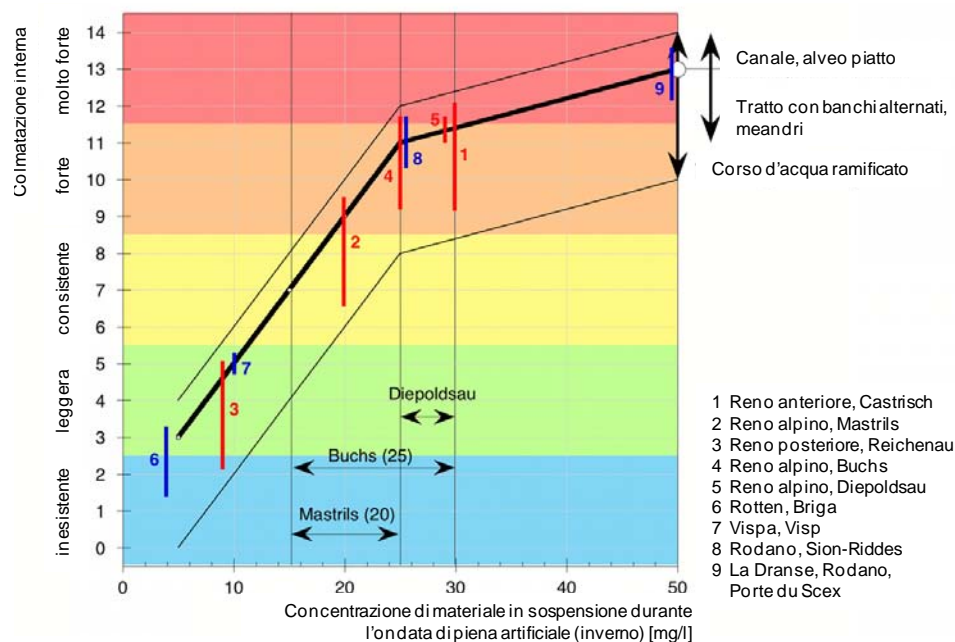
Il rapporto tra la concentrazione di materiale in sospensione in caso di portata massima e la colmatazione interna viene raffigurata sotto forma di intervallo, il che consente di tener conto dell'influenza morfologica. La colmatazione è più intensa nei bacini («pool»; parte superiore dell'intervallo), è media nei canali («run»; parte centrale) ed è relativamente leggera nelle rapide («riffle»; parte inferiore). Nei tratti canalizzati, dove l'alveo è piano, il grado di colmatazione si situa tra bacino e canale. Pertanto, nei tratti ramificati bisogna attendersi una maggiore variazione della colmatazione con

un'evoluzione localmente meno accentuata rispetto ai tratti con banchi di ghiaia alter-nati e ai tratti canalizzati.

Se la concentrazione di materiale in sospensione raggiunge valori capaci di generare una consistente colmatazione interna in condizioni di portata ridotta in un tratto allo stato naturale oppure nel caso in cui il periodo di portata ridotta sia sufficientemente lungo, l'indicatore H1 non fa presumere che le ondate di piena artificiali provocate dalle centrali idroelettriche provochino danni sensibili. Il valore limite si aggira intorno ai 15mg/l.

Nella figura A14 le rilevazioni eseguite nel Reno anteriore, posteriore e alpino sono indicate in rosso, mentre quelle effettuate nel Rodano sono indicate in blu. Si può quindi presumere che nel Reno posteriore all'altezza di Rhäzüns, nel Rodano all'altezza di Brig e nella Vispa all'altezza di Visp la colmatazione rilevata sia tutt'al più minima, anche se questi tratti dovrebbero essere influenzati da deflussi discontinui. Va ricordato che le misurazioni della concentrazione di materiale in sospensione durante le portate massime sono state effettuate più volte nel Reno alpino, ma soltanto una volta nel Reno anteriore e posteriore e nel Rodano. Pertanto in questi tratti si rendono necessarie ulteriori misurazioni a complemento dei dati esistenti.

Fig. A14 > Valutazione della colmatazione interna in base alla concentrazione di materiale in sospensione presente all'inizio della portata massima (innalzamento) in una fredda mattina invernale



Fonti bibliografiche

ARGE Trübung Alpenrhein 2001: Trübung und Schwall im Alpenrhein. Synthesebericht, Fachberichte und Literaturstudie im Auftrag der Internationalen Regierungskommission Alpenrhein, Projektgruppe Gewässer- und Fischökologie, Vaduz, Projektordner.

Schälchli, Abegg + Hunzinger 2007: 3. Rhonekorrektur, Sachbereich Kolmation, Zwischenbericht 2. Situationsanalyse Trübung. Im Auftrag des Departements für Verkehr, Bau und Umwelt des Kantons Wallis.

A7-11 Deflusso minimo – indicatore D1

Gli articoli 31–33 della legge federale sulla protezione delle acque (LPaC) disciplinano la determinazione dei livelli di deflusso residuale da rispettare nei tratti in cui vengono eseguiti i prelievi da parte delle centrali idroelettriche. Queste disposizioni, entrate in vigore nel 1992, vengono applicate ad ogni rinnovo di una concessione per l'utilizzazione delle forze idriche. Gli articoli 80–83 LPaC (fig. A15) prevedono il risanamento dei prelievi di acqua che influenzano sensibilmente un corso d'acqua. In questo caso il deflusso residuale viene fissato a un livello inferiore a quanto sancito dagli articoli 31–33 LPaC (fig. A15).

Basi teoriche

Nel caso di molte centrali idroelettriche che provocano deflussi discontinui, il corso d'acqua interessato corrisponde a un tratto con deflusso residuale prima della restituzione dell'acqua, dopodiché si trasforma improvvisamente in un tratto con portata massima. Pertanto la portata ridotta d'acqua che scorre al termine del tratto di deflusso residuale corrisponde contemporaneamente alla portata ridotta nel tratto successivo con portata massima. I due casi seguenti rappresentano delle eccezioni:

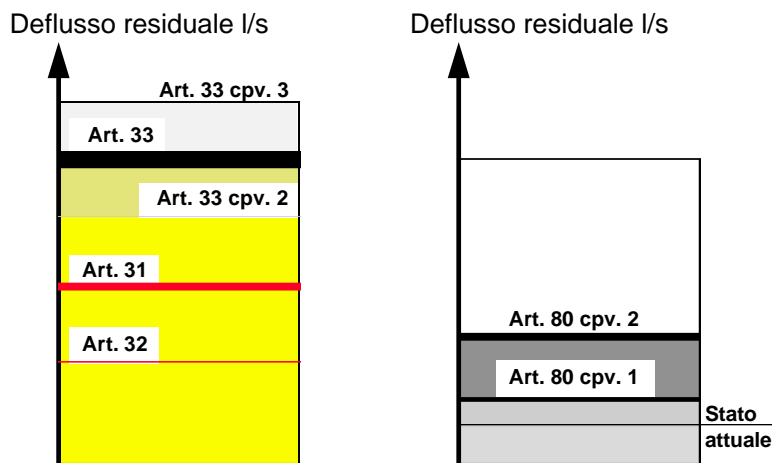
- > situazioni in cui l'acqua turbinata non viene immessa nuovamente nel corso d'acqua dal quale è stata prelevata (ma è convogliata ad esempio in valli vicine o in un corso d'acqua più grande situato a valle);
- > centrali che non regolano soltanto il deflusso discontinuo, ma si occupano anche di mantenere un livello d'acqua costante (spesso minimo) affinché la portata ridotta sia sempre superiore rispetto al livello del deflusso residuale.

Il 31 dicembre 2012 è il termine entro il quale i Cantoni devono aver effettuato il risanamento dei deflussi residuali nell'ambito delle concessioni vigenti. Di conseguenza, tutti i risanamenti dei deflussi residuali cantonali dovranno essere ultimati entro il 31 dicembre 2014, quando i Cantoni dovranno iniziare ad adottare la pianificazione cantonale per i deflussi discontinui. In questo modo ovunque i deflussi residuali e le portate ridotte dovranno adempiere alle esigenze dettate dagli articoli 80–83 LPaC (fig. A15).

Secondo l'articolo 83a LPaC, una volta ultimato il risanamento dei deflussi discontinui gli impianti esistenti devono rispondere alle stesse esigenze di quelli nuovi. Ciò significa che tale risanamento dovrà accrescere la portata ridotta e fissarla al livello richiesto per evitare danni sensibili, indipendentemente dal fatto che i deflussi residuali a partire dalla captazione siano già stati adeguati o meno ai requisiti applicabili nell'ambito del rinnovo della concessione.

Gli studi svolti sul fiume Ticino hanno dimostrato che gli effetti dei deflussi discontinui aumentano sensibilmente se il livello della portata ridotta scende al di sotto del livello del deflusso residuale minimo secondo l'articolo 31 LPaC (OIKOS 2010).

Fig. A15 > Confronto tra le norme da applicare al deflusso residuale in occasione dei rinnovi delle concessioni in base agli articoli 31–33 (sinistra) e in caso di risanamento secondo l'articolo 80 LPac (destra)



Fonte: UFAFP 1997

L'indicatore D1 serve a determinare se la portata ridotta rispetta un valore minimo basato su dati ecologici oppure se la stessa è inferiore a tale valore minimo. I requisiti di una portata ridotta sono simili a quelli per il deflusso residuale minimo definiti agli articoli 31–33 LPac. Spesso tali requisiti sono già adempiuti o addirittura superati (Limnex 2007).

