

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, sui processi ecologici e sugli 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».

M. Döring, M. Facchini, S. Fink, M. J. Franca, E. Martín Sanz, Ch. Robinson, Ch. Scheidegger, N. Siviglia, C. Trautwein, D. Vetsch, Ch. Weber

La mobilizzazione, il trasporto e il deposito dei sedimenti sono processi molto dinamici e influenzano le condizioni ambientali, i processi ecologici e gli organismi viventi nel e lungo il fiume (cfr. scheda 1). Il rilevamento della dinamica dei sedimenti è il presupposto per una migliore conoscenza dei nostri corsi d'acqua e la loro gestione. Al contempo, data la grande varietà e la dinamica dei corsi d'acqua, le misurazioni rappresentano una sfida, sia sul piano tecnico e temporale che delle risorse di personale.

Per la misurazione della dinamica dei sedimenti (fig. 1) e dei suoi effetti, nel mondo intero vengono utilizzati molti metodi differenti, tanto nell'ambito delle rivitalizzazioni che in quello degli esami dell'impatto ambientale, delle valutazioni dei rischi ambientali o dei lavori di ricerca. La presente scheda offre una visione generale dei metodi disponibili, dei relativi campi di impiego, nonché dei punti di forza e di debolezza riassumendoli in alcune tabelle. La tabella 1 (p. 7) riporta i metodi per misurare la dinamica dei sedimenti, le tabelle 2 (p. 10) e 3 (p. 10) quelli per misurare gli effetti della dinamica dei sedimenti sulle condizioni ambientali e sugli organismi viventi.

Da un lato, le tabelle elencano metodi classici ben collaudati e in parte utilizzati da decenni nella pratica e nella ricerca, dall'altro descrivono i metodi in fase di sviluppo con riferimento alle applicazioni nel progetto di ricerca «Dinamica dei sedimenti e degli habitat». Per alcuni metodi esistono degli indicatori che consentono di valutare in che misura la dinamica dei sedimenti sia prossima allo stato naturale. Tale caratteristica rientra tra i «punti di forza» ed è contrassegnata nelle tabelle con il segno +. Per tutti i rilevamenti è possibile fare un confronto con i siti di riferimento prossimi allo stato naturale.

Fig. 1

La dinamica dei sedimenti e i suoi effetti sugli ambienti, le piante e gli animali possono essere rilevati con diversi parametri (a sinistra). Geofono per la misurazione diretta del volume di sedimenti nell'Erlenbach (a destra).



Misurare la dinamica dei sedimenti

Metodi classici

Tra i metodi classici per il rilevamento della dinamica dei sedimenti rientrano le misurazioni e la raccolta di campioni effettuate sul terreno (per es. campioni prelevati con campionatori a bottiglia per determinare la concentrazione di materiale in sospensione) o la descrizione della distribuzione granulometrica. Particolare importanza in tale contesto è assunta dalla determinazione dei carichi, in particolare del materiale in sospensione, nonché del deposito e del trasferimento di sedimenti. In linea di massima, i metodi classici sono solidi e semplici da impiegare. Alcuni però influenzano il deflusso e il trasporto solido di fondo e altri richiedono molte attrezzature di campo. Per determinati metodi i risultati dipendono dall'esperienza dei tecnici, il che complica la confrontabilità dei rilevamenti. In generale i metodi classici non consentono di ripetere spesso i rilevamenti e molte volte occorre integrarli con analisi di laboratorio supplementari. Tra l'altro, il rilevamento dei dati non può essere automatizzato; la rete di misurazione è di conseguenza poco definita e sono poche le serie di dati continuativi e a lungo termine esistenti in tutto il mondo, fatta eccezione per le concentrazioni di materiale in sospensione.

Metodi in fase di sviluppo

Negli scorsi anni il telerilevamento ha subito un forte sviluppo acquistando sempre più importanza per il rilevamento e la valutazione della dinamica dei sedimenti. Il telerilevamento spazia dall'impiego delle immagini aeree storiche ai moderni droni o apparecchi acustici per la creazione di profili longitudinali e trasversali. Di regola, con il telerilevamento si possono analizzare i cambiamenti idrologici e morfologici a una elevata risoluzione spaziale e temporale. Per esempio è possibile ricostruire la dinamica dei sedimenti del passato, valutare le informazioni tridimensionali relative alle recenti forme di erosione e di deposito o ai cambiamenti per quanto riguarda il budget di sedimenti. Inoltre, la dinamica dei sedimenti può essere analizzata sul campo in tempo reale, ad esempio il trasporto del materiale in sospensione. Si tratta di dati di base importanti per la calibrazione dei modelli sul trasporto solido. Un altro vantaggio di questi nuovi approcci è il loro impiego fuori dal sistema idrografico, ad esempio durante le piene, nelle riserve naturali o in altre zone con accesso vietato. Combinare i metodi classici con i nuovi approcci consente di effettuare un efficace monitoraggio¹ a livello di bacino idrografico,

¹ La definizione di «monitoraggio» e di altri termini si trova nel glossario. Online: www.rivermanagement.ch > prodotti e pubblicazioni

Fig. 2

Strumenti per la misurazione della dinamica dei sedimenti (tab. 1). Determinazione della granulometria con il software BASEGRAIN (a sinistra). Rilevamento LiDAR con laser verde (a destra): consente il rilevamento sott'acqua.

