



LIFE+ 2008

LIFE+ Programme (European Commission)
LIFE+ Environment Policy and Governance

Project INHABIT - LIFE08 ENV/IT/000413

Local hydro-morphology, habitat and RBMPs: new measures to improve ecological quality in South European rivers and lakes

ACTION GROUP I3: Proposal of innovative measures for river basin management plans

- Action I3_IRSA (month 19-36) Proposal of innovative measures for river basin management plans by IRSA
- Action I3_ISE (month 19-36) Proposal of innovative measures for river basin management plans by ISE
- Action I3_PI (month 19-36) Proposal of innovative measures for river basin management plans by I ARPA Piemonte
- Action I3_SA (month 19-36) Proposal of innovative measures for river basin management plans by RAS

Deliverable I3d2

Ecological status classification and local hydromorphological/habitat variability: proposal of new measures to restore ecological quality

Classificazione dello stato ecologico e variabilità locale di habitat e idromorfologia: proposte di nuove misure utili a ripristinare la qualità ecologica

CNR-IRSA - Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Ricerca sulle Acque, U.O.S. Brugherio, Via del Mulino 19, 20861, Brugherio (MB)

CNR-ISE - Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per lo Studio degli Ecosistemi, Largo Tonolli 50, 28922 Verbania Pallanza (VB)

ARPA Piemonte - Arpa Piemonte - Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale, Qualità delle acque - Asti, Piazza Vittorio Alfieri 33, 14100 Asti

Regione Sardegna - Regione Autonoma della Sardegna, Direzione Generale Agenzia Regionale Distretto Idrografico della Sardegna, Servizio Tutela e Gestione delle Risorse Idriche, Vigilanza sui Servizi Idrici e Gestione delle Siccità. Via Roma 80, 09123 Cagliari



LIFE+ 2008

LIFE+ Programme (European Commission)
LIFE+ Environment Policy and Governance

Project INHABIT - LIFE08 ENV/IT/000413

Local hydro-morphology, habitat and RBMPs: new measures to improve ecological quality in South European rivers and lakes

ACTION GROUP I3: Proposal of innovative measures for river basin management plans

Deliverable I3d2

Ecological status classification and local hydromorphological/habitat variability: proposal of new measures to restore ecological quality

Part B- Rivers

Classificazione dello stato ecologico e variabilità locale di habitat e idromorfologia: proposte di nuove misure utili a ripristinare la qualità ecologica

Parte B - Fiumi

S. Erba¹, J. O. Barquin⁵, L. Terranova¹, M. Cazzola¹, P.E. Botta², T. Ferrero², A. M. G. Ferreras⁵, P. Falletti², C. Giampani², C. Girelli², M. Machiorlatti², F. Marco², G. Moletta², P. Navone², E. Sesia², R. Casula³, M. Pintus³, G. Erbi³, C. Belfiore⁴, D. Di Pasquale⁶, D. Demartini^{1,7} & Buffagni A.¹

¹ CNR-IRSA - Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Ricerca sulle Acque

² ARPA Piemonte - Arpa Piemonte - Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale

³ REGIONE SARDEGNA - Regione Autonoma della Sardegna, Direzione Generale Agenzia Regionale Distretto Idrografico della Sardegna, Servizio Tutela e Gestione delle Risorse Idriche, Vigilanza sui Servizi Idrici e Gestione delle Siccità.

⁴ DEB, Università della Toscana

⁵ Università della Cantabria - ENVIRONMENTAL HYDRAULICS INSTITUTE "IH CANTABRIA"

⁶ CNR-ITC Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per le Tecnologie della Costruzione

⁷ Prothea Srl

Brugherio, 16 dicembre 2013

Sommario

Premessa e Riassunto	6
Abstract	8
I3d2.1 - ESEMPI DI RIPRISTINO DELLA QUALITÀ MORFOLOGICA E DI HABITAT IN FIUMI SARDI.....	10
I3d2.2 - VALUTAZIONE DI TREND DI EROSIONE DEL SUOLO, EQUILIBRIO DEL TRASPORTO SOLIDO, STRUTTURE ARTIFICIALI E CONTINUITÀ LONGITUDINALE FLUVIALE IN ALCUNI BACINI IDROGRAFICI SARDI.....	57
I3d2.3 - VALUTAZIONE DEI PROCESSI PRINCIPALI RELATIVI ALL'EROSIONE DELLE SPONDE E DELLE ZONE DI DEPOSIZIONE/EROSIONE A SCALA DI BACINO IN ALCUNI BACINI IDROGRAFICI SARDI.....	85
I3d2.4 - ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI MORFOLOGICI SUI CORPI IDRICI INHABIT DEL PIEMONTE TRAMITE IL PROTOCOLLO IQM.....	110
I3d2.5 - PROCEDIMENTO DI <i>UP-SCALING/DOWN-SCALING</i> TRA DIFFERENTI SCALE SPAZIALI DI ANALISI MORFOLOGICA: CONFRONTO E VERIFICA.....	144
I3d2.6. - CORPI IDRICI FORTEMENTE MODIFICATI, HABITAT E MISURE POSSIBILI: CARATTERIZZAZIONE E ESEMPIO DI APPLICAZIONE IN CONTESTO PLANIZIALE.....	166
I3d2.7 GUIDA SINTETICA ALL'UTILIZZO DEL SOFTWARE CARAVAGGIOsoft ver. 2.0	178
I3D2.8 DEFINIZIONE DELLO STATO ECOLOGICO DEI FIUMI SULLA BASE DEI MACROINVERTEBRATI BENTONICI PER LA 2000/60/EC (WFD): GUIDA ALL'UTILIZZO DEL SOFTWARE MACROPER.ICM – VERSIONE 1.0.5	190

Premessa e Riassunto

Il presente Deliverable si inserisce nel contesto del gruppo di azioni I3. Come è accaduto per altri Deliverable del progetto INHABIT, si è optato per separare la parte più espressamente legata ai laghi (Parte A) da quella relativa ai fiumi (Parte B). Si segnala che nella Parte A relativa ai laghi è stato inserito un capitolo introduttivo che riprende un'attività in parte svolta all'interno del Deliverable Pd1 e relativa alla valutazione di come nei piani di gestione vengano definite le pressioni e pianificate le misure. Si rimanda quindi alla parte laghi e più estesamente al Deliverable Pd1 per il quadro di dettaglio delle azioni di miglioramento messe in pratica per il raggiungimento della qualità buona all'interno dei piani di bacino italiani. Si evidenzia comunque che, le misure espressamente dedicate agli habitat sono quasi del tutto assenti nei piani di gestione. In questo quadro quindi, nell'affrontare la problematica della 'classificazione dello stato ecologico e variabilità locale di habitat e idromorfologia: proposte di nuove misure utili a ripristinare la qualità ecologica' per i fiumi in questo Deliverable ci si è concentrati sugli aspetti di habitat. In particolare, dapprima presentando un possibile approccio alla valutazione della qualità degli habitat e al loro ripristino, basato su quanto raccolto attraverso il metodo CARAVAGGIO. In questo primo contributo ci si è concentrati sull'habitat di per sé ed è stata quantificata l'entità dei cambiamenti conseguenti la messa in opera di misure indirizzate a modificare caratteristiche target di habitat. Nel secondo e terzo contributo vengono presentate le attività svolte dall'Università della Cantabria per la quantificazione dei processi relativi alla erosione di sponda e all'individuazione delle aree di deposito/erosione per i tratti fluviali investigati in Sardegna, e per la valutazione dei trend di erosione, del bilancio del trasporto dei sedimenti e dell'impatto delle strutture artificiali in funzione della continuità longitudinale sempre in Sardegna. Nel quarto contributo viene presentata l'attività di valutazione delle condizioni

morfologiche dei corpi idrici fluviali effettuata dall'ARPA Piemonte tramite l'applicazione dell'IQM (Indice di Qualità Morfologica). Questi lavori sono stati svolti con la precisa finalità di raccogliere informazioni che fossero relative ad una scala spaziale più estesa rispetto a quella di habitat con specifico riferimento ai seguenti elementi:

- Valutazione delle principali alterazioni morfologiche a carico dell'alveo (anche con riferimento alla scala temporale 50-100 anni);
- Presenza di strutture artificiali nel bacino;
- Principali processi connessi all'erosione di sponda;
- Caratterizzazione dei processi legati all'accumulo di detrito legnoso nei corpi idrici oggetto di studio;
- Andamento dei processi erosivi, bilancio del trasporto di sedimenti e valutazione della connettività longitudinale;
- Qualsiasi altro aspetto idromorfologico ritenuto rilevante, anche in seguito all'analisi degli RBMPs, nelle aree di studio INHABIT.

Le attività svolte dall'Università della Cantabria sono state realizzate quindi utilizzando la tecnologie GIS, elaborando e modellizzando i dati idromorfologici a scala di bacino, la scala maggiormente pertinente i piani di gestione, e riconducendoli, quando possibile, alla scala di habitat, correlando le informazioni modellizzate con le comparabili informazioni raccolte in campo tramite il metodo CARAVAGGIO. La scelta di avvalersi dell'esperienza spagnola in Sardegna per le analisi a scala ampia è legata alle tempistiche di progetto, per soddisfare le quali non è stato possibile coinvolgere, sebbene ci si sia provato, gli Enti che hanno sviluppato i metodi idromorfologici in uso in Italia né accedere (se non in parte e molto a ridosso della conclusione del progetto solo per il Piemonte) ai dati idromorfologici elaborati nelle realtà territoriali di INHABIT. I contributi I3d2.2 e I3d2.3 presentati in questo deliverable, costituiscono una traduzione di quanto preparato dall'Università della Cantabria e riportato in originale nel Deliverable D2d2.

Tra gli obiettivi posti in questa fase del progetto, vi era quello di verificare le potenzialità di up-scaling e down-scaling dei sistemi di analisi delle variabili morfologiche fluviali effettuate a scale spaziali diverse. Il quinto contributo riprende tale tematica sviluppandola in un confronto di sintesi e integrazione tra i dati morfologici elaborati alle diverse scale di corpo idrico/bacino e di tratto (reach) tramite procedure differenziate tra Piemonte e Sardegna.

Il sesto contributo infine riguarda lo studio e la caratterizzazione dei corpi idrici fortemente modificati in un bacino planiziale della regione Veneto. Si dimostra come anche in situazioni così fisicamente degradate, le biocenosi rispondano in primo luogo alle modifiche a carico degli habitat e che questi possano essere quindi la scala spaziale più idonea per individuare e applicare le misure di ripristino per un miglioramento della qualità ecologica in analoghi contesti.

Per gli aspetti quantitativi che legano habitat e biocenosi si rimanda invece al Deliverable D1d5 e I3d1.

A chiudere il Deliverable vengono quindi presentati due contributi, redatti nell'ambito delle attività dedicate al trasferimento dei metodi utilizzati in INHABIT per la caratterizzazione, in ambito fluviale, degli habitat e della componente macrobentonica. Il settimo contributo è perciò dedicato alla descrizione del CARAVAGGIOsoft, software dedicato all'archiviazione, elaborazione ed esportazione dei dati raccolti con il metodo CARAVAGGIO. L'ottavo contributo infine è dedicato alla descrizione dello strumento 'MacrOper.ICM', software che consente di elaborare, sulla base della taxalist di ingresso, le metriche biologiche richieste per operare la classificazione di qualità ai sensi del DM 260/2010.

Infine, nel medesimo contesto degli ultimi due contributi relativo alla divulgazione dei metodi di INHABIT, in appendice al presente deliverable è presentato il Manuale di applicazione del metodo

CARAVAGGIO - Guida al rilevamento e alla descrizione degli habitat fluviali - che illustra nel dettaglio le caratteristiche del metodo e costituisce uno strumento essenziale per l'apprendimento di questo. Considerata la corposità del documento, la cui stesura ha rappresentato un'importante mole di lavoro nel contesto del progetto, era stata concepita l'ipotesi di dedicare ad esso un apposito Deliverable. Tuttavia, ritenuto idoneo il contesto rappresentato dal presente Deliverable I3d2 incentrato sulle relazioni tra habitat e misure, il Manuale è stato qui incluso come allegato, anche al fine di conferirne un'adeguata visibilità.

Abstract

This Deliverable is part of the I3 group of Actions. As done in other deliverables the part more linked to lakes (Part A) was kept separated from the part linked to rivers (Part B). It has to be indicated that within Part A of I3d2 a chapter briefly describing types of restoration measures and the way in which anthropogenic pressures are quantified in Italian river basins management plans was introduced. This chapter refines and summarizes what extensively described in Pd1. The important point is that Italian river basin management plans basically do not include measures linked with habitat. In this context, for rivers, the attention was thus oriented to habitat *per sé*, dedicating two contributions to the evaluation of habitat and possible measures or analysis for achieving good ecological status.

The first contribution is in particular dedicated to the quantification of habitat alteration in selected river stretches of Sardinia. According to such alteration some hypothesis of restoration measures dedicated to the improvement of selected habitat features were outlined.

In the second contribution activities carried out by the University of Cantabria are presented. These activities were linked with main processes related to bank erosion and depositional/erosional zones at the catchment scale in Sardinian INHABIT study areas was assessed. Moreover, land erosion trends, sediment transport balance, artificial structures and river longitudinal continuity in Sardinian INHABIT study areas were evaluated. Main outputs of this activities are also reported in Deliverable D2d2 in English language. In the fourth contribution the activity of morphological evaluation carried out by ARPA Piedmont is presented. The morphological conditions in Piedmont rivers have been assessed through MQI (Morphological Quality Index) protocol.

These activities were carried out with the specific purpose of collecting information related to a spatial scale wider than habitat with reference to the following elements:

- assessment of the main morphological modification that occurred in the river channel (over the last 50-100 years);
- presence of artificial structures;
- main processes related to bank erosion;
- outline of woody debris pattern along the river (WBs under investigation and adjacent ones);
- land erosion trends, sediment transport balance and river longitudinal continuity;
- any other hydromorphological aspects whose relevance was highlighted locally in RBMPs for the selected areas.

University of Cantabria's used GIS technologies to carry on the analysis at large spatial scale, through development and modeling of hydromorphological data at the catchment scale. The data were lowered, when possible, to the habitat scale, correlating the modeled information with the comparable information collected in the field with the CARAVAGGIO method. Among the objectives, there was to verify the potential of an up-scaling/down-scaling procedure made at different spatial scales for river morphological variables. The fifth contribution takes up this theme to develop it into a comparison of synthesis and integration between the morphological data processed at different scales of water body/catchment and reach; different procedures are used in Piedmont and in Sardinia.

The sixth paper finally deals with the study and characterization of heavily modified water bodies in a lowland catchment of Veneto. It shows that even in morphologically degraded situations, biotic communities respond primarily to changes in habitat features. Habitat may therefore be the most appropriate spatial scale to identify and implement restoration measures to improve the ecological quality in similar contexts.

The quantitative effects and relationships between habitat features and invertebrate communities are analyzed in deliverables I3d1 and D1d5.

To close the Deliverable, two papers are presented in the context of the activities related to transfer the methods used in INHABIT for the characterization, in rivers, of habitat features and macrobenthic community. The seventh contribution is therefore dedicated to the description of CARAVAGGIOsoft, a software dedicated to data storage, processing and export, collected with the CARAVAGGIO method. Lastly, the eighth contribution describes the 'MacrOper.ICM', software that allows the calculation, on the basis of macroinvertebrates taxalists, of biological metrics required to provide river quality classification according to Italian Ministerial Decree 260/2010.

Lastly, in the same context of the last two papers - i.e. the dissemination of INHABIT methods -, the Manual of the CARAVAGGIO method - Survey and description of river habitats - is presented in appendix to this deliverable. The manual explains in detail the characteristics of the method and is an essential tool for its learning. Considering the size of the document, the drafting of which has represented a relevant amount of work in the context of the project, a special dedicated Deliverable was initially conceived. However, considering the suitable context represented by Deliverable I3d2, focused on the relationship between habitat and measures, the Manual has been here included as an attachment, also in order to confer adequate visibility.