La portata ridotta corrisponde al deflusso residuale minimo di cui agli articoli 31–33 LPac e viene stabilita seguendo la procedura abituale applicata per i rinnovi delle concessioni delle centrali idroelettriche. Per l'indicatore qui descritto non è rilevante il deflusso residuale vigente a prelievo ultimato (all'inizio del tratto con deflusso residuale), bensì nel momento immediatamente successivo alla restituzione dell'acqua (alla fine del tratto con deflusso residuale). Il risanamento dei deflussi discontinui non anticipa in alcun modo la procedura per la determinazione del deflusso residuale (dalla captazione).

La determinazione del deflusso residuale è descritta in dettaglio nelle istruzioni di Estoppey et al. (2000). Vogel et al. (2004) presentano i risultati di numerosi controlli dell'efficacia eseguiti in corsi d'acqua per i quali la portata di dotazione è stata definita nel rispetto dei requisiti legali.

È opportuno fare delle valutazioni speciali su due punti che secondo l'articolo 31 capoverso 2 o l'articolo 33 capoverso 3 LPac possono indurre un aumento (almeno temporaneo) del deflusso residuale minimo o della portata ridotta:

- > durante il periodo delle feste di fine anno (da Natale a Capodanno) la portata ridotta a volte diminuisce sensibilmente raggiungendo livelli inferiori rispetto al deflusso di magra solitamente registrato durante la notte o il fine settimana («calo di Natale»). Questo abbassamento provvisorio del deflusso minimo, altrimenti garantito, compromette la riproduzione naturale dei pesci e, in linea di principio, non è accettabile da un punto di vista ecologico (Limnex 2007). Nell'allegato 5 vengono esaminati gli effetti di singoli giorni festivi sul dimensionamento dei bacini di compensazione. Solo raramente i bacini di compensazione possono sostenere un «calo di Natale»

Rilevazione dei dati

Interpretazione e presentazione dei risultati

protratto per diversi giorni, poiché per mantenere la portata ridotta a un livello «normale» per giorni, la quantità d'acqua e il volume di stoccaggio necessari sono troppo elevati (VAW e LCH 2006);



- > la larghezza o la superficie dell'alveo che resta bagnata durante la portata ridotta può ridursi considerevolmente soprattutto nei canali naturali o prossimi allo stato naturale rispetto al periodo di portata massima o di deflusso naturale (p. es. Rupf 1998). Questo fenomeno può influire, tra l'altro, anche sulle zone golenali di un corso d'acqua caratterizzato da una morfologia prossima allo stato naturale, poiché ostacola la colonizzazione da parte di organismi acquatici e terrestri in vaste zone intertidali che sono bagnate durante la portata massima e si prosciugano durante la portata ridotta (p. es. Zahner e Lutz 1988, Meile et al. 2005 e le opere ivi citate). Le zone golenali di un corso d'acqua fanno parte dei biotopi e delle biocenosi rari, che dipendono direttamente o indirettamente dal tipo e dalle dimensioni del corso d'acqua, come indicato all'articolo 31 capoverso 2 lettera c LPAc, e che richiedono l'innalzamento del livello della portata ridotta a un livello superiore rispetto a quello del deflusso residuale, conformemente all'articolo 31 capoverso 1 LPAc. L'aumento della portata ridotta va stabilito caso per caso. Come base di riferimento possono fungere due approcci elaborati in Austria. Nel primo si sostiene, come nell'indicatore P2, che lo stato idromorfologico è buono se la superficie bagnata durante la portata ridotta corrisponde almeno all'80 per cento della superficie bagnata durante la portata massima (Mühlmann 2010). Anche l'indicatore P2 adotta un approccio simile: qui le ondate di piena artificiali provocate dalle centrali idroelettriche sono considerate altamente dannose se la superficie bagnata durante la portata ridotta è inferiore al 70 per cento della sua estensione in caso di deflusso naturale (Greimel 2009).

Non è necessaria una presentazione speciale dei risultati.

La valutazione dell'indicatore D1, diversamente dagli altri indicatori, non comprende cinque, bensì solo due classi di stato, dato che non possono essere giustificati stati intermedi tra l'adempimento o meno dei requisiti in materia di deflusso residuale previsti agli articoli 31–33 LPAc.

Valutazione

La valutazione avviene esclusivamente dal punto di restituzione dell'acqua (centrale) e, applicando le restrizioni menzionate, senza considerare il grado di risanamento del deflusso residuale, ossia indipendentemente dal fatto che il deflusso residuale sia risanato secondo gli articoli 31–33 LPAc (rinnovo della concessione dopo l'entrata in vigore di queste disposizioni il 1° novembre 1992) al momento dell'applicazione delle misure di attenuazione dei deflussi discontinui oppure che il deflusso residuale sia risanato secondo le esigenze meno restrittive degli articoli 80–83 LPAc.

Valutazione	Stato	Criteri: deflussi residuali ai sensi degli articoli 30–33 LPAc
	buono	Esigenze soddisfatte
	cattivo	Esigenze non soddisfatte

Fonti bibliografiche

Estoppey R., Kiefer B., Kummer M., Lagger S., Aschwanden H. 2000: Angemessene Restwassermengen – Wie können sie bestimmt werden? Vollzug Umwelt Nr. 27/01, herausgegeben vom Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, 1–140 (disponibile anche in francese).

Greimel F. 2009: Ökologische Bewertung von Flussbaumasnahmen an der Raab. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur, Wien, 1–171.

Limnex 2007: Szenarien für eine ökologisch begründete Schwallminderung in den Flüssen Alpenrhein, Rhone, Linth und Doubs. Berichten zuhanden des Bundesamtes für Umwelt, Abteilung Wasser, Bern, 1–25.

Meile T., Fette M., Baumann P. 2005: Synthesebericht Schwall/Sunk. Eine Publikation des Rhone-Thur Projektes c/o Eawag, WSL, LCH.

Mühlmann H. 2010: Leitfaden zur hydromorphologischen Zustandserhebung von Fliessgewässern. Herausgegeben vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien, 1–72.

UFAPP 1997: Sanierungsbericht Wasserentnahmen. Sanierung nach Art. 80 Abs. 1 Gewässerschutzgesetz. Mitteilung zum Gewässerschutz Nr. 25, herausgegeben vom Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, 1–50 (disponibile anche in francese).

OIKOS 2010: Studio degli effetti delle variazioni di portata indotti dalla regimazione idroelettrica lungo il fiume Ticino da Personico alla foce. Parametri relativi ai macroinvertebrati. Rapporto commissionato dall'Ufficio della caccia e della pesca, Bellinzona, 1–91.

Rupf R. 1998: Ökomorphologie des Vorder- und Hinterrheins: Zustandsbewertung und Massnahmenvorschläge aus fischökologischer Sicht. Diplomarbeit am geographischen Institut der Universität Zürich, 1–86.

VAW, LCH 2006: Kraftwerksbedingter Schwall und Sunk. Bericht der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie an der ETH Zürich sowie des Laboratoire de Construction Hydrauliques an der EPF Lausanne im Auftrag des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes, Baden, 1–161.

Vogel U., Kirchofer A., Breitenstein M. 2004: Restwassermengen – Was nützen sie dem Fliessgewässer? Schriftenreihe Umwelt Nr. 358, herausgegeben vom Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, 1–139 (disponibile anche in francese).

Zahner M., Lutz M. 1988: Untersuchungen zur Vegetation und Avifauna der Auen am Vorderrhein und Glenner. Jber. Natf. Ges. Graubünden 195: 31–77.

A7-12 Temperatura dell'acqua – indicatore Q1

Le variazioni della temperatura dell'acqua sono uno degli effetti dei deflussi discontinui più studiati (Baumann e Klaus 2003). Uno dei possibili motivi per cui i deflussi discontinui causano gravi danni sono le «variazioni inammissibili» della temperatura dell'acqua, menzionate espressamente all'articolo 41e lettera b OPAC.

Basi teoriche

Negli ultimi anni, i cambiamenti repentini della temperatura provocati dai deflussi discontinui (*thermopeaking*) sono stati studiati in maniera approfondita (p. es. Zolezzi et al. 2011, Carolli et al. 2011). Utilizzando i dati di base provenienti da fonti diverse, Dübendorfer et al. (2011) hanno elaborato un approccio speciale per la valutazione dei deflussi discontinui, ripreso senza modifiche nell'indicatore Q1.

I testi e i dati seguenti concernenti l'indicatore Q1 sono ripresi dal rapporto peritale sul modulo temperatura stilato su incarico dell'UFAM nel quadro del concetto basato su moduli e livelli da Dübendorfer et al. (2011).

Le variazioni di temperatura sono uno degli effetti collaterali delle centrali idroelettriche che provocano ondate di piena artificiali e influiscono negativamente sulle uova dei pesci e gli avannotti. In generale, l'acqua turbinata proveniente dai laghi artificiali riscalda il corso d'acqua in inverno e lo raffredda in estate (Meier et al. 2004, Bruno et al. 2009, Maiolini et al. 2010, Carolli et al. 2011, Zolezzi et al. 2011). Si presume che le variazioni di temperatura repentine dovute ai deflussi discontinui delle centrali idroelettriche siano più dannose da un punto di vista ecologico rispetto alle variazioni termiche stagionali dell'acqua (Meile et al. 2005). La capacità dei pesci di adattarsi alle variazioni di temperatura dipende dalla temperatura vigente nel corso d'acqua prima della portata massima o della portata ridotta, ossia dalla cosiddetta temperatura di acclimatazione (Krejci et al. 2004).

