

Dinamica dei sedimenti e degli habitat

Schede tematiche sulla sistemazione e l'ecologia dei corsi d'acqua

Abstracts

This publication expands on the factsheet entitled “Hydraulic engineering and ecology”, which was published in 2012 (FOEN 2012). It summarises the most important practical findings from the research project entitled “Bed load and habitat dynamics” 2013–2017. The topics and content were compiled in an interdisciplinary and interactive process within the framework of various sub-projects. Researchers and experts from various areas of the federal administration and associations participated in this process. The factsheets provide readers with information on the current status of research and its application and indicate further literature.

Die vorliegende Publikation ist eine Fortsetzung der Merkblatt-Sammlung «Wasserbau und Ökologie», die im Jahr 2012 erschienen ist (BAFU 2012). Sie fasst die wichtigsten praxisrelevanten Erkenntnisse aus dem Forschungsprojekt «Geschiebe- und Habitatsdynamik» 2013–2017 zusammen. Die Themen und Inhalte wurden in einem interdisziplinären und interaktiven Prozess im Rahmen von verschiedenen Teilprojekten erarbeitet. An diesem Prozess beteiligten sich Forschende sowie Fachleute verschiedener Bereiche aus Verwaltung und Interessensverbänden. Die Merkblätter informieren die Leserinnen und Leser über den aktuellen Stand der Forschung sowie deren Anwendung und dienen als Wegweiser zu weiterführender Literatur.

La présente publication fait suite au *Recueil de fiches sur l'aménagement et l'écologie des cours d'eau*, paru en 2012 (OFEV 2012). Elle résume les principaux résultats utiles pour la pratique qui proviennent du projet de recherche «Dynamique du charriage et des habitats», réalisé entre 2013 et 2017. Les sujets traités et les contenus ont fait l'objet d'un processus interdisciplinaire et interactif dans le cadre de divers projets partiels, auxquels ont pris part des scientifiques et des spécialistes de différents domaines issus de l'administration et d'associations professionnelles. Les lecteurs trouveront dans ces fiches les connaissances les plus récentes et des informations sur leur application ainsi que des renvois vers des ouvrages spécialisés.

La presente pubblicazione è una continuazione della raccolta «Schede tematiche sulla sistemazione e l'ecologia dei corsi d'acqua», edita nel 2012 dall'UFAM. Riassume i risultati di maggior rilievo per la pratica del progetto di ricerca «Dinamica dei sedimenti e degli habitat» 2013–2017. I temi e i contenuti sono stati elaborati nell'ambito di un processo interdisciplinare e interattivo nel quadro di diversi progetti parziali. Al processo hanno partecipato anche ricercatori ed esperti di vari settori amministrativi e di associazioni portatrici d'interesse. Le schede informano le lettrici e i lettori sullo stato attuale della ricerca dal punto di vista delle sue applicazioni e sono completate da una bibliografia a carattere orientativo per un eventuale approfondimento.

Keywords:

bed load, sediment, habitat, dynamics, reactivation, wetlands, biodiversity, networking, watercourses, discharges, erosion

Stichwörter:

Geschiebe, Sediment, Habitat, Dynamik, Reaktivierung, Auen, Biodiversität, Vernetzung, Fließgewässer, Schüttungen, Erosion

Mots-clés :

charriage, sédiment, habitat, dynamique, réactivation, zones alluviales, biodiversité, connectivité, cours d'eau, recharge sédimentaire, érosion

Parole chiave:

materiale solido di fondo, sedimenti, habitat, dinamica, riattivazione, golene, biodiversità, connettività, corsi d'acqua, riporti di materiale, erosione

Prefazione

La dinamica dei sedimenti e dei deflussi determina la morfologia dei corsi d'acqua come pure la loro funzionalità ecologica. In Svizzera, la dinamica dei sedimenti di molti corsi d'acqua è fortemente compromessa. Gli impianti di accumulazione, le opere di sbarramento e di rettificazione realizzate dall'uomo hanno modificato notevolmente la dinamica dei sedimenti, con numerose conseguenze sul piano ecologico. Molti grandi fiumi dell'Altopiano non trasportano quasi più materiale solido di fondo. D'altro canto vi sono corsi d'acqua con un eccesso di sedimenti.