I3d2.1 - ESEMPI DI RIPRISTINO DELLA QUALITÀ MORFOLOGICA E DI HABITAT IN FIUMI SARDI

Erba S.¹, L. Terranova¹, M. Cazzola¹, P.E. Botta², T. Ferrero², E. Sesia², M. Pintus³, G. Erbi³, C. Belfiore⁴, D. Di Pasquale⁵ & A. Buffagni¹

¹ CNR-IRSA - Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Ricerca sulle Acque, U.O.S. Brugherio, Via del Mulino 19, 20861, Brugherio (MB)

² ARPA Piemonte - Arpa Piemonte - Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale, Qualità delle acque - Asti, Piazza Vittorio Alfieri 33, 14100 Asti

³ REGIONE SARDEGNA - Regione Autonoma della Sardegna, Direzione Generale Agenzia Regionale Distretto Idrografico della Sardegna, Servizio Tutela e Gestione delle Risorse Idriche, Vigilanza sui Servizi Idrici e Gestione delle Siccità. Via Roma 80, 09123 Cagliari

⁴ DEB, Università della Tuscia, largo dell'Università s.n.c., 01100 Viterbo

⁵ CNR-ITC Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per le Tecnologie della Costruzione, Via Bassini 15, 20133 Milano, Italy

1.Introduzione

La riqualificazione fluviale (*river restoration*) è diventata una tematica sempre più attuale, soprattutto in anni recenti (Clewel & Aronson 2006; Feld et al., 2011; Gonzales del Tanago, 2012, Janig et al., 2011). Le modalità secondo le quali effettuare la riqualificazione fluviale sono molteplici e non possono non tenere conto dei risvolti sociali politici ed economici che spesso diventano il fattore limitante dei piani di riqualificazione (Dufour & Piegay 2009; Laub & Palmer 2009). Molti dei progetti di *river restoration* sono indirizzati al miglioramento della struttura dei fiumi (e.g. gestione della vegetazione riparia, costruzione di scale di risalita per i pesci) senza considerare opzioni indirizzate al miglioramento dei processi fluviali (e.g., flussi ecologicamente accettabili, misure di ampliamento della *floodplain*, gestione del territorio circostante) (Gonzales del Tanago, 2012). Il primo passo per individuare delle pratiche di riqualificazione efficaci è legato alla comprensione di quali siano i fattori che guidano la

diversificazione dell'habitat e l'implementazione della biodiversità. La figura riportata da Gonzales del Tanago (2012) evidenzia come la maggior parte dei progetti di riqualificazione fluviale si concentrano sul ripristino della naturalità della fascia riparia e perifluviale (Fig 1.1). Peraltro in letteratura si ritrovano numerosi studi nei quali si dimostrano gli effetti positivi del ripristino della naturalità della fascia riparia su aumento della diversificazione degli habitat, diminuzione della presenza di sedimenti fini e diminuzione della temperatura e aumento del particolato grossolano e legnoso, habitat chiave per molte biocenosi (e.g., Dosskey 2001; Broadmeadow & Nisbet 2004; Mankin et al. 2007). Molto spesso peraltro, i progetti di riqualificazione fluviale si occupano di ripristinare la naturalità degli habitat a prescindere dalle biocenosi acquatiche e comunque non sempre è possibile determinare dei legami diretti tra *restoration* e miglioramento delle biocenosi.

Un elenco generale di alcune delle possibili misure che possono essere applicate per il miglioramento delle caratteristiche di habitat è riportato in tabella 1.1. Per ciascuna caratteristica che può essere considerata per le misure viene specificato il riferimento alla categoria di informazione di quella specifica caratteristica. Viene inoltre indicata la possibile influenza della caratteristica sulle biocenosi e una serie di informazioni relative alle diverse misure. Infine, nella parte più a destra della tabella viene segnalato se sono state proposte e verificate su base sperimentale delle azioni specifiche legate al metodo CARAVAGGIO.

In questo contesto il progetto INHABIT sebbene non abbia lo specifico obiettivo di verificare pratiche di riqualificazione fluviali efficaci, ha però l'obiettivo di individuare, per i corpi idrici oggetto di studio possibili proposte di misure, soprattutto in termini di habitat, atte a migliorare la qualità ecologica. Il contesto in cui si opera in INHABIT è quello delle caratteristiche di habitat che da letteratura si conoscono avere influenza sulle metriche biologiche utilizzate per la valutazione dello stato ecologico.

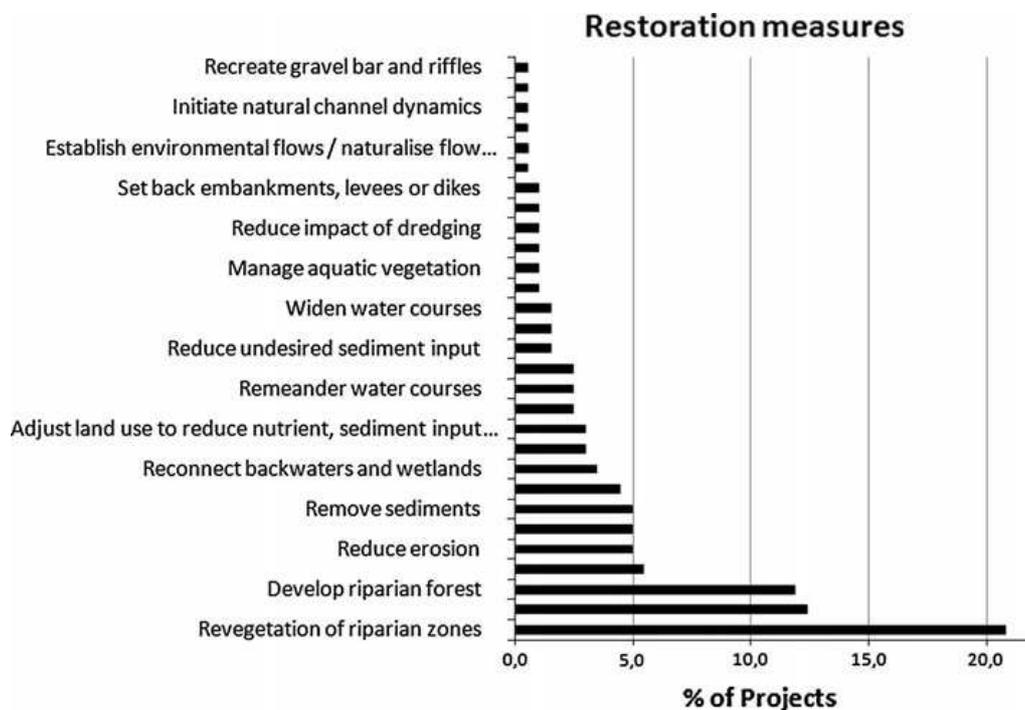


Fig. 1.1 - Esempio di misure proposte per la riqualificazione fluviale nei 60 siti fluviali spagnoli indagati nel progetto FORECASTER (da Gonzales del Tanago, 2012)

Tab. 1.1 - Caratteristiche considerate per l'attuazione di possibili misure e informazioni generali relative al tipo di misura. n.a. considerata non applicabile

Categoria di informazione	Caratteristica	Riferimenti bibliografici minimi	Influenza attesa sulle biocenosi	Tipo di misura	Applicabilità generale misura - rimozione dell'alterazione	Applicabilità generale della misura - rinaturalizzazione	Applicabilità della misura nell'area di studio (Sardegna)	f(Q, season)	Tempo di attuazione della misura	Time scale recovery	Ranking (0 not to be applied - 5 strongly recommended)	CARAVAGGIO		
												Influenza nel calcolo	Semplicità uso informazione	Simulazione nel presente lavoro
Presenza di manufatti o alterazioni / HMS	RI (sponda e canale)	Erba et al., 2006. Lorenz &	media	diretta	Elevata	Elevata	Elevata	no	1yr	2.5yr	4	Elevata	Elevata	si
	RS (sponda e canale)	Erba et al., 2006. Lorenz &	media	diretta	Elevata	Elevata	Elevata	no	1yr	2.5yr	5	Elevata	Elevata	si
	Arginatura	Dahm et al., 2013	media	diretta	Scarsa	Media	Media	no	3yr	2.5yr	3	Elevata	Elevata	si
	Briglie (Barriere trasversali)	Dahm et al.,	media	diretta	Scarsa	Media	Elevata	no	3yr	5yr	4	Elevata	Elevata	si
	Culvert		scarsa	diretta	Scarsa	Media	Media	no	3yr	5yr	3	Elevata	Elevata	si
Ponti		elevata	--	--	NA	NA	NA	no	--	--	0	Elevata	Elevata	no
Uso del territorio / LUI	Uso del suolo nei 5 m dal banktop	Lorenz & Feld, 2013. Dahm et	elevata	diretta (inserimento e/o rimozione di uno specifico	Elevata		Elevata	no	6mn	10yr	5	Elevata	Elevata	si
	Uso del suolo nei 50 m dal banktop	Lorenz & Feld, 2013. Dahm et	elevata	diretta (inserimento e/o rimozione di uno specifico	Elevata		Elevata	no	1yr	10yr	4	Elevata	Elevata	si
	Direzione della linea di aratura	Takken et al., 2001	media	diretta	Elevata		Elevata	no	3mn		5	Media	Elevata	si
	Estensione della sponda		--	--	NA		NA	no	--		--	Media	Scarsa	no
	Altezza del banktop		--	--	NA		NA	no	--		--	Media	Scarsa	no
Diversificazioni e dell'habitat / HQA	Struttura vegetazione di sponda	Dahm et al., 2013	media	diretta (inserimento e/o rimozione di uno specifico	-	Elevata	Elevata	no	1yr	10yr	5	Elevata	Elevata	si
	Copertura arborea	Dahm et al., 2013	media	diretta (inserimento e/o rimozione di uno specifico	-	Elevata	Elevata	no	1yr	10yr	5	Elevata	Elevata	si
	Presenza di BL/MM nei 50 m dal banktop	Dahm et al., 2013	elevata	diretta (inserimento e/o rimozione di uno specifico	-	Media	Media	no	1yr	10yr	4	Elevata	Elevata	si
	Diversificazione del substrato	Beisel et al., 2000	elevata	indiretta (derivante dalla gestione del CI)	-	Scarsa	Scarsa	si	6mn	2.5yr	0	Media	Elevata	na (no differenze REF)
	Diversificazione del flusso	Leight, 2013. Reid & Thoms,	elevata	indiretta (derivante dalla gestione del CI)	-	Scarsa	Scarsa	si	6mn	2.5yr	0	Media	Elevata	na (no differenze REF)
	Vegetazione in alveo	Shupryt & Stelzer, 2009	elevata	indiretta (derivante dalla gestione del CI)	-	Media	Media	si	--		0	Elevata	Scarsa	no
	Presenza di barre		media	indiretta (derivante dalla gestione del CI)	-	Scarsa	Scarsa	si	--	2.5yr	0	Elevata	Elevata	na (no differenze REF)
Altro/LRD	Rapporto alveo bagnato - profondità	Buffagni et al., 2009; 2010												

1.1 Obiettivo

Il presente lavoro ha lo scopo di proporre esempi di possibili obiettivi per il ripristino della qualità morfologica e di habitat nei tratti fluviali investigati in Sardegna. Sarà inoltre quantificato l'effetto di tali misure sugli indicatori utilizzati per la valutazione degli habitat *sensu* DM 260/2010. In quest'ottica, i diversi descrittori sono stati considerati singolarmente, anche a prescindere dal fatto che la combinazione dei diversi descrittori portasse al buono stato di habitat. Inoltre, in questo contributo ci si è concentrati sulla scala spaziale del tratto fluviale (i.e. 500 m), sebbene l'impostazione di misure efficaci debba necessariamente tenere conto di scale più ampie quali quella di bacino idrografico. Le proposte qui considerate sono solo esempi indirizzati in particolare a quantificare l'effetto di una specifica misura sugli indicatori della qualità dell'habitat e non tengono conto dei processi che avvengono a scala ampia.

Quanto qui presentato vuole anche fornire indicazioni su quali aspetti considerare per un miglioramento degli habitat in chiave di selezione di potenziali siti di riferimento e quali caratteristiche sia bene preservare qualora si pianifichino interventi di modifiche e sistemazione dei tratti fluviali di interesse. Un ulteriore possibile chiave di lettura delle misure applicate e dei risvolti in termini di valori numerici degli indici considerati in questo contributo e derivati dal metodo CARAVAGGIO (Buffagni et al., 2010a) e che servono alla definizione della qualità dell'habitat (*sensu* DM 260/2010) è anche quello di fornire possibili indicazioni per una quantificazione degli effetti di una specifica alterazione in chiave di valutazione degli impatti ambientali ante e post opera.

2. Materiali e metodi

2.1. Stato della qualità morfologica e di habitat: alterazioni e tipi di habitat osservati nei corpi idrici in Sardegna

I dati utilizzati nelle analisi fanno riferimento alle attività sperimentali effettuate in Sardegna durante il progetto INHABIT. L'elenco completo dei tratti fluviali considerati in tali attività è presentato in (Erba et al., 2011) cui sono stati aggiunti alcuni dati raccolti durante il marzo 2013. In particolare, la caratterizzazione di habitat è stata effettuata, con il metodo CARAVAGGIO (Buffagni et al., 2005) su un totale di 46 tratti fluviali. In questo paragrafo vengono quindi presentati alcuni grafici che hanno lo scopo di descrivere il tipo di alterazioni di habitat che si rinvenivano nei tratti fluviali investigati, per una caratterizzazione dell'area di studio.

I tratti fluviali indagati nel progetto INHABIT, come già ampiamente descritto, sono stati selezionati per rappresentare un gradiente di alterazione di habitat e idromorfologia (Erba et al., 2011, Cazzola et al., 2012). Le figure 2.1, 2.2 e 2.3 mostrano sinteticamente i tipi di alterazione morfologica rinvenuti, con una predominanza di rinforzo e risonamento delle sponde e del canale e presenza significativa di ponti e briglie/traverse.

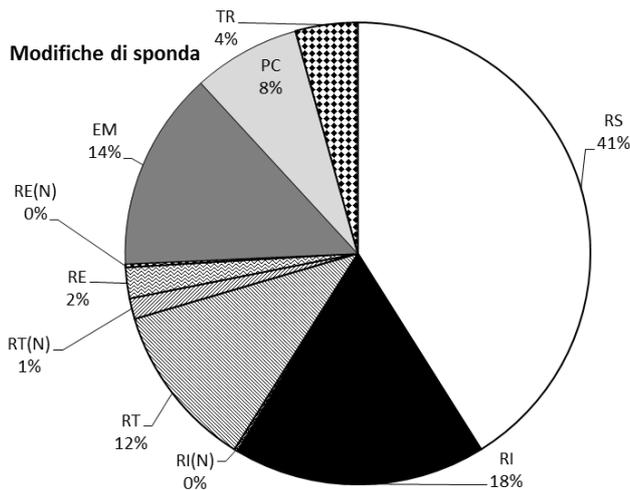


Fig 2.1 - Percentuale relativa con cui le modifiche della sponda (Sez.B) sono state osservate in Sardegna (dati INHABIT 2011 e 2013), su un totale di 286 record di modifiche (e 504 record di nessuna modifica, non considerati nel grafico). Codici modifiche utilizzati: RS (Sponda risezionata), RI (rinforzo di sponda), RI (N) (rinforzo di tipo "naturalistico") RT (Rinforzo alla sommità), RT (N) (rinforzo alla sommità di tipo "naturalistico"), RE (rinforzo al piede), RE (N) (rinforzo al piede di tipo "naturalistico"), EM (arginatura), PC (sponda smossa), TR (presenza di

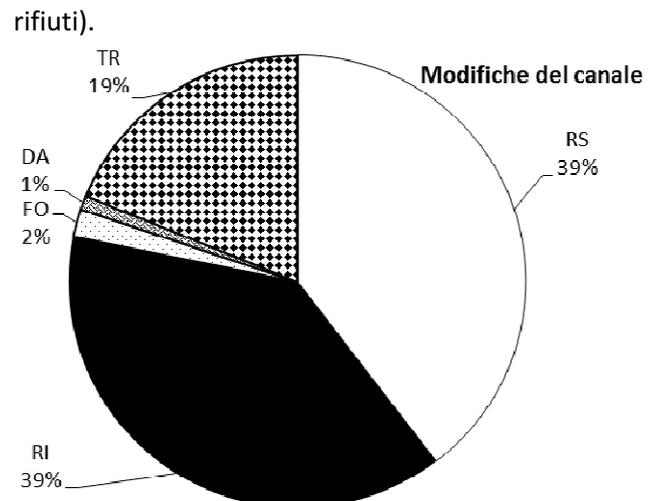


Fig 2.2 - Percentuale relativa delle modifiche osservate nel canale (Sez.F) rilevate in Sardegna (dati INHABIT 2011 e 2013), su 101 record di modifiche del canale (e 359 riportanti nessuna modifica e non considerati nel grafico). Codici modifiche utilizzati: RS (canale risezionato), RI (rinforzo del canale), FO (guado), DA (briglia/diga/traversa), TR (presenza di rifiuti).