La definizione dei parametri di valutazione si fonda su una serie di misurazioni della temperatura della durata di cinque anni, con una risoluzione temporale di 10–15 minuti e una precisione a 0,1 °C. Le serie di misurazioni con una risoluzione o una precisione più elevata devono essere ridotte a 10 minuti o arrotondate a 0,1 °C prima del calcolo dei parametri di valutazione. A seconda del parametro di valutazione è necessario disporre di tutti i dati momentanei o dei valori estremi giornalieri (valore massimo e minimo giornaliero). È opportuno esaminare i cinque anni che riflettono meglio il regime di deflusso discontinuo attuale (generalmente gli ultimi cinque anni).

Rilevazione dei dati

Se non sono disponibili serie di misurazioni quinquennali, è possibile esaminare altre serie più brevi e, in casi estremi, serie di misurazioni di un anno per ottenere una valutazione provvisoria. In questi casi i risultati devono essere interpretati con cautela. Si raccomanda di specificare le caratteristiche relative alla temperatura dell'aria e al regime delle portate che hanno segnato l'anno in questione (anno freddo, mite o caldo oppure secco, mediamente secco o umido).

Se non esistono serie di misurazioni del genere bisogna effettuare delle rilevazioni. Per applicare il metodo descritto si raccomanda una risoluzione temporale di 10 minuti (valori misurati di continuo durante 10 minuti). La precisione richiesta agli apparecchi

di misurazione è di almeno 0,1 °C. Ove possibile, i punti di rilevazione devono essere integrati nelle reti idrometriche esistenti (parametri relativi alle portate e alla qualità dell'acqua) e combinati con altri campioni, ad esempio di parametri biologici. È così possibile sfruttare le sinergie sia per la gestione e il controllo delle stazioni di rilevazione che per l'interpretazione dei dati.

Sul mercato sono disponibili diversi apparecchi di misurazione che rilevano unicamente la temperatura o più parametri contemporaneamente. Oggi si ricorre spesso a sonde provviste di un registratore di dati, che garantiscono misurazioni continue e con una buona risoluzione temporale. Il vantaggio dei registratori da campo online è la possibilità di trasmettere istantaneamente i valori misurati e di poterli visionare, controllare e valutare in qualunque momento sul computer. In genere, gli apparecchi di misurazione sono dotati di un programma per il salvataggio e la valutazione dei dati.

Dove e quando va installata la sonda termica dipende dal tipo e dalla grandezza del corso d'acqua. In linea di principio, la sonda deve essere posizionata in un settore percorso dalla corrente e non in «acque morte» o in acque stagnanti. È importante fissarla in modo sicuro per evitare che venga trasportata via da una piena ed equipaggiarla con una protezione adeguata nei corsi d'acqua caratterizzati da un forte trasporto di materiale detritico. In corsi d'acqua di grandi dimensioni bisogna ricordare che le zone vicine agli argini dove l'acqua è poco profonda (< 50 cm) si riscaldano più rapidamente e intensamente rispetto al corso principale. Se non è disponibile un allacciamento alla rete elettrica sul campo, è consigliabile l'utilizzo di un apparecchio di misurazione alimentato mediante un accumulatore, batterie o un pannello solare.

Le stazioni di misurazione richiedono un'assistenza e una manutenzione costanti a seconda del tipo di apparecchio, del corso d'acqua ecc. L'esperienza ha mostrato che il servizio di manutenzione va eseguito all'incirca ogni tre mesi. In tale occasione vanno eliminate dagli apparecchi alghe, detriti fluttuanti e simili e va verificato il loro buon funzionamento. Per il resto, bisogna procedere alla trasmissione dei dati e al cambio delle batterie almeno una volta all'anno, a seconda della grandezza della memoria integrata.

Grandi intemperie e forti precipitazioni possono provocare portate di piena in grado di trascinare con sé gli apparecchi. Dopo eventi simili è raccomandabile dirigersi subito sul luogo e controllare lo stato dell'installazione nonché verificare la registrazione dei dati in rete. Gli apparecchi di misurazione sono particolarmente sensibili e possono essere danneggiati dalla formazione di ghiaccio (e dai suoi spostamenti), dalle slavine, dal trasporto di materiale detritico e in particolar modo temporali dai fulmini che attraversano l'acqua. Pertanto bisogna controllare gli apparecchi e verificare la trasmissione dei dati in rete periodicamente.

Quando si installa un nuovo punto di misurazione bisogna informare l'autorità competente e, se la grandezza e il tipo di installazione lo richiedono, chiedere l'apposita autorizzazione.

I dati devono essere immessi in una banca dati (Excel, Access o un software idrometrico specifico) per essere valutati. Bisogna assicurarsi di salvarli periodicamente.

Le seguenti grandezze di valutazione forniscono indicazioni in merito alle variazioni di temperatura repentine osservate in un corso d'acqua e dovute a centrali idroelettriche che provocano ondate di piena artificiali:

Interpretazione e presentazione dei risultati

- > velocità di variazione della temperatura tra portata massima e portata ridotta $TR_{\text{massima/ridotta}}$ [in °C/h];
- > escursione termica tra portata massima e portata ridotta $TA_{\text{massima/ridotta}}$ [in °C];
- > escursione termica di riferimento specifica per il tipo di corso d'acqua TA_{rif} [in °C];
- > numero di picchi termici al giorno $P_{\text{massima/ridotta}}$ espresso come valore medio $PM_{\text{massima/ridotta}}$ e come quantile al 95 per cento: $P95_{\text{massima/ridotta}}$ [-].

1) Velocità di variazione della temperatura

La velocità di variazione della temperatura tra portata massima e portata ridotta ($TR_{\text{massima/ridotta}}$ [in °C/h]) corrisponde a una velocità massima di variazione rappresentativa della temperatura tra portata massima e portata ridotta e viceversa.

La velocità di variazione della temperatura tra portata massima e portata ridotta è pari al quantile al 90 per cento delle velocità giornaliere massime di variazione della temperatura di una serie di misurazioni rappresentativa.

$$TR_{\text{massima/ridotta}} = \text{quantile al 90 \% di } |TR|_{\text{max}} \text{ dove } TR_t = T_t - T_{t-1} / \Delta t \text{ [in } ^\circ\text{C/h]}$$

T_t = temperatura al momento t (valore istantaneo)

TR_t = velocità di variazione della temperatura al momento t

$|TR|_{\text{max}}$ = valore massimo giornaliero della velocità assoluta di variazione della temperatura TR_t

Indipendentemente dalla comparsa di fenomeni di deflusso discontinuo, è opportuno determinare le variazioni di temperatura nel corso di un anno intero. Utilizzando il quantile al 90 per cento si evita che eventi estremi isolati e giorni privi di deflusso discontinuo accentuato (p. es. durante il fine settimana) influiscano troppo sui risultati.

Le velocità di variazione della temperatura possono avere un valore sia positivo sia negativo. Un valore positivo sta a indicare un aumento della temperatura, mentre un valore negativo indica un suo abbassamento. L'obiettivo consiste nel determinare i valori assoluti delle velocità di variazione termica.

La determinazione, analoga, della velocità massima giornaliera d'innalzamento del livello dell'acqua (PR_{max}) è descritta in Pfaundler e Keusen (2007).

2) Escursione termica tra portata massima e portata ridotta

L'escursione termica tra portata massima e portata ridotta ($TA_{\text{massima/ridotta}}$) corrisponde a un'escursione giornaliera rappresentativa influenzata dal deflusso discontinuo.

L'escursione termica massima tra portata massima e portata ridotta ($TA_{\text{massima/ridotta}}$) è espressa in quantile al 90 per cento delle differenze di temperatura massime giornaliere registrate in una serie di misurazioni rappresentativa.

$$TA_{\text{massima/ridotta}} = \text{quantile al 90 \% di } (T_{\text{max}} - T_{\text{min}}) \text{ [in } ^\circ\text{C]}$$

T_{max} = temperatura giornaliera massima (valori istantanei)

T_{min} = temperatura giornaliera minima (valori istantanei)

Indipendentemente dalla comparsa di fenomeni di deflusso discontinuo, è opportuno determinare le variazioni di temperatura nel corso di un anno intero. Utilizzando il quantile al 90 per cento si evita che eventi estremi isolati e giorni privi di deflusso discontinuo accentuato (p. es. durante il fine settimana) influiscano troppo sui risultati.

2b) Escursione termica di riferimento specifica per il tipo di corso d'acqua

L'escursione termica di riferimento specifica per il tipo di corso d'acqua (TA_{rif}) indica l'escursione termica giornaliera tipica, e piuttosto elevata, che si riscontra in estate.

Le escursioni termiche giornaliere tipiche (TA_{rif}) sono tratte dalle curve sinusoidali specifiche per il corso d'acqua riportate da Müller (2011), sotto forma di differenza tra i valori massimi annuali della regressione sinusoidale del percentile medio al 75 per cento dei valori massimi giornalieri e della regressione sinusoidale del percentile medio al 25 per cento dei valori minimi giornalieri.

Non è necessario calcolare questi valori, poiché è possibile utilizzare quelli indicati nella tabella A4.

Tab. A4 > Escursioni termiche giornaliere specifiche per il tipo di corso d'acqua in °C

Il metodo da applicare per determinare il tipo di corso d'acqua secondo la zona di biocenosi e la classe di altitudine è spiegato nel capitolo 3.4 di Dübendorfer et al. (2011).