L'importanza dei sedimenti per la funzionalità dei corsi d'acqua è poco nota all'opinione pubblica. Ai sedimenti viene rivolta la giusta attenzione soltanto quando, fuoriuscendo dagli alvei fluviali a seguito di piene o colate detritiche, diventano un pericolo per la popolazione, le abitazioni o le infrastrutture. La morfologia dei corsi d'acqua naturali è fortemente condizionata dalla mobilizzazione, dal trasporto e dal deposito di ciottoli, ghiaia e sabbia.

I sedimenti contribuiscono alla creazione di nuovi ambienti per gli organismi specializzati, come le specie vegetali pioniere, e favoriscono la biodiversità nei e lungo i corsi d'acqua. Una dinamica seminaturale dei sedimenti e dei deflussi è basilare per la funzionalità e il valore ecologico dei corsi d'acqua. La riattivazione della dinamica sedimentologica e di deflusso e quindi delle funzioni ecologiche è il presupposto per un'efficace rinaturazione delle acque e costituisce un obiettivo importante della revisione della legge sulla protezione delle acque.

Il progetto di ricerca interdisciplinare «Dinamica dei sedimenti e degli habitat» ha preso in esame l'impatto dell'uomo sulla dinamica dei sedimenti nei corsi d'acqua e ha studiato e sviluppato le misure per riattivare tale dinamica. I risultati di maggior rilievo per la pratica saranno illustrati nella presente raccolta di schede tematiche. Le schede informano sullo stato attuale della ricerca e garantiscono il trasferimento immediato nella pratica delle conoscenze e degli sviluppi più recenti in materia.

Paul Steffen, vicedirettore
Ufficio federale dell'ambiente (UFAM)

Dinamica dei sedimenti e degli habitat nei corsi d'acqua

La dinamica dei sedimenti e dei deflussi determina la morfologia dei corsi d'acqua come pure la loro funzionalità ecologica. In Svizzera, la dinamica dei sedimenti di molti corsi d'acqua è fortemente compromessa. La riattivazione delle funzioni ecologiche e della dinamica sedimentologica e di deflusso è il presupposto per un'efficace rinaturazione delle acque e costituisce un obiettivo importante della revisione della legge sulla protezione delle acque. Il progetto di ricerca interdisciplinare «Dinamica dei sedimenti e degli habitat» ha preso in esame l'impatto dell'uomo sulla dinamica dei sedimenti nei corsi d'acqua e ha studiato e sviluppato le misure per riattivare tale dinamica. I risultati di maggior rilievo per la pratica saranno illustrati nella presente raccolta di schede tematiche.

M. Di Giulio, M. J. Franca, Ch. Scheidegger, A. Schleiss, D. Vetsch, Ch. Weber

La morfologia dei corsi d'acqua naturali è fortemente condizionata dalla dinamica dei sedimenti, vale a dire dalla mobilitazione, dal trasporto e dal deposito di ciottoli, ghiaia e sabbia. I sedimenti contribuiscono alla creazione di nuovi ambienti per gli organismi specializzati, come le specie vegetali pioniere, e favoriscono la biodiversità nei e lungo i corsi d'acqua (fig. 2). Gli impianti di accumulazione, le opere di sbarramento e di rettificazione realizzate dall'uomo hanno modificato notevolmente la dinamica dei sedimenti, con numerose conseguenze sul piano ecologico (fig. 1).

L'importanza dei sedimenti per la funzionalità dei corsi d'acqua è poco nota all'opinione pubblica. Ai sedimenti viene rivolta la giusta attenzione soltanto quando, fuoriuscendo dagli alvei fluviali a seguito di piene o colate detritiche, diventano un pericolo (continua a pagina 8)

Programma di ricerca «Sistemazione ed ecologia dei corsi d'acqua»

Quindici anni fa, l'Ufficio federale dell'ambiente UFAM, insieme agli istituti di ricerca VAW (ETH Zurigo), LCH (EPF Losanna), Eawag e WSL, ha lanciato il Programma di ricerca sulla sistemazione e l'ecologia dei corsi d'acqua, con l'obiettivo di elaborare basi scientifiche volte a trovare risposte a questioni pratiche attuali e di strutturarle in funzione della loro applicazione. Al programma hanno preso parte ricercatori di diverse discipline come pure specialisti in ambito pratico. I suoi risultati possono contribuire all'applicazione delle leggi sulla sistemazione dei corsi d'acqua e sulla protezione delle acque e sono disponibili per la pratica sotto forma di manuali, articoli specialistici e schede tematiche.