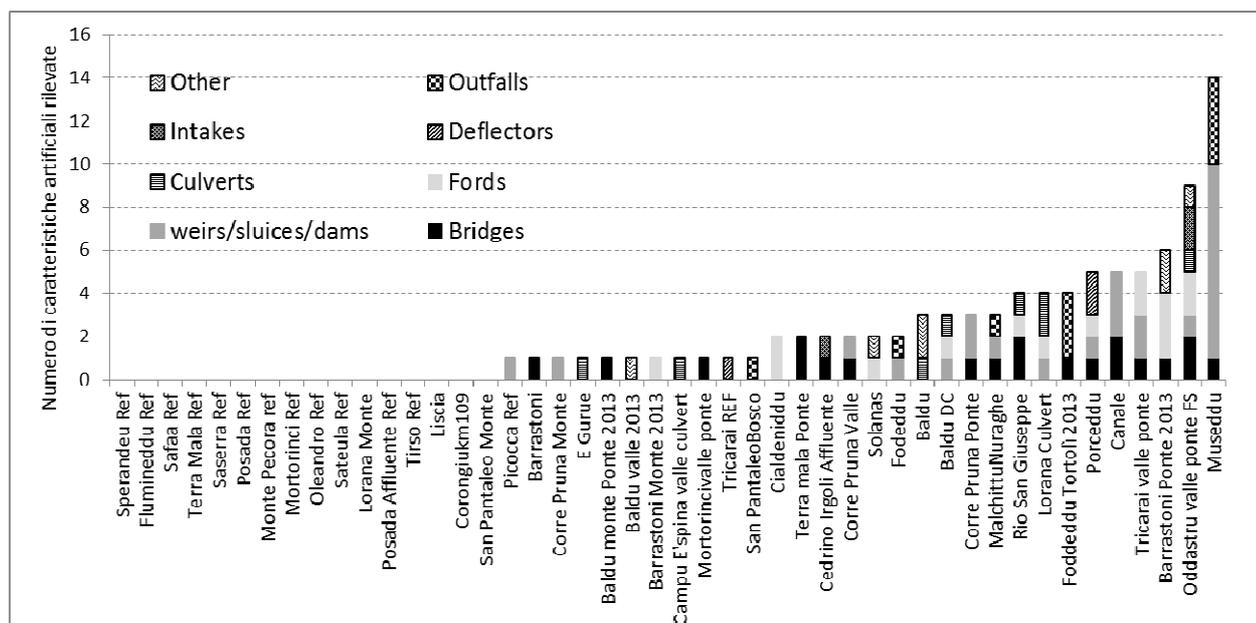


Fig 2.3. Numero di caratteristiche artificiali rilevate (Sezione G) in ciascun tratto fluviale (500 metri) / corpo idrico in Sardegna (dati INHABIT 2011 e 2013).

Le caratteristiche di habitat dei tratti fluviali investigati sono sinteticamente presentate nelle figure 2.1-2.11, separatamente per i siti di riferimento e per quelli non reference. Sono state considerate solo le caratteristiche di habitat che hanno una maggiore influenza sui valori di HQA e di LUI e che sono: struttura della vegetazione sulla sponda e sulla sommità di sponda (Figura 2.4 e 2.5); tipo di copertura arborea sulla sommità di sponda (Figura 2.6); tipo di uso del territorio (Figure 2.7-2.11). I possibili obiettivi per misure concrete di intervento saranno poi relativi a queste stesse caratteristiche.

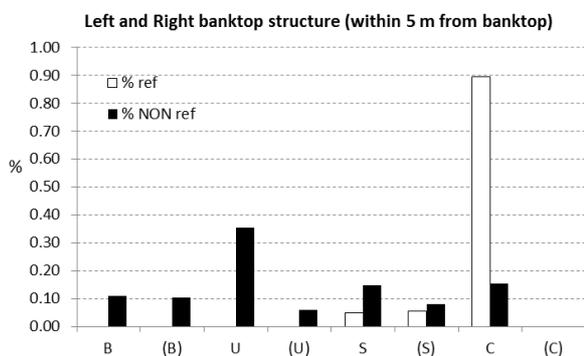


Fig 2.4 - Struttura della vegetazione di sommità di sponda. B: nuda; U: uniforme (un solo tipo di vegetazione, non arborea); S: Semplice (uno o più tipi); C: Complessa (quattro o più tipi: e.g., alberi arbusti, erba alta, muschi). Le parentesi indicano una complessità crescente rispetto al punto di rilievo.

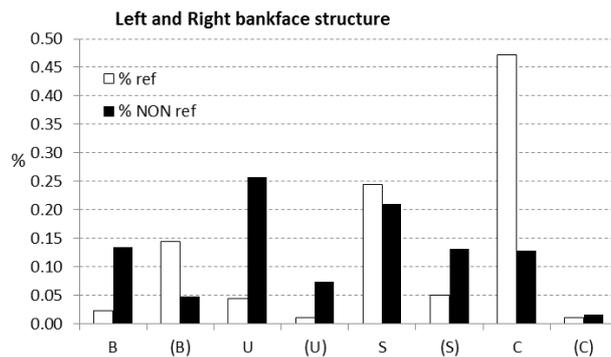


Fig. 2.5 - Struttura della vegetazione di sponda. Per gli acronimi si rimanda alla didascalia della figura 2.4.

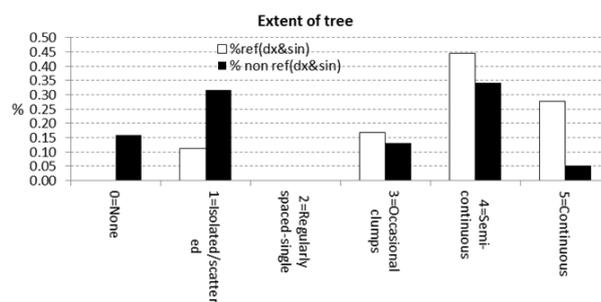


Fig. 2.6 - Tipo di copertura arborea per i siti di riferimento e non in Sardegna.

Banktop land use (5m from banktop), recorded at spot-checks

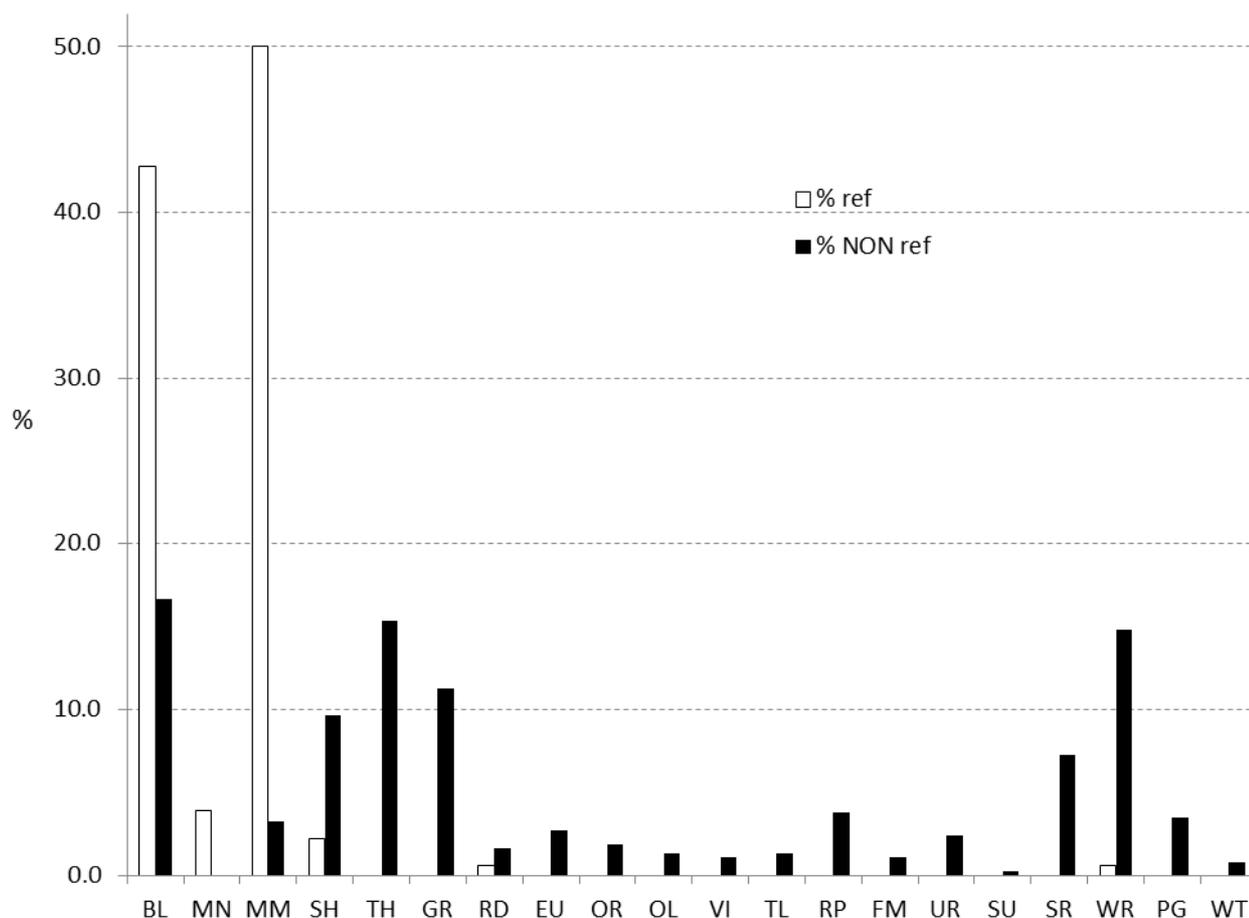


Fig. 2.7 - Tipi di uso del territorio rilevati nei 20 transetti (spot-checks) nei 5 metri dalla sommità di sponda. Sardegna. (*Acronimi per gli usi naturali*: BL Broadleaf woodland, MN Deheza/montado/sugherete, MM Mediterranean Macchia, SH Scrubs & Shurbs, TH tall herbs, RD Rock, scree and dunes; *Acronimi per gli usi agricoli*: EU Eucaliptus plantations, OR Orchard, OL Olive trees, VI Vineyard, TL Tilled Land, RP Grassland/pasture, FM Farming/Breeding; *Acronimi per gli usi artificiali*: UR urban, SU Sparse house (Suburban development), SR Main street, WR, White road, PG Parklands or gardens, WT Water treatment plan.

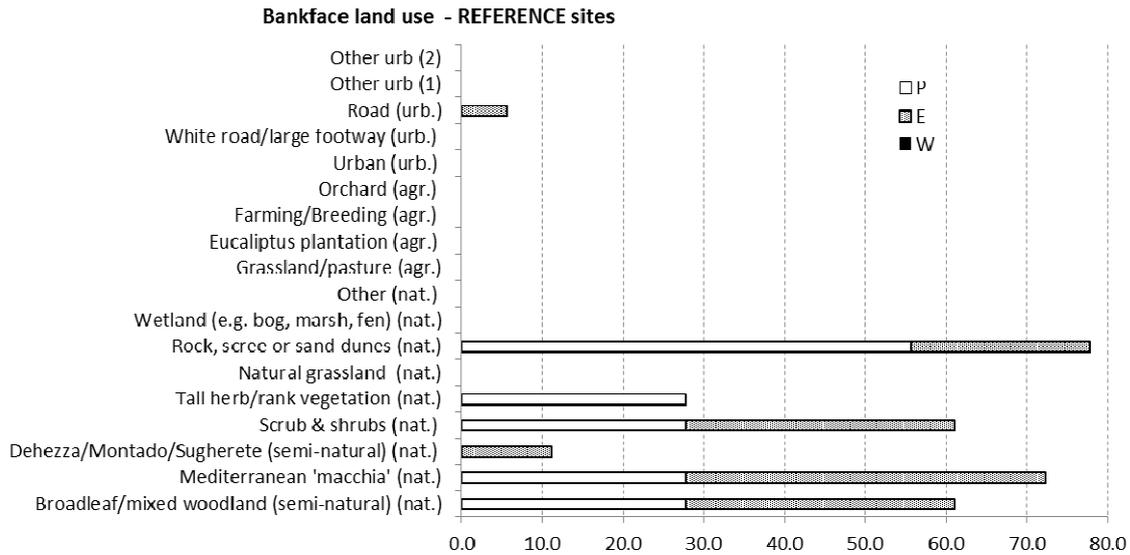


Fig 2.8 - Tipi di uso del territorio rilevati sulla sponda nel tratto complessivo analizzato (500m) nei tratti fluviali di riferimento. Sponda destra e sponda sinistra.

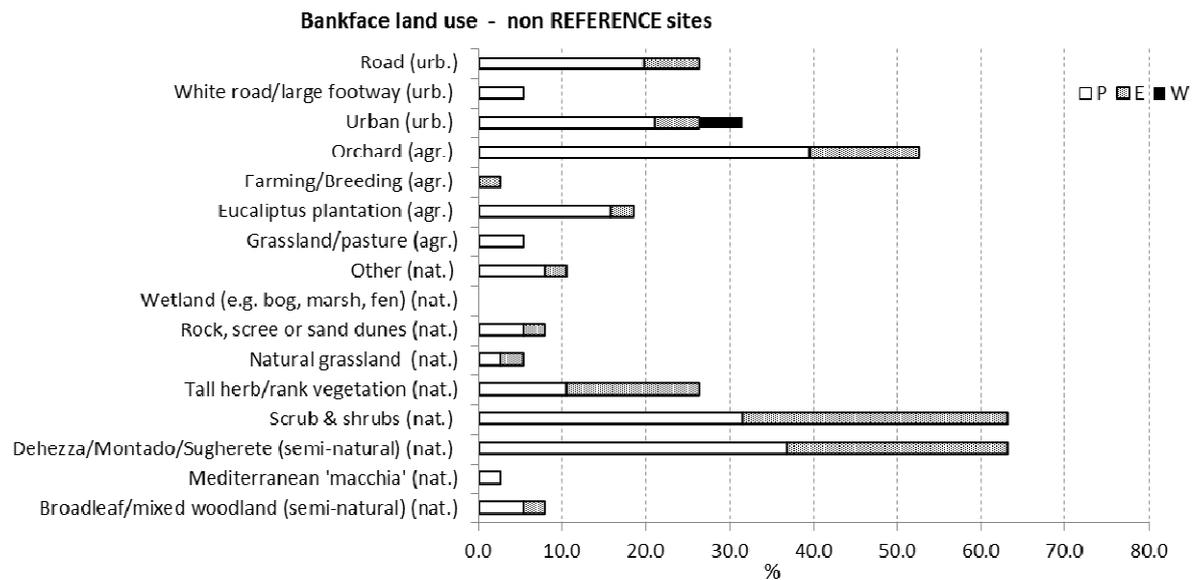


Fig 2.9 - Tipi di uso del territorio rilevati sulla sponda nel tratto complessivo analizzato (500m), in tratti fluviali non di riferimento. Sponda destra e sponda sinistra.

