

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 tale dinamica dipende anche lo sviluppo di numerose specie. 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.

Ch. Weber, M. Döring, S. Fink, E. Martín Sanz, Ch. Robinson, Ch. Scheidegger, N. Siviglia, C. Trautwein, D. Vetsch, V. Weitbrecht

Si definiscono sedimenti i materiali solidi minerali come la sabbia e la ghiaia nonché i frammenti di materiale biologico come i residui fogliari. La dinamica dei sedimenti comprende tre processi: 1. mobilizzazione (= apporto o produzione), 2. trasporto e 3. deposito di sedimenti.

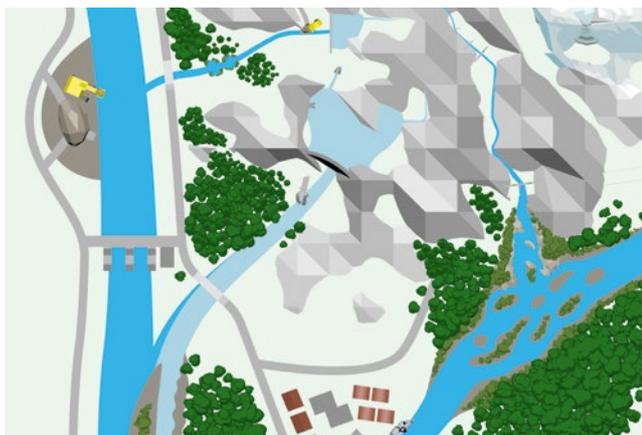
I sedimenti arrivano nelle acque principalmente attraverso l'erosione, le frane e le colate detritiche e sono tra-

sportati a valle con l'acqua. In base al tipo di trasporto si distinguono due tipi di sedimenti: A. a granulometria fine come sabbie, limi e argille trasportati in sospensione nell'acqua. Di regola, i granuli di questi sedimenti sono di diametro inferiore ai 2 mm e nel linguaggio tecnico sono denominati materiale in sospensione o sedimenti fini (cfr. scheda 3); B. a granulometria grossolana come ghiaia e ciottoli che rotolano o scorrono sul fondo dell'alveo. Sono denominati materiale solido di fondo. La dinamica dei sedimenti è anche nota con i sinonimi di bilancio del trasporto solido, bilancio in materiale solido o regime sedimentario.

La mobilizzazione, il trasporto e il deposito sono processi che richiedono tempi diversi, da pochi minuti fino a migliaia di anni (Wohl et al. 2015), e che possiamo osservare in punti diversi: in tutto il bacino imbrifero (fig. 1) come pure nell'habitat di una singola specie di pesce. Le diverse scale temporali e spaziali si influenzano reciprocamente; i processi che si svolgono su ampia scala hanno un effetto anche su piccola scala e viceversa.

Fig. 1

Mobilizzazione, trasporto e deposito di sedimenti avvengono in diversi punti di un bacino idrografico (sinistra). Pianura alluvionale dinamica nella Val Roseg (GR; destra).