Dopo «Rodano-Thur» e «Gestione integrata del bacino fluviale», «Dinamica dei sedimenti e degli habitat» è il terzo progetto di ricerca realizzato nell'ambito del programma «Sistemazione ed ecologia dei corsi d'acqua».

Le sue due priorità sono: 1) l'attivazione dei sedimenti e la dinamizzazione delle acque nonché 2) la rivitalizzazione dei paesaggi golenali. Una descrizione dettagliata del progetto di ricerca con le sue priorità, sottoprogetti e aspetti specifici è fornita da Schleiss et al. (2014) e Scheidegger et al. (2014).

Importanti pubblicazioni per la pratica derivate finora dal programma di ricerca:

- Handbuch für die Erfolgskontrolle bei Fließgewässerrevitalisierungen (Woolsey et al. 2005)
- Integrales Gewässermanagement – Erkenntnisse aus dem Rhone-Thur-Projekt (Rohde 2005)
- Synthesebericht Schwall/Sunk (Meile et al. 2005)
- Wasserbauprojekte Gemeinsam Planen. Handbuch für die Partizipation und Entscheidungsfindung bei Wasserbauprojekten (Hostmann et al. 2005)
- Schede tematiche sulla sistemazione e l'ecologia dei corsi d'acqua. Risultati del progetto di gestione integrata del bacino fluviale (UFAM 2012).

Fig. 1

Modello di una rete di corsi d'acqua con raffigurazione degli interventi antropici sulla dinamica dei sedimenti e le misure per la sua riattivazione (tab. 1) che saranno trattate nella presente raccolta di schede tematiche.



Tab. 1

Spiegazioni per la figura 1: cause di una dinamica alterata dei sedimenti e misure per riattivarla. La tabella riporta una serie di esempi di conseguenze ecologiche e rimanda alle relative schede tematiche della presente raccolta.

