

Vittoria Scorpio¹, Carmen M. Roskopf²

¹ Facoltà di Scienze e Tecnologie, Libera Università di Bolzano, Bolzano, Italia; ² Dipartimento di Bioscienze e Territorio, Università degli Studi del Molise, Pesche (IS), Italia

Sessione 1 - Ricerche nazionali ed internazionali inerente i Contratti di fiume

ABSTRACT

I fiumi dell'Italia meridionale, similmente ad altri fiumi italiani ed europei, hanno subito notevoli variazioni piano-altimetriche e un significativo peggioramento del loro stato morfologico nel corso degli ultimi 60 anni. Ventiquattro tratti fluviali appartenenti a quattro fiumi dell'Appennino meridionale (Volturno, Trigno, Biferno e Fortore) sono stati studiati attraverso un'analisi comparativa delle traiettorie evolutive, dell'entità dei cambiamenti morfologici avvenuti, dei fattori di controllo naturali ed antropici, dei potenziali apporti di sedimento e dei relativi contesti naturalistici e di pregio ecologico. Tale analisi ha consentito di caratterizzare i tratti fluviali investigati in termini morfologici e di connettività, consentendo di ottenere conoscenze di base utili ai fini dell'analisi del potenziale recupero morfologico e della valorizzazione dei sistemi/ecosistemi fluviali.

INTRODUZIONE

Recenti studi effettuati sulla evoluzione di fiumi maggiori dell'Italia meridionale (Roskopf e Scorpio, 2013; Scorpio et al. 2015, 2016; Scorpio & Roskopf, 2016) hanno messo in evidenza che negli ultimi 150 anni la maggior parte di essi ha subito un generale e più o meno esteso degrado dell'ambiente fluviale occorso prevalentemente dal 1950 in poi. Tali risultati concordano con quanto è stato ricostruito a livello nazionale, in particolare per i fiumi dell'Italia centro-settentrionale (Surian et al. 2009 e relative citazioni), ed a livello europeo (David et al. 2016 e relative citazioni). Quasi tutti gli studi evidenziano che l'azione antropica, diretta ed indiretta, sui sistemi fluviali (prelievi in alveo, costruzione di dighe, traverse, etc.) costituisce il principale fattore di controllo delle variazioni osservate. Tali variazioni hanno avuto ripercussioni sullo stato ecologico degli habitat come dimostrato per la Lontra (*Lutra lutra*), specie ombrello ed indice di qualità ambientale nei fiumi dell'Appennino Meridionale, che sopravvive solo negli alvei che hanno subito minori entità di incisione (fino a 3 m) e dove l'attuale piana inondabile risulta ancora connessa all'alveo (Scorpio et al. 2016).

La ricostruzione delle variazioni morfologiche e, quindi, delle traiettorie evolutive dei tratti fluviali esaminati, insieme alla verifica dei principali fattori di controllo, rappresentano la base per valutare l'attuale stato morfologico dei fiumi esaminati e sono fondamentali per predire scenari futuri e pianificare interventi mirati alla riqualificazione fluviale ed al miglioramento degli habitat acquatici (Brierley et al. 2008) nel rispetto ed in ottemperanza delle direttive Europee EU 2000/60 e EU 2007/60.

AZIONI E METODI

Il presente studio analizza quattro fiumi ubicati nell'Appennino meridionale (Volturno, Trigno, Biferno e Fortore), i cui bacini idrografici sono estesi tra 1200 e 5500 km². L'analisi è stata finalizzata ad un esame comparativo delle loro variazioni morfologiche durante gli ultimi 60 anni (1954-2015), dei fattori di controllo, delle loro tendenze più recenti, e del potenziale di miglioramento del loro stato di qualità morfologica ed ecologica. Sono stati presi in esame 24 tratti non confinati o semi confinati, omogenei dal punto di vista morfologico (Rinaldi et al. 2013). Per ogni tratto sono state ricostruite le variazioni piano-altimetriche attraverso l'uso di dati di campo e di un'analisi multi-temporale in ambito GIS, di carte topografiche, foto aeree, ortofoto e sezioni topografiche. Per ogni tratto sono state valutate: le variazioni di larghezza, quota di fondo e morfologia dell'alveo, della frequenza di isole e dell'ampiezza della piana inondabile. È stata effettuata una comparazione delle traiettorie evolutive e dei fattori di controllo, con particolare riferimento agli interventi antropici, indiretti a scala di bacino e diretti in alveo. In base ai dati