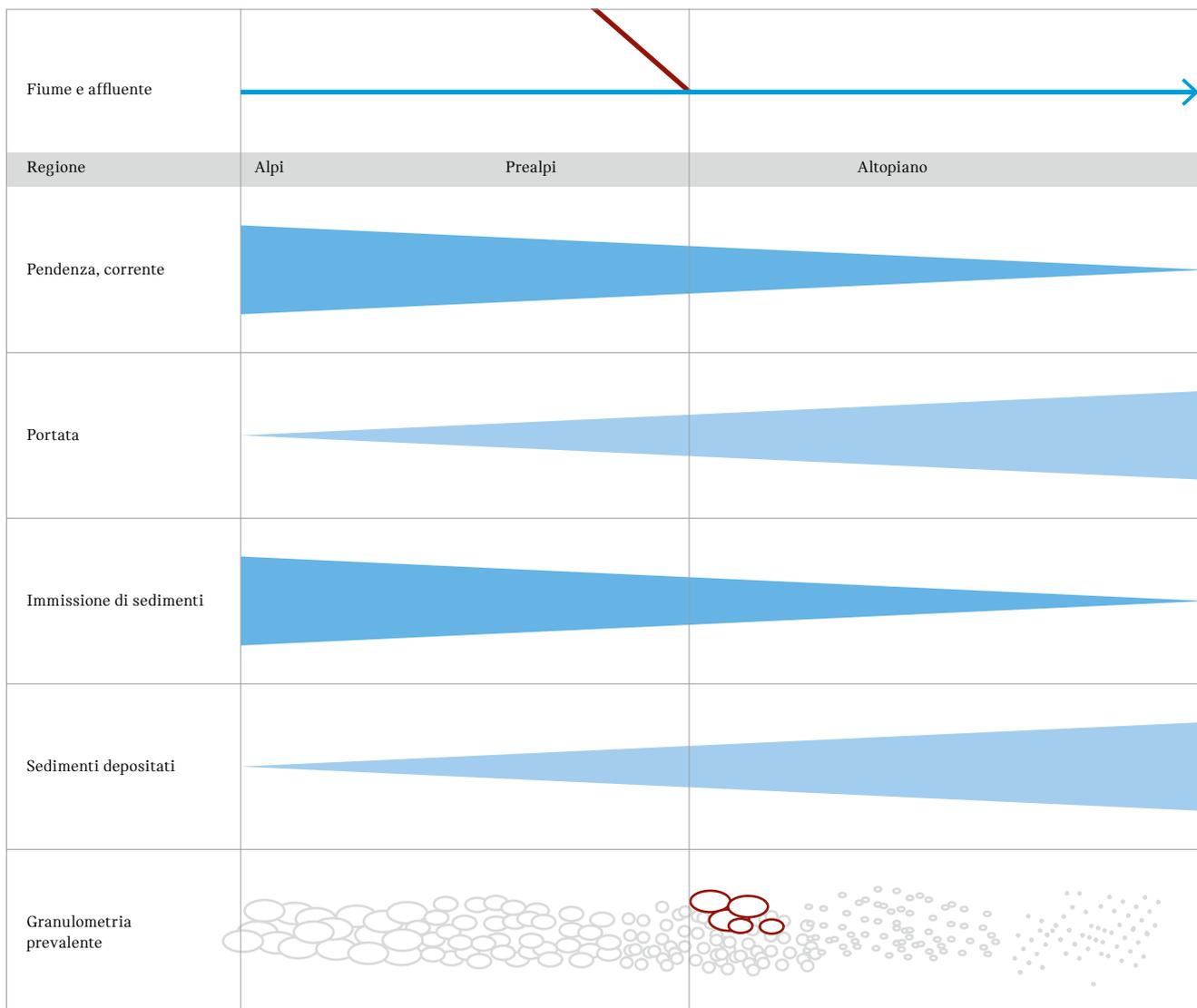
Scala temporale

La mobilizzazione e il trasporto di sedimenti spesso iniziano all'improvviso, per esempio quando durante una piena viene superata una determinata portata. Ciò vale in particolare per il materiale solido di fondo. Per il materiale in sospensione l'andamento temporale è continuo; la mobilizzazione e il trasporto seguono direttamente il deflusso (Wohl et al. 2015). Una volta depositati, i sedimenti restano fermi per un periodo variabile, spesso per oltre un anno o anche per decenni, disponendosi in forma di isolotti nel corso d'acqua principale o sulle superfici

alluvionali, lungo le sponde o sui pendii. In seguito vengono nuovamente mobilizzati, nei laghi solo a seguito di eventi su larga scala, molto rari e quindi imprevedibili come terremoti, uragani o tsunami. Un esempio risale all'anno 563, quando probabilmente una frana presso il lago Lemano provocò un collasso del delta del Rodano e 250 milioni di metri cubi di sedimenti furono spostati verso il fondo del lago; lo tsunami che ne derivò generò morte e distruzione intorno al lago.

Fig. 2

Mobilizzazione, trasporto e deposito di sedimenti lungo un corso d'acqua.



Scala spaziale

Lungo il corso del fiume, dalla sorgente alla foce, la granulometria del sedimento trasportato si riduce progressivamente a causa dell'abrasione durante il trasporto e della degradazione meteorica (Jungwirth et al. 2003). Pertanto, la distribuzione granulometrica sul fondo dell'alveo del corso inferiore è per lo più uniforme e il diametro medio dei granuli è più piccolo rispetto a quello del corso superiore. Nel corso inferiore, meno ripido, predomina il trasporto dei sedimenti più fini e del materiale in sospensione, mentre in quello superiore prevale il trasporto di materiale solido di fondo, fatta eccezione per i torrenti glaciali che trasportano grandi quantità di materiale in sospensione. Gli affluenti laterali del corso d'acqua possono interrompere questa sequenza longitudinale e apportare considerevoli quantità di sedimenti di differente granulometria (Wohl et al. 2015; fig. 2). Lungo il corso del fiume si alternano tratti di deposito a tratti di erosione con diverse forme dell'alveo. I laghi agiscono come trappole di sedimenti e di conseguenza gli emissari sono caratterizzati da uno scarso trasporto solido. Anche su piccola scala, vale a dire all'interno di un tratto fluviale, coesistono a stretto contatto habitat con sedimenti di granulometrie differenti, per esempio conche con sedimenti fini e rapide con sedimenti più grossolani.

Fattori di regolazione della dinamica dei sedimenti

La mobilizzazione, il trasporto e il deposito dei sedimenti sono regolati da diversi fattori che possono essere suddivisi nei quattro gruppi sotto elencati e che descriveremo singolarmente nei successivi paragrafi:

- 1) fattori di regolazione geomorfologici, come la natura del bacino imbrifero;
- 2) fattori di regolazione climatici e meteorologici, come il verificarsi di forti piogge;
- 3) fattori di regolazione idrologico-idraulici, come la velocità della corrente dell'acqua;
- 4) fattori di regolazione ecologici, come la presenza di piante acquatiche o di legni flottanti.

A seconda della posizione del corso d'acqua nel bacino imbrifero, prevalgono fattori di regolazione diversi; in uno stesso tratto fluviale agiscono inoltre per lo più contemporaneamente, rafforzandosi oppure ostacolandosi reciprocamente.

1) Geomorfologia

La composizione geologica del bacino imbrifero, quindi il tipo di roccia presente e il suo grado di meteorizzazione, influenza la mobilizzazione del sedimento, la sua forma e durezza, la sua distribuzione granulometrica e la composizione chimica. Contrariamente alle pietre cristalline, quelle calcaree si consumano e frantumano dopo brevi spostamenti. Anche la topografia gioca un ruolo importante, in particolare la forma della valle nonché la pendenza dell'alveo e dei pendii. Una pendenza maggiore determina un trasporto maggiore di sedimenti o, in caso estremo, provoca anche colate detritiche. I pendii ripidi aumentano il rischio di frane e cadute di massi accrescendo così l'apporto di sedimenti nell'alveo.

2) Clima e meteorologia

Ad alta quota, l'apporto di sedimenti nell'acqua è dovuto principalmente all'erosione delle sponde, alle frane e alle colate detritiche, fenomeni per lo più provocati da precipitazioni intense durante i temporali. La maggiore introduzione di sedimenti è anche dovuta alle piogge persistenti che saturano il terreno e riducono la capacità di trattenuta. Le valanghe sono un altro evento che contribuisce all'arricchimento di sedimenti nei corpi idrici.

L'infiltrazione e la relazione tra precipitazione e deflusso sono influenzati da svariati fattori: oltre alla saturazione del suolo, sono importanti la natura del terreno e il sistema radicale della copertura vegetale. Le radici rendono il terreno più permeabile garantendo così una rapida infiltrazione dell'acqua in caso di pioggia che attenua i picchi di piena e i tassi di trasporto.

3) Idrologia e idraulica

Il deflusso, la pendenza e la struttura dell'alveo, determinano sollecitazioni del fondo dell'alveo, profondità dell'acqua e velocità di deflusso variabili. Questi elementi influenzano a diverse scale spaziali e temporali il trasporto di sedimenti nel corso d'acqua. Il trasporto di sedimenti cambia a seconda della stagione in seguito alla variabi-

lità stagionale e regionale delle precipitazioni e dei deflussi. I torrenti glaciali, per esempio, durante una calda stagione estiva convogliano un elevato carico di sedimenti fini prodotti dall'abrasione dei ghiacciai. In linea di massima, la dinamica dei sedimenti è molto meno prevedibile rispetto a quella del deflusso.