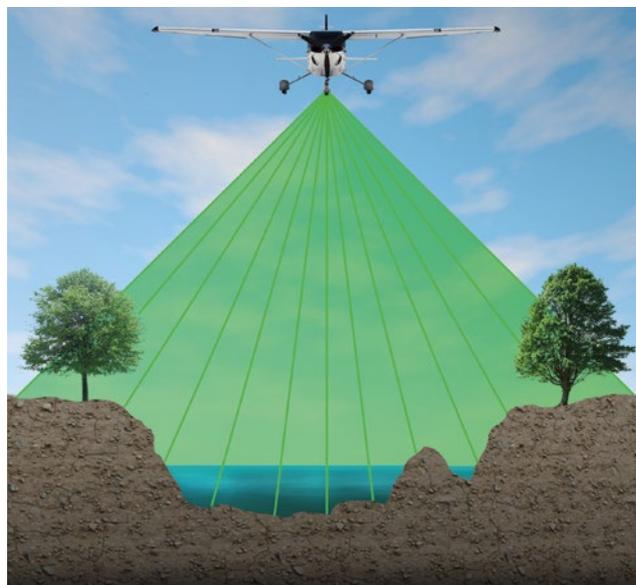
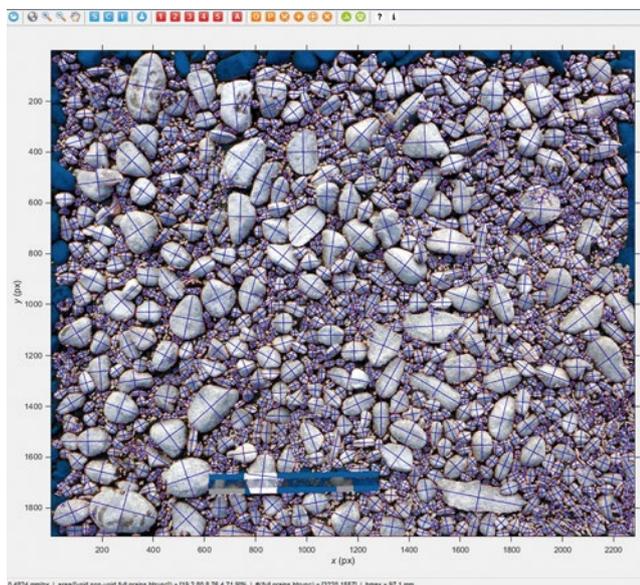
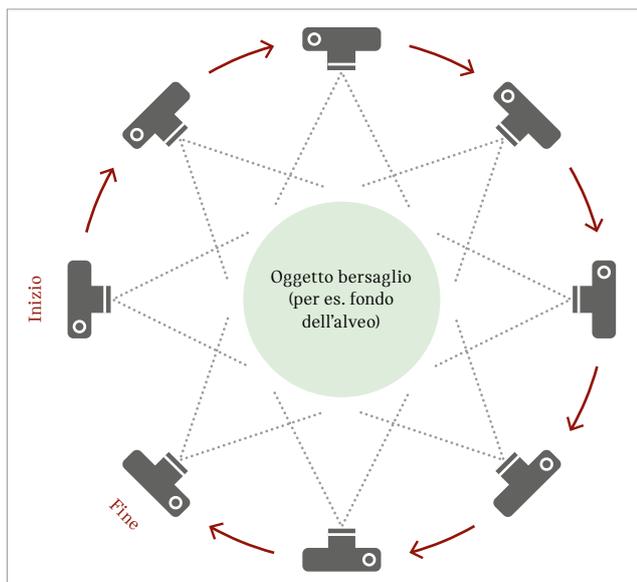


Fig. 3

Principio della misurazione Structure-from-motion: anziché una singola immagine aerea, si crea una serie di immagini sovrapposte. Da queste si estrapola una rappresentazione in 3D (per es. modello digitale di elevazione).



Modificato secondo Westoby et al. 2012

nonché di calcolare parametri dinamici che rispecchiano i cambiamenti insiti nei processi morfologici.

Effetti sulle condizioni ambientali e sui processi ecologici

Metodi classici

I processi ecologici non vengono quasi mai studiati utilizzando i metodi classici. Soltanto negli ultimi anni i parametri funzionali, vale a dire orientati ai processi, hanno acquistato importanza per la ricerca e la valutazione in ambito ecologico. I metodi classici sono importanti per comprendere a livello di processo gli effetti dell'apporto e del deposito di sedimenti sulle comunità biologiche, per esempio per quanto concerne l'effetto dei sedimenti fini sul rifornimento di ossigeno al fondo dell'alveo.