Tipo di corso d'acqua	Kry	CRs	CRm	CRc	ERa	ERs	ERm	ERc	MRa+s	MRm	MRk	HyR	EpP
Escursione termica giornaliera	1,3	0	0,1	0,2	6,3	5,3	4,9	2,4	4,8	6,3	4,1	4,9	3,9

Zone di biocenosi: Kry = kryal; CR = crenal; ER = epirhithral; MR = metarhithral; Hy = iporhithral; Ep = epipotamal
 Classi di altitudine: a = alpina; s = subalpina; m = montana; c = collinare

3) Numero di picchi termici giornalieri

Il parametro relativo al numero di picchi termici al giorno ($P_{\text{massima/ridotta}}$) corrisponde al numero di picchi termici positivi o negativi registrati nel corso d'acqua nell'arco di un giorno e comprende pertanto sia i valori estremi giornalieri naturali sia i picchi causati dall'intervento dell'uomo.

Si determina la media ($PM_{\text{massima/ridotta}}$) e il quantile al 95 per cento ($P95_{\text{massima/ridotta}}$) del numero di picchi termici giornalieri nell'ambito di una serie rappresentativa di misurazioni. Sono considerati picchi termici tutti gli estremi registrati a distanza di almeno 60 minuti e di almeno 0,2 °C.

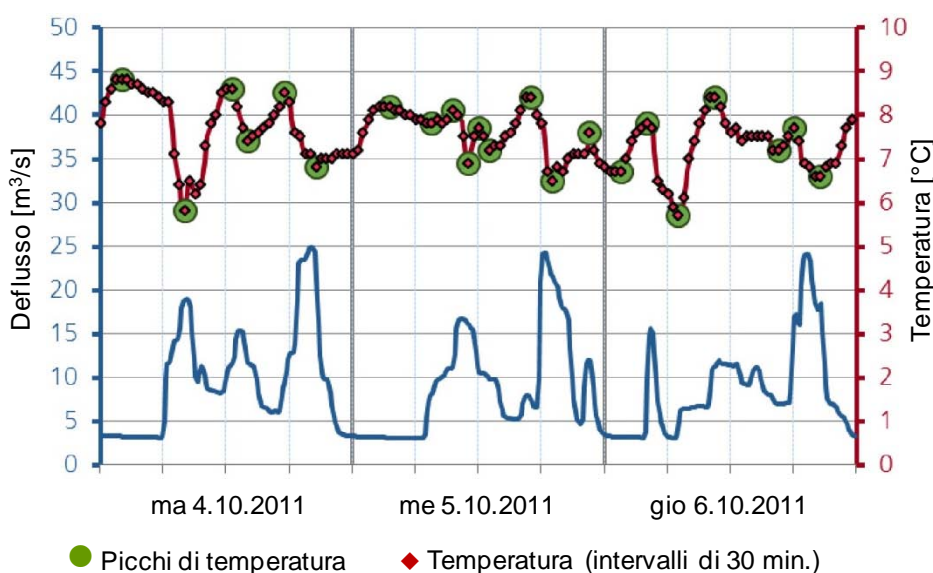
$PM_{\text{massima/ridotta}}$ = media del numero di picchi termici giornalieri [-]

$P95_{\text{massima/ridotta}}$ = quantile al 95 % del numero di picchi termici giornalieri [-]

I picchi termici vengono determinati secondo Frutiger et al. (2004) e si basano su intervalli di 30 minuti. Le serie di misurazioni con una risoluzione maggiore vanno quindi convertite in intervalli di 30 minuti.

In linea di principio, un picco termico è osservabile in concomitanza con un cambiamento di direzione della temperatura. Cambiamenti molto repentini e lievi oscillazioni, che non superano il margine di errore delle misurazioni non sono tuttavia considerati dei picchi. Sussiste un picco unicamente quando la direzione del cambiamento termico resta costante almeno nel corso di due intervalli consecutivi da 30 minuti e quando la differenza di temperatura rispetto all'ultimo picco è di almeno 0,2 °C. Se le temperature restano stabili, fa stato la direzione di cambiamento della temperatura precedente. La figura A16 illustra il metodo di determinazione dei picchi.






Fig. A16 > Esempio di una curva termica influenzata da deflussi discontinui con indicazione dei picchi



A complemento della regola di classificazione si applicano le seguenti considerazioni:

Valutazione

- > le grandezze di valutazione che forniscono informazioni d'importanza ecologica differenti vengono combinate al fine di ottenere una classificazione;
- > la velocità di variazione della temperatura fornisce la valutazione approfondita dell'effetto dei deflussi discontinui, poiché i pesci, in particolare, sono molto sensibili alle velocità di variazione della temperatura;
- > i due parametri che indicano il numero e l'altezza (ampiezza) dei picchi fungono da fattori di correzione per affinare la valutazione. In questo modo si tiene conto al contempo delle frequenti variazioni di temperatura e delle grandi escursioni termiche, che causano uno stress considerevole agli organismi acquatici. Ciò non può migliorare, bensì solo declassare la valutazione approfondita.

Valutazione	Stato	Valutazione iniziale	Fattori di correzione
	molto buono	$TR_{\text{massima/ridotta}} \leq 1,25^\circ\text{C/h}$	Degradazione di una classe se $TA_{\text{massima/ridotta}} > TA_{\text{rif}}$ e $PM = 3-5$ e $P95 = 6-9$ o se $TA_{\text{massima/ridotta}} > 1,5 * TA_{\text{rif}}$ o se $PM > 5$ e $P95 > 9$
	buono	$1,25^\circ\text{C/h} < TR_{\text{massima/ridotta}} \leq 2,5^\circ\text{C/h}$	
	mediocre	$2,5^\circ\text{C/h} < TR_{\text{massima/ridotta}} \leq 3,75^\circ\text{C/h}$	
	insoddisfacente	$3,75^\circ\text{C/h} < TR_{\text{massima/ridotta}} \leq 5^\circ\text{C/h}$	Degradazione di due classi se $TA_{\text{massima/ridotta}} > 1,5 * TA_{\text{rif}}$ e $PM > 5$ e $P95 > 9$
	cattivo	$TR_{\text{massima/ridotta}} > 5^\circ\text{C/h}$	

I limiti delle classi sono stati stabiliti in base ai seguenti dati fondamentali:

- > le variazioni giornaliere naturali della temperatura di $0,5-1^\circ\text{C/h}$ sono sopportate senza problemi dai pesci (Oliver e Fidler 2001);
- > i limiti delle classi per le velocità di variazione della temperatura si basano sui valori indicati nella letteratura per acque con regimi di temperatura non influenzati dall'uomo (Elliott et al. 1981, Zolezzi et al. 2011) così come sugli effetti osservati, quali la deriva attiva degli invertebrati (Fey et al. 1977, Carolli et al. 2011);
- > la valutazione del numero di picchi di temperatura si rifà a Frutiger et al. (2004).

Fonti bibliografiche

Baumann P., Klaus I. 2003: Gewässerökologische Auswirkungen des Schwallbetriebs. Ergebnisse einer Literaturstudie. Mitteilung zur Fischerei Nr. 75, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, 1-112 (disponibile anche in francese).

Carolli M., Bruno M.C., Siviglia A., Maiolini B. 2011: Responses of benthic macroinvertebrates to abrupt changes of temperature in flume simulations. River Res. Applic. 2011 (DOI: 10.1002/rra. 1520).

Dübendorfer Ch., Moser D., Kempfner T., Egloff L., Müller V., Wanner P., Baumann P., Kirchofer A. 2011: Expertenbericht zu einem Modul Temperatur im Rahmen des Modul-Stufen-Konzepts. Expertenbericht im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, Bern (voraussichtlich ab Mitte 2012 verfügbar auf www.modul-stufen-konzept.ch/d/index.htm, disponibile anche in francese).

Elliott J.M. 1981: Some aspects of thermal stress on freshwater Teleosts. In Pickering, A.D. (Ed.): Stress and fish. Academic Press, London: 209-245.

Fey J.M. 1977: Die Aufheizung eines Mittelgebirgsflusses und Auswirkungen auf die Zoozönose – dargestellt an der Lenne (Sauerland). Arch. Hydrobiol. Suppl. 53: 307-363.

Frutiger A. 2004: Ecological impacts of hydroelectric power production on the River Ticino. Part 1: Thermal effects. Arch. Hydrobiol. 159(1): 43-56.

Krejci V., Frutiger A., Kreikenbaum S., Rossi L. 2004: Gewässerbelastungen durch Abwasser aus Kanalisationen bei Regenwetter. Bericht zum Projekt «STORM: Abwassereinleitungen aus Kanalisationen», Eawag, Dübendorf: 1-36.

Meier W., Frey M., Moosmann L., Steinlin S., Wüest A. 2004: Wassertemperaturen und Wärmehaushalt der Rhone und ihrer Seitenbäche. Schlussbericht zu Subprojekt I-2 des Rhone-Thur Projektes, Eawag, Kastanienbaum: 1-100.

Meile T., Fette M., Baumann P. 2005: Synthesebericht Schwall/Sunk. Publikation des Rhone-Thur Projektes von EAWAG, WSL, EPFL und Limnex AG, 1-48.

Müller V. 2011: Erarbeitung eines anthropogen unbeeinflussten, typischen Jahresgangs der Wassertemperatur nach biozönotischen Regionen. Masterprojektarbeit für den Studiengang Umwelt-naturwissenschaften an der ETH Zürich, 1–58.