4) Ecologia

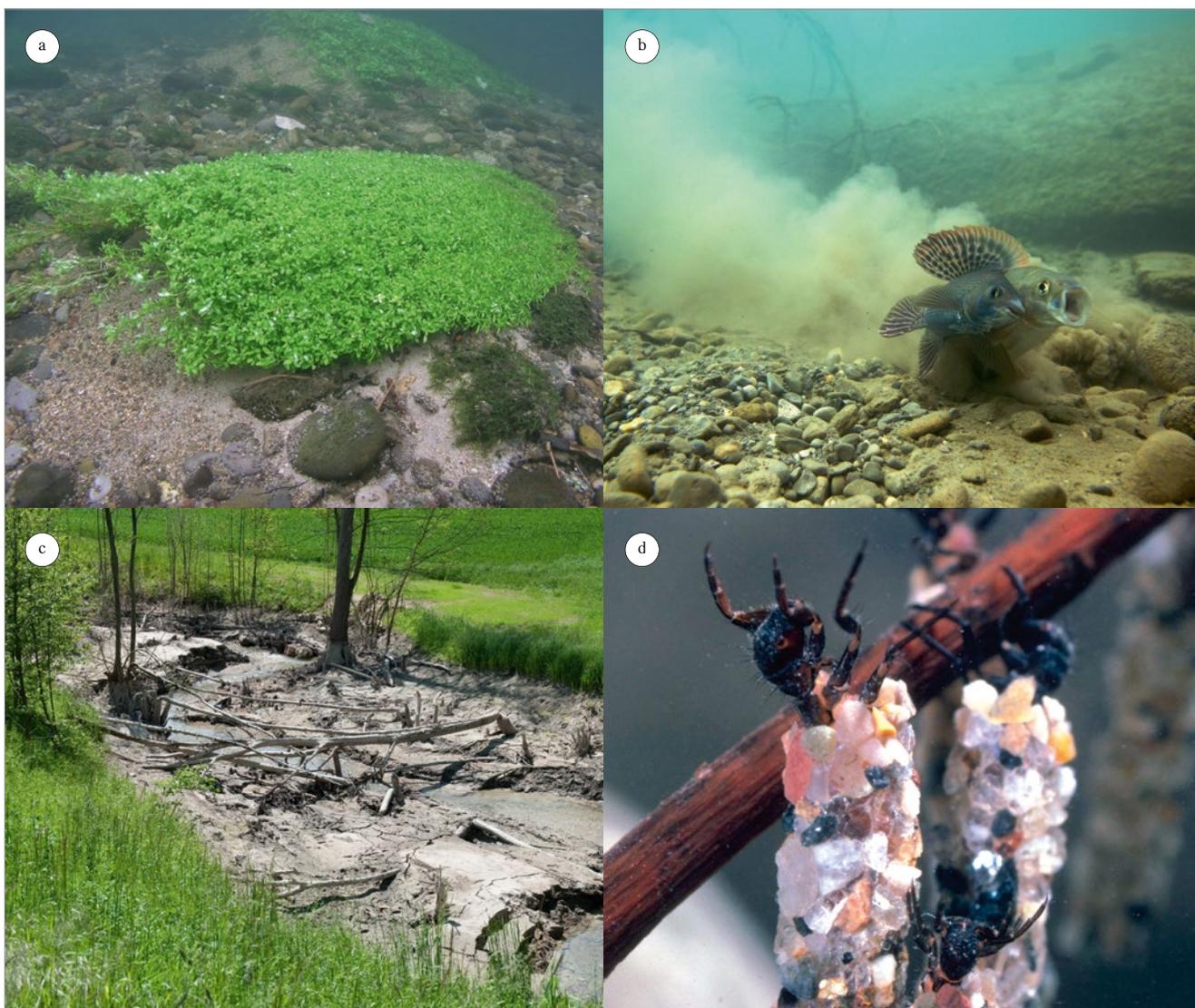
Le piante nel e intorno al corso d'acqua influenzano la dinamica dei sedimenti. Da un lato le loro radici consoli-

dano il terreno e riducono l'erodibilità delle sponde e dei pendii, dall'altro la densità delle popolazioni di piante acquatiche e l'accumulo di legno flottante contribuiscono al deposito locale di sedimenti (fig. 3a) o all'erosione delle sponde.

Gli organismi viventi intervengono attivamente nella dinamica dei sedimenti comportandosi da «ingegneri ecologici»: le trote e i temoli, nel periodo della riproduzione, per deporre le uova scavano il fondo dell'alveo aspor-

Fig. 3

*Gli organismi viventi influenzano la dinamica dei sedimenti. a) Le piante acquatiche, ad esempio le Callitriche sp., trattengono i sedimenti fini. b) I temoli (*Thymallus thymallus*) in fregola scavano il fondo dell'alveo. c) Le dighe dei castori provocano la deposizione di sedimenti fini. d) Le larve della specie di tricottero *Allogamus auricollis* costruiscono i loro astucci utilizzando particelle di sedimenti.*



tando i sedimenti fini (fig. 3b). Le dighe costruite dai castori rallentano la velocità della corrente dell'acqua determinando un deposito di sedimenti o addirittura uno spostamento dell'alveo (fig. 3c). Le larve di tricoteri vivono ben protette negli astucci che costruiscono utilizzando particelle di sedimenti (fig. 3d) e con questi involucri modificano la dinamica dei sedimenti su piccola scala. Le alghe presenti sul fondo dell'alveo aumentano la sua stabilità catturando e legando le particelle di sedimenti.

Effetti della dinamica dei sedimenti

La mobilitazione, il trasporto e il deposito dei sedimenti influenzano le caratteristiche di molti corsi d'acqua (Wohl et al. 2015). La dinamica dei sedimenti agisce in particolare:

- A) sulle **condizioni ambientali** negli habitat fluviali, vale a dire temperatura, velocità della corrente ecc.;
- B) sui **processi ecologici** come il ciclo dei nutrienti o la fotosintesi (utilizzo della luce solare da parte di piante e alghe);
- C) sugli **organismi viventi** come i pesci, le larve di insetti o le piante.

Gli effetti della dinamica dei sedimenti saranno approfonditi nei prossimi tre capitoli. In generale, si considerano soprattutto scale piccole e medie, in quanto rispecchiano la durata di vita e l'habitat della maggior parte degli organismi fluviali. Occorre tuttavia ricordare che le condizioni ambientali, i processi ecologici e gli organismi viventi sono influenzati anche da processi duraturi e di ampia scala (cfr. cap. Scala temporale).