Metodi in fase di sviluppo

I microsensori di nuova generazione consentono di effettuare misurazioni nell'ordine del micron per le concentrazioni di nutrienti e ossigeno sul fondo dell'alveo. Questo a

sua volta permette di analizzare gli effetti della dinamica dei sedimenti sul biofilm o sui profili del corso d'acqua, per esempio prendendo in considerazione lo scambio tra le falde acquifere e le acque superficiali. Le serie temporali di durata giornaliera o pluriennale del trasporto di materiale in sospensione e dei processi di deposizione sono essenziali per comprendere meglio la reazione dell'ecosistema a una dinamica dei sedimenti modificata. La tecnologia dei sensori è in piena trasformazione, ma i dispositivi esistenti sono già largamente diffusi. Sono utilizzati anche come sistema di preallarme, per esempio in relazione al rilascio più dinamico dei deflussi residuali presso le aperture degli sbarramenti.

Effetti sugli organismi viventi

Metodi classici

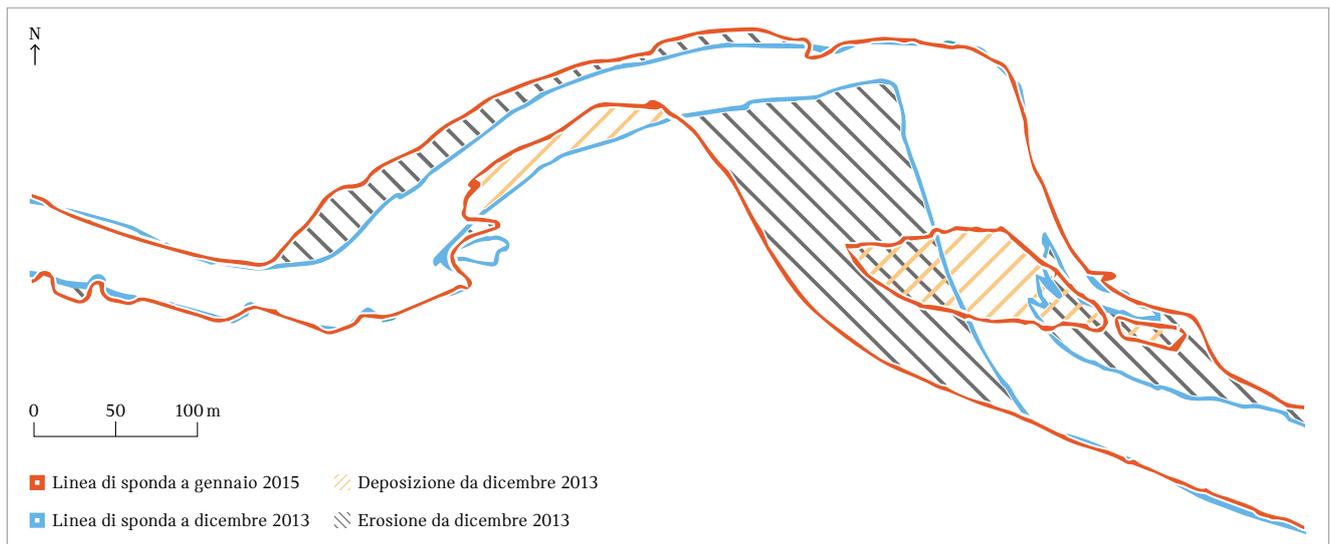
Con i metodi classici si descrivono la struttura e la dinamica di popolazione delle piante, degli animali e dei funghi come pure la struttura e la dinamica delle comunità acquatiche, anfibe e terrestri. Le prestazioni ecosistemiche sono determinate a diversi livelli – da quello di specie fino a quello di biocenosi. Inoltre vengono utilizzati parametri funzionali, vale a dire orientati ai processi, per esempio per organismi come i microbi che sono di difficile determinazione tassonomica.

Metodi in fase di sviluppo

I droni e altri apparecchi di misurazione impiegati per il telerilevamento consentono di quantificare, per quanto riguarda il deposito e l'erosione, i cambiamenti su piccola scala causati dalle piene (fig. 4). Gli effetti della dinamica dei sedimenti sulla dinamica di popolazione e di comunità si prestano a essere modellati (fig. 6). La genetica di popolazione può essere utilizzata per ricavare informazioni su importanti processi avvenuti nel passato (per es. l'effetto del fondatore, i colli di bottiglia), nonché per una quantificazione del flusso genico a livello di paesaggio fluviale. Tramite la misurazione delle funzioni ecosistemiche si possono mettere in relazione le prestazioni ecosistemiche con la dinamica dei sedimenti.