	Riferimento figura 1	Cause di un'alterazione della dinamica	N. scheda
A	Nella parte superiore del bacino imbrifero trovano impiego le briglie per il consolidamento dell'alveo e delle sponde. Queste limitano l'erosione e di conseguenza l'apporto di materiale solido.	Conseguenze ecologiche (es.): nel corso inferiore si crea un deficit di materiale solido, che, a sua volta, riduce la varietà degli habitat nel e lungo il corso d'acqua.	4
B	I laghi artificiali interrompono quasi completamente il trasporto di sedimenti: la velocità della corrente si riduce, i sedimenti si depositano e si accumulano.	Conseguenze ecologiche (es.): nella zona di sbarramento i semi vegetali contenuti nel sedimento affondano nel suolo perdendo la loro capacità di germinazione. La loro diffusione viene interrotta.	6
C	Le opere di rettificazione e il consolidamento delle sponde aumentano la capacità di trasporto dei sedimenti e impediscono l'erosione delle rive limitando l'apporto laterale di sedimenti.	Conseguenze ecologiche (es.): gli interventi di consolidamento delle rive riducono la formazione di ambienti ripariali dinamici e ampiamente strutturati.	1, 3
D	In caso di scarso trasporto solido, i prelievi di ghiaia possono determinare un deficit di sedimenti.	Conseguenze ecologiche (es.): un deficit di sedimenti può provocare un abbassamento dell'alveo determinando un calo del livello delle falde acquifere e l'isolamento delle golene dalla dinamica fluviale.	1, 5
E	La deposizione dei sedimenti avviene nella zona di sbarramento delle centrali idroelettriche ad acqua fluente. A seconda del tipo di esercizio della centrale, tale situazione può causare un apporto insufficiente di sedimenti a valle.	Conseguenze ecologiche (es.): a valle delle centrali idroelettriche ad acqua fluente mancano i sedimenti necessari per i siti di riproduzione dei pesci, come ad esempio i temoli, che depongono le uova su fondali ghiaiosi.	1
	Sezione figura 1	Misure di ripristino della dinamica	N. scheda
F	Con i riporti di ghiaia vengono apportati sedimenti. Quando nei fiumi dell'Altopiano o in quelli alpini vi è un deficit di materiale detritico, si ricorre a un riporto di ghiaia a valle degli impianti di accumulazione.	Conseguenze ecologiche (es.): i riporti di materiale assicurano la disponibilità di sedimento per gli habitat acquatici e terrestri.	7
G	Viene rimossa l'arginatura e favorita l'erosione delle sponde mediante riporti di ghiaia e soglie di fondo. L'erosione così indotta aumenta l'apporto di sedimenti.	Conseguenze ecologiche (es.): con l'erosione delle sponde si creano ambienti come le pareti di nidificazione per il martin pescatore o la rondine riparia.	7
H	Le opere di ritenuta selettiva dei sedimenti lasciano passare le piene di piccola e media entità insieme ai sedimenti, e bloccano soltanto gli eventi di piena più intensi che costituiscono un pericolo per le zone abitate e le infrastrutture.	Conseguenze ecologiche (es.): riattivazione della dinamica dei sedimenti nel tratto a valle del corso d'acqua e possibile formazione di un mosaico dinamico di habitat.	4
I	Le insenature laterali delle sponde influenzano l'accumulo di sedimenti fini, come dimostrano gli esperimenti in laboratorio.	Conseguenze ecologiche (es.): l'accumulo di sedimenti fini può incrementare la varietà di habitat nei corsi d'acqua.	3
J	Le piene artificiali periodiche in combinazione con i riporti di ghiaia possono riattivare la dinamica dei sedimenti a valle del corso d'acqua.	Conseguenze ecologiche (es.): le piene artificiali possono determinare l'asportazione di sedimenti fini dal letto del corso d'acqua e migliorare la riproduzione di pesci come le trote, che depongono le loro uova sui fondali ghiaiosi.	3, 6, 7
K	Le gallerie di bypass convogliano i sedimenti intorno ai bacini di accumulazione consentendo il transito dei sedimenti.	Conseguenze ecologiche (es.): la riattivazione del trasporto dei sedimenti migliora la propagazione di semi e parti vegetali riproduttive. Riattivazione della dinamica dei sedimenti nel tratto a valle del corso d'acqua e possibile formazione di un mosaico dinamico di habitat.	6
L	Una dinamica seminaturale dei sedimenti rafforza la connettività degli ambienti e favorisce la biodiversità delle golene.	Conseguenze ecologiche (es.): una dinamica seminaturale dei sedimenti contribuisce alla formazione di banchi di ghiaia, habitat ideali per le specie pioniere.	5

Fig. 2

Il fiume Kander che scorre nel Gasterntal (BE) è caratterizzato da una dinamica seminaturale dei sedimenti e dei deflussi.



Foto: Vinzenz Maurer

Fig. 3

Nell'agosto del 2005 la frazione di Grafenort (OW) fu inondata dal fiume Aa.



Foto: Forze aeree svizzere.

(continua da pagina 5) per la popolazione, le abitazioni o le infrastrutture. Nel 2005, le intense precipitazioni mobilitarono in molte località grandi quantità di sedimenti che, a seconda della zona, provocarono rotture di dighe, inondazioni e accumuli di detriti su vaste superfici, come nei pressi dell'Aa di Engelberg nel Canton Obvaldo, dove circa 170 000 m³ di sedimenti furono trasportati dal bacino imbrifero superiore nella pianura di Grafenort (fig. 3) provocando ingenti danni. Parte della strada cantonale per Engelberg fu inoltre spazzata via causando un danno di oltre dieci milioni di franchi (UFAM 2007).