A. Condizioni ambientali

La mobilitazione, il trasporto e il deposito di sedimenti possono creare e distruggere habitat nel e lungo il fiume (Döring et al. 2012). La letteratura specialistica usa a tale proposito il concetto di mosaico dinamico di habitat¹ («shifting habitat mosaic»). Ciò vuol dire che se da un lato nei corsi d'acqua seminaturali la posizione dei banchi di ghiaia e delle conche cambia, dall'altro sul lungo pe-

riodo la loro superficie totale in un tratto fluviale rimane pressoché immutata.

Habitat fluviali

Nel settore bagnato la distribuzione granulometrica dell'alveo è diversa su piccola scala a seconda della velocità della corrente o della profondità dell'acqua. Nell'ambito del progetto di ricerca «Dinamica dei sedimenti e degli habitat», nel fiume Thur (TG/ZH) sono stati confrontati tra loro tratti canalizzati e tratti allargati (Martín Sanz 2017). Sono state studiate la distribuzione granulometrica e il suo cambiamento nel tempo (fig. 4a, 4b). Nei tratti canalizzati a monte e a valle dell'allargamento la granulometria è risultata simile – relativamente grossolana e uniforme – e la sua variazione nel tempo trascurabile (4b), nel settore dell'allargamento invece ben più variata e dinamica: tratti con una granulometria sia grossolana che fine si sono alternati nel tempo e nello spazio.

Habitat alimentati dalle falde acquifere

L'acqua fluviale interagisce con l'acqua sotterranea e la zona insatura (cfr. scheda 5). Questo scambio verticale ha un impatto su importanti parametri ambientali come quello della temperatura dell'acqua. Così, le zone con risorgive sono generalmente più fresche in estate e più calde in inverno rispetto al corso d'acqua circostante (Jungwirth et al. 2003). La connettività verticale è influenzata dalla composizione e dallo spessore del fondo dell'alveo nonché dalla composizione granulometrica. Per esempio, può essere ridotta a causa dei sedimenti fini che coprono il fondo dell'alveo e occludono il suo spazio poroso («colmatazione») (cfr. scheda 3). La movimentazione del fondo dell'alveo in caso di piena rimuove pure sedimenti fini.

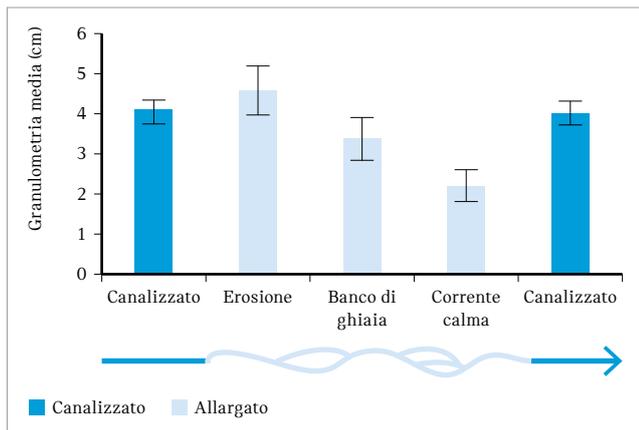
Habitat terrestri

Dalla dinamica dei sedimenti dipendono i tipi di habitat che si creano lungo i corsi d'acqua: i depositi di sedimenti fini sui terreni golenali sono elementi chiave per la formazione dei boschi golenali a legno duro (cfr. scheda 5). La dislocazione dei banchi di ghiaia porta a una ridistribuzione granulometrica. In tal modo si modificano la permeabilità e la disponibilità di acqua su un banco di ghiaia. Nascono così habitat ideali per essere colonizzati da «piante pioniere» come il garofanino di Fleischer (*Epilo-*

¹ La definizione del termine «mosaico dinamico di habitat», e quella di altri termini, si trova nel glossario. Online: www.rivermanagement.ch > prodotti e pubblicazioni

Fig. 4a

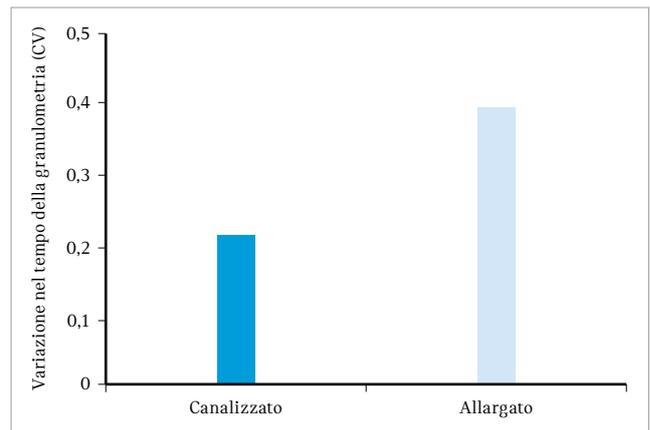
La composizione granulometrica in tratti canalizzati e in tratti allargati del fiume Thur.



Fonte: Martín Sanz 2017

Fig. 4b

La variazione nel tempo della composizione granulometrica nei tratti canalizzati e nei tratti allargati del fiume Thur. CV = coefficiente di variazione (più è grande, più ampia è la variazione).



Fonte: Martín Sanz 2017

bium fleischeri) o la tamerice alpina (*Myricaria germanica*). Esperimenti eseguiti in serra in condizioni controllate evidenziano come la germinazione e lo sviluppo della tamerice alpina dipenda dalla composizione dei sedimenti (fig. 4c; Benkler e Bregy 2010). Un fondo sabbioso stimola la germinazione dei semi; in assenza di sabbia il tasso di germinazione è basso o addirittura nullo. La germinazione avviene fondamentalmente in modo rapido, ma lo sviluppo delle foglie richiede molto più tempo e dipende anch'esso dal tipo di sedimenti. Vi sono inoltre differenze tra le popolazioni, per esempio i semi del bacino imbrifero del Rodano germogliano più in fretta rispetto a quelli del bacino imbrifero dell'Inn.