Fig. 4

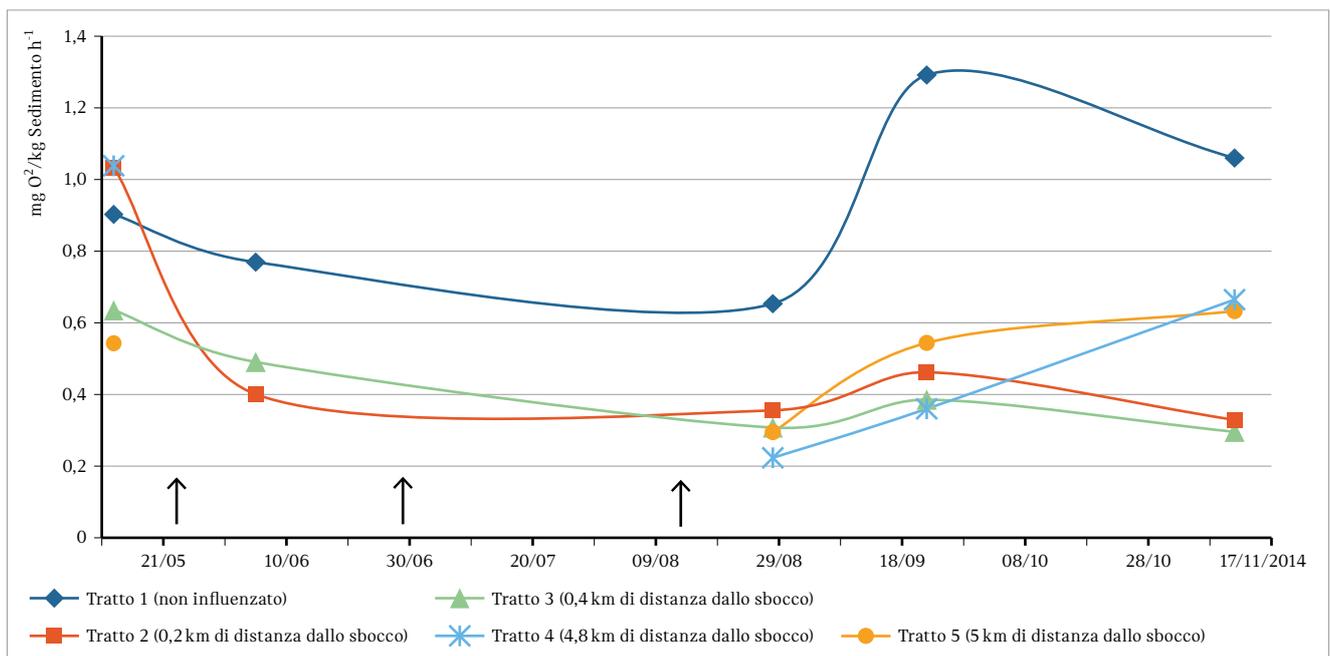
Spostamento della linea di sponda e dei banchi di ghiaia nel periodo da dicembre 2013 a gennaio 2015 della Thur a Neunforn (ZH). I dati sono stati digitalizzati tramite il SIG da un'immagine aerea.



Fonte: Eawag

Fig. 5

L'andamento temporale della respirazione dei sedimenti in cinque tratti analizzati nel corso inferiore dell'Albula (GR). I tratti 2-4 sono situati da 0,2 a 5 km sotto lo sbocco della galleria di deviazione dei sedimenti presso la centrale idroelettrica Solis, il tratto 1 è situato tra lo sbarramento e lo sbocco. Nel periodo analizzato, la galleria di deviazione dei sedimenti è stata messa in funzione tre volte durante eventi di piena. I momenti in cui si sono verificate le piene sono contrassegnati dalle frecce.



Fonte: Eawag

Conclusione

La misurazione e la valutazione della dinamica dei sedimenti è un compito complesso. I metodi disponibili – da quelli classici a quelli in fase di sviluppo – consentono di fare una stima e talvolta anche una previsione a scala spaziale di habitat ma anche di intero bacino idrografico. Tuttavia, allo stato attuale, gli effetti dei diversi fattori di regolazione sulla dinamica dei sedimenti possono essere solo limitatamente distinti gli uni dagli altri (per es. idrologia, clima, uso del suolo). Anche la valutazione degli effetti della dinamica dei sedimenti sulla struttura e la

funzione degli ecosistemi è a tutt'oggi limitata. Si tratta comunque di informazioni necessarie ai fini di una gestione efficiente dei corsi d'acqua che tenga conto della dinamica dei sedimenti. A tale proposito va ricordato il rapido sviluppo di nuovi metodi, e in particolare la loro combinazione con quelli classici. Un approccio di questo tipo è rappresentato dall'accoppiamento delle immagini ecologiche acquisite da terra con quelle ottenute con il telerilevamento o con i software di modellazione BASEMENT (Vetsch et al. 2016). È un sistema che ha una grande potenzialità per quanto riguarda la valutazione

Fig. 6

Modellazione della probabilità di presenza per la specie *Inocybe vulpinella*. Questo fungo si rinviene principalmente sui suoli pianeggianti e sabbiosi in prossimità dei fiumi. Le modellazioni di nicchie ecologiche consentono di fare delle previsioni sulla presenza attuale e futura di una specie.