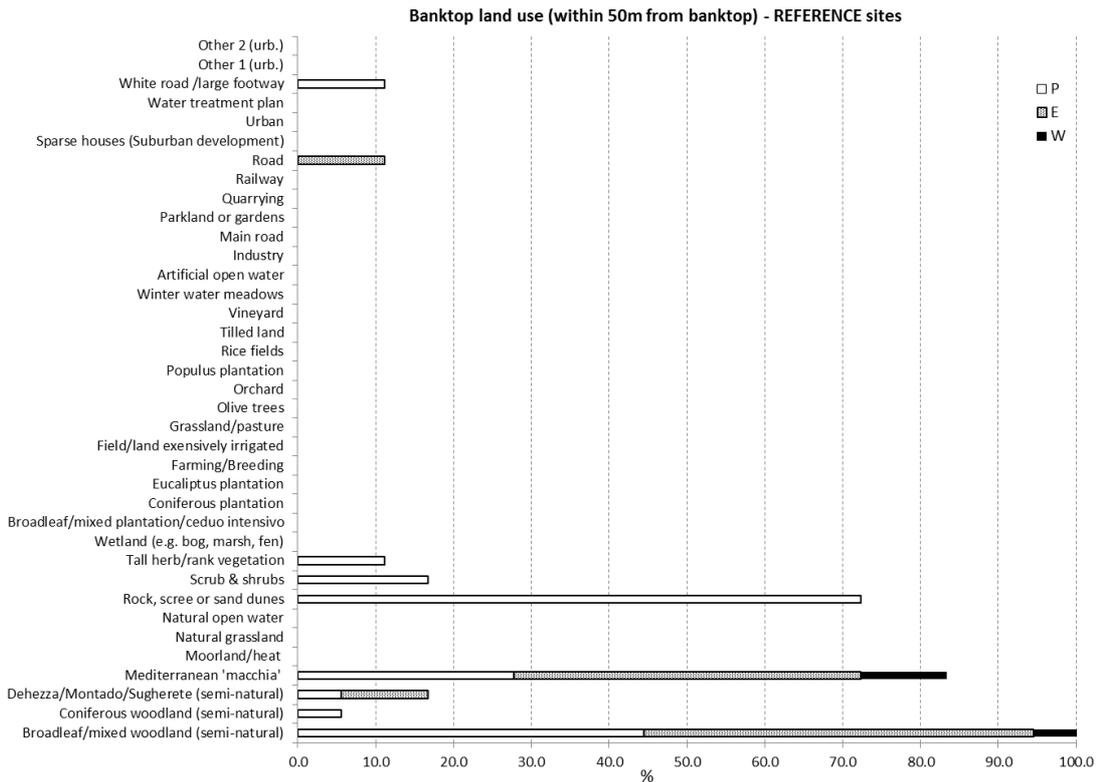


Fig 2.10 - Tipi di uso del territorio rilevati nei 50 metri dal *banktop* nel tratto complessivo analizzato (500m), in tratti di riferimento. Sponda destra e sponda sinistra.

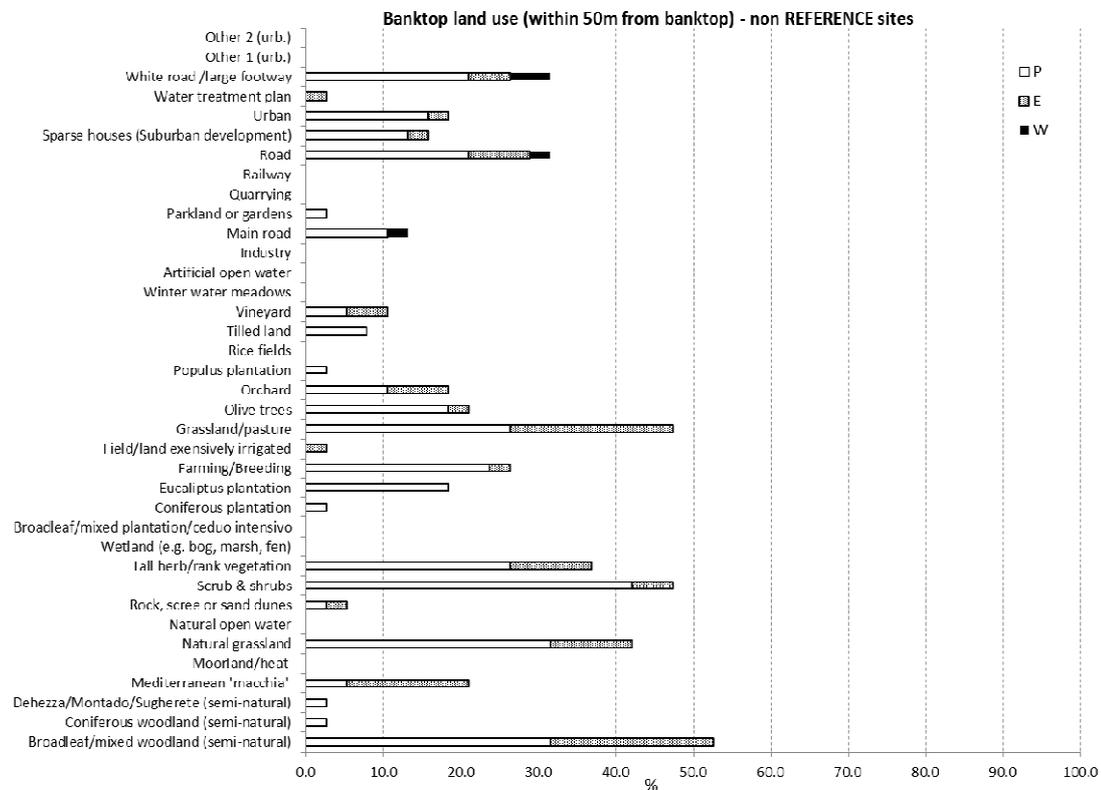


Fig 2.11 - Tipi di uso del territorio rilevati nei 50 metri dal *banktop* nel tratto complessivo analizzato (500m), in tratti non di riferimento. Sponda destra e sponda sinistra.

I grafici delle caratteristiche di habitat in sintesi mostrano che la struttura del *banktop* dei siti di riferimento è di tipo 'Complesso', C, in quasi tutti gli *spot-checks*, mentre si rilevano circa il 50% di C e il 50% di S nella struttura del *bankface*. La copertura arborea è semi-continua nei siti di riferimento, e il tipo di uso del territorio è prevalentemente Bosco e macchia mediterranea. Queste indicazioni sono servite da guida per impostare gli interventi teorici di ripristino che sono ipoteticamente indirizzati a riportare i tratti considerati ad una condizione di naturalità (i.e. simili ai siti di riferimento).

Nel contesto investigato un miglioramento della qualità morfologica dei fiumi studiati dovrebbe essere quindi indirizzato alla riduzione dei rinforzi, ad esempio mediante loro sostituzione con rinforzi di tipo naturalistico, come pure alla rimozione di culvert e briglie non necessari, al fine di far guadagnare al fiume caratteristiche più naturali.

Le diverse opzioni di come si è ipotizzato di poter intervenire con diversi interventi di miglioramento dell'habitat sono illustrati nel capitolo 3.1; alcuni esempi dei risultati di possibili interventi di ripristino sono invece presentati nel capitolo 3.2.

3. Risultati

3.1. Modalità di effettuazione delle misure per il miglioramento della qualità di habitat

In relazione agli obiettivi del presente deliverable sono state prese in considerazione diverse ipotesi secondo le quali, come illustrato nel seguito, operare delle modifiche nelle caratteristiche di habitat osservate tali da risultare in un miglioramento della qualità dei tratti fluviali. I risultati relativi all'applicazione delle diverse misure sono presentati nel Capitolo 4.

- **Opzione 1 – sito specifica. Misure di rimozione dell'alterazione morfologica.** In questo caso sono state prese in considerazione solo le caratteristiche che influiscono sul punteggio di HMS, rappresentativo dell'alterazione morfologica. Sono state quindi applicate due sotto-opzioni: un'opzione che ha

previsto la rimozione del 50% delle alterazioni presenti nel tratto (**Opzione 1a**) e una per cui sono state rimosse le alterazioni morfologiche fino ad ottenere lo stato di qualità buono per l'indice HMS (**Opzione 1b**). Le combinazioni per ottenere lo stato buono di HMS possono essere molteplici: quelle presentate nel capitolo 4 sono una delle possibili combinazioni tenuto presente che per prime sono state rimosse le alterazioni più facili (si veda per questa catalogazione la tabella 3.1), via via aggiungendo quelle più difficili e costose da rimuovere.

In particolare, le caratteristiche che influiscono sul punteggio di HMS e quindi rimuovendo le quali è possibile migliorare la qualità morfologica, sono: rinforzo delle sponde (RI), rinforzo del piede della sponda (RE), rinforzo della sommità della sponda (RT), rinforzo del canale (RI), risezionamento di rive e canale (RS), sponda artificiale a due stadi (BM), sponda arginata (EM), tombino/sottopasso (CV), briglie/dighe/traverse/guadi (DA, FO), sponda smossa (PC), ponti, pennelli, il sito è soggetto a regolazione del flusso, l'alveo rettificato in modo evidente.

- **Opzione 2 – tipo specifica. Misure di rimozione dell'alterazione di habitat.** È stato costruito un database in cui le caratteristiche *non-naturali* dei tratti fluviali in termini di uso del territorio vengono sostituite con caratteristiche naturali rilevate nel tratto investigato. i.e. sostituzione degli usi del territorio *non-naturali* con un uso naturale che è stato rilevato nel tratto investigato. In questo caso le caratteristiche *non-naturali* sono state sostituite a prescindere dalla rispettiva facilità o difficoltà di rimozione. È stato fatto in modo che al tipo di uso corrispondesse una struttura della vegetazione adeguata (in termini di B, U, S, C), sul *banktop*, mentre non è stata modificata la struttura di vegetazione del face. Questo database corrisponde all'idea di rimuovere semplicemente le caratteristiche *non-naturali*, non legate alla presenza di strutture artificiali. Le

caratteristiche *non-naturali* rimosse non hanno in ogni caso nulla a che vedere con le caratteristiche che influenzano il calcolo dell'indice HMS. Le modifiche in questo caso interesseranno gli indici **HQA e LUI** e i risultati, dal momento che si utilizzano le caratteristiche naturali comunque registrate nel sito, non necessariamente porteranno ad un miglioramento nelle classi di qualità degli indici LUI e HQA. **[opzione tolgo]**

- **Opzione 3 – tipo specifica. Applicazione di misure di ripristino della naturalità senza intervenire sulle alterazioni presenti.** È stato costruito un database in cui sono state inserite le caratteristiche naturali tipiche dei siti di riferimento. Tali caratteristiche sono state sostituite a quelle naturali già presenti. Sono contemporaneamente state mantenute le caratteristiche non-naturali, dove le due informazioni non erano in contrasto. Le modifiche in questo caso interesseranno gli indici **HQA e LUI** e i risultati, che inseriscono le caratteristiche tipiche dei siti di riferimento senza però rimuovere le caratteristiche artificiali, non necessariamente porteranno ad un miglioramento nelle classi di qualità degli indici LUI e HQA. **[opzione metto]**
- **Opzione 4 – tipo specifica. Applicazione di misure di ripristino della naturalità e rimozione delle alterazioni.** È stato costruito un database in cui le caratteristiche *non-naturali* dei tratti fluviali sono state sostituite da caratteristiche naturali tipiche dei siti di riferimento, a prescindere da quanto potesse essere difficile rimuovere una specifica caratteristica artificiale. Le sostituzioni sono state fatte in modo che si modificassero i punteggi di HQA e LUI. In altre parole si è verificato che la sostituzione delle caratteristiche *non-naturali* fosse sufficiente a garantire un cambiamento dei punteggi, altrimenti si procede anche alla modifica delle caratteristiche naturali (che pur essendo naturali non sono tipiche dei siti di

riferimento). Contemporaneamente sono state eliminate le caratteristiche *non-naturali*. Le caratteristiche *non-naturali* rimosse non hanno in ogni caso nulla a che vedere con le caratteristiche che influenzano il calcolo dell'indice HMS. Le modifiche in questo caso interesseranno gli indici **HQA e LUI** e i risultati, che inseriscono le caratteristiche tipiche dei siti di riferimento rimuovendo le caratteristiche *non-naturali*, dovrebbero di conseguenza portare ad un miglioramento nelle classi di qualità degli indici LUI e HQA. **[opzione tolgo e metto]**

L'elenco delle misure che sono effettivamente state prese in considerazione nel presente lavoro è presentato in tabella 3.1. In particolare, le misure sperimentate, sono ordinate da 0 a 5 in ordine crescente di facilità di applicazione. La facilità di applicazione è in alcuni casi mediata dall'effetto che ci si aspetta sulle comunità. In altre parole in alcuni casi il *ranking* della misura è elevato perché quella misura è di sicuro effetto. Inoltre, la facilità di applicazione considera la facilità con cui la misura potrebbe essere messa in pratica ma non necessariamente tale facilità corrisponde ad una fattibilità effettiva. Nel dettaglio, si è dato un valore alto, massima facilità di applicazione e massimo effetto positivo, alle componenti di vegetazione sia in alveo che sulle sponde poiché si ritiene, anche alla luce di un'indagine esplorativa sulle possibilità di gestione delle sponde in ambienti antropizzati, che ci siano ampi margini di intervento sul recupero della vegetazione su diversi livelli. A partire, ad esempio, da una gestione degli sfalci in alveo e sponde - se davvero necessari per serie problematiche legate ad un elevato rischio idraulico verso centri abitati - più corretta e flessibile fino al mantenimento o nuovo insediamento di fasce di specie arbustive/arboree ripariali che poi tramite l'ombreggiatura stessa riducano a cascata il problema delle crescite eccessive di piante in alveo. Nell'ottica del miglioramento delle condizioni dell'uso del suolo nelle fasce adiacenti, a cui si è dato di nuovo un punteggio alto, anche qui le potenzialità di intervento sono molteplici e limitate esclusivamente dalla presenza di aree urbane/industriali; il territorio non occupato da centri abitati, anche solo limitatamente a una fascia

buffer di poche decine di metri, può essere sempre considerato recuperabile in modo positivo, soprattutto quando non - o non più - produttivo (e.g. campi abbandonati, incolti, piazzali, capannoni, etc.).

Si è dato un punteggio alto ai risezionamenti poiché sono alterazioni non permanenti e relativamente semplici nella pratica da rimodellare in forme più naturali, anche solo in modo parzialmente passivo.

Per quanto riguarda le opere in alveo si è dato un punteggio alto ai culvert, intendendo con essi strutture ad elevato impatto che includono gli attraversamenti. Si ritiene infatti che ci sia, o ci sia stato, un utilizzo sproporzionato di simili opere anche laddove non fossero strettamente indispensabili. Per le vere e proprie 'tombinature' invece il punteggio con cui si considerano rimovibili è leggermente inferiore ai culvert costruiti per consentire il guado. Si deve però tener conto che esistono dei sistemi costruttivi alternativi meno invasivi e, dove i culvert siano ritenuti davvero inevitabili, esistono dei progetti che prevedono contestuali interventi di mitigazione applicabili (e.g. da parte dell'Environment Agency UK, CIRIA "Culvert design and operation guide", 2010). Inoltre, in ambiente urbano diverse sono le città ove si stanno ripristinando, o si progetta di farlo, i tratti di importanti corsi d'acqua o canali cittadini, tombinati senza ragione, scoprendoli nuovamente e recuperando anche la loro valenza storica ed "estetica". Per cui se ne deduce che i culvert, soprattutto se estesi, non sono inamovibili, né quasi mai indispensabili.

Per quanto riguarda gli argini, le potenzialità di intervento sono costituite in primo luogo dalla reale possibilità di arretrare, ovunque sia possibile, gli argini stessi lasciando al fiume aree golenali e fasce di piana inondabile.



Argini distanziati nel fiume Monticano (Veneto).
Foto G. Girardi (ARPAV).