Oliver G.G., Fidler L.E. 2001: Towards a water quality guideline for temperature in the Province of British Columbia. Ministry of Environment, Land and Parks, Victoria BC
(www.env.gov.bc.ca/wat/wq/BCguidelines/temptech).

Pfaundler M., Keusen M. 2007: Veränderungen von Schwall-Sunk. Hydrologische Datenanalyse zur Charakterisierung von Schwall-Sunk Phänomenen in der Schweiz. Umwelt-Wissen Nr. 07/12, herausgegeben vom Bundesamt für Umwelt, Bern.

Zolezzi G., Siviglia A., Toffolon M., Maiolini B. 2011: Thermo peaking in Alpine streams: event characterization and time scales. *Ecohydrology* 4: 564–576.

> Bibliografia

Fonti bibliografiche citate nel rapporto

ARGE Trübung Alpenrhein 2001: Trübung und Schwall im Alpenrhein. Synthesebericht, Fachberichte und Literaturstudie im Auftrag der Internationalen Regierungskommission Alpenrhein, Projektgruppe Gewässer- und Fischökologie, Vaduz, Projektordner (www.alpenrhein.net/Publikationen/tabid/68/Default.aspx).

AXPO 2006: Zukunft Wasserkraft – Linthal 2015: Kraftwerke Linth-Limmern. Broschüre der Kraftwerke Linth-Limmern AG, Linthal und der AXPO Holding AG, Zürich, 1–12 (www.axpo.ch/content/dam/axpo/de/Hydroenergie/Wissen/Downloads/Linthal2015.pdf).

Baumann P., Klaus I. 2003: Gewässerökologische Auswirkungen des Schwallbetriebes. Ergebnisse einer Literaturstudie. Mitteilungen zur Fischerei Nr. 75, herausgegeben vom Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, 1–112 (www.bafu.admin.ch/gewaesserschutz/04851/index.html?lang=de).

Baumann P., Langhans S.D. 2010: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer. Synthese der Beurteilungen auf Stufe F (flächendeckend). Entwurf vom Juni 2010. Umwelt-Vollzug, herausgegeben vom Bundesamt für Umwelt, Bern, 1–47 (www.modul-stufen-konzept.ch/d/index.htm).

Bieri M., Schleiss A.J. 2011: Modelling and analysis of hydropeaking in alpine catchments equipped with complex hydropower schemes. Proc. 34th IAHR World Congress 2011, Brisbane, Australia. (http://info-science.epfl.ch/record/168548/files/2011-788_Bieri_Schleiss_Modelling_and_analysis_of_hydropeaking.pdf).

CAPTE-S 2008: Iniziativa parlamentare Protezione e utilizzo dei corsi d'acqua. Rapporto della Commissione dell'ambiente, della pianificazione del territorio e dell'energia del Consiglio degli Stati del 12 agosto 2008 (07.492), FF 2008 7033.

DRL 2008: Kompensation von Strukturdefiziten in Fließgewässern durch Strahlwirkung. Schriftenreihe des deutschen Rates für Landespflege, Heft 81, 1–138.

Eberstaller J., Haidvogel G., Jungwirth M. 1997: Gewässer- & Fischökologisches Konzept Alpenrhein. Grundlagen zur Revitalisierung mit Schwerpunkt Fischökologie. Herausgegeben von der Internationalen Regierungskommission Alpenrhein, Projektgruppe Gewässer- und Fischökologie, Vaduz, 1–90 (www.alpenrhein.net/Publikationen/tabid/68/Default.aspx).

Entegra 2011: Erhaltungskonzept der Kraftwerkskette am Aabach – Sanierung der Wasserkraftnutzungen gemäss dem revidierten GSchG. Bericht im Auftrag des kantonalen Amtes für Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft, Zürich.

EPFL 2007: Session 3: Synergies possibles pour des aménagements hydrauliques à buts multiples. Mögliche Synergien bei Mehrzweckprojekten. Communication No. 33 du Laboratoire de Constructions Hydrauliques, Ecole Polytechnique Fédérale, Lausanne, 79–123.

Gerster St., Rey P. 1994: Ökologische Folgen von Staurationsspülungen. Schriftenreihe Umwelt Nr. 219, herausgegeben vom Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, 1–47.

Hering D., Johnson R.K., Kramm S., Schmutz S., Szoszkiewicz K., Verdonschot P.F.M. 2006: Assessment of European streams with diatoms, macrophytes, macroinvertebrates and fish: a comparative metric-based analysis of organism response to stress. Freshw. Biol. 51: 1757–1785.

Hürlimann J., Niederhauser P. 2007: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer. Kieselalgen Stufe F (flächendeckend). Umwelt-Vollzug Nr. 07/40, herausgegeben vom Bundesamt für Umwelt, Bern (www.modul-stufen-konzept.ch/d/index.htm).

Hütte M., Niederhauser P. 1998: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer. Ökomorphologie Stufe F (flächendeckend). Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 27, herausgegeben vom Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern (www.modul-stufen-konzept.ch/d/index.htm).

Jäggi M. 1983: Alternierende Kiesbänke. Mitteilung Nr. 62 der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie an der ETH, Zürich.

Kail J., Hering D. 2009: The influence of adjacent stream reaches on the local ecological status of Central European mountain streams. River Res. Applic. 25: 537–550.

Kirchhofer A., Breitenstein M. 2008: Schwall/Sunk in der Linth (GL) – ein neuer Ansatz zur Reduktion der Auswirkungen auf das Flussökosystem. Vortrag an der Jahrestagung der SGHL vom 22.11.08 in Lugano (www.sghl.ch/downloads/06-SGM2008_Kirchhofer.pdf).

Limnex 2001: Schwall/Sunk-Betrieb in schweizerischen Fließgewässern. Bericht zuhanden des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft, Abteilung Wasser, Bern, 1–30 (www.bafu.admin.ch/gewaesserschutz/04851/index.html?lang=de).

Limnex 2004: Möglichkeiten zur Regelung des Schwallbetriebes in der Schweiz. Bericht zuhanden des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft, Abteilung Gewässerschutz, Bern, 1–34.

Limnex 2005: Entsanderspülungen in der Schweiz. Bericht zuhanden des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, 1–34.

Limnex 2006: Schwallversuche in der Linth: Ökologische Auswirkungen von schwalldämpfenden Massnahmen. Bericht zuhanden des kantonalen Amtes für Umweltschutz, Glarus, 1–50.

Limnex 2007: Morphologie und Schwallbetrieb in Fließgewässern. Bericht zuhanden des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft, Abteilung Wasser, Bern, 1–70.

Limnex 2009: Schwall/Sunk in der Hasliaare. Bericht zuhanden der Kraftwerke Oberhasli AG, Innertkirchen, 1–40.

Limnex 2010: Schwall/Sunk in der Hasliaare – Anhänge. Bericht zuhanden der Kraftwerke Oberhasli AG, Innertkirchen, 1–40.

Mangelsdorf J., Scheurmann K. 1980: Flussmorphologie. R. Oldenbourg Verlag, München, Wien.

Margot A., Sigg R., Schädler B., Weingartner R. 2010: Beeinflussung der Fliessgewässer durch Kraftwerke (≥ 300 kW) und Seeregulierungen. Hydrologischer Atlas der Schweiz (HADES), herausgegeben vom Bundesamt für Umwelt, Bern, Blatt 5.3.

Marti Ch., Bezzola G.R. 2004: Sohlenmorphologie in Flussaufweitungen. Mitteilung Nr. 184 der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich, 173–188.

Meile T., Fette M., Baumann P. 2005: Synthesebericht Schwall/Sunk. Publikation des Rhone-Thur Projektes von EAWAG, WSL, EPFL und Limnex AG, 1–48 (www.rhone-thur.eawag.ch/Synthese_Schwall_Sunk_2.pdf).

Meile T., Boillat J.-L., Schleiss A.J. 2011: Hydropeaking indicators for characterization of the Upper-Rhone River in Switzerland. *Aquat. Sci.* 73: 171–182.

Misurio 2010: CKW – Dammerhöhung Göschenalp. Auswirkungen auf Schwall/Sunkbetrieb. Anhänge 5.7–4 und 5.7–5 zu Pöyry Infra AG 2010: Kraftwerk Göschenen AG, Dammerhöhung Göschenalpsee. Bericht zur Umweltverträglichkeit 2. Stufe. Bericht im Auftrag des Kraftwerks Göschenen AG, Göschenen, 1–50 und 1–13.

OIKOS 2010: Studio degli effetti delle variazioni di portata indotti dalla regimazione idroelettrica lungo il fiume Ticino da Personico alla foce. Parametri relativi ai macroinvertebrati. Rapporto commissionato dall'Ufficio della caccia e della pesca TI, Bellinzona, 1–89.

Pellaud M. 2007: Ecological response of a multi-purpose river development project using macro-invertebrates richness and fish-habitat value. Thèse No. 3807, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, 1–193 (<http://library.epfl.ch/theses/?nr=3807>).

Petz-Glechner R., Petz W. 2006: Effects of rapidly varying flows from hydroelectric facilities on the fish fauna of some Austrian rivers depending on stream morphology. EIFAC Symposium on Hydropower, Flood Control and Water Abstraction: Implications for Fish and Fisheries, Mondsee, 14.–21.6.2006. Poster-Beitrag.

Pfaundler M., Dübendorfer Ch., Zysset A. 2011: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Hydrologie – Abflussregime Stufe F (flächendeckend). Umwelt-Vollzug, herausgegeben vom Bundesamt für Umwelt, Bern, 1–113 (www.modul-stufen-konzept.ch/d/index.htm, disponibile anche in francese).