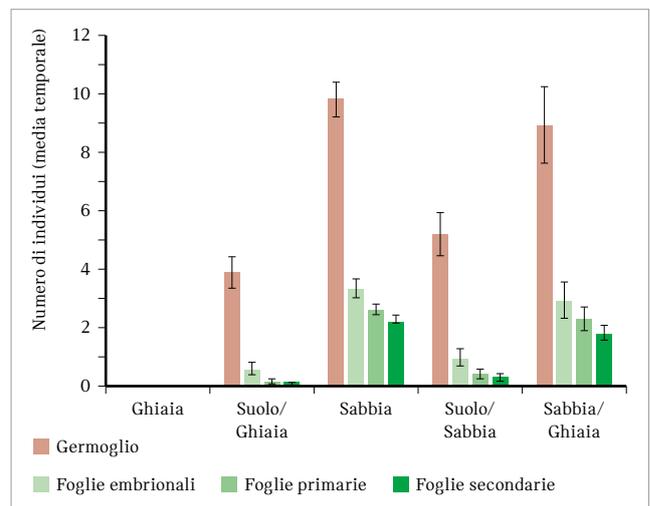
B. Processi ecologici

Ciclo dei nutrienti

Il materiale ricco di sostanze nutritive come il fogliame che proviene dalle sponde o dai tratti fluviali a monte, rimane sul fondo dell'alveo dove si accumula. Qui viene trasformato da numerosi microrganismi, funghi, alghe e larve di insetti, che a loro volta servono da nutrimento per i pesci e altri organismi viventi (Jungwirth et al. 2003). Il fogliame trattenuto sul fondo dell'alveo è pertanto un importante anello della catena trofica, in particolar modo dei corsi d'acqua di alta quota e delle golene.

Fig. 4c

Germinazione e sviluppo della tamerice alpina su diversi tipi di sedimento. I colori rappresentano i diversi stadi di sviluppo.



Fonte: Benkler und Bregy 2010

La trattenuta, l'accumulo e la trasformazione del materiale vegetale dipendono anche dalla distribuzione granulometrica che caratterizza il fondo dell'alveo: quanto più grossolani sono i granuli e minore la velocità della corrente tanto più il materiale resta sul posto. Sono inoltre importanti la frequenza e l'intensità delle piene con trasporto solido. Una riduzione degli eventi di piena con

trasporto solido può provocare un eccessivo accumulo di materiale vegetale, che a sua volta stimola la respirazione, quindi la trasformazione del materiale organico nel fondo dell'alveo, e comporta un maggior consumo di ossigeno. Tale fenomeno può modificare la concentrazione di nutrienti nel corso d'acqua e di conseguenza il metabolismo dell'intero ecosistema.

Nel progetto «Dinamica dei sedimenti e degli habitat» è stato studiato in che misura la respirazione nei tratti canalizzati e in quelli allargati del fiume Thur (ZH/TG) dipende dalla dinamica dei sedimenti (Martín Sanz 2017). Nei tratti canalizzati la trasformazione dei materiali è risultata generalmente più elevata (fig. 5). Anche le singole misurazioni sono risultate più uniformi rispetto a quelle effettuate nei tratti allargati, dove le differenze locali erano maggiori. Con una maggiore frequenza e intensità delle piene la trasformazione si riduceva. Ciò si è manifestato con più evidenza nei tratti allargati, caratterizzati da un fondo dell'alveo più dinamico (fig. 4b).

Anche la colmatazione influenza alcuni importanti processi ecologici che avvengono nel fondo dell'alveo. Per esempio il consumo di ossigeno nelle zone di infiltrazione è superiore a quello nelle risorgive, poiché nell'acqua fluviale è anche presente materiale vegetale che viene trasformato. Al contrario, la risorgiva è ricca di nutrienti derivati dalla mineralizzazione del materiale vegetale nelle zone insature.

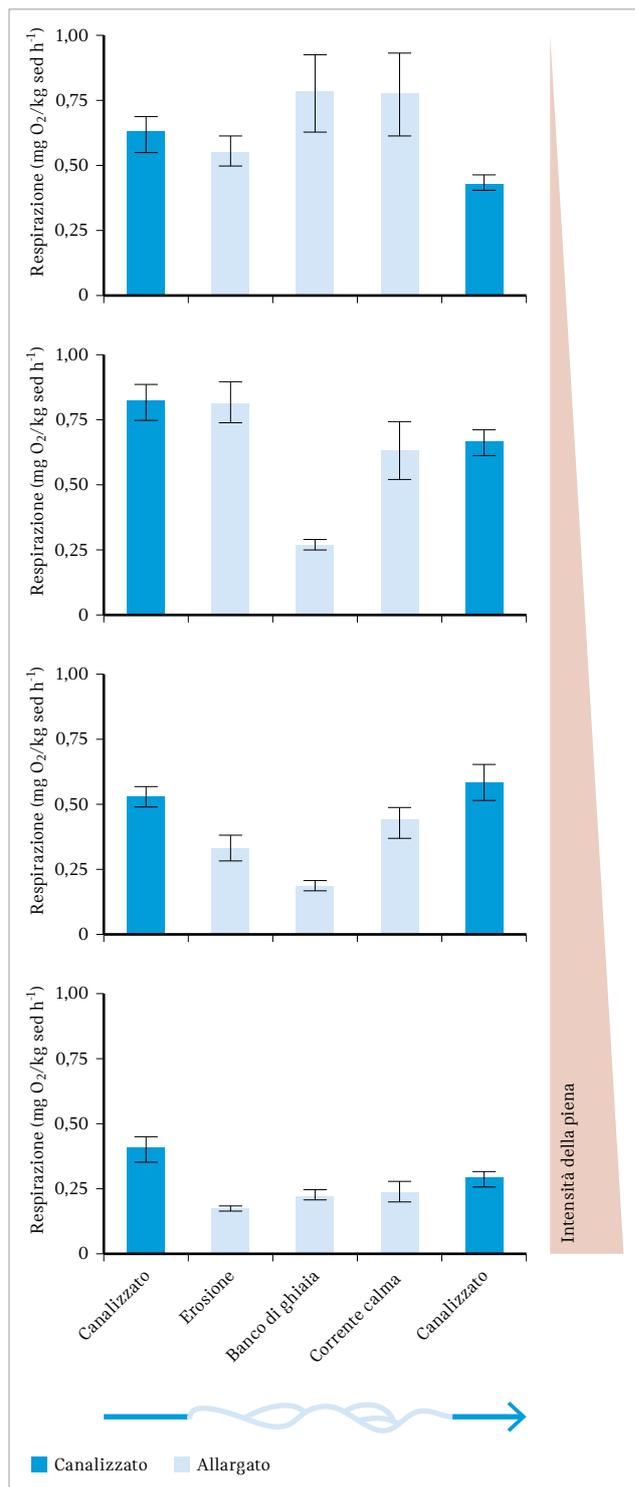
Interazioni con la catena trofica

Il materiale in sospensione, a seconda del tipo e dimensione di particelle, può ridurre in maniera più o meno significativa l'apporto di luce nei corsi d'acqua («torbidità») e, di conseguenza, anche la capacità di fotosintesi delle alghe o delle piante acquatiche. Inoltre i sedimenti fini depositati sul fondo dell'alveo possono coprire le alghe e le piante acquatiche riducendo la loro capacità di fotosintesi o provocandone addirittura la morte (cfr. scheda 3).