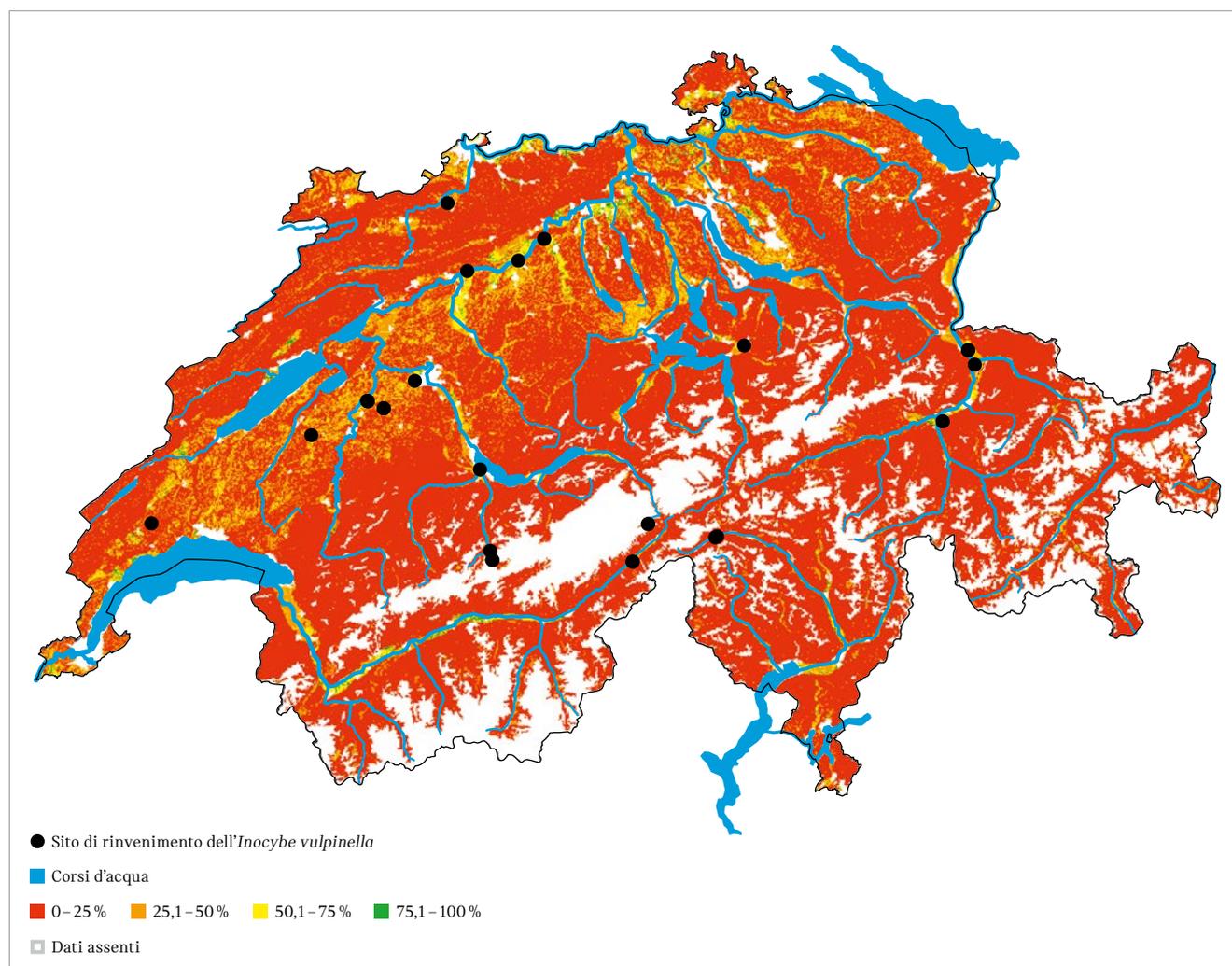
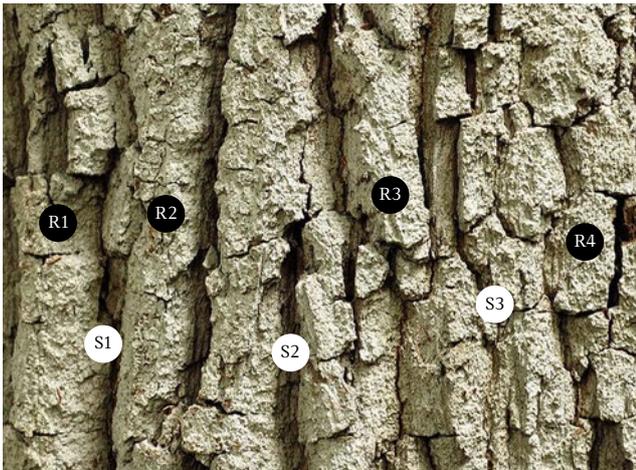


Fig. 7a

Campionamento (R1 – R4, S1 – S3) del lichene crostoso *Bactrospora dryina* su una quercia per un'analisi genetica della popolazione. Questa specie di lichene colonizza le querce ultracentenarie dei boschi golenali.



Fonte: Nadyeina et al. 2017

integrativa dell'ecosistema a diverse scale, da habitat poco estesi fino ad intero bacino imbrifero.

Bibliografia

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

Fig. 7b

I genotipi (codice cromatico) del lichene *Bactrospora dryina* rinvenuto su tre querce in tre stazioni (Marthalen, Sins, Spitz). Dall'analisi genetica della popolazione risulta un differente livello di variabilità genetica sui singoli alberi e un flusso genico molto ridotto tra le tre stazioni. Questi dati fanno supporre l'assenza di un'interconnessione tra i boschi golenali a legno duro.