Pottgiesser T., Halle M., Cargill A. 2004: Entwicklung einer (Abschnitts-)Typologie für den natürlichen Rheinstrom. Endbericht Nr. 146d des Umweltbüros Essen zuhanden der Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR), Koblenz, 1–34.

Repower 2010: Projekt «Chlus»: Wasserkraftwerke im vorderen Prättigau und in der Bündner Herrschaft. Broschüre der Repower AG, Poschiavo, 1–7 (www.repower.com/ch/anlagen/projekte/wasserkraftwerk-chlus-rhein/).

Schager E., Peter A. 2004. Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer – Fische Stufe F (flächendeckend). Vollzug Umwelt, Mitteilung zur Fischerei Nr. 44, herausgegeben vom Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, 1–64 (www.modul-stufen-konzept.ch/d/index.htm).

Schälchli U., Eberstaller J., Moritz Ch., Schmutz S. 2003: Notwendige und wünschbare Schwallreduktion im Alpenrhein. Bericht im Auftrag der Internationalen Regierungskommission Alpenrhein, Projektgruppe Gewässer- und Fischökologie, Vaduz, 1–28.

Schweizer S., Neuner J., Heuberger N. 2009: Bewertung von Schwall/Sunk-Herleitung eines ökologisch abgestützten Bewertungskonzeptes. *Wasser Energie Luft* 101(3): 194–202.

Stranner H. 1996: Schwallwellen im Unterwasser von Spitzenkraftwerken und deren Reduktion durch flussbauliche Massnahmen. Schriftenreihe zur Wasserwirtschaft Nr. 20, Technische Universität Graz, 1–124.

Stucki P. 2010: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Makrozoobenthos Stufe F (flächendeckend). Vollzug Umwelt Nr. 10/26, herausgegeben vom Bundesamt für Umwelt, Bern, 1–61 (www.modul-stufen-konzept.ch/d/index.htm).

UFAM 2011a: Erläuternder Bericht zur Änderung der Gewässerschutz-, Wasserbau-, Energie- und Fischereiverordnung durch das Bundesamt für Umwelt, Bern, 1–40

UFAM 2011b: Revitalisierung von Fliessgewässern – Strategische Planung. Version für die Anhörung, Stand 14.6.2011 (www.bafu.admin.ch/umsetzungshilfe-renaturierung/).

UFAM, UFE, ARE (ed.) 2011: Raccomandazione relativa all'elaborazione di strategie cantonali di protezione e utilizzo nel settore delle piccole centrali idroelettriche, edito dagli Uffici federali dell'ambiente, dell'energia e dello sviluppo territoriale, Berna: 1–28 (www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01593/index.html?lang=it).

UFARP/UFAR (ed.) 2003: Linee guida per la gestione dei corsi d'acqua svizzeri. Per una politica sostenibile delle acque, edito dall'Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio e dall'Ufficio federale della geologia, con la collaborazione dell'Ufficio federale dell'agricoltura (UFAG) e dell'Ufficio federale dello sviluppo territoriale (ARE), Berna, 1–12
www.bafu.admin.ch/gewaesserschutz/01267/01268/index.html?lang=it.

UFE 2011: Statistica degli impianti idroelettrici in Svizzera, stato al 1° gennaio 2010; banca dati on-line, a cura dell'Ufficio federale dell'energia, Berna
www.bfe.admin.ch/themen/00490/00491/index.html?lang=it&dossier_id=01049.

Weber Ch., Schager E., Peter A. 2009: Habitat diversity and fish assemblage structure in local river widenings: A case study on a Swiss river. *River Res. Appl.* 25: 687–701.

Werlen K. 2011: Schwall/Sunk: Optimales Abflussregime für Wasserkraftwerke. *Wasser Energie Luft* 103(1): 21–24.

Young P.S., Cech Jr. J.J., Thompson L.C. 2011: Hydropower-related pulsed-flow impacts on stream fishes: a brief review, conceptual model, knowledge gaps, and research needs. *Rev. Fish Biol. Fisheries*, publ. online 9. April 2011. DOI: 10.1007/s11160–011–9211–0.

Zeh Weissmann H., Könitzer Ch., Bertiller A. 2009: Strukturen der Fließgewässer in der Schweiz. Zustand von Sohle, Ufer und Umland (Ökomorphologie); Ergebnisse der ökomorphologischen Kartierung. Stand: April 2009. *Umwelt-Zustand Nr. 09/26*, herausgegeben vom Bundesamt für Umwelt, Bern. 1–100
www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01075/?lang=de, disponibile anche in francese).

Zeller J. 1965: Meandering Channels in Switzerland. *Mitteilung Nr. 74* der Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau an der ETH, Zürich.

Testi di approfondimento

Rapporti della CGIRA sul Reno alpino
www.alpenrhein.net/Publikationen/tabid/68/Default.aspx.

Eberstaller J., Haidvogel G., Jungwirth M. 1997: Gewässer- & Fisch-ökologisches Konzept Alpenrhein. Grundlagen zur Revitalisierung. Bericht im Auftrag der Internationalen Regierungskommission Alpenrhein, Projektgruppe Gewässer- und Fischökologie

Eberstaller J., Eberstaller-Fleischanderl D., Wiesner Ch., Unfer G., Peter A., Schager E., Bohl E. 2005: Fischökologische Bestandaufnahme Alpenrhein 2005. Bericht im Auftrag der Ämter für Jagd und Fischerei Graubünden und St.Gallen, des Amtes für Umwelt Liechtenstein und des Amtes der Vorarlberger Landesregierung.

CGIRA 2004: Schwallreduktion bzw. Hochwasserspitzenminderung im Alpenrhein. Mögliche Massnahmen und deren Auswirkungen. Bericht der Internationalen Regierungskommission Alpenrhein, Projektgruppe Energie.

Michor K., Zarn B., Eberstaller J., Gasser M., Moritz Ch., Trösch J. 2005: Entwicklungskonzept Alpenrhein. Kurzbericht im Auftrag der Internationalen Regierungskommission Alpenrhein und der Internationalen Rheinregulierung.

Nota: attualmente sta per concludersi un progetto sul Reno alpino, promosso sempre dalla CGIRA, in cui è stata condotta un'analisi quantitativa degli idrogrammi dei deflussi discontinui per profili con requisiti differenti in base ad ampie rilevazioni di dati e modellizzazioni. Questo progetto interdisciplinare comprende i seguenti sottoprogetti o pacchetti di lavoro (PL), ciascuno dei quali è oggetto di un rapporto dettagliato.

PL 1 Profili di requisiti e colmatazione

PL 1+ Idrologia

PL 2 Adattamento delle curve di preferenza, definizione dei parametri iniziali per la modellizzazione degli habitat

PL 3 Indagini abiotiche per vari livelli dell'acqua quale base di sviluppo e calibratura del modello

PL 4 Modellizzazione idraulica

PL 5 Modellizzazione degli habitat per la valutazione quantitativa dell'entità dell'influsso delle ondate di piena artificiali nel Reno alpino.

Berichte des Rhone-Thur-Projektes zu verschiedenen Gewässern (www.rhone-thur.eawag.ch/publikationen.html).

Alp M. 2006: Nahrungsökologie der Bachforelle in alpinen Flüssen mit Schwallbetrieb. Diplomarbeit, Humboldt-Universität Berlin und Eawag Kastanienbaum.

Brögli M. 2001: Geochemische und wasserisotopische Untersuchungen im Rhoneabschnitt zwischen Sion und Branson. Diplomarbeit, Eawag Kastanienbaum.

Caviezel R. 2006: Reproduktion der Seeforelle im Vorderrhein. Diplomarbeit, Eawag Kastanienbaum.

Fette M. 2005: Tracer Studies of River-Groundwater Interaction under Hydropeaking Conditions. Dissertation ETH Nr. 16103, Eawag Kastanienbaum.

Frey M. 2003: Temperaturmodellierungen – Auswirkungen von Kraftwerken auf das Temperaturregime in Zuflüssen der Rhone. Diplomarbeit, Eawag Kastanienbaum.

Karus U. 2004: The Ecology of Lateral Aquatic Habitats along River Corridors. Dissertation ETH Nr. 15841, Eawag Dübendorf.

Künzli F. 2005: Fischökologische Untersuchung in vier schwallbeeinflussten Schweizer Fließgewässern. Diplomarbeit, ETH Zürich und Eawag Kastanienbaum.

Meier W., Frey M., Moosmann L., Steinlin S., Wüest A. 2004. Schlussbericht Rhone Ist-Zustand. Rhone-Thur Projekt, Subprojekt I-2: Wassertemperaturen und Wärmehaushalt der Rhone und ihrer Seitenbäche. Bericht der Eawag, Kastanienbaum.

Meile T. 2007: Influence of Macro-Roughness of Walls on Steady and Unsteady Flow in a Channel. Dissertation No 3952, EPF Lausanne (http://biblion.epfl.ch/EPFL/theses/2007/3952/EPFL_TH3952.pdf).

Mendez R. 2007: Laichwanderung der Seeforelle im Alpenrhein. Diplomarbeit, Eawag Kastanienbaum.

Pätzold A. 2004: Life at the Edge – Aquatic-terrestrial interactions along rivers. Dissertation ETH Nr. 15825, Eawag Kastanienbaum.

Portmann M., Baumann P., Imhof B. 2004: Schwebstoffhaushalt und Trübung der Rhone. Publikation des Rhone-Thur Projekts, Eawag Kastanienbaum.