Sui banchi di ghiaia dei fiumi con vegetazione pioniera gli insetti specializzati trovano cibo e protezione. Per esempio il *Chorthippus pullus* è una specie di cavalletta che si nutre soprattutto di piante graminiformi come *Carex ssp.* e *Calamagrostis ssp.* Un'altra cavalletta, il *Tetrix tuerki*,

Fig. 5

La trasformazione del materiale organico (respirazione) nel fondo dell'alveo in funzione della dinamica delle piene e dei sedimenti durante il periodo di indagine. La dinamica è stata valutata in maniera integrale (durata e altezza del deflusso).



Fonte: Martín Sanz 2017

cerca invece le alghe sui tratti spondali ricchi di sedimenti fini e fangosi.

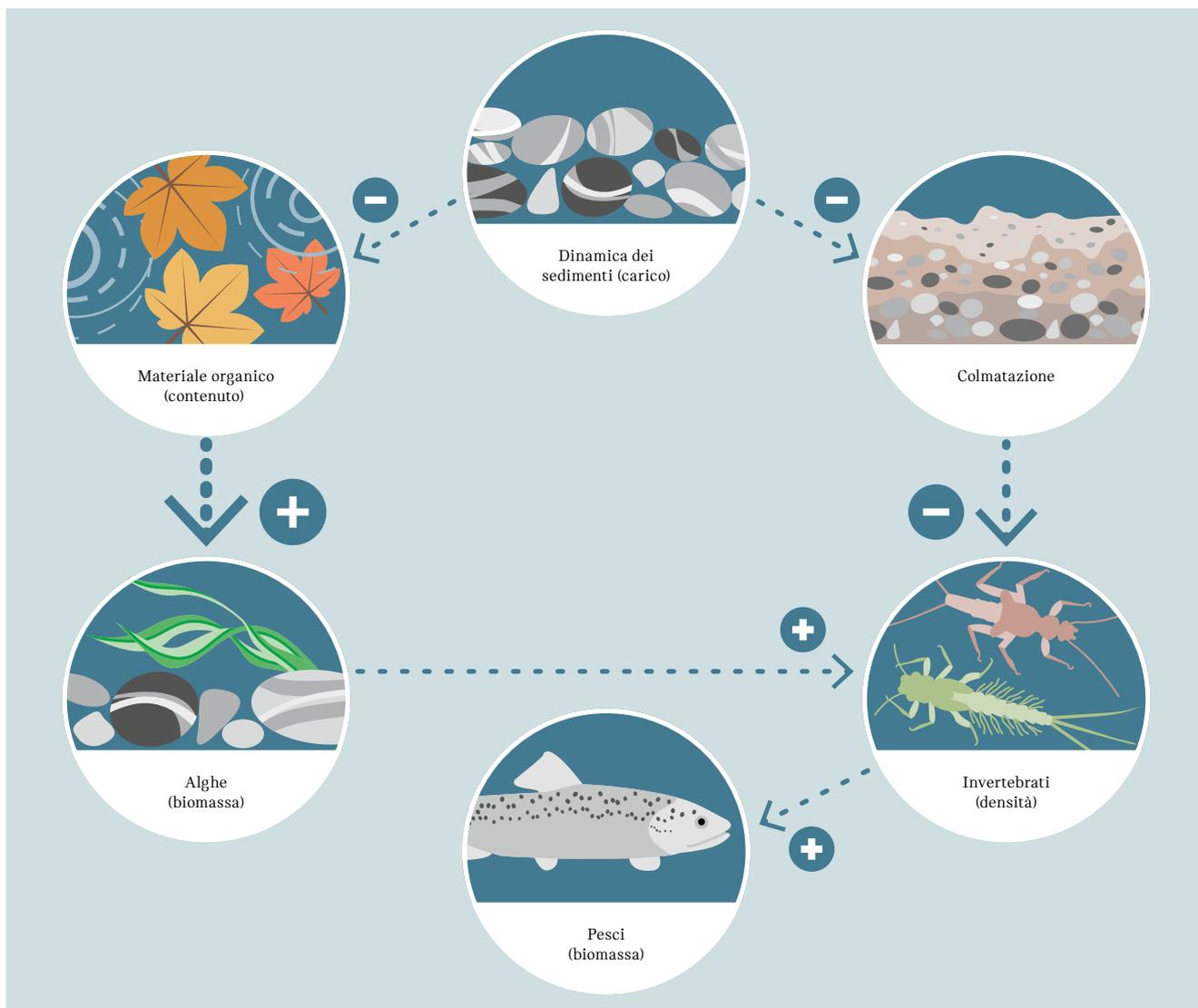
Per sfuggire ai loro predatori, molte specie di insetti terrestri si nascondono nel sedimento. Così il coleottero *Omophron limbatum* durante il giorno si rifugia in tubi di sabbia e di notte esce per andare a caccia di insetti (Rust-Dubié et al. 2006).

C. Organismi viventi

La dinamica dei sedimenti può influenzare in maniera diretta gli organismi viventi (per es. con l'abrasione o lo schiacciamento). Ma anche in maniera indiretta: se per esempio una piena con trasporto solido mobilizza il fondo ghiaioso asportando i sedimenti fini, si creano le condizioni ideali per le specie ittiche che depongono le uova sui fondali ghiaiosi e la cui riproduzione dipende da un substrato ghiaioso sciolto e permeabile. Per gli organismi viventi dei corsi d'acqua e delle golene è determinante l'intensità dell'evento di piena; per esempio la quantità di

Fig. 6

La dinamica dei sedimenti e i suoi effetti diretti e indiretti sugli organismi viventi nei corsi d'acqua. Lo spessore delle frecce indica l'intensità dell'effetto; i segni più e meno indicano rispettivamente un effetto positivo e negativo.



materiale in sospensione o di fondo che si deposita durante la piena, la durata della piena, la stagione o la frequenza con cui si verifica.