Molti processi sedimentologici sono estremamente complessi. Per esempio i sedimenti restano spesso depositati per anni nelle scarpate, negli alvei o nelle golene prima di essere nuovamente mobilizzati e trasportati a valle, impiegando così anche decenni prima di raggiungere un lago o mare in cui si depositano. In sistemi fluviali estesi, come quello del Rio delle Amazzoni, possono trascorrere addirittura fino a 10 000 anni prima che i sedimenti dalla sorgente arrivino al mare (Wohl et al. 2015).

Riattivare la dinamica dei sedimenti

In molti corsi d'acqua della Svizzera la dinamica dei sedimenti è fortemente compromessa (fig. 1, tab. 1). Molti grandi fiumi dell'Altopiano non trasportano quasi più ma-

teriale solido di fondo. Viene definito materiale solido di fondo la parte grossolana del sedimento a contatto con l'alveo fluviale trasportata per rotolamento o saltazione. Le cause principali che determinano un limitato apporto di materiale solido nei torrenti sono da ricercare nelle opere di sbarramento, nel consolidamento degli argini per proteggerli dall'erosione nonché nelle camere di ritenuta che trattengono grandi quantità di sedimenti. Inoltre, le centrali idroelettriche interrompono il trasporto di materiale solido che rimane nel bacino di accumulazione. D'altro canto vi sono corsi d'acqua con un eccesso di sedimenti (Schälchli et al. 2005) dovuto, per esempio, al dilavamento dei sedimenti fini dalle superfici agricole. I sedimenti sono trasportati dalle acque in sospensione.

Una dinamica seminaturale dei sedimenti e dei deflussi è basilare per la funzionalità e il valore ecologico dei corsi d'acqua. Il suo ripristino costituisce quindi un importante obiettivo della revisione della legge sulla protezione delle acque (cfr. cap. La revisione della legge sulla protezione delle acque: un compito politico), che può essere raggiunto sia con l'adozione di misure di esercizio che edilizie o di entrambe contemporaneamente. Le misure edilizie sono di regola attuate una tantum, mentre quelle di esercizio in modo ricorrente. L'aiuto all'esecuzione «Risana-mento del bilancio in materiale solido di fondo – Pianificazione strategica» dell'Ufficio federale dell'ambiente UFAM (Schälchli e Kirchhofer 2012) illustra un'ampia

gamma di misure specifiche per diversi tipi di impianti. Alcune di queste misure e le loro conseguenze idrauliche ed ecologiche (fig. 1, tab. 1) sono state oggetto di studio del progetto «Dinamica dei sedimenti e degli habitat» (cfr. riquadro a pag. 5).

La revisione della legge sulla protezione delle acque: un compito politico

La revisione della legge sulla protezione delle acque è entrata in vigore nel 2011. La legge persegue l'obiettivo di valorizzare i corsi d'acqua come ambienti seminaturali e di ripristinare le loro funzioni naturali. A tal fine è stato avviato un programma di rinaturazione su scala nazionale che comprende la rivitalizzazione di 4000 chilometri di corsi d'acqua entro il 2090 nonché il risanamento, entro il 2030, degli effetti negativi causati dalla produzione di energia idroelettrica (in particolare: deflussi discontinui, sedimenti, migrazione ittica). Inoltre, per la fine del 2018, è prevista la delimitazione di un adeguato spazio riservato alle acque lungo l'intera rete idrografica.

Per l'attuazione del programma di rinaturazione, l'Ufficio federale dell'ambiente UFAM ha elaborato l'aiuto all'esecuzione «Rinaturazione delle acque», articolato in vari moduli (UFAM 2017), che 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.

Schede tematiche

I principali risultati rilevanti per la pratica del progetto di ricerca «Dinamica dei sedimenti e degli habitat» sono riassunti nella presente raccolta di schede tematiche, una continuazione di «Schede tematiche sulla sistemazione e l'ecologia dei corsi d'acqua» pubblicata nel 2012 (UFAM 2012). Come nella prima raccolta, i temi e i contenuti sono stati elaborati nell'ambito di un processo interdisciplinare e interattivo, al quale hanno preso parte ricercatori e operatori pratici di diversi settori amministrativi specifici e associazioni portatrici d'interesse. Le schede informano sullo stato attuale della ricerca e sono completate da una bibliografia scientifica a carattere orien-

tativo e di guida per un eventuale approfondimento. Nelle schede stesse sono citati soltanto alcuni lavori scientifici per una migliore leggibilità dei testi. Un elenco completo di tutti i lavori finora pubblicati è riportato alla voce prodotti e pubblicazioni della pagina web del programma www.rivermanagement.ch. Sulla stessa pagina web si può consultare il glossario relativo alle schede tematiche.