Marthalen																					
Sopra	G	G	C	G	C	C	C	G	G	G	C	G	G	S	C	G	C	T	C	C	
Metà	C	C	C	U	C	C	C	C	V	I	C	C	W	X	Y	C	C	C	C	G	
Sotto	C	C	L	C	I	C	Z	C	C	C	C	C	AA	C	C	C	C	I	C	C	
	R1	R1	S1	S1	R2	R2	S2	S2	R3	R3	S3	S3	R4	R4	S4	S4	R5	R5	S5	S5	
Sins																					
Sopra	D	B	B	B	B	B	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
Metà	B	B	B	B	B	D	D	D	B	B	B	D	B	B	B	B	D	D	D	D	
Sotto	B	B	B	B	B	D	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	D	B	D	D	
	R1	R1	S1	S1	R2	R2	S2	S2	R3	R3	S3	S3	R4	R4	S4	S4	R5	R5	S5	S5	
Spitz																					
Sopra	A	A	A	A	A	A	A	A	A	N	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Metà	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Sotto	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
	R1	R1	S1	S1	R2	R2	S2	S2	R3	R3	S3	S3	R4	R4	S4	S4	R5	R5	S5	S5	
Genotipo	A	B	C	D	G	I	L	N	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA				
Frequenza	66	44	43	26	10	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				

Fonte: Nadyeina et al. 2017

Tab. 1

Metodi per la misurazione della dinamica dei sedimenti. I metodi in fase di sviluppo sono evidenziati in blu. BI: bacino idrografico.

Parametro	Metodo/strumento di misurazione	Settore di impiego	Punti forti (+) Punti deboli (-)	Scala		Riferimento
				Tempo	Spazio	
Materiale in sospensione						
Concentrazione (e in parte taglia e/o forma)	Sensori ottici (luce o laser)	Determinazione della concentrazione del materiale in sospensione in funzione della torbidità	+ precisione + rilevamento temporale + misurazione autonoma + stima del trasporto tramite la velocità (due sensori) - approvvigionamento elettrico - nessuna raccolta di sedimenti - fabbisogno di calibrazione	Stato istantaneo - monitoraggio	Punti di misurazione	1)
	Procedure acustiche (utilizzo dell'effetto doppler, vale a dire riflessione delle onde acustiche)	Vari settori di impiego (monitoraggio ricerca, ecc.)	+ precisione + possibilità di creare profili + calcolo delle velocità - in sviluppo - calibrazione specifica	Stato istantaneo - monitoraggio	Punti di misurazione, profili e transetti	2)
	Tubi raccoglitori verticali	Rilevamento sul campo standard, successiva analisi di laboratorio	+ design robusto, semplice + raccolta di sedimenti - perturbazione del deflusso, soprattutto in prossimità del fondo - variabilità tra i tecnici campionatori	Campione globale	Punti di misurazione	3)
	Collettori a pompa	Rilevamento sul campo standard, successiva analisi di laboratorio	+ design robusto + sedimenti accumulati + possibilità di creare profili - sensibile all'intasamento - installazione dispendiosa	Continuativo o pulsato (comprese serie temporali)	Punti di misurazione e profili	1)
	Stima della profondità di visibilità (dischi di Secchi)	Classificazione approssimativa della torbidità, per esempio valutazione dell'aspetto più esterno	+ metodo standard + semplice da usare - soggettività	Stato istantaneo	Dipende dal campionamento	4) 5)
	Campionatore a bottiglia	Rilevamento sul campo standard, successiva analisi di laboratorio	+ design robusto, semplice + raccolta di sedimenti + largo impiego, collaudato - perturbazione del deflusso, soprattutto in prossimità del fondo e punti poco profondi - variabilità tra i tecnici campionatori	Stato istantaneo	Punti di misurazione e profili	1)
Materiale solido di fondo						
Massa oppure volume in funzione del tempo	Campionatore a cesto (trappola)	Campionamento di sedimenti	+ abbastanza economico + misurazione durante la piena - fiume guadabile - occorrono molti cestri	Rilevamento unico	Tratto Mesohabitat	6)