acquisiti si è poi proceduta ad una valutazione della connettività (laterale e longitudinale) del corso d'acqua rispetto a processi di erosione e di trasporto di sedimenti.

RISULTATI

L'analisi ha mostrato che i fiumi indagati hanno subito notevoli variazioni morfologiche dalla metà del XX secolo ad oggi, concentrate soprattutto tra gli anni '50 e la fine degli anni '90 (Fase 1, Tabella 1), che hanno comportato un generale degrado dell'ambiente fluviale. In particolare, tutti i fiumi hanno subito restringimenti tra l'80% ed il 98% (Fig. 1a) ed abbassamenti del fondo tra 2 e 7 m (Fig. 1b), nonché la sostituzione del prevalente *pattern* a canali multipli (intrecciati) con morfologie a canale singolo (sinuoso e rettilineo). Tali aggiustamenti hanno causato l'abbandono di estese porzioni d'alveo, che sono state destinate ad usi agricoli, e un notevole restringimento del corridoio fluviale. L'analisi integrata delle traiettorie evolutive fluviali e dei potenziali fattori di controllo, naturali ed antropici, ha mostrato che l'estrazione di inerti in alveo insieme ad interventi di sistemazione idraulica sono i principali responsabili degli aggiustamenti subiti. I trend ricostruiti per gli ultimi 20 anni (dal 1998 ad oggi; Fase 2 in Tabella 1 e Fig. 1a), invece hanno evidenziato comportamenti diversificati a seconda dei tratti esaminati, dalla stabilizzazione della morfologia e della larghezza d'alveo all'allargamento dell'alveo ed aggradazione del fondo. Tale recupero morfologico è prevalentemente causato dall'occorrenza di fenomeni alluvionali capaci di indurre modifiche morfologiche significative negli alvei.

L'analisi comparata delle traiettorie evolutive e della connettività (Tabella 1) evidenzia che gli alvei caratterizzati da una chiara tendenza all'allargamento ed all'aggradazione (**TF = B**, tratti Tr2-Tr3, F1-F7), sono tratti fluviali che non sono sotto il controllo diretto di dighe o traverse, o non più in contatto con opere di sistemazione fluviale (arginature) costruite in passato. Tali tratti presentano condizioni di connettività più o meno elevate ($M \div mA$, Tabella 1). Tali caratteristiche permettono di attribuire loro un buon potenziale di recupero morfologico. Gli alvei localizzati più nelle aree interne dell'Appennino offrono le migliori condizioni per tale recupero. Viceversa, i tratti localizzati a valle di dighe e maggiori traverse (**TF = C**; Tr4, Bif2, F9-F12) hanno registrato variazioni morfologiche più consistenti, presentano una connettività bassa o molto bassa, e di conseguenza delle scarse potenzialità di recupero morfologico.