Il punteggio è in questo caso medio, poiché le arginature rappresentano certamente un importante sistema di controllo del rischio idraulico a protezione di aree abitate o produttive, ma si ritiene che non debbano essere considerati intoccabili a prescindere. Distanziarli è praticamente fattibile. Inoltre l'uso estensivo che ne si fa non tiene più conto del fatto che anche il livello di rischio è proporzionato a ciò che si protegge: un'area disabitata ha un "rischio" calcolato molto più basso di una abitata. Per tale motivo per esempio sarebbe auspicabile tornare ad una gestione delle aree agricole più aperta e dinamica verso il mantenimento di zone libere ed esondabili per il fiume (Monaci et al. 2011) a cominciare dall'utilizzo degli incolti abbandonati fino a incentivare il passaggio a coltivazioni arboree igrofile che tollerino gli eventi di esondazione nelle fasce di pertinenza fluviale (il che si ripercuoterebbe positivamente anche sui valori della vegetazione e di uso del suolo nel buffer laterale).

Per le opere idrauliche complessivamente il punteggio è medio perché essendo legate alla difesa di aree abitate ci sono dei limiti oggettivi di intervento. È vero però che si fa facile uso di tali strutture in modo estensivo. Per cui di nuovo, non sono sempre opere indispensabili nei numeri e nelle forme attualmente realizzate; esistono forme più accettabili (a cominciare dagli interventi di ingegneria naturalista) e, dove si pensa di costruirne di nuove, che esse siano valutate in un'ottica più attenta alle esigenze ecosistemiche e che siano dotate sempre di canali di passaggio laterali

seminaturali per evitare l'interruzione totale della continuità longitudinale.

Si è valutato infine se dare un punteggio nullo o meno ai ponti. In quanto opere di attraversamento, si deve pensare che siano di pubblica utilità e necessarie. Oltreché alquanto impegnative da rimuovere. Si è optato per un "applicabile con molte difficoltà" valutando che le tecniche costruttive permettono comunque di progettare ponti che non abbiano l'impatto più alto sui fiumi, quindi senza provocare i dannosi restringimenti dell'alveo, evitando se possibile di posizionare le spalle di appoggio sulle sponde al limite dell'alveo, o, soprattutto per i ponti minori, di posizionare i piloni in alveo.

Nella Tabella 3.1 sono anche presentati i punteggi delle caratteristiche che contribuiscono al calcolo del descrittore HMS. Invece per i punteggi delle caratteristiche considerate in HQA e LUI, che prevedono delle modalità più complesse di calcolo, si rimanda a Buffagni et al., 2010.

La tabella 3.1 considera tra le misure quelle legate alla implementazione della diversificazione di flussi e substrati in alveo e alla presenza di barre di deposito. Le prime due caratteristiche, non sono però poi state considerate negli esempi del capitolo 4. Infatti, sebbene siano tra le misure che possono avere effetti significativi sulle biocenosi, sono in genere misure che richiedono interventi frequenti di manutenzione, a meno di non prevedere misure ad una scala maggiore del tratto (i.e. bacino) che quindi possano risultare in effetti permanenti. Neppure gli interventi sulla presenza delle barre sono stati considerati, questo invece perché gli effetti sulle biocenosi non sono chiari e peraltro la presenza di barre non sembra differenziarsi tra tratti in condizioni di riferimento e tratti alterati.

Tabella 3.1. Elenco delle misure considerate nel presente lavoro e loro facilità di applicazione. 0: legato ad altri fattori, 1: non applicabile; 2: applicabile con molta difficoltà; 3: applicabile con difficoltà; 4: applicabile; 5: facilmente applicabile.

Facilità appl.	Categoria di informazione	Caratteristica	Punteggio HMS
5	Diversificazione dell'habitat / HQA	Struttura vegetazione di sponda	
5	Diversificazione dell'habitat / HQA	Copertura arborea	
5	Diversificazione dell'habitat / HQA	Vegetazione e detrito organico in alveo	
5	Uso del territorio / LUI	Uso del suolo sulla sponda	
5	Uso del territorio / LUI	Direzione della linea di aratura	
5	Presenza di manufatti o alterazioni / HMS	Sponde sfalciate	1
5	Presenza di manufatti o alterazioni / HMS	Rifiuti in alveo o sulle sponde	1
4	Diversificazione dell'habitat / HQA	Presenza di BL/MM nei 50 m dal <i>banktop</i> (almeno un terzo)	
4	Diversificazione dell'habitat / HQA	Struttura vegetazione oltre la sommità di sponda	
4	Uso del territorio / LUI	Uso del suolo nei 5 m dal <i>banktop</i>	
4	Uso del territorio / LUI	Estensione della sponda	
4	Presenza di manufatti o alterazioni / HMS	RS (sponda)	1 (per ogni record)
4	Presenza di manufatti o alterazioni / HMS	RS (canale)	1 (per ogni record)
4	Presenza di manufatti o alterazioni / HMS	Culvert minori /attraversamenti	8 (ognuno)
4	Presenza di manufatti o alterazioni / HMS	Guado	2 (ognuno)
4	Diversificazione dell'habitat / HQA	Diversificazione del substrato	
4	Diversificazione dell'habitat / HQA	Diversificazione del flusso	
3	Diversificazione dell'habitat / HQA	Presenza di barre	
3	Uso del territorio / LUI	Uso del suolo nei 50 m dal <i>banktop</i>	
3	Presenza di manufatti o alterazioni / HMS	RI (sponda)	2 (per ogni record)
3	Presenza di manufatti o alterazioni / HMS	RI (canale)	2 (per ogni record)
3	Presenza di manufatti o alterazioni / HMS	Arginatura	1 per ogni record)
3	Presenza di manufatti o alterazioni / HMS	Briglie (Barriere trasversali)	2 (ognuno)
3	Presenza di manufatti o alterazioni / HMS	Culvert maggiori / tombature	8 (ognuno)
3	Presenza di manufatti o alterazioni / HMS	Deflector/Pennello	1 (2 se presente più di un pennello)
2	Presenza di manufatti o alterazioni / HMS	Ponti	1 (2 se è presente più di un ponte)
0	Uso del territorio / LUI	Altezza del <i>banktop</i>	

Si segnalano nel seguito alcuni aspetti che meglio specificano modalità e 'filosofia' di applicazione delle misure, così come sono state intese nel presente Deliverable.

- I corpi idrici per cui vengono presentati degli interventi teorici di ripristino degli habitat costituiscono solo degli esempi.
- La tabella 3.1 non è da considerarsi esaustiva di tutte le caratteristiche che si possono valutare per migliorare la qualità idromorfologica e di habitat. Le caratteristiche elencate per le possibili misure sono quelle per cui è stata verificata una relazione con le biocenosi. Le analisi effettuate in altri Deliverable (e.g. I1d4, I3d4) e lavori scientifici hanno evidenziato come le variabili maggiormente correlate alle comunità degli invertebrati siano ad esempio: presenza di habitat biotici in alveo, assenza di strutture artificiali, % di modifiche nella sponda. Inoltre, le caratteristiche per cui proponiamo delle modifiche sono quelle che influiscono maggiormente sui valori finali dei descrittori che quantificano la qualità degli habitat (i.e. HMS, LUI e HQA).
- Si considera che le diverse opzioni di misura presentate possano potenziare il processo di selezione dei siti di riferimento. In altre parole è possibile vedere che misure potrebbero essere messe in atto per migliorare l'IQH, ferma restando la necessità di verificare IQM e IARI.
- Considerazioni diverse andrebbero applicate qualora si considerasse la fauna ittica, per cui le caratteristiche su cui impostare le misure dovrebbero essere quelle che influenzano ad esempio il ciclo vitale dei pesci (e.g. necessità di inserimento di scale di monta). Ci si aspetta che questo tipo di interventi siano efficaci, ma che però siano troppo legati alla specie che si sta considerando e quindi non siano interventi generalizzabili e che si possono estendere alla comunità nel suo complesso. Nel caso del presente Deliverable abbiamo invece lavorato a livello più generale per tutto il corpo idrico e per tutta la comunità bentonica.
- Le misure proposte potranno avere effetti maggiormente verificabili su specifiche metriche (si veda per questo il Deliverable I3d4). È ad esempio noto come la metrica numero totale di famiglie sia più sensibile alla scala spaziale ampia (e.g. bacino), che non a quella di tratto fluviale. Per vedere effetti su questa metrica andrebbero quindi impostate misure specificatamente legate alle scale spaziali maggiori di quelle del tratto.
- Nel presente lavoro si fa riferimento a misure possibili che qualora applicate consentono di osservare dei risultati. Non sono al momento state effettuate considerazioni sui costi conseguenti le misure proposte.
- Le misure proposte sono riferibili alla scala di tratto fluviale, sebbene si sappia che la scala di bacino è sicuramente importante per la determinazione dei processi e che andrebbe considerata congiuntamente a quella di corpo idrico nella pianificazione delle misure. È altresì dimostrato che le risposte delle biocenosi sono valutabili e quantificabili ad una scala spaziale inferiore a quella di bacino (e.g. Lorenz & Feld, 2013), pertanto con l'approccio di INHABIT ci si è in particolare concentrati sul tratto fluviale.
- Le misure proposte non considerano la scala temporale se non indirettamente, in funzione del fatto che alcune misure propongono un ripristino della naturalità legato al fatto di lasciare 'libero' il fiume.
- Le misure proposte e i conseguenti effetti previsti possono essere di supporto per valutare l'influenza di nuove opere sugli habitat di tratti fluviali incontaminati e potranno guidare nella predisposizione di interventi che abbiano il minore impatto possibile.
- Nessuna delle misure proposte ha direttamente a che vedere con la qualità dell'acqua, anche perché i tratti fluviali investigati in INHABIT non presentano problemi di inquinamento. Si propone peraltro, qualora i tratti fluviali siano interessati da un'alterazione anche nella qualità dell'acqua, di mettere simultaneamente in pratica misure di

ripristino sia della qualità dell'acqua che degli habitat. Infatti, un miglioramento dell'habitat potrebbe avere effetti sul miglioramento della qualità dell'acqua. Inoltre, le misure legate al miglioramento dell'habitat possono in generale richiedere tempistiche superiori per verificarne gli effetti ed è quindi bene iniziarle con anticipo.

- Per le misure proposte non viene effettuata nessuna specifica sulla modalità con cui mettere in pratica la misura. Ad esempio considerando misure che interessano il rinforzo di sponda non si entra nel merito di come eventualmente rimuoverle e/o sostituirle. È peraltro atteso che modalità diverse di effettuazione della misura richiedano tempi diversi. Ad esempio si può smettere di gestire le sponde, nel qual caso la sponda tornerà alla naturalità con determinate tempistiche oppure si può decidere di effettuare interventi di ripristino della naturalità (e.g. piantumazione di alberi).
- In alcuni casi, importanti eventi di piena potrebbero aiutare i processi di ri-naturalizzazione. Una conseguenza di tali eventi potrebbe infatti essere la rimozione dei rinforzi di sponda in seguito alla quale si può valutare l'effettiva necessità di una ricostituzione dei rinforzi e comunque nel ripristinarli si potranno considerare tecniche poco invasive.
- L'elenco delle misure proposte è per dare un'idea delle caratteristiche che è possibile considerare per il miglioramento degli habitat, ma non necessariamente le caratteristiche devono essere rimosse (ci si può limitare ad un intervento che ne attenui l'impatto).
- Nella valutazione dei possibili interventi è necessario considerare che alcuni interventi debbano essere applicati ad entrambe le sponde affinché si favoriscano i processi di *passive restoration*.
- In generale le misure proposte interessano più la sponda che l'alveo e interessano il territorio circostante il fiume solo in termini di uso del territorio. Non abbiamo considerato invece l'inserimento di zone

umide, cioè non abbiamo considerato le connessioni laterali (se non in termini di rimozione delle arginature). Non abbiamo ad esempio considerato che lasciando abbastanza spazio al fiume si possano creare zone umide laterali, né ne abbiamo quantificato gli effetti. Resta inteso che qualora siano presenti zone umide è importante mantenere e garantire la connettività naturale.

Tutte le modifiche che si propongono dovrebbero preservare l'uso (o prevedere misure compensative).

3.2. Applicazione delle diverse opzioni di misura nei siti del progetto INHABIT – Sardegna

Per l'applicazione di possibili misure, secondo quanto delineato nel capitolo 3, sono stati considerati 9 corpi idrici esemplificativi (elencati in Tabella 3.1) scelti tra quelli che presentassero una qualità di habitat inferiore al 'good' secondo i limiti proposti in DM 260/2010. Per praticità nel seguito del documento si riporta, in alcuni casi, la dicitura sito per indicare il tratto fluviale. Si rammenta che la selezione dei tratti fluviali investigati è avvenuta avendo cura di escludere le alterazioni legate alla qualità dell'acqua. Inoltre i tratti investigati non necessariamente sono rappresentativi del corpo idrico, ma vogliono invece rappresentare il degrado di habitat e morfologico e rappresentano quindi un corpo idrico ipotetico. In generale, tutte le misure di cui si parla nel presente lavoro dovrebbero essere applicate a livello di corpo idrico, per un tratto non inferiore a 500m e le eventuali caratteristiche di naturalità, con cui sostituire le caratteristiche artificiali, sono da ricercare nei siti di riferimento del medesimo tipo fluviale di un'area geografica adiacente al corpo idrico per cui si effettuano le misure. Non tutte le opzioni di misura, soprattutto quelle legate all'uso del territorio, possono infatti essere applicate dappertutto in modo indifferenziato. Si deve infatti tenere conto ad esempio dell'uso del territorio rilevato nei siti di riferimento del medesimo tipo fluviale e geograficamente vicino al corpo idrico che si vuole risanare, per verificare quali caratteristiche sarebbe ragionevole attendersi.

Si specifica inoltre come recenti lavori (e.g. Lorenz & Feld, 2013) abbiano dimostrato la forte influenza delle caratteristiche di habitat rilevate a monte del punto di campionamento (fino a 5 km) nello strutturare le biocenosi acquatiche, supportando la conclusione dell'importanza di effettuare misure che considerino la scala di corpo idrico (o di tratto). Si sottolinea infine che le ipotesi di misure e il relativo recupero degli habitat fluviali presentati in

questo capitolo rappresentano solo delle 'fotografie' della situazione e non tengono conto dei processi in atto. In alcuni casi la situazione osservata è legata ad un'elevata dinamicità di cui si dovrà tenere conto in fase di impostazione effettiva delle misure.

Tab. 3.1 - Elenco tratti fluviali considerati per le misure.

Cod	Fiume	Sito	Corpo Idrico Sardegna	CEDOC	Codice CEDOC	ID	Tipo RAS
S14	Rio San Giuseppe	Solago/Sarossa	Riu Orvani		0102-CF002600	21IN7Tsa	
S15	Lorana	Lorana Valle (culvert)	Riu Lorana		0102-CF003700	21IN7Tsa	
S18	Corr'e Pruna	Corr'e Pruna Monte	Riu Corr'e Pruna		0035-CF000200	21EF7Tsa	
S19	Corr'e Pruna	Corr'e Pruna Valle	Riu Corr'e Pruna		0035-CF000200	21EF7Tsa	
S20	Corr'e Pruna	Ponte	Riu Corr'e Pruna		0035-CF000200	21EF7Tsa	
S23	Foddeddu	Foddeddu Valle	Fiume Foddeddu		0073-CF000102	21IN8Tsa	
S24	Porceddu	Porceddu	Riu di Monte Porceddus		0035-CF000400	21EF7Tsa	
S25	Museddu	Museddu	Rio Is Arpas		0065-CS0001	n.t. ⁽¹⁾	
S26	Canale	Canale Monte Dep.	Riu Bau Samuccu		0067-CF000100	21IN7Tsa	

⁽¹⁾: non tipizzato

Nel seguito vengono quindi presentate delle schede di dettaglio, per ciascuno dei corpi idrici considerati, che illustrano la situazione osservata nel tratto fluviale e le possibili modifiche effettuate secondo le diverse opzioni di misura. Per ogni corpo idrico sono riportate due tabelle, la prima che elenca le caratteristiche del corpo idrico e le eventuali misure messe in opera. La seconda tabella riporta il valore degli indici che concorrono nella definizione dell'IQH, congiuntamente al valore dell'IQH stesso. Sono in particolare presentati i valori degli indici osservati e modificati in seguito all'applicazione delle diverse opzioni di misura, anche considerando la combinazione delle opzioni 1b e 4 in tabella definite come 'potenziale' del tratto. Mentre i singoli indici sono riportati in valore grezzo (i.e. non come EQR) l'IQH è invece rappresentato come EQR e ha una variabilità possibile tra 0 e 1. In questa seconda tabella i colori delle celle corrispondono alla classe di stato di qualità (come da Buffagni et al., 2010) con le seguenti corrispondenze: Azzurro: elevato, Verde: Buono, Giallo: Moderato/Sufficiente, Arancione: Scarso e Rosso: Cattivo.