Parametro	Metodo/strumento di misurazione	Settore di impiego	Punti forti (+) Punti deboli (-)	Scala		Riferimento
				Tempo	Spazio	
	Geofoni (misurazione delle vibrazioni)	Quantificazione del trasporto solido di fondo	+ misurazione autonoma - installazione dispendiosa - requisiti del sito - calibrazione difficile	Rilevamento ripetuto e continuato	Tratto Mesohabitat	7) fig. 1
	Structure from motion (calcolo di superfici in 3D tramite il rilievo di immagini digitali)	Caratterizzazione della topografia e monitoraggio dei cambiamenti geomorfologici	+ economico + rilevamenti in zone di difficile accesso - raccolta dei dati dispendiosa - limitato nelle superfici bagnate/ricoperte di vegetazione - esperti	Anni (rilevamento ripetuto)	Tratto Mesohabitat	8) fig. 3
Spostamento/comportamento delle particelle	Scour chains	Determinazione della differenza netta tra erosione e deposito	+ misurazione durante la piena - perturbazione del fondo dell'alveo durante l'installazione - dispendioso (sul campo) - reperibilità - misurazione della differenza netta (≠ variazione temporale)	Monitoraggio dell'evento	Tratto Mesohabitat	9)
	Marcatura delle particelle con colorazione	Entità dello spostamento di materiale solido di fondo	+ economico - dispendioso in termini di tempo - fiume guadabile - reperibilità	Monitoraggio dell'evento	Mesohabitat – BI	10)
	Marcatura delle particelle con PIT-tag	Entità dello spostamento di materiale solido di fondo	+ localizzazione delle singole particelle + abbastanza economico - fiume guadabile - dispendioso (preparazione, sul campo)	Monitoraggio dell'evento	Mesohabitat – BI	11)
Composizione del substrato						
Distribuzione granulometrica	Metodo pebble-count, per es. lungo un transetto	Caratterizzazione dell'habitat, dati di base (per es. modellazione idraulica)	+ raccolta dei dati veloce + economico + campionamento di superfici bagnate - sottostima delle particelle piccole - variabilità tra i tecnici campionatori e i campioni - soltanto lo strato di copertura	Anni	Tratto Mesohabitat	12)
	Analisi dei sedimenti secondo Fehr (campionamento in linea)	Caratterizzazione dell'habitat, dati di base (per es. calcolo del carico di materiale solido di fondo)	+ raccolta dei dati veloce + economico + campionamento di superfici bagnate + bassa variabilità tra i tecnici campionatori e i campioni - dispendioso in termini di tempo (sul campo) - soltanto lo strato di copertura	Anni	Tratto Mesohabitat	13)
	Granulometria media ed eterogeneità	Caratterizzazione dell'habitat	+ rilevamento veloce, semplice + grandezze rilevanti ecologicamente - soltanto lo strato di copertura	Anni	Tratto Mesohabitat	14)

Parametro	Metodo/strumento di misurazione	Settore di impiego	Punti forti (+) Punti deboli (-)	Scala		Riferimento
				Tempo	Spazio	
	Basegrain/analisi delle immagini	Caratterizzazione della distribuzione granulometrica	+ rilevamento veloce + economico + bassa variabilità tra i tecnici campionatori e i campioni + estrapolazione sulla distribuzione sotto lo strato di copertura - raccolta dei dati dispendiosa in termini di tempo - errori dovuti alla proiezione di ombre - precisione sotto l'acqua ridotta	Anni	Tratto Mesohabitat	15) fig. 2a
Deposito nello spazio poroso del fondo dell'alveo (colmatazione)	Cesto per il deposito di sedimenti	Entità dell'apporto di sedimenti fini sul fondo dell'alveo	+ abbastanza economico + misurazione durante la piena - fiume guadabile - occorrono molti cesti	Campione globale	Punti di misurazione	16)
	Valutazione visiva della colmatazione in 5 stadi	Idoneità dei siti di riproduzione, scambio con le falde acquifere	+ rilevamento veloce, semplice + rilevanza ecologica - dati categoriali - solo settori non bagnati - soggettività	Anni	Mesohabitat	17)
Forma dell'alveo						
Sinuosità Numero di bracci Banchi e isole Spostamento dell'habitat	Telerilevamento (drone/aereo/satellite)	Cambiamento dell'ecosistema	+ valutazione frequente ed efficace a livello di paesaggio - attrezzatura - esperti - solo in parte applicabile in acqua	Giorni – decenni	Mesohabitat – BI	18) 19) fig. 4
Geometria dell'alveo						
Dimensione dell'alveo	Rilevamenti di profili trasversali	Caratterizzazione dell'habitat, dati di base (per es. calcolo del carico di sedimenti)	- dispendioso in termini di tempo	Anni	Mesohabitat – BI	1)
	Informazioni sulle superfici in 3D utilizzando il LiDAR (Light detection and ranging)	Caratterizzazione e cambiamento dell'ecosistema (per es. spostamenti)	+ precisione dell'informazione in 3D - costoso - attrezzatura - esperti	Anni	Mesohabitat – BI	8) fig. 2b
	Acoustic-Doppler-Current-Profiler (ADCP)	Vari settori di impiego (monitoraggio, ricerca, ecc.)	+ precisione dell'informazione in 3D - attrezzatura - esperti	Giorni – decenni	Tratto	20)
	Modelli (per es. Basement)	Ampio impiego, per esempio per la prevenzione dei rischi, l'eFlow, la rivitalizzazione	+ vari settori di impiego + possibilità di fare previsioni + visualizzazione - dispendioso in termini di tempo - grande quantità di dati	Giorni – decenni	Tratto – BI	21)

Tab. 2

Metodi per la misurazione degli effetti della dinamica dei sedimenti sulle condizioni ambientali e i processi ecologici. I metodi in fase di sviluppo sono evidenziati in blu. Bl: bacino idrografico