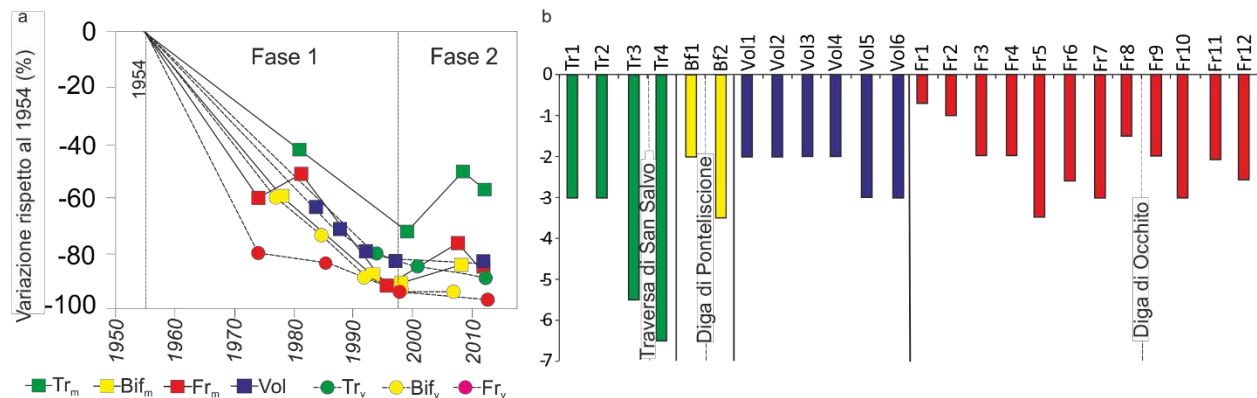


Figura 1. a) Variazioni della larghezza d'alveo rispetto al 1954, rappresentative per ogni fiume. I tratti del Trigno (Tr), Biferno (Bif) e Fortore (Fr) posti a monte di opere antropiche sono indicati con la lettera *m*, quelli posti a valle con la lettera *v*. Vol = Volturno. b) entità di incisione tra il 1954 e l'attuale.

CONCLUSIONI

La ricostruzione delle traiettorie evolutive dei tratti fluviali esaminati, del loro attuale stato morfologico e di degrado, insieme all'analisi della loro connettività, ha permesso di identificare i tratti i cui potenziali di recupero e/o buone condizioni ecologiche massimizzano la probabilità di successo di possibili futuri interventi di recupero e re-naturalizzazione. In particolare, i tratti del Fortore, Biferno e Trigno posti a monte di dighe o traverse, lontano da opere antropiche, sono risultati naturalmente inclini ad una generale

ripresa morfologica, mentre le potenzialità di successo di miglioramento dello stato morfologico sono risultate molto scarse in tutti i tratti posti immediatamente a valle di opere antropiche.

Fiume	Tratto	Variazione Larghezza Fase 1 + Fase2	Variazione quota fondo Fase 1 + Fase2	Variazione totale Fase 1 + Fase2	Variazione Larghezza Fase2	TF	C
Vulturno	Vol1/Vol5/Vol6	MA	M	MA	NS	C	BM
	Vol2	MA	M	MA	NS	C	M
	Vol3/Vol4	MA	M	MA	NS/A	C	B
Trigno	Tr1	A	M	MA	NS	C	M
	Tr2	A	M	A	A	B	mA
	Tr3	A	I	MA	A	B	mA
	Tr4	MA	MI	MA	NS	C	B
Biferno	Bif1	MA	M	MA	NS	C	BM
	Bif2	MA	I	MA	NS	C	mB
Fortore	Fr1/Fr3	MA	M	MA	A	B	A/M
	Fr2/Fr4	A	M	MA	A	B	mA
	Fr5	M	I	M	A	B	mA
	Fr6	A	M	MA	A	B	mA
	Fr7	MA	M	MA	A	B	A
	Fr8	MA	M	MA	NS	C	mA
	Fr9/Fr10	MA	M	MA	NS	C	mB
	Fr11	MA	I	MA	NS	C	B
	Fr12	MA	M	A	NS	C	mB