L'IQH, come previsto da DM 260/2010 dovrebbe essere utilizzato per la validazione dei siti di riferimento e quindi in Decreto sono presentati solo i limiti di classe per discriminare lo stato elevato. Per aiutare però nell'interpretazione del dato biologico vengono proposti nel presente contributo anche i limiti di classe dell'indice IQH per la definizione degli stati buono, moderato, scarso e cattivo (Tabelle 4.2a e 4.2b). La procedura per definire i limiti di classe è quella di dividere l'ambito di variazione tra il limite che definisce lo stato elevato e 0 in 4 classi di uguale ampiezza, definendo così i limiti di classe tra G/M, M/P, P/B. Questa procedura è analoga a quanto adottato per la definizione dei limiti di classe degli indici che compongono l'IQH e dell'indice STAR_ICMi, indice utilizzato per la definizione dello stato di qualità per gli invertebrati fluviali (Buffagni et al., 2008). Anche per l'indice IQH nelle tabelle in cui compaiono i valori, si utilizza il colore delle celle per caratterizzare lo stato.

Tab. 3.2 - Classi di qualità dell'habitat utilizzate per i corsi d'acqua temporanei sardi in questo contributo.

EQR_{QH}	Stato di qualità	Colore
≥ 0.81	elevato	azzurro
≥ 0.61	buono	verde
≥ 0.41	moderato	giallo
≥ 0.21	scarso	arancione
< 0.21	cattivo	rosso

Per ogni tratto vengono infine riportate delle immagini esemplificative delle alterazioni rilevate. Si specifica inoltre che per alcuni tratti fluviali sono anche riportate delle immagini che rappresentano la situazione di naturalità che sarebbe tipica per quel tratto fluviale e che rappresentano quindi la condizione cui ambire in seguito alla messa in opera delle misure.

Lorana valle (culvert)

Tabella 3.3a. Caratteristica di habitat e misure effettuate nel Lorana Valle (culvert). La colonna A riporta il rango di facilità di applicazione della misura in accordo alla tabella 3.1.

Opz.	A	Settore fluviale considerato/tipo di opera	Valore osservato	Valore dopo misura	Note
Opz 1a	5	Rifiuti su sponda e/o alveo (<i>spot checks</i>)	4	2	
	4	Alveo rettificato in modo evidente (<i>sweep-up</i>)	P	P	
	4	Sponda risezionata (<i>spot checks</i>)	12	6	
	4	Sponda risezionata (<i>sweep-up</i>)	E	P	
	4	Alveo/Culvert	2	1	
	4	Alveo/Ford (guado)	1	0	
	3	Sponda rinforzata alla sommità (<i>spot checks</i>)	2	1	
	3	Alveo/Weir	1	1	
	3	Alveo/impoundment	E	P	
Opz 1b	5	Rifiuti sulla sponda e/o alveo (<i>spot checks</i>)	4	0	
	4	Alveo rettificato in modo evidente (<i>sweep-up</i>)	P	0	
	4	Sponda risezionata (<i>spot checks</i>)	12	0	
	4	Sponda risezionata (<i>sweep-up</i>)	E	P	
	4	Alveo/Culvert	2	1	
	4	Alveo/Ford (guado)	1	1	
	3	Sponda rinforzata alla sommità (<i>spot checks</i>)	2	2	
	3	Alveo/Weir	1	1	
3	Alveo/impoundment	E	0		
Opz 2	Non applicata				
Opz 3	Non applicata				
Opz 4	Non applicata				

Tabella 3.3b. Valori degli indici di habitat osservati e ottenuti in seguito all'applicazione di diverse opzioni di misura nel Lorana valle (culvert). *Il valore di IQH corrisponde allo stato elevato, ma dal momento che HMS è < buono il tratto non può essere considerato elevato.

Valori osservati				Opzione misura	Valori dopo le misure			
HMS	LUI	HQA	IQH		HMS	LUI	HQA	IQH
43	1.45	46	0.76	Opzione 1a	27	1.45	46	0.81*
				Opzione 1b	18	1.45	46	0.84
				Potenziale	18	1.45	46	0.84

Caratteristiche di habitat e idromorfologia locale osservate nel Lorana Valle (culvert), Maggio 2011. Sardegna.



Alveo rettificato. Sponde risezionate.



Alveo cementificato.



Culvert per attraversamento.



Struttura della sommità di sponda destra a macchia mediterranea (MM), con strada sulla sommità. Sponda risezionata.

Il Lorana valle si caratterizza per la presenza di culvert e guadi e per il risezionamento delle sponde. Queste caratteristiche determinano l'ottenimento di un punteggio piuttosto elevato per l'indice HMS. Il corpo idrico, localizzato in contesto agricolo presenta comunque una buona diversificazione dell'habitat e un uso del territorio non compromesso. Sono inoltre, comunque presenti formazioni vegetazionali naturali, oltre ad usi tipicamente agricoli e suburbani. Questo si traduce complessivamente per il tratto in un buono stato di habitat (IQH), che non risente eccessivamente dalle alterazioni morfologiche che in questo caso sono mitigate dalla comunque buona diversificazione degli habitat e da un uso del territorio non

particolarmente alterato. Di fatto quindi in questo specifico caso non necessariamente andrebbero messe in pratica delle misure di ripristino della qualità degli habitat. Nonostante ciò, dato l'elevato punteggio del tratto in termini di HMS, sono state comunque considerate misure di risanamento indirizzate alla rimozione delle alterazioni morfologiche. Con la rimozione della metà delle alterazioni presenti nel sito (Opzione 1a) l'IQH raggiungerebbe il valore elevato (limite di classe elevato/non elevato = 0.81). Si segnala però che l'IQH non si può comunque considerare elevato se uno dei tre indici che lo compongono è in una classe inferiore al buono. L'opzione invece di rimuovere tutte le alterazioni che in tabella 3.1 abbiano

ricevuto un rango di 5 e 4 e lasciando in linea di massima tutte le altre, si ottiene il buono stato per l'HMS e complessivamente il tratto investigato potrebbe essere candidato a sito di riferimento.

Corr'e Pruna Monte

Tabella 3.4a. Caratteristica di habitat e misure effettuate nel Corr'e Pruna Monte. Per Opzione 3 e 4 utilizzato come sito di riferimento il Flumineddu e Picocca. La colonna A riporta il rango di facilità di applicazione della misura in accordo alla tabella 3.1.

Opz.	A	Settore fluviale considerato/tipo di opera	Valore osservato	Valore dopo misura	Note
Opz. 1a	5	Sfalcimento sponde (<i>sweep-up</i>)	P	P	
	4	Alveo risezionato (<i>spot checks</i>)	10	5	
	4	Alveo rettificato in modo evidente (<i>sweep-up</i>)	W	E	
	3	Sponda rinforzata (<i>sweep-up</i>)	P	P	
	3	Sponda arginata - <i>Embankment</i> (<i>spot checks</i>)	20	10	
	3	Sponda arginata (<i>sweep-up</i>)	W	E	
	3	Alveo/Weir	1	1	
	3	Impoundment (<i>sweep-up</i>)	E	P	
Opz. 1b	5	Sfalcimento sponde (<i>sweep-up</i>)	P	0	Se si eliminano tutte le alterazioni ma non EM non si ottiene il buono per HMS
	4	Alveo risezionato (<i>spot checks</i>)	10	0	
	4	Alveo rettificato in modo evidente (<i>sweep-up</i>)	W	P	
	3	Sponda rinforzata (<i>sweep-up</i>)	P	0	
	3	Sponda arginata - <i>Embankment</i> (<i>spot checks</i>)	20	8	
	3	Sponda arginata (<i>sweep-up</i>)	W	P	
	3	Alveo/Weir	1	1	
	3	Impoundment (<i>sweep-up</i>)	E	P	
Opz. 2	4	Uso territorio agli <i>spot checks</i>		Usi artificiali convertiti in MM	È stato rilevato un solo uso naturale e solo nello <i>sweep-up</i> : MM
	4	Struttura sommità di sponda	(B)	S	
	3	Uso del territorio nello <i>sweep-up</i>		Eliminati tutti gli usi non naturali	
Opz. 3	4	Uso territorio agli <i>spot checks</i>		Nessuna modifica	Rilevati solo usi non naturali
	5	Struttura <i>bankface</i> (<i>spot checks</i>)		Nessuna modifica	
	4	Struttura <i>banktop</i> (<i>spot checks</i>)		Nessuna modifica	
	5	Uso del territorio sponda (<i>Sweep up</i>)		Aggiunti	
	3	Uso del territorio <i>banktop</i> (<i>Sweep up</i>)		BL: P, MM: P, RD: P	
	5	Copertura arborea (<i>sweep-up</i>)		Nessuna modifica	
Opz. 4	4	Uso territorio agli <i>spot checks</i>		20 BL	Rilevati solo usi non naturali
	4	Struttura <i>banktop</i> (<i>spot checks</i>)		20: C	
	5	Struttura <i>bankface</i> (<i>spot checks</i>)		10: S	
				10: C	
	5	Uso del territorio sponda (<i>Sweep up</i>)		Eliminati tutti gli usi non naturali;	
	4	Uso del territorio <i>banktop</i> (<i>Sweep up</i>)		aggiunto BL: E; MM: P; RD: P	
				P	
	5	Copertura arborea (<i>Sweep-up</i>)		Semicontinuos	

Tabella 3.4b. Valori degli indici di habitat osservati e ottenuti in seguito all'applicazione di diverse opzioni di misura nel *Corr'e pruna Monte*.

Valori osservati				Opzione misura	Valori dopo le misure			
HMS	LUI	HQA	IQH		HMS	LUI	HQA	IQH
51	11	34	0.57	Opzione 1a	35	6.2	34	0.66
				Opzione 1b	16	6.2	34	0.72
				Opzione 2	51	4.8	37	0.64
				Opzione 3	51	9	36	0.60
				Opzione 4	51	4.8	47	0.71
				Potenziale	16	4.8	47	0.83

Caratteristiche di habitat e idromorfologia locale osservate nel Corr'e Pruna monte, Maggio 2011. Sardegna.



Alveo rettificato. Struttura della sponda Uniforme (U).



Soglia/briglia, con alveo e sponde cementificate.



Struttura della sommità di sponda sinistra uniforme a vegetazione erbacea (U), con strada sulla sommità. Sponde arginate.



Struttura della sommità di sponda destra uniforme a vegetazione erbacea (U), con strada sulla sommità. Sponde arginate.

In una situazione come quella del Corr'e Pruna monte gli habitat risultano compromessi sia in termini di alterazione morfologica che di uso del territorio. Le difese in questo tratto sono a tutela dell'uso agricolo. Il semplice dimezzamento delle alterazioni presenti non è sufficiente a far raggiungere il buono stato per l'HMS. Risulta necessario intervenire sul risezionamento di alveo e sponda anche rimuovendo una parte delle arginature. Così facendo si sistema la recupera sia l'HMS che il LUI (per cui una parte dei punteggi è legata alla presenza di arginatura) [Opzione 1b]. La rimozione degli usi non naturali almeno in una parte del tratto investigato porta ad un ulteriore

miglioramento del LUI [Opzione 2], se poi si interviene inserendo nel tratto fluviale caratteristiche di naturalità nell'uso del territorio (e non semplicemente rimuovendo le caratteristiche non-naturali) si migliora oltre il LUI l'HQA. In un contesto come quello del Corre Pruna monte, perché il tratto possa essere candidato a sito di riferimento è necessario operare congiuntamente sia sulla rimozione delle alterazioni morfologiche e delle caratteristiche artificiali che sull'inserimento di caratteristiche naturali. Le caratteristiche naturali cui bisognerebbe aspirare sono riportate qui sotto, e fanno riferimento al Flumineddu.

Possibile risultato conseguente l'applicazione di misure di ripristino degli habitat naturali e rimozione delle alterazioni morfologiche nel Corr'e pruna (da Flumineddu e Picocca)



Alveo naturale. Uso naturale: BL.



Struttura naturale habitat canale e di sponda.



Struttura di sponda e uso del territorio in un sito naturale (Macchia mediterranea MM).



Struttura di sponda e uso del territorio in un sito naturale (Alberi e arbusti sulla sponda: BL).

Corr'e Pruna Valle

Tabella 3.5a. Caratteristica di habitat e misure effettuate nel *Corr'e Pruna Valle*. Per Opzione 3 e 4 utilizzato come sito di riferimento il Flumineddu e il Picocca. La colonna A riporta il rango di facilità di applicazione della misura in accordo alla tabella 3.1.

Opz.	A	Settore fluviale considerato/tipo di opera	Valore osservato	Valore dopo misura	Note
Opz.	4	Sponda risezionata (<i>spot-checks</i>)	8	4	
1a	4	Alveo rettificato in modo evidente (<i>sweep-up</i>)	E	P	
	3	Sponda rinforzata (<i>spot-checks</i>)	4	2	
	3	Sponda rinforzata (<i>sweep-up</i>)	P	P	
	3	Alveo rinforzato (<i>spot checks</i>)	2	1	
	3	Sponda arginata - <i>Embankment</i> (<i>spot checks</i>)	10	5	
	3	Sponda arginata (<i>sweep-up</i>)	W	E	
	3	Alveo/Weir	1	0	
	3	Impoundment (<i>sweep-up</i>)	P	P	
	2	Alveo/Ponte	1	1	
Opz.	4	Sponda risezionata (<i>spot-checks</i>)	8	0	Se si
1b	4	Alveo rettificato in modo evidente (<i>sweep-up</i>)	E	P	eliminano
	3	Sponda rinforzata (<i>spot-checks</i>)	4	2	tutte le
	3	Sponda rinforzata (<i>sweep-up</i>)	P	0	alterazioni
	3	Alveo rinforzato (<i>spot checks</i>)	2	1	ma non EM
	3	Sponda arginata - <i>Embankment</i> (<i>spot checks</i>)	10	4	non si
	3	Sponda arginata (<i>sweep-up</i>)	W	P	ottiene il
	3	Alveo/Weir	1	0	buono per
	3	Impoundment (<i>sweep-up</i>)	P	P	HMS
	2	Alveo/Ponte	1	1	
Opz.	4	Uso territorio agli <i>spot checks</i>	WR, EU	TH	
2	3	Uso del territorio nello <i>sweep-up</i>	EU, VI, RP, OR, UR, WR: P o E	0	
	4	Struttura sommità di sponda	1B	U	
Opz.	4	Uso territorio (<i>spot checks</i>)	8TH;	9BL	
3			1SH		
	5	Struttura <i>bankface</i> (<i>spot checks</i>)	8U	8S	
	4	Struttura <i>banktop</i> (<i>spot checks</i>)		9C	
	5	Uso del territorio sponda (<i>Sweep up</i>)		Aggiunti	
	3	Uso del territorio <i>banktop</i> (<i>Sweep up</i>)		BL: E, MM: P, RD: P	
	5	Copertura arborea (<i>sweep-up</i>)		Aggiunti	
				BL: E, MM: P, RD: P	
				Semicontinuos	
Opz.	4	Uso territorio agli <i>spot checks</i>	4EU; 6WR	10BL	
4	5	Struttura <i>bankface</i> (<i>spot checks</i>)		10S	
				10C	
	4	Struttura <i>banktop</i> (<i>spot checks</i>)		10C	
	5	Uso del territorio sponda (<i>Sweep up, 50m</i>)		Eliminati tutti gli usi non	
	3	Uso del territorio <i>banktop</i> (<i>Sweep up, 50m</i>)		naturali;	
				aggiunto BL: E; MM: P;	
				RD: P	
	5	Copertura arborea (<i>Sweep-up</i>)		Semicontinuos	
	5	Linea di aratura perpendicolare all'alveo	P	0	

Tabella 3.5b. Valori degli indici di habitat osservati e ottenuti in seguito all'applicazione di diverse opzioni di misura nel *Corr'e pruna Valle*.