Parametro	Metodo/strumento di misurazione	Settore di impiego	Punti forti (+) punti deboli (-)	Scala		Riferimento
				Tempo	Spazio	
Trattenuta di materiale organico	Applicazione di fogliame artificiale (carta)	Finora soprattutto per progetti di ricerca	+ simulazione di un processo naturale (esperimento sul campo) + valutazione standard - fiume guadabile - dispendioso in termini di risorse umane	Ore	Tratto	22) scheda descrittiva 25
Respirazione (flusso di CO ₂)	Camera di respirazione del suolo	Finora soprattutto per progetti di ricerca	+ veloce ed economico + specifico per il luogo e il momento + riconoscimento di cambiamenti repentini - perturbazione delle zone iporreiche durante il campionamento	Ore – giorni	Mesohabitat	23) fig. 5

Tab. 3

Metodi per la misurazione degli effetti della dinamica dei sedimenti sugli organismi viventi nei corsi d'acqua. I metodi in fase di sviluppo sono evidenziati in blu. Bl: bacino idrografico

Parametro	Metodo/strumento di misurazione	Settore di impiego	Punti forti (+) punti deboli (-)	Unità di misura		Riferimento
				Tempo	Spazio	
Stadi di successione						
Composizione delle fitocenosi e classi di età	Rilevamento delle popolazioni	Caratterizzazione del mosaico di habitat nelle golene	+ combinabile (immagini aeree/LIDAR, dati sulla distribuzione) + indicatori per determinati tipi di habitat - dispendioso in termini di tempo - esperti	Stagione – anni	Regionale – globale (CH soprattutto 10 – 100 m ²)	39) 24) 25)
	Telerilevamento (drone/aereo)	Caratterizzazione del mosaico di habitat nelle golene	+ elevata risoluzione - occorre trasformare i dati - esperti - ev. occorrono dati sul suolo	Stagione – anni	Regionale – globale	26)
	Diffusione e flusso genico	Caratterizzazione della connettività tra gli habitat	+ specie e popolazioni + preciso + spiegazione della diversità passata e presente - interpretazione difficile (effetti diversi per uno stesso modello genetico) - esperti - costoso	Storico – attuale	Regionale – globale	27) fig. 7a, 7b
	Modellazione di habitat potenzialmente idonei per le piante golene	Stima del potenziale di rivitalizzazione	+ stima della distribuzione passata, attuale e futura - esperti - sono necessari dati ambientali	Storico – previsione	Regionale – globale	28) fig. 6

Parametro	Metodo/strumento di misurazione	Settore di impiego	Punti forti (+) punti deboli (-)	Unità di misura		Riferimento
				Tempo	Spazio	
Interconnessione verticale/colmatazione						
Riproduzione di specie ittiche che depongono le uova su fondali ghiaiosi	Conta dei fregolatoi, delle larve, degli individui adulti (riproduttivi)	Idoneità dell'habitat di riproduzione, successo riproduttivo, per esempio dopo i riporti	+ veloce e semplice + indice per il successo riproduttivo di più anni - accessibilità dei siti	Stagione – anni	Tratto – BI	29) 30)
	Introduzione sperimentale di uova di pesce (per es. scatole Vibert)	Idoneità dell'habitat di riproduzione, successo riproduttivo in caso di apporto di sedimenti fini	+ semplice da usare + modificato, per quantificare l'apporto di sedimenti fini - numero di uova limitato	Stagione – anni	Tratto Mesohabitat	31) 32) 33) 34)
Abrasioni						
Capacità di resistenza (= resistenza)	Introduzione di muschi artificiali (strisce di velcro)	Determinazione dell'intensità di abrasione	+ economico	Stagione – anni	Tratto Mesohabitat, confronto tra fiumi	35)
	Introduzione di piante riparie artificiali (bastoncini)	Determinazione della dinamica dei sedimenti presso le rive	+ economico + quantificazione dell'erosione	Stagione – anni	Tratto Mesohabitat, confronto tra fiumi	35)
	Presenza di gruppi di specie resistenti all'abrasione (per es. alghe)	Caratterizzazione della dinamica dei sedimenti	+ basato su gilde, pertanto ampiamente confrontabile - esperti	Stagione – anni	Mesohabitat – BI	36)
	Dendrocronologia (per es. analisi degli anelli annuali)	Ricostruzione della dinamica dei sedimenti del passato	- esperti	Storico	Tratto	37)
Capacità di ripresa (= resilienza)	Presenza di perifiton (contenuto di clorofilla a)	Intensità della perturbazione, momento dal quale la piena trasporta sedimenti	+ semplice ed economico + di largo impiego + indicatore funzionale - esperti per la valutazione	Stagione – anni	Tratto Mesohabitat	35)
	Varietà e intensità dei processi microbiologici	Finora soprattutto per progetti di ricerca	+ rilevamento semplice + indicatore funzionale + riduzione dei costi - esperti	Giorni – anni	Tratto Mesohabitat	38)

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: Döring, M., Facchini, M., Fink, S., Franca, M. J., Martín Sanz, E., Robinson, Ch., Scheidegger, Ch., Siviglia, A., Trautwein, C., Vetsch, D., Weber, Ch., 2017: Dinamica dei sedimenti e misurazione dei suoi effetti. In: Dinamica dei sedimenti e degli habitat. Ufficio federale dell'ambiente (UFAM), Berna. Scheda 2.

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