Gli organismi viventi dei fiumi, nel corso della loro evoluzione, si sono adattati alla dinamica dei sedimenti. Per molte specie di animali e piante la dinamica dei sedimenti è addirittura indispensabile per lo sviluppo, che viene invece ostacolato se non è presente. Generalmente si fa una distinzione tra i diversi tipi di adattamenti, per esempio tra quelli della morfologia (per es. forma del corpo), della fisiologia (per es. metabolismo), del comportamento (per es. movimento) o del ciclo vitale (per es. momento della riproduzione). Gli organismi viventi non si adattano soltanto alla dinamica dei sedimenti, ma a molti altri fattori ambientali contemporaneamente. Nuovi studi condotti su pesci e altri organismi viventi hanno mostrato che gli adattamenti all'ambiente avvengono abbastanza rapidamente, vale a dire nell'arco di poche generazioni.

Pesci, alghe e larve di insetti

Le alghe hanno sviluppato strutture resistenti allo sfregamento, come l'ispessimento delle pareti cellulari. Per i pesci di fiume sono state accertate differenze intraspecifiche per quanto riguarda la forma del corpo, a seconda se colonizzano di preferenza le conche con sedimenti fini e corrente debole (pool) o le rapide con fondi dell'alveo grossolani e corrente forte (riffle). Lo scazzone, un piccolo pesce che vive sul fondo dei corsi d'acqua, può interrarsi fino a 30 cm di profondità e proteggersi così durante una piena moderata dal trasporto solido sul fondo ghiaioso. I pesci che si riproducono sui fondali ghiaiosi, hanno adattato le fasi della riproduzione alla dinamica dei sedimenti e del deflusso: nei corsi d'acqua svizzeri, per esempio, le trote iniziano a riprodursi durante il periodo di magra di fine autunno. Le uova, ben protette nella ghiaia, si sviluppano durante il periodo invernale caratterizzato da piene e dinamica dei sedimenti scarse. In un'ampia ricerca sul campo nell'ambito del progetto «Dinamica dei sedimenti e degli habitat» è stata studiata la formazione della rete trofica sotto l'influsso di dinamiche dei sedimenti di differente intensità (fig. 6). In tale contesto sono stati studiati molti organismi viventi e le relative fonti di nutrizione: le alghe sul fondo dell'alveo, i residui fogliari nel sistema di pori della ghiaia, le larve di insetti nonché i pesci. Nella valutazione sono stati accer-

tati sia gli effetti diretti che indiretti. Tra l'altro è stato constatato che il numero e il peso complessivo di tutte le trote nel fiume aumentano con l'accumulo dei residui fogliari nel letto di ghiaia; nello stomaco delle trote sono stati rinvenuti con maggior frequenza piccoli invertebrati terrestri come ragni, formiche, coleotteri e vermi. Quanto più era ostruito lo strato ghiaioso, tanto più diminuiva la densità di larve di insetti. Inoltre nella ghiaia grossolana è stata osservata una maggiore quantità di piccoli animali che in quella fine.

Anfibi e rettili

Tutti gli specialisti delle golene hanno sviluppato varie strategie per far fronte ai livelli di acqua soggetti a repentini cambiamenti o alla deposizione di sedimenti. Numerosi rettili e anfibi dipendono per il loro ciclo vitale dal mosaico di habitat di una golena seminaturale. Per esempio la biscia tassellata (*Natrix tessellata*) caccia sui banchi di ghiaia, ma depone le uova nei depositi di sedimenti fini o di materiale flottante (Rust-Dubié et al. 2006). Gli adulti di rospo calamita (*Bufo calamita*) utilizzano come habitat le superfici ghiaiose dei fiumi e per la deposizione delle uova hanno bisogno di comparti alluvionali o dell'acqua ferma di un braccio morto.

Organismi viventi terrestri

La tamerice alpina (*Myricaria germanica*) estende in profondità le sue radici per non essere trascinata via dal banco di ghiaia durante le piene. I depositi di sedimenti con uno spessore di più centimetri non producono praticamente danni alle piante lignificate delle zone golenali – queste semplicemente formano nuovi germogli. Le piante erbacee, sia annuali che pluriennali, sono provviste di banche dei semi; i semi sopravvivono nella ghiaia. Le uova di uccelli come il piro-piro piccolo (*Actis hypoleucos*), che cova su banchi di ghiaia privi di vegetazione, grazie alla loro colorazione screziata di grigio si mimetizzano perfettamente (Rust-Dubié et al. 2006). Il *Chorthippus pullus* ha sviluppato diverse forme del corpo e varie strategie di migrazione: il *Chorthippus pullus* con ali lunghe si rinviene quando le densità di popolazione sono elevate al punto tale che occorre colonizzare nuovi banchi di ghiaia. In presenza di sufficienti habitat con una buona connettività, si avvista principalmente il *Chorthippus pullus* con ali corte.

Dinamica (dei sedimenti) e biodiversità

Secondo il concetto scientifico dell'«ipotesi del disturbo intermedio» la massima biodiversità si produce con una dinamica media. In presenza di una dinamica marcata sopravvivono unicamente le specie resistenti, capaci di adattarsi a tale dinamica. Al contrario, con una dinamica scarsa alcune specie scompaiono perché soppiantate dalle specie concorrenti più forti. Considerando la rete di un corso d'acqua nel suo insieme, è possibile individuare le fonti di sedimenti, come le immissioni dagli affluenti, e determinare la loro influenza spaziale e temporale sulla biodiversità.

Interventi dell'uomo nella dinamica dei sedimenti

L'uomo influenza la dinamica dei sedimenti da secoli; per esempio già nel Medioevo le sponde venivano protette dall'erosione mediante la costruzione di muri di deviazione. Fondamentalmente si distinguono due tipi di intervento, che saranno descritti nei prossimi paragrafi:

- A) gli interventi diretti nella dinamica dei sedimenti allo scopo di sfruttare la risorsa sedimenti o di prevenire i rischi, e
- B) gli interventi indiretti, vale a dire le misure non destinate alla dinamica dei sedimenti ma che tuttavia la influenzano.

Gli interventi dell'uomo includono sia gli interventi locali su piccola scala sia le misure attuate su larga scala con conseguenze di grande rilievo.