Valori osservati				Opzione misura	Valori dopo le misure			
HMS	LUI	HQA	IQH		HMS	LUI	HQA	IQH
45	8.9	36	0.62	Opzione 1a	30	6.5	36	0.69
				Opzione 1b	17	6.5	36	0.73
				Opzione 2	45	3.8	36	0.66
				Opzione 3	45	5.7	49	0.74
				Opzione 4	45	2.4	50	0.77
				Potenziale	17	2.4	50	0.87

Caratteristiche di habitat e idromorfologia locale osservate nel Corr'e Pruna valle, Maggio 2011. Sardegna.



Alveo rettificato. Sponda destra arginata.



Struttura della sponda Uniforme (U).

La situazione del Corr'e Pruna valle è molto simile a quella del Corr'e Pruna monte, con alterazioni e banalizzazioni degli habitat leggermente inferiori a quest'ultimo. Gli interventi dovrebbero quindi essere indirizzati alla rimozione dei risezionamenti e

di una parte delle arginature, congiuntamente al generale ripristino della naturalità del tratto.

Corr'e Pruna Ponte

Tabella 3.6a. Caratteristica di habitat e misure effettuate nel *Corr'e Pruna Ponte*. Per Opzione 3 e 4 utilizzato come sito di riferimento il Flumineddu e il Picocca. La colonna A riporta il rango di facilità di applicazione della misura in accordo alla tabella 3.1.

Opz.	A	Settore fluviale considerato/tipo di opera	Valore osservato	Valore dopo misura	Note
Opz.	4	Alveo risezionato (<i>spot-checks</i>)	2	1	
1a	4	Alveo rettificato in modo evidente (<i>sweep-up</i>)	W	E	
	3	Sponda rinforzata (<i>spot-checks</i>)	20	10	
	3	Sponda rinforzata (<i>sweep-up</i>)	P	P	
	3	Alveo rinforzato (<i>spot checks</i>)	8	4	
	3	Sponda arginata - <i>Embankment</i> (<i>spot checks</i>)	12	6	
	3	Sponda arginata (<i>sweep-up</i>)	W	E	
	3	Alveo/Weir	2	1	
	3	Impoundment (<i>sweep-up</i>)	P	P	
	2	Alveo/Ponte	1	1	
Opz.	4	Alveo risezionato (<i>spot checks</i>)	2	0	
1b	4	Alveo rettificato in modo evidente (<i>sweep-up</i>)	W	0	
	3	Sponda rinforzata (<i>spot-checks</i>)	20	6	
	3	Sponda rinforzata (<i>sweep-up</i>)	P	P	
	3	Alveo rinforzato (<i>spot checks</i>)	8	2	
	3	Sponda arginata - <i>Embankment</i> (<i>spot checks</i>)	12	4	
	3	Sponda arginata (<i>sweep-up</i>)	W	0	
	3	Alveo/Weir	2	0	
	3	Impoundment (<i>sweep-up</i>)	P	P	
	2	Alveo/Ponte	1	1	
Opz.	4	Uso territorio (<i>spot checks</i>)	WR, EU, TL, SR	TH	
2	3	Uso del territorio (<i>sweep-up</i>)	OL, VI, RP, EU, SR, WR: P o E	0	
	4	Struttura sommità di sponda (<i>spot checks</i>)	8B	8U	
Opz.	4	Uso territorio (<i>spot checks</i>)	9TH	9BL	
3	5	Struttura <i>bankface</i> (<i>spot checks</i>)		2S	
	4	Struttura <i>banktop</i> (<i>spot checks</i>)		9C	
	5	Uso del territorio sponda (<i>Sweep up</i>)		Aggiunti	
	3	Uso del territorio <i>banktop</i> (<i>Sweep up</i>)		BL: P, MM: P, RD: P	
	5	Copertura arborea (<i>sweep-up</i>)		Isolated scattered	
Opz.	4	Uso territorio (<i>spot checks</i>)	1 EU; 1 TL; 6 WR; 3 SR	11 BL	
4	5	Struttura <i>bankface</i> (<i>spot checks</i>)		10 S	
				10: C	
	4	Struttura <i>banktop</i> (<i>spot checks</i>)		11: C	
	5	Uso del territorio sponda (<i>Sweep up</i>)		Eliminati tutti usi non naturali; aggiunto BL: E; MM: P; RD: P	
	3	Uso del territorio <i>banktop</i> (<i>Sweep up</i>)		Eliminati tutti usi non naturali; aggiunto BL: E; MM: P; RD: P	
	5	Copertura arborea (<i>Sweep-up</i>)		Semicont.	

Tabella 3.6b. Valori degli indici di habitat osservati e ottenuti in seguito all'applicazione di diverse opzioni di misura nel *Corr'e pruna Ponte*.

Valori osservati				Opzione misura	Valori dopo le misure			
HMS	LUI	HQA	IQH		HMS	LUI	HQA	IQH
79	13	26	0.40	Opzione 1a	54	11.6	26	0.49
				Opzione 1b	18	11.6	26	0.61
				Opzione 2	79	1.5	26	0.50
				Opzione 3	79	12	37	0.49
				Opzione 4	79	1.5	44	0.62
				Potenziale	18	1.5	44	0.83

Caratteristiche di habitat e idromorfologia locale osservate nel Corr'e Pruna ponte, Maggio 2011. Sardegna.



Alveo rettificato e cementificato. Ponte. Sponda cementificata.



Alveo cementificato, scarsa diversificazione degli habitat.



Alveo e sponde cementificate. Struttura della sponda 'Nuda' (B).



Sponda priva di vegetazione - Struttura della sponda 'Nuda' (B).

Il Corr'e pruna ponte è stato investigato per rappresentare una situazione di elevato degrado

morfologico, con alveo e sponde cementificate, oltre che arginate. Gli interventi di

artificializzazione, effettuati in modo piuttosto invasivo, sono stati eseguiti a protezione di un ponte su una strada secondaria, in contesto agricolo. In questo caso il risultato si manifesta sia sui valori di HMS, che risulta molto elevato, sia sulla diversificazione degli habitat (i.e. estrema banalizzazione degli habitat) con un HQA prossimo al limite dello stato scarso. Per ottenere un miglioramento dei valori di HMS fino al buono, è necessario rimuovere la maggior parte dei rinforzi e l'arginatura. In parallelo si dovrebbe procedere anche al miglioramento degli habitat con interventi indirizzati al ripristino della naturalità delle sponde in primo luogo e all'inserimento di usi naturali oltre la sommità di sponda.

Foddeddu

Tabella 3.7a. Caratteristica di habitat e misure effettuate nel *Foddeddu*. Per Opzione 3 e 4 utilizzato come sito di riferimento il Flumineddu e il Picocca. La colonna A riporta il rango di facilità di applicazione della misura in accordo alla tabella 3.1.

Opz.	A	Settore fluviale considerato/tipo di opera	Valore osservato	Valore dopo misura	Not e
Opz. 1a	5	Sfalciamento sponde (<i>sweep-up</i>)	W	E	
	4	Sponda risezionata (<i>spot checks</i>)	10	5	
	4	Alveo risezionato (<i>spot checks</i>)	4	2	
	4	Alveo rettificato in modo evidente (<i>sweep-up</i>)	W	E	
	3	Sponda rinforzata (<i>spot-checks</i>)	10	5	
	3	Sponda rinforzata (<i>sweep-up</i>)	E	P	
	3	Alveo rinforzato (<i>spot checks</i>)	6	3	
	3	Sponda artificiale a due stadi (<i>sweep-up</i>)	E	0	
	3	Alveo/Weir	1	1	
Opz. 1b	5	Sfalciamento sponde (<i>sweep-up</i>)	W	0	
	4	Sponda risezionata (<i>spot checks</i>)	10	0	
	4	Alveo risezionato (<i>spot checks</i>)	4	0	
	4	Alveo rettificato in modo evidente (<i>sweep-up</i>)	W	0	
	3	Sponda rinforzata (<i>spot checks</i>)	10	8	
	3	Sponda rinforzata (<i>sweep-up</i>)	E	P	
	3	Alveo rinforzato (<i>spot checks</i>)	6	0	
	3	Sponda artificiale a due stadi (<i>sweep-up</i>)	E	0	
	3	Alveo/Weir	1	0	
Opz. 2	4	Uso territorio (<i>spot checks</i>)	4 UR, 6 WR, 5 OR e 1 OL	16 TH	
	3	Uso del territorio (<i>sweep-up</i>)	OL, VI, RP, EU, SR, WR: P o E	0	
	4	Struttura <i>banktop</i> (<i>spot checks</i>)	10 B	10 U	
Opz. 3	4	Uso territorio (<i>spot checks</i>)	4TH	4BL	
	5	Struttura <i>bankface</i> (<i>spot checks</i>)		4S	
	4	Struttura <i>banktop</i> (<i>spot checks</i>)		4C	
	5	Uso del territorio <i>bankface</i>		Aggiunti BL: E, (dx); MM: E (sn), P (dx), RD: E (sn), P (dx)	
	4	Uso del territorio <i>banktop</i> (<i>Sweep up</i>)		Aggiunti BL: P (sn), E (dx); MM: P (sn), P (dx), RD: P (sn), P (dx)	
	5	Copertura arborea (<i>sweep-up</i>)		Semicont. (dx), Isol. (sn)	
Opz. 4	4	Uso territorio (<i>spot checks, 5m</i>)	4 UR, 6 WR, 5 OR, 1 OL	9 BL, 7 MM	
	5	Struttura <i>bankface</i> (<i>spot checks</i>)		10 S	
				10: C	
	4	Struttura <i>banktop</i> (<i>spot checks</i>)		20: C	
	5	Uso del territorio sponda (<i>Sweep up, 50m</i>)		Eliminati gli usi non naturali; aggiunto BL: E (dx); MM: E (sn), P (dx), RD: E (sn), P (dx)	
	3	Uso del territorio <i>banktop</i> (<i>Sweep up</i>)		Eliminati gli usi non naturali; aggiunto BL: E (sn), E (dx); MM: P (sn), P (dx), RD: P (sn), P (dx)	
	5	Copertura arborea (<i>Sweep-up</i>)		Semicont.	
	5	Linea di aratura perpendicolare all'alveo		Da P a 0	

Tabella 3.7b. Valori degli indici di habitat osservati e ottenuti in seguito all'applicazione di diverse opzioni di misura nel *Foddeddu*.

Valori osservati				Opzione misura	Valori dopo le misure			
HMS	LUI	HQA	IQH		HMS	LUI	HQA	IQH
60	10.3	30	0.51	Opzione 1a	37	10.3	30	0.59
				Opzione 1b	18	10.3	30	0.65
				Opzione 2	60	0	30	0.60
				Opzione 3	60	8.3	41	0.61
				Opzione 4	60	0	50	0.74
				Potenziale	18	0	50	0.88

Caratteristiche di habitat e idromorfologia locale osservate nel *Foddeddu*, Maggio 2011. Sardegna.



Alveo risezionato e rinforzato; sponda cementificata. Sponda artificiale a due stadi.



Alveo risezionato e rinforzato; sponda cementificata.



Struttura della sponda 'Uniforme' (U).



Uso del territorio OR (Frutteti). Sponda risezionata e struttura della sponda B (nuda).

Il *Foddeddu* rappresenta un tratto fluviale in territorio agricolo/urbano per cui gli interventi di ripristino non sono facilmente applicabili. La significativa alterazione morfologica osservata potrebbe in ogni caso essere mitigata da interventi

indirizzati alla rimozione dei risezionamenti con recupero della naturalità delle sponde, alla parziale eliminazione dei rinforzi (soprattutto dell'alveo) e all'inserimento di caratteristiche di naturalità (e.g. aumento della complessità della struttura di

sponda, inserimento di usi naturali sia sulla sponda che oltre in *banktop*). L'azione congiunta su questi diversi aspetti può portare al ripristino della qualità degli habitat, senza che necessariamente sia possibile raggiungere lo stato almeno buono per tutte e 3 le componenti di habitat, ma sicuramente avvicinandosi molto. Le caratteristiche di naturalità cui bisognerebbe ambire in un sito come il

Foddeddu sono qui di seguito rappresentate, sulla base del Rio Picocca.

Possibile risultato conseguente l'applicazione di misure di ripristino degli habitat naturali e rimozione delle alterazioni morfologiche nel Foddeddu (da Rio Picocca e Flumineddu)



Alveo naturale. Uso naturale: BL.



Struttura naturale habitat canale.



Struttura di sponda e uso del territorio in un sito naturale (MM).



Struttura di sponda e uso del territorio in un sito naturale (Alberi e arbusti sulla sponda e oltre la sommità di sponda: BL).

Porceddu

Tabella 3.8a. Caratteristica di habitat e misure effettuate nel *Porceddu*. La colonna A riporta il rango di facilità di applicazione della misura in accordo alla tabella 3.1.

Opz.	A	Settore fluviale considerato/tipo di opera	Valore osservato	Valore dopo misura	Note
Opz. 1a	4	Alveo risezionato (<i>spot checks</i>)	1	1	
	4	Sponda risezionata (<i>spot checks</i>)	5	2	
	4	Alveo/Guado	1	1	
	3	Sponda rinforzata al piede (<i>spot checks</i>)	3	2	
	3	Sponda rinforzata (<i>spot-checks</i>)	2	1	
	3	Sponda rinforzata (<i>sweep-up</i>)	P	P	
	3	Alveo rinforzato (<i>spot checks</i>)	2	2	
	3	Sponda artificiale a due stadi (<i>sweep-up</i>)	P	P	
	3	Alveo/deflector	2	1	
	2	Alveo/Ponte	1	1	
Opz. 1b	4	Alveo risezionato (<i>spot checks</i>)	1	0	
	4	Sponda risezionata (<i>spot checks</i>)	5	0	
	4	Alveo/Guado	1	0	
	3	Sponda rinforzata al piede (<i>spot checks</i>)	3	0	
	3	Sponda rinforzata (<i>spot-checks</i>)	2	2	
	3	Sponda rinforzata (<i>sweep-up</i>)	P	P	
	3	Alveo rinforzato (<i>spot checks</i>)	2	2	
	3	Sponda artificiale a due stadi (<i>sweep-up</i>)	P	P	
	3	Alveo/deflector	2	1	
	2	Alveo/Ponte	1	1	
Opz. 2, 3 e 4		Nessuna modifica, HQA e LUI, già in stato buono			

Tabella 3.7b. Valori degli indici di habitat osservati e ottenuti in seguito all'applicazione di diverse opzioni di misura nel *Porceddu*. * valore ottenuto cambiando 4B del face con 4 C al fine di avere IQH elevato.

Valori osservati				Opzione misura	Valori dopo le misure			
HMS	LUI	HQA	IQH		HMS	LUI	HQA	IQH
28	4.3	42	0.76	Opzione 1a	18	4.3	42	0.79
				Opzione 1b	15	4.3	42	0.80
				Opzione 2	na	na	na	
				Opzione 3	na	na	na	
				Opzione 4	na	na	na	
				Potenziale	18	4.3	46*	0.83

Caratteristiche di habitat e idromorfologia locale osservate nel Porceddu, Maggio 2011. Sardegna.



Sponde risezionate. Uso naturale oltre la sommità di sponda.



Sponde risezionate. Pennello.



Sponde risezionate. Ponte.



Uso agricolo oltre la sommità di sponda.