Fase1= dal 1954 al 1998; **Fase2** = Dal 1998 all'attuale; **Variazione larghezza alveo**: moderata (**M**) <50%; alta (**A**) 50:75%; molto alta (**MA**) > 75%.
Variazione quota fondo: moderata (**M**) = 2÷3 m; intensa (**I**) >3÷6 m; molto intensa (**MI**)>6m. **Variazione totale (variazione piano-altimetrica)**: Moderata (**M**): Variazione larghezza alveo e Δquota fondo moderate con associato cambiamento del pattern; oppure variazione larghezza alveo e Δquota fondo moderata, senza cambiamento di pattern; Alto (**A**): Variazione larghezza alveo alta e Δquota fondo moderata, associata a variazione di pattern. Molto alto (**MA**): Variazione larghezza alveo da alta o molto alta e Δquota fondo da moderata a molto intensa, normalmente associata a variazione di pattern;
Variazione Larghezza Fase 2: NS = non significativa; R = restringimento; A = allargamento; TF = **Tipologia fiume** basata sulle variazioni della Fase2: B = allargamento moderato; C = leggero allargamento o nessuna variazione; D = restringimento ed eventualmente incisione; C = **Connettività** laterale e longitudinale: mB = molto bassa; B = bassa; BM = bassa-moderata; M = moderata; MA = moderata-alta; A = alta, mA = molto alta.

Tabella 1. Analisi delle variazioni morfologiche, delle potenziali tipologie fluviali e della connettività.

Tali risultati costituiscono una buona base per futuri studi di approfondimento e interventi che mirano alla salvaguardia delle dinamiche naturali e degli ambienti/habitat fluviali. In tal senso, i risultati ottenuti sono di alto interesse anche per iniziative dedicate alla protezione idrogeologica e valorizzazione ecologico-ambientale che possono supportare la realizzazione di specifici contratti di fiume con il coinvolgimento non solo di enti di ricerca e di gestione, ma anche di associazioni interessate alla tutela e valorizzazione dell'ambiente fluviale in senso lato.

BIBLIOGRAFIA

- Brierley, G.J., Fryirs, K.A., Boulton, A., Cullum, C., 2008. Working with change: the importance of evolutionary perspectives in framing the trajectory of river adjustment. In: Brierley, G., Fryirs, K.A. (Eds.), *River Futures: An Integrative Scientific Approach to River Repair*. Washington DC USA, Society for Ecological Restoration International Island Press, pp. 65–84.
- David, M., Labenne, A., Carozza, J.M., Valette, P., 2016. Evolutionary trajectory of channel planforms in the middle Garonne River (Toulouse SW France) over a 130-year period: contribution of mixed multiple factor analysis (MFAMix). *Geomorphology* 258, 21-39.
- Rinaldi, M., Surian, N., Comiti, F., Bussetini, M., 2013. A method for the assessment and analysis of the hydromorphological condition of Italian streams: the Morphological Quality Index (MQI). *Geomorphology* 180-181, 96-108. 10.1016/j.geomorph.2012.09.009.
- Roskopf C., Scorpio V. (2013). Geomorphologic map of the Biferno River valley floor system (Molise, Southern Italy). *Journal Of Maps*, vol. 9, p. 106-114, ISSN: 1744-5647, 10.1080/17530350.2012.755385.
- Scorpio, V., Aucelli, P.P.C., Giano, I., Pisano, L., Robustelli, G., Roskopf, C.M., Schiattarella, M., 2015. River channel adjustment in Southern Italy over the past 150 years and implications for channel recovery. *Geomorphology* 251, 77–90.
- Scorpio V., Loy A., Di Febraro M., Rizzo A., Aucelli P. 2016. Hydromorphology meets mammal ecology: morphological quality index, recent channel adjustments and otter resilience. *River Research and Applications*, 32, 267- 279. DOI: 10.1002/tra.2848
- Scorpio V., Roskopf C.M., 2016. Channel adjustments in a Mediterranean river over the last 150 years in the context of anthropic and natural controls. *Geomorphology* 275, 90-104.
- Surian, N., Rinaldi, M., Pellegrini, L., Audisio, C., Maraga, F., Teruggi, L., Ziliani, L., 2009. Channel adjustments in northern and central Italy over the last 200 years. *Geol. Soc. Am. Spec. Pap.* 451, 83–95.