Uhlmann V. 2001: Die Uferzoozönosen in natürlichen und regulierten Flussabschnitten. Diplomarbeit, Eawag Dübendorf.

Weber Ch. 2007: River rehabilitation and fish. The challenge of initiating ecological recovery. Dissertation ETH Nr. 16895, Eawag Kastanienbaum.

Altre pubblicazioni

Cérèghino R. 1997: Influence des éclusées hydroélectriques sur la structure et la dynamique des populations d'invertébrés d'une rivière pyrénéenne de moyenne montagne. Thèse No 2535, Université Paul Sabatier, Toulouse (www.ecolab.ups-tlse.fr/spip.php?article200).

Gore J.A., Niemela S., Resh V.H., Statzner B. 1994: Near-substrate hydraulic conditions under artificial floods from peaking hydropower operation: A preliminary analysis of disturbance intensity and duration. *Regulated Rivers: Research & Management* 9: 15–34.

Halleraker J.H., Saltveit S.J., Harby A., Arnekleiv J.V., Fjeldstad H.-P., Kohler B. 2003: Factors influencing stranding of wild juvenile Brown Trout (*Salmo trutta*) during rapid and frequent flow decreases in an artificial stream. *River Res. Applic.* 19: 589–603 (http://sintef.org/upload/Energiforskning/pdf/Vannressurser/Halleraker_et_al_2003_fulltext.pdf).

Hunter M.A. 1992: Hydropower flow fluctuations and Salmonids: A review of the biological effects, mechanical causes, and options for mitigation. Technical Report Nr. 119, State of Washington, Department of Fisheries, Olympia, WA (<http://wdfw.wa.gov/publications/01085/wdfw01085.pdf>).

Kühne A. 1984: Schwall- und Sunkerscheinungen in einer Flusstauhaltung. *Wasser Energie Luft* 76: 213–219.

Limnex 2004: Auswirkungen des Schwallbetriebes auf das Ökosystem der Fließgewässer: Grundlagen zur Beurteilung. Bericht im Auftrag des WWF Schweiz, Zürich (http://assets.wwf.ch/downloads/wwf_schwallbericht.pdf).

Marti J. 2008: Neukonzessionierung der Kraftwerke Linth-Limmern in Linthal aus Sicht der Behörden. *Wasser Energie Luft* 100(4): 295–300.

Moog O., Pirker O. 2008: Schwall und Sunk in österreichischen Fließgewässern. Positionspapier der Arbeitsgruppe «Schwall» der Fachgruppe Wasserbau, Ingenieurbiologie und Ökologie des österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverbandes (ÖWAV), Wien (www.oewav.at/Page.aspx_param_target_is_67737.v.aspx).

Murchie K.J., Hair K.P.E., Pullen C.E., Redpath T.D., Stephens H.R., Cooke S.J. 2008: Fish response to modified flow regimes in regulated rivers: Research methods, effects and opportunities. *River Res. Applic.* 24: 197–217 (www3.carleton.ca/fecpl/pdfs/Murchie%20et%20al%20%202008%20River%20Research%20%20Apps.pdf).

Parasiewicz P., Schmutz S., Moog O. 1998: The effect of managed hydropower peaking on the physical habitat, benthos and fish fauna in the River Bregenzerach in Austria. *Fisheries Management and Ecology* 5: 403–417.

Pfaundler M., Keusen M. 2007: Veränderungen von Schwall/Sunk. Hydrologische Datenanalyse zur Charakterisierung von Schwall/Sunk Phänomenen in der Schweiz. *Umwelt-Wissen* Nr. 07/12, herausgegeben vom Bundesamt für Umwelt, Bern (www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00049/index.html?lang=de).

Saltveit S.J., Halleraker J.H., Arnekleiv J.V., Harby A. 2001: Field experiments on stranding in juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) during rapid flow decreases caused by Hydropeaking. *Regulated Rivers: Research & Management* 17: 609–622.

Sear D.A. 1995: Morphological and sedimentological changes in a gravel-bed river following 12 years of flow regulation for hydropower. *Regulated Rivers: Research & Management* 10: 247–264.

Schnell J. 2005: Gewässerökologische Auswirkungen des Schwellbetriebs am Lech im Bereich des Naturschutzgebietes «Litzauer Schleife». Herausgegeben vom Landesfischereiverband Bayern e.V., Referat für Arten- und Gewässerschutz, München (www.marcosander.de/pdf/Schwellbetriebsbrosch.pdf).

Steele R.J., Smokorowski K.E. 2000: Review of Literature related to the Downstream Ecological Effects of Hydroelectric Power Generation. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences No. 2334 (www.dfo-mpo.gc.ca/Library/251234.pdf).

Valentin S. 1997: Effets écologiques des éclusées en rivière – Expérimentations et synthèse bibliographique. *Gestion des milieux aquatiques* No. 13, Cemagref, Laboratoire d'hydroécologie quantitative, Lyon (www.cemagref.fr/le-cemagref/organisation/les-centres/lyon/ur-maly/Hydroecologie_Cours_dEau/documents/publications-hydromorphologie-alterations-physiques-restauration/valentin-1997-effets-ecologiques-des-eclusees-en-riviere/view?searchterm=valentin).

VAW & LCH 2006: Kraftwerksbedingter Schwall und Sunk – Eine Standortbestimmung. Bericht der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich sowie des Laboratoire de construction hydrauliques der EPF Lausanne im Auftrag des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes ([www.swv.ch/Dokumente/Studien.+Literatur/Schwall und Sunk StudieVAWLCH_2006_SWV.pdf](http://www.swv.ch/Dokumente/Studien.+Literatur/Schwall_und_Sunk_StudieVAWLCH_2006_SWV.pdf)).

VAW 2007: Machbarkeit und Kosten der Schwallreduktion in der Schweiz. Bericht der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, Bern.

Nota: all'indirizzo www.mendeley.com/groups/1482343/hydro-environmental-peaking/ è attualmente in corso di sviluppo una piattaforma online dall'Università für Bodenkultur (BOKU) di Vienna, destinata al libero scambio di informazioni scientifiche sulla tematica dei deflussi discontinui. Con il tempo sarà messo a disposizione un numero crescente di pubblicazioni e rapporti sull'argomento in formato PDF.

Congressi

ÖWAV 2008: Schwall und Sunk.– Ökologische und energiewirtschaftliche Herausforderungen. Tagung des österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverbandes in Zusammenarbeit mit weiteren Veranstaltern am 19.11.2008 in Wien (www.eco.at/termine/docs/26527_Folder_Schwall62728.pdf).

VAW 2008: Neue Anforderungen an den Wasserbau. Internationales Symposium am 11./12.9.2008 in Zürich, Band 1. Mitteilung Nr. 207 der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich (www.vaw.ethz.ch/publications/vaw_reports).

WA 21 2009: Schwall und Sunk im Spannungsfeld von Energiewirtschaft und Ökologie. Tagung der Wasser-Agenda 21 in Zusammenarbeit mit weiteren Organisationen am 9.3.2009 in Solothurn (www.wa21.ch/index.php?page=219).

> Indici tematici

Glossario e abbreviazioni

Acqua d'esercizio

Acqua turbinata in una centrale elettrica (detta anche acqua motrice).

Altezza della portata ridotta

Deflusso minimo.

Altezza dell'ondata di piena artificiale

Deflusso di piena massima.

Ampiezza dei deflussi discontinui

Differenza della portata o del livello tra la portata massima e quella ridotta.

ARE

Ufficio federale dello sviluppo territoriale.

ARGE

Comunità di lavoro.

Bacino di compensazione

Bacino di raccolta aperto destinato ad attenuare le oscillazioni dei deflussi all'imbuco o allo sbocco di una centrale.

Captazione d'acqua

Opera di costruzione con cui le acque possono essere convogliate dalla centrale idroelettrica e verso di essa. I tipi di captazioni di acqua più diffusi sono sbarramenti e briglie a pettine (briglie tirolesi).

CAPTE

Commissione dell'ambiente, della pianificazione del territorio e dell'energia del Parlamento svizzero (CAPTE-N = Consiglio nazionale, CAPTE-S = Consiglio degli Stati).

Caverna di compensazione

Bacino di compensazione sotterraneo.

Centrale ad accumulazione

Centrale che trattiene l'acqua in bacini di accumulazione o laghi artificiali da alcuni giorni fino a mesi e può turbinarla e restituirla al corso o specchio d'acqua sotto forma di ondate di piena artificiali in modo «concentrato» nei periodi di maggiore domanda di energia elettrica.

Centrale idroelettrica ad acqua fluente

Centrale che turбина acqua più o meno in continuazione e la restituisce subito dopo lo sbarramento (centrale idroelettrica fluviale) o solo a una certa distanza (centrale a derivazione). In alcune centrali ad acqua fluente in prossimità di grandi fiumi l'invaso può essere utilizzato per stoccare acqua durante alcune ore: anche questo rientra nella produzione con deflussi discontinui (in questi casi si parla anche di onda lunga).

CML

Concetto basato su moduli e livelli della Confederazione. Raccolta di metodi standard per l'analisi e la valutazione dei corsi d'acqua in base a varie caratteristiche (moduli) e a diversi gradi di dettaglio (livelli).

Connettività longitudinale

Lungo un tratto di corso d'acqua, i biotopi possono essere separati l'uno dall'altro da ostacoli (p. es. sfioratori, sbarramenti). Mediante la connettività longitudinale (p. es. con una scala per i pesci). È garantito lo scambio di animali e piante tra i vari biotopi.