Bibliografia

L'elenco bibliografico dettagliato relativo a questa scheda si trova nella pagina web del programma www.rivermanagement.ch > **prodotti e pubblicazioni**

La raccolta comprende le seguenti schede tematiche

1 Dinamica dei sedimenti nella rete idrografica



La mobilizzazione, il trasporto e il deposito dei sedimenti sono soggetti a notevoli variazioni temporali e spaziali. Questa dinamica è guidata da agenti geomorfologici, climatici, idrologici e idraulici nonché ecologici. Gli animali, le piante, i funghi e i microrganismi hanno sviluppato una moltitudine di adattamenti per adeguarsi alla dinamica dei sedimenti, da cui numerose specie addirittura dipendono per il loro sviluppo. L'uomo modifica tale dinamica in maniera diretta e indiretta. La scheda 1 offre una visione generale della dinamica dei sedimenti nei corsi d'acqua della Svizzera e descrive le conseguenze degli interventi umani.

3 Importanza della dinamica dei sedimenti e fattori che la influenzano



I sedimenti fini e la loro dinamica influenzano la morfologia e gli habitat dei corsi d'acqua. I sedimenti fini si formano in seguito a processi come l'erosione del suolo e contribuiscono allo sviluppo di boschi golenali a legno duro e altri habitat nei e lungo i corsi d'acqua. Questa scheda descrive la dinamica dei sedimenti fini e spiega come sia influenzata dalla struttura delle sponde e da altri fattori. Nel progetto di ricerca «Dinamica dei sedimenti e degli habitat», l'influenza dell'assetto geometrico delle sponde sulla dinamica dei sedimenti fini è stata studiata sistematicamente in esperimenti di laboratorio.

2 Dinamica dei sedimenti e misurazione dei suoi effetti



I metodi impiegati nel mondo intero per misurare la dinamica dei sedimenti e i suoi effetti sulle condizioni ambientali, i processi ecologici e gli esseri viventi sono svariati. Si fa ricorso tanto ai metodi classici quanto alle nuove tecnologie, come il telerilevamento mediante droni, la misurazione del consumo di ossigeno nel fondo ghiaioso o le analisi genetiche. La scheda 2 offre una visione generale dei metodi in uso e spiega il loro utilizzo nell'ambito del progetto di ricerca «Dinamica dei sedimenti e degli habitat».

4 Opere di ritenuta selettiva dei sedimenti



Le opere di ritenuta nei torrenti trattengono i sedimenti al fine di ridurre i danni delle piene alle zone abitate e alle infrastrutture. Quelle classiche li trattengono già durante le piene modeste, anche se il loro trasporto in questo caso non provocherebbe danni. In tal modo si crea un deficit di sedimenti nei tratti a valle dei corsi d'acqua. La scheda 4 spiega come migliorare la continuità del trasporto di sedimenti mediante la realizzazione di opere di ritenuta selettiva dei sedimenti.

5 Dinamica e biodiversità nelle golene



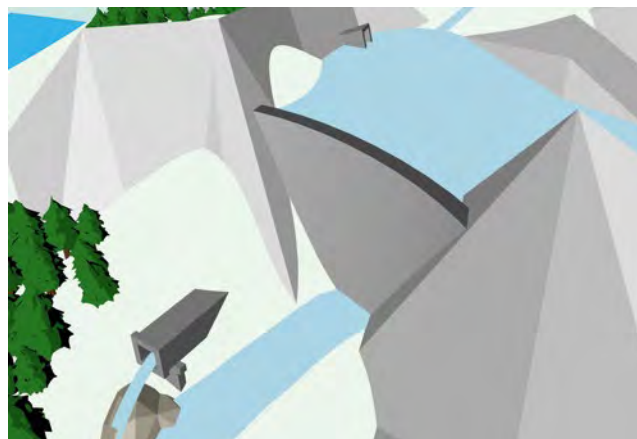
Le zone golenali caratterizzate da una grande varietà di ambienti presentano una maggiore resistenza ecologica rispetto a quelle con minore varietà. La varietà di habitat e specie delle zone golenali dipende principalmente dallo spazio riservato alle acque, dalla dinamica dei deflussi e dei sedimenti nonché dalla connettività degli ambienti. L'adozione di misure specifiche che favoriscono lo sviluppo delle specie tipicamente golenali può aumentare la varietà di specie. La scheda 5 illustra i principali fattori che influenzano gli ambienti golenali, riporta alcuni esempi e offre una visione generale sullo stato attuale delle ricerche nell'ambito delle zone golenali.