A. Interventi diretti

La ghiaia è estratta dai corsi d'acqua per due motivi: da un lato per utilizzarla come materiale da costruzione e dall'altro per impedire l'interramento del fondo dell'alveo (protezione contro le piene). I punti privilegiati per l'estrazione della ghiaia sono gli allargamenti o i delta, poiché è qui che viene tendenzialmente depositata la ghiaia. I corsi d'acqua regolati sono dimensionati in modo da contenere le piene di una determinata dimensione e lasciare al contempo la quota di fondo il più possibile invariata. Anche le camere di ritenuta (cfr. scheda 4) o l'estrazione

di ghiaia negli affluenti servono in modo analogo a regolare l'apporto di ghiaia durante le piene.

B. Interventi indiretti

I nostri corsi d'acqua sono stati rettificati e ristretti su larga scala per proteggere le pianure dalle inondazioni e per regolare il carico di sedimenti in misura tale da consentire la stabilizzazione della quota di fondo. I laghi artificiali e i bacini di accumulazione bloccano il trasporto di sedimenti (cfr. scheda Dinamica dei sedimenti e degli habitat nei corsi d'acqua: fig. 1, scheda 6). A scopo di manutenzione, i depositi di sedimenti devono essere rimossi eseguendo operazioni di dragaggio o di spurgo. Nelle zone ad agricoltura o selvicoltura intensiva, il dragaggio di sedimenti fini e il loro rilascio nelle acque è molto più frequente (cfr. scheda 3), soprattutto in assenza di una vegetazione riparia con funzione tampone. La varietà morfologica di un fiume rettificato è influenzata soprattutto dalla sua larghezza e idrologia. La crescente urbanizzazione e l'impermeabilizzazione di vaste superfici hanno determinato un incremento della velocità di scorrimento dell'acqua piovana, che a sua volta innalza i picchi delle piene. Il corso d'acqua acquista così una maggiore capacità di trasporto solido. A causa del cambiamento climatico i ghiacciai si sciolgono, il permafrost si disgela e le piogge diventano molto più frequenti rispetto alle neviccate. Pertanto la dinamica dei sedimenti in futuro tenderà ad aumentare, sia nei corsi d'acqua di montagna che in quelli dell'Altopiano.

Effetti degli interventi dell'uomo

Gli interventi antropici diretti e indiretti nella dinamica dei sedimenti si riflettono sulla mobilitazione, il trasporto e il deposito di sedimenti determinandone sia un deficit che un eccesso (Wohl et al. 2015; cfr. scheda 7). Tutti le parti di una rete idrografica sono interconnesse tra loro: un deficit nel corso superiore può aumentare localmente l'erosione e causare un eccesso di sedimenti a valle. Deficit ed eccesso influenzano le condizioni ambientali, i processi ecologici e gli organismi viventi.

Condizioni ambientali

Un deficit di sedimenti causa l'approfondimento del fondo dell'alveo e un aumento della sua granulometria (selcia-

tura); inoltre la dinamica morfologica può essere fortemente limitata o completamente alterata (Bezzola 2004). Tale scenario si presenta se viene trattenuta o prelevata troppa ghiaia o se gli impianti di accumulazione trattengono i sedimenti ma continuano a rilasciare l'acqua. Se il fiume si approfondisce, si abbassa anche il livello delle falde acquifere circostanti. In tal modo si rompe il collegamento con gli habitat golenali ricchi di specie, come i bracci morti o le pozze, che non vengono più alimentati dalle acque sotterranee. Le massicce estrazioni di ghiaia in alveo, nonché l'erosione delle sponde causata dall'aumento della corrente nei corsi d'acqua canalizzati, portano a una forte regressione di preziosi habitat golenali terrestri (per es. banchi di ghiaia). Un eccesso di materiale in sospensione intensifica la formazione di depositi lungo le sponde o i tratti lentici del corso d'acqua.

Processi ecologici e organismi viventi

Le variazioni nella dinamica dei sedimenti possono modificare la concorrenza tra specie e individui e innescare una reazione a catena nella rete alimentare. Questa reazione può partire sia dalla base della rete alimentare, per esempio a causa di una minore attività fotosintetica delle alghe, sia da livelli più alti, per esempio a causa di una modificata pressione predatoria dei pesci. In ogni caso, in determinate situazioni, lo stato dell'ecosistema può cambiare in modo irreversibile («punto di non ritorno»).

Se si depositano quantità eccessive di materiale flottante, il successo riproduttivo dei pesci che dipendono per la riproduzione dai fondali ghiaiosi si riduce. Anche la composizione e la funzione delle biocenosi possono modificarsi. Le piante di riva sono particolarmente colpite dalla perdita di ambienti causata dagli interventi antropici nella dinamica dei sedimenti. Una dinamica dei sedimenti modificata consente ad esempio alle specie meno esigenti («generalisti») di colonizzare gli habitat a cui sono strettamente legate altre specie («specialisti»). Questo tipo di perdita di habitat, nella maggior parte dei casi, non si riflette in modo lineare sulla biodiversità: se l'habitat presente in partenza è già scarso, una sua ulteriore regressione ha un impatto di gran lunga superiore.

Conclusione

La dinamica dei sedimenti e dei deflussi determina in vari modi gli ecosistemi dei nostri corsi d'acqua. Il significato ecologico dei sedimenti è oggetto di studio da decenni. Molte conoscenze sono state oggi acquisite, per esempio su come la composizione del fondo dell'alveo agisce sulla riproduzione dei pesci che depongono le uova sui fondi ghiaiosi; oppure riguardo agli effetti dell'approfondimento dei corsi d'acqua nelle golene. Sono stati invece poco studiati gli aspetti dinamici, per esempio il modo in cui l'intensità del trasporto dei sedimenti e il momento in cui si verifica si ripercuotono sugli organismi. Nei prossimi anni, molto probabilmente, si riusciranno a ottenere importanti risultati, anche grazie al miglioramento costante dei metodi di misurazione (per es. il telerilevamento; cfr. scheda 2).

Bibliografia

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

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: Weber, Ch., Döring, M., Fink, S., Martín Sanz, E., Robinson, Ch., Scheidegger, Ch., Siviglia, A., Trautwein, C., Vetsch, D., Weibrecht, V., 2017: Dinamica dei sedimenti nella rete idrografica. In: Dinamica dei sedimenti e degli habitat. Ufficio federale dell'ambiente (UFAM), Berna. Scheda 1.

Traduzione: Servizio linguistico italiano, UFAM

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

Per scaricare il PDF:

www.bafu.admin.ch/uw-1708-i

© UFAM 2017