Deflusso dell'ondata di piena artificiale

Deflusso nel corso d'acqua ricettore durante il funzionamento della centrale, formato dalla quantità di acqua turbinata e dal deflusso già esistente a monte della centrale (deflusso naturale o deflusso residuale).

Deflusso residuale

Quantità di deflusso di un corso d'acqua restante in un tratto residuale dopo uno o più prelievi di acqua.

Deriva (drift)

Trasporto attivo o passivo di organismi presenti nell'onda di corrente.

Dotazione

Acqua che all'altezza di una captazione è convogliata direttamente nel tratto residuale, e resta quindi nel corso d'acqua. Di norma, la dotazione necessaria (detta anche portata obbligatoria) è stabilita nella concessione.

EPT

Efemeroteri, plecoteri e tricoteri: famiglie di insetti le cui larve si sviluppano in acqua e rappresentano buoni indicatori per la qualità dell'acqua e dei corpi idrici.

HYDMOD

Modulo idrologia, metodo per l'analisi idrologica e la valutazione dei corsi d'acqua all'interno del concetto basato su moduli e livelli.

Idrogramma

Andamento temporale delle quantità di deflusso o dei livelli misurati.

Indicatore

Grandezza misurata o calcolata utilizzata per valutare lo stato di un corso o specchio d'acqua.

Intorbidimento

Diminuzione della trasparenza dell'acqua causata da un aumento della quantità di materiale solido in sospensione.

LDFR

Legge federale del 4 ottobre 1991 sul diritto fondiario rurale (RS 211.412.11).

LEne

Legge del 26 giugno 1998 sull'energia (RS 730.0).

LPac

Legge federale del 24 gennaio 1991 sulla protezione delle acque (Legge federale sulla protezione delle acque, RS 814.20).

LSCA

Legge federale del 21 giugno 1991 sulla sistemazione dei corsi d'acqua (RS 721.100).

Materiale detritico

Materiale solido con un diametro > circa 2 mm (pietrisco, ghiaia, sabbia) trasportato sul fondo dell'alveo.

Materiale in sospensione

Materiale solido con un diametro < circa 2 mm (sabbia, limo, argilla) trasportato dalle onde della corrente.

Morfologia (ecomorfologia)

Struttura spaziale, conformazione esterna delle acque, include il tracciato, l'ampiezza, le caratteristiche delle sponde e dell'alveo ecc.

OEn

Ordinanza del 7 dicembre 1998 sull'energia (RS 730.01).

OPac

Ordinanza del 28 ottobre 1998 sulla protezione delle acque (RS 814.201).

Portata di progetto

Quantità massima di acqua (acqua di esercizio) che può essere trattata (turbinata) in una centrale idroelettrica.

Portata ridotta

Deflusso nel corso o specchio d'acqua ricettore nei periodi in cui la centrale non è in funzione; corrisponde al deflusso già esistente a monte della centrale (deflusso naturale o deflusso residuale).

Produzione con deflussi discontinui

Oscillazioni giornaliere regolari del deflusso generate dal funzionamento discontinuo (a intermittenza) delle centrali idroelettriche.

Rapporto tra portata massima e ridotta

Rapporto tra il deflusso massimo e quello minimo (ridotto).

Restituzione di acqua

Luogo in cui l'acqua turbinata da una centrale idroelettrica viene restituita al corso o specchio d'acqua ricettore.

Rhithral

Tratto superiore e medio di un corso d'acqua tra la regione della sorgente e la regione di pianura, caratterizzato dal punto di vista biologico dalle specie ittiche indicatrici trota (epirhithral e metarhithral) e temolo (iporhithral).

Rivitalizzazione

Ripristino, mediante misure edilizie, delle funzioni naturali di un corso d'acqua superficiale arginato, corretto, coperto o messo in galleria.

Stato attuale

Stato vigente, stato iniziale.

Stato di riferimento

Stato in cui un corso d'acqua è in gran parte non influenzato, ovvero naturale o prossimo allo stato naturale, almeno in relazione all'elemento considerato (p. es. l'idrologia) e può dunque servire come stato tipo o stato di misurazione per la valutazione dei tratti di corsi d'acqua influenzati.

Tranquillità dell'alveo

Stato di acqua bassa che si verifica in inverno, quando la portata diminuisce per cause naturali e di conseguenza il fondo dell'alveo non è smosso.

Tratto con deflusso residuale

Tratto di corso d'acqua tra la captazione di una centrale e il punto di restituzione dell'acqua (detto anche tratto di derivazione).

UFAM

Ufficio federale dell'ambiente (ex UFAFP).

UFE

Ufficio federale dell'energia.

Velocità di abbassamento del livello

Velocità con cui diminuisce il livello durante il ritiro dell'ondata di piena artificiale [in cm/min]. Si utilizza anche la velocità di abbassamento della portata [in m³/s • min].

Velocità di innalzamento del livello

Velocità con cui aumenta il livello durante l'ondata di piena artificiale [in cm/min]. Si utilizza anche la velocità di innalzamento della portata in [in m³/s • min].

Zona golenale

Superficie di esondazione delle acque di un fiume.

Zona intertidale

Zona dell'alveo bagnata durante l'ondata di piena artificiale e asciutta durante la portata ridotta.

Figure

Fig. 1 Quadro schematico delle fasi di pianificazione e attuazione nell'ambito dei deflussi discontinui e dei corrispondenti capitoli del modulo	13	Fig. A8 Raffigurazione della stima del volume di un bacino di compensazione per un corso d'acqua influenzato da ondate di piena artificiali	74
Fig. 2 Principali caratteristiche dei deflussi discontinui in base all'idrogramma di deflusso o di livello di un corso d'acqua influenzato da deflussi discontinui	16	Fig. A9 Rilevazione dei profili trasversali con rapporto tra livello e portata e suddivisione in strisce per il calcolo delle superfici prosciugate	81
Fig. 3 Procedura di pianificazione del risanamento dei deflussi discontinui	21	Fig. A10 Metodo consigliato in base alla morfologia, alla lunghezza e all'importanza ecologica del corso d'acqua	82
Fig. 4 Determinazione dei pregiudizi sensibili dovuti a deflussi discontinui nell'ambito della pianificazione cantonale	23	Fig. A11 Somma del numero di strisce nel tratto esaminato (che consente di calcolare la superficie) dove il substrato è stabile e presenta le caratteristiche per fungere da potenziale area di fregola oppure da habitat adatto agli avanotti per via della profondità dell'acqua	87
Fig. 5 Classi di stato per la valutazione del fenomeno dei deflussi discontinui in HYDMOD	25	Fig. A12 Relazione tra il rendimento piscicolo annuo per ettaro (RAE), secondo una stima teorica, e l'altitudine media dei tratti del corso d'acqua esaminato	92
Fig. 6 Possibile schema di pianificazione e analisi con gli indicatori da analizzare e la procedura dettagliata per le tre fasi «scorciatoia», «valutazione sommaria» e «valutazione approfondita»	35	Fig. A13 Numero di famiglie EPT e IBCH secondo l'indicatore B2 in diversi corsi d'acqua della Svizzera e del Liechtenstein	103
Fig. A1 Definizione di vari stati nel corso del tempo, da sinistra a destra	60	Fig. A14 Valutazione della colmatazione interna in base alla concentrazione di materiale in sospensione presente all'inizio della portata massima (innalzamento) in una fredda mattina invernale	107
Fig. A2 Le classi di stato e i colori utilizzati nel concetto basato su moduli e livelli	61	Fig. A15 Confronto tra le norme da applicare al deflusso residuale in occasione dei rinnovi delle concessioni in base agli articoli 31–33 (sinistra) e in caso di risanamento secondo l'articolo 80 LPAC (destra)	109
Fig. A3 Stato delle acque in funzione dell'influsso delle ondate di piena artificiali (deflusso) e della morfologia	62	Fig. A16 Esempio di una curva termica influenzata da deflussi discontinui con indicazione dei picchi	116
Fig. A4 Il principio dello stato più sensibile	65		
Fig. A5 Morfologia fluviale attesa in funzione della larghezza relativa del letto del fiume $Y = L_l/h$ e della profondità relativa media $X = h/d_m$ (diagramma di da Silva)	68		
Fig. A6 Ubicazione dei punti di analisi in una situazione semplice	71		
Fig. A7 Ubicazione dei punti di analisi e dei tratti di riferimento in una situazione complessa	72		

Tabelle

Panoramica dell'aiuto all'esecuzione «Rinaturazione delle acque» 10

Tab. 1
 Applicazione degli indicatori nella valutazione sommaria, nella valutazione approfondita e nella stima dell'entità delle misure di attenuazione dei deflussi discontinui (cfr. Tab. 2) da parte dei Cantoni 38

Tab. 2
 Possibilità di utilizzare indicatori della valutazione approfondita per stabilire a grandi linee l'attenuazione necessaria dei deflussi discontinui in base ad alcune loro caratteristiche 50

Tab. A1
 Nuovi articoli relativi ai deflussi discontinui nella legge sulla protezione delle acque (LPAC) e nella relativa ordinanza sulla protezione delle acque (OPAC) 56

Tab. A2
 Relazione tra la morfologia dei corsi d'acqua e i pregiudizi tipici causati dai deflussi discontinui o dai deficit ecologici che provocano 64

Tab. A3
 Tassi di sopravvivenza delle trote fario in base allo stadio di sviluppo 85

Tab. A4
 Escursioni termiche giornaliere specifiche per il tipo di corso d'acqua in °C 115