7 Riporti di ghiaia ed erosione delle sponde



Numerosi corsi d'acqua della Svizzera sono compromessi dal punto di vista ecologico perché trasportano una quantità insufficiente di sedimenti. I riporti di ghiaia e l'induzione dell'erosione delle sponde possono migliorare la disponibilità di sedimenti, con il conseguente vantaggio di valorizzare anche gli ambienti e contenere l'erosione del fondale. La scheda 7 illustra mediante esempi concreti entrambe le misure, ne descrive gli effetti ecologici e spiega come pianificarle e metterle in pratica.

6 Gallerie di bypass dei sedimenti e piene artificiali



La continuità del trasporto di sedimenti è interrotta dalla presenza di laghi artificiali. Nei tratti a valle dei corsi d'acqua si crea così un deficit di sedimenti che ha conseguenze negative per l'ecologia e la morfologia dei corsi d'acqua. Le gallerie di bypass dei sedimenti e le piene artificiali incrementano la disponibilità di sedimenti e ne riducono la carenza. La scheda 6 descrive entrambe le misure spiegandole con esempi concreti. Mostra inoltre gli effetti di tali misure sull'ecologia e sulla morfologia delle acque.

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).

Istituti di ricerca coinvolti: Eawag; Istituto per la ricerca sulle acque dei Politecnici federali; Laboratoires de Constructions Hydrauliques (LCH), EPFL Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW), ETH Zurigo; Istituto federale di ricerca per la foresta, la neve e il paesaggio (WSL)

Direzione del progetto: Anna Belser, coordinamento progetto, UFAM; Christoph Scheidegger, WSL; Christine Weber, Eawag; David Vetsch, VAW-ETH Zurigo; Mário J. Franca, LCH-EPFL

Assistenza specialistica: UFAM: Hugo Aschwanden, Rémy Estoppey, Andreas Knutti, Stephan Lussi, Manuel Nitsche, Olivier Overney, Carlo Scapozza, Diego Tonolla, Hans Peter Willi
Cantoni: Josef Hartmann (GR), Norbert Kräuchi (AG), Christian Marti (ZH), Vinzenz Maurer (BE), Sandro Ritler (LU), Thomas Stucki (AG); Istituti di ricerca: Bernhard Wehrli (Eawag), Anton Schleiss (LCH-EPFL), Robert Boes (VAW-ETHZ), Christoph Hegg (WSL); Altri: Raimund Hipp (CDPNP), Roger Pfammatter (ASEA), Luca Vetterli (Pro Natura)

Redazione: Manuela Di Giulio, Natur Umwelt Wissen GmbH

Indicazione bibliografica: Di Giulio, M. Franca, M.J., Scheidegger, Ch., Schleiss, A., Vetsch, D., Weber, Ch., 2017: Dinamica dei sedimenti e degli habitat nei corsi d'acqua.
In: Dinamica dei sedimenti e degli habitat. Ufficio federale dell'ambiente (UFAM), Berna. Prefazione.

Traduzione: Servizio linguistico italiano, UFAM

Progetto grafico e illustrazioni: M. Schneeberger, anamorph.ch

Per ordinare la versione stampata e scaricare il PDF:

UFCL, Distribuzione pubblicazioni federali, CH-3003 Berna
www.bundespublikationen.admin.ch
art. n. 810.300.136i www.bafu.admin.ch/uw-1708-i

© UFAM 2017