Il Porceddu presenta principalmente problemi legati alle alterazioni morfologiche per interventi di protezione degli usi agricoli, che peraltro hanno una presenza limitata nel tratto, e di una strada. L'indice HQA, sebbene non raggiunga valori molto alti, è comunque in stato elevato (al limite dello stato buono). In questo caso in particolare, potrebbe valere la pena effettuare degli interventi mirati che, proprio perché la situazione osservata in partenza è poco compromessa, potrebbero contribuire ad un miglioramento degli habitat tale da candidare il tratto a sito di riferimento. Per ottenere un IQH di stato elevato non è sufficiente intervenire sulle alterazioni morfologiche ma è necessario modificare anche gli usi del territorio. La semplice sostituzione dei 4 rilevamenti di sponda indicati come B (nudi) con C (complex) porterebbe l'HQA da 42 a 46, risultando infine in un IQH di 0.83. Questo

significa che pur in presenza di alcune alterazioni, si potrebbe valutare la candidatura di questo tratto a sito di riferimento, valutazione che andrebbe senz'altro confermata da verifiche a scala più ampia.

Museddu

Tabella 3.9a. Caratteristica di habitat e misure effettuate nel sito *Museddu*. Per Opzione 3 e 4 utilizzato come sito di riferimento il Picocca. La colonna A riporta il rango di facilità di applicazione della misura in accordo alla tabella 3.1.

Opz.	A	Settore fluviale considerato/tipo di opera	Valore osservato	Valore dopo misura	Note
Opz.	5	Sfalcimento sponde (<i>sweep-up</i>)	E	P	
1a	4	Sponda risezionata (<i>spot checks</i>)	16	8	
	4	Sponda risezionata (<i>sweep-up</i>)	E	P	
	4	Alveo rettificato in modo evidente (<i>sweep-up</i>)	E	P	
	3	Sponda rinforzata (<i>spot-checks</i>)	4	2	
	3	Sponda rinforzata (<i>sweep-up</i>)	P	P	
	3	Sponda artificiale a due stadi (<i>sweep-up</i>)	E	P	
	3	Alveo/Weir	7	4	
	3	Water impounded (<i>sweep-up</i>)	E	P	
	2	Alveo/Ponte	1	1	
Opz.	5	Sfalcimento sponde (<i>sweep-up</i>)	E	0	
1b	4	Sponda risezionata (<i>spot checks</i>)	16	0	
	4	Sponda risezionata (<i>sweep-up</i>)	E	0	
	4	Alveo rettificato in modo evidente (<i>sweep-up</i>)	E	0	
	3	Sponda rinforzata (<i>spot-checks</i>)	4	4	
	3	Sponda rinforzata (<i>sweep-up</i>)	P	P	
	3	Sponda artificiale a due stadi (<i>sweep-up</i>)	E	P	
	3	Alveo/Weir	7	2	
	3	Water impounded (<i>sweep-up</i>)	E	E	
	2	Alveo/Ponte	1	1	
Opz.	4	Uso territorio (<i>spot checks</i>)	10 WR, 10 SR	20 GR (uso dello <i>sweep-up</i>)	
2	3	Uso del territorio (<i>sweep-up</i>)	OR, RP: P o E	0	
	4	Struttura <i>banktop</i> (<i>spot checks</i>)	20 B	20 U	
Opz.	4	Uso territorio (<i>spot checks</i>)		Nessuna modifica	
3	4	Struttura <i>banktop</i> (<i>spot checks</i>)		Nessuna modifica	
	5	Struttura <i>bankface</i> (<i>spot checks</i>)	7U	7S	
	5	Uso del territorio sponda (<i>Sweep up</i>)		Aggiunti BL: P (dx); MM: P (sn edx), RD: E (sn), P, (dx)	
	4	Uso del territorio <i>banktop</i> (<i>Sweep up</i>)		Aggiunti BL: P (sn e dx); MM: P (sn e dx); RD: P (sn e dx)	
		Copertura arborea (<i>sweep-up</i>)		Nessuna modifica	
Opz.	4	Uso territorio (<i>spot checks</i>)	10 WR, 10 SR	10 BL, 10 MM	
4	4	Struttura <i>banktop</i> (<i>spot checks</i>)		20: C	
	5	Struttura <i>bankface</i> (<i>spot checks</i>)		10 S; 10: C	
	5	Uso del territorio sponda (<i>sweep-up</i> , 50m)		Eliminati tutti gli usi non naturali; aggiunto BL: E (dx); MM: E (sn), P (dx), RD: P (sn e dx). Trasformato un TH E in P	
	3	Uso del territorio <i>banktop</i> (<i>sweep-up</i> , 50m)		Eliminati tutti gli usi non naturali; aggiunto BL: E (sn e dx); MM: E (sn), P (dx), RD: P (sn e dx). Trasformato un TH E in P	
	5	Copertura arborea (<i>Sweep-up</i>)		Semicontinuos	

Tabella 3.9b. Valori degli indici di habitat osservati e ottenuti in seguito all'applicazione di diverse opzioni di misura nel sito *Museddu*.

Valori osservati (originali)				Opzione misura	Valori dopo le misure			
HMS	LUI	HQA	IQH		HMS	LUI	HQA	IQH
57	4.5	32	0.59	Opzione 1a	36	4.5	32	0.66
				Opzione 1b	18	4.5	32	0.72
				Opzione 2	57	0	38	0.67
				Opzione 3	57	3.1	34	0.61
				Opzione 4	57	0	44	0.71
				Potenziale	18	0	44	0.84

Caratteristiche di habitat e idromorfologia locale osservate nel Museddu, Maggio 2011. Sardegna.



Alveo e sponda risezionati. Sponda artificiale a due stadi.



Ponte e briglia/soglia.



Briglia/soglia.



Sponda risezionata (artificiale a due stadi) e struttura della sommità di sponda B (nuda).

Nel caso del Museddu le alterazioni rilevate incidono sia su HMS che su HQA. Il tratto investigato risulta quasi completamente risezionato sia sulle sponde che in parte dell'alveo. Sono inoltre presenti numerose soglie e briglie. Per raggiungere

il buono stato per l'HMS è necessario rimuovere tutti i risezionamenti, evitare di gestire le sponde e rimuovere anche una parte di soglie/briglie. Inoltre, sebbene nel tratto investigato siano presenti alcuni usi naturali, essi andrebbero implementati al fine di

aumentare la complessità delle sponde e garantire una certa quantità di copertura arborea.

Canale monte depuratore

Tabella 3.10a. Caratteristica di habitat e misure effettuate nel *Canale monte depuratore*. Per Opzione 3 e 4 utilizzato come sito di riferimento il Picocca. La colonna A riporta il rango di facilità di applicazione della misura in accordo alla tabella 3.1.

Opz.	A	Settore fluviale considerato/tipo di opera	Valore osservato	Valore dopo misura	Note
Opz.	4	Sponda risezionata (<i>spot checks</i>)	17	8	
1a	4	Sponda risezionata (<i>sweep-up</i>)	E	P	
	4	Alveo rettificato in modo evidente (<i>sweep-up</i>)	P	P	
	3	Sponda rinforzata (<i>spot-checks</i>)	17	9	
	3	Sponda rinforzata (<i>sweep-up</i>)	P	P	
	3	Alveo rinforzato (<i>spot-checks</i>)	9	4	
	3	Sponda arginata (<i>sweep-up</i>)	P	P	
	3	Sponda artificiale a due stadi (<i>sweep-up</i>)	P	P	
	3	Alveo/Weir	3	1	
	3	Water impounded (<i>sweep-up</i>)	P	P	
	2	Alveo/Ponte	2	2	
Opz.	4	Sponda risezionata (<i>spot checks</i>)	17	0	
1b	4	Sponda risezionata (<i>sweep-up</i>)	E	0	
	4	Alveo rettificato in modo evidente (<i>sweep-up</i>)	P	0	
	3	Sponda rinforzata (<i>spot-checks</i>)	17	6	
	3	Sponda rinforzata (<i>sweep-up</i>)	P	0	
	3	Alveo rinforzato (<i>spot-checks</i>)	9	0	
	3	Sponda arginata (<i>sweep-up</i>)	P	0	
	3	Sponda artificiale a due stadi (<i>sweep-up</i>)	P	0	
	3	Alveo/Weir	3	1	
	3	Water impounded (<i>sweep-up</i>)	P	P	
	2	Alveo/Ponte	2	2	
Opz. 2	4	Uso territorio (<i>spot checks, 5m</i>)	PG, WR WT	TH (uso dello <i>sweep-up</i>)	
	3	Uso del territorio (<i>sweep-up, 50m</i>)	EU, OR, OL, RP, UR, SR: P o E	0	
	4	Struttura sommità di sponda (<i>spot checks, 5m</i>)	5 B	5 U	
Opz. 3	4	Uso territorio (<i>spot checks</i>)		Nessuna modifica, poiché tutti artificiali	
	4	Struttura <i>banktop</i> (<i>spot checks</i>)		Nessuna modifica	
	5	Struttura <i>bankface</i> (<i>spot checks</i>)		Nessuna modifica, sponde cementificate	
	5	Uso del territorio sponda (<i>Sweep up</i>)		Aggiunti BL: P (dx); MM: P (sn e dx); RD: E (sn), P (dx)	
	3	Uso del territorio <i>banktop</i> (<i>Sweep up</i>)		Aggiunti BL: P (sn e dx); MM: P (sn e dx); RD: P, (sn e dx)	
	5	Copertura arborea (<i>sweep-up</i>)	Nessuno	Isolati	
Opz. 4	4	Uso territorio agli <i>spot checks</i>	10 PG, 10 WR	10 BL, 10 MM	
	4	Struttura <i>banktop</i> (<i>spot checks</i>)		20: C	
	5	Struttura <i>bankface</i> (<i>spot checks</i>)		10 S, 10:C	
	5	Uso del territorio sponda (<i>Sweep up</i>)		Eliminati tutti gli usi non naturali; aggiunto BL: E (dx); MM: E (sn), P (dx), RD: E (sn), P (dx).	
	3	Uso del territorio <i>banktop</i> (<i>Sweep up</i>)		Eliminati tutti gli usi non naturali; aggiunto BL: E (sn e dx); MM:E (sn), P (dx), RD: E (sn), P (dx).	
	5	Copertura arborea (<i>Sweep-up</i>)	Nessuno	Semicontinuos	

Tabella 3.10b. Valori degli indici di habitat osservati e ottenuti in seguito all'applicazione di diverse opzioni di misura nel sito *Canale Monte depuratore*.

Valori osservati				Opzione misura	Valori dopo le misure			
HMS	LUI	HQA	IQH		HMS	LUI	HQA	IQH
88	11.7	34	0.47	Opzione 1a	60	11.5	34	0.56
				Opzione 1b	17	11.5	34	0.71
				Opzione 2	88	0.2	34	0.57
				Opzione 3	88	9.7	38	0.51
				Opzione 4	88	0.2	53	0.68
				Potenziale	17	0.2	53	0.91

Caratteristiche di habitat e idromorfologia locale osservate nel Canale monte depuratore, Maggio 2011. Sardegna.



Alveo e sponda risezionati e rinforzati. Sponda artificiale a due stadi.



Alveo risezionato e sponda artificiale. Uso del territorio in sponda destra: depuratore.



Briglia/Soglia.



Ponte.

Il canale monte depuratore presenta una situazione di grave compromissione negli habitat e nella morfologia. Le sue caratteristiche potrebbero peraltro portare alla sua designazione come Corpo Idrico Fortemente Modificato. Questo tratto è stato comunque incluso nelle analisi al fine di rappresentare una condizione di pesante

alterazione idromorfologica. In questo caso quindi qualsiasi indicazione di attuazione delle misure dovrebbe essere considerata genericamente poco attuabile. Infatti per poter pensare ad un recupero della qualità di habitat si dovrebbero rimuovere, oltre che tutti i risezionamenti anche i rinforzi (presenti nella maggior parte del tratto sia in

sponda destra che sinistra che in alveo). Chiaramente essendo compressi gli habitat si dovrebbe comunque intervenire oltre che sulla rimozione delle alterazioni sul recupero della naturalità del tratto in termini di uso del territorio.

Peraltro il contesto urbano nel quale si trova questo tratto fluviale, rende poco attuabili le misure di rimozione delle protezioni.

Rio San Giuseppe

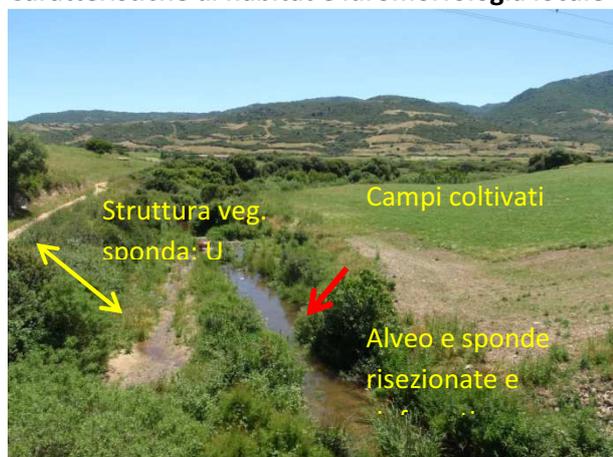
Tabella 3.11a. Caratteristica di habitat e misure effettuate nel sito *Rio San Giuseppe*. Per Opzione 3 e 4 utilizzato come sito di riferimento il Posada, Posada affluente e Saserra. La colonna A riporta il rango di facilità di applicazione della misura in accordo alla tabella 3.1.

Opz.	A	Settore fluviale considerato/tipo di opera	Valore osservato	Valore dopo misura	Note
Opz. 1a	5	Sfalciamento sponde (<i>sweep-up</i>)	P	0	
	4	Sponda risezionata (<i>spot checks</i>)	20	10	
	4	Sponda risezionata (<i>sweep-up</i>)	W	E	
	4	Alveo risezionato (<i>spot-checks</i>)	6	3	
	4	Alveo rettificato in modo evidente (<i>sweep-up</i>)	E	P	
	4	Alveo/Culvert	1	0	
	3	Sponda rinforzata (<i>sweep-up</i>)	P	P	
	2	Alveo/Ponte	2	2	
Opz. 1b	5	Sfalciamento sponde (<i>sweep-up</i>)	P	0	
	4	Sponda risezionata (<i>spot checks</i>)	20	12	
	4	Sponda risezionata (<i>sweep-up</i>)	W	E	
	4	Alveo risezionato (<i>spot-checks</i>)	6	0	
	4	Alveo rettificato in modo evidente (<i>sweep-up</i>)	E	0	
	4	Alveo/Culvert	1	0	
	3	Sponda rinforzata (<i>sweep-up</i>)	P	0	
	2	Alveo/Ponte	2	2	
Opz. 2	4	Uso territorio (<i>spot checks, 5m</i>)	6 WR, 2 VI, 3 TL	11 SH	
	3	Uso del territorio (<i>sweep-up, 50m</i>)	FM, VI, TL, RP, MR, WR: P o E	0	
	4	Struttura sommità di sponda (<i>spot checks, 5m</i>)	6 B	6 U	
Opz. 3	4	Uso territorio (<i>spot checks</i>)	4 SH, 3 TH	8 MM	
	4	Struttura <i>banktop</i> (<i>spot checks</i>)	6 U, 1 S	7 C	
	5	Struttura <i>bankface</i> (<i>spot checks</i>)	6 U	6 S	
	5	Uso del territorio sponda (<i>Sweep-up, 50m</i>)		Aggiunti MM: E (sn e dx); RD: E (sn)	
	3	Uso del territorio <i>banktop</i> (<i>Sweep-up, 50m</i>)		Aggiunti MM: E (sn e dx); RD: E (dx)	
	5	Copertura arborea (<i>sweep-up</i>)	Isolated	Semicontinuos	
Opz. 4	4	Uso territorio agli <i>spot checks</i>	6 WR, 2 VI, 3 TL	10 BL, 11 MM	
	4	Struttura <i>banktop</i> (<i>spot checks</i>)		11: C	
	5	Struttura <i>bankface</i> (<i>spot checks</i>)		10 S	
				10: C	
	5	Uso del territorio sponda (<i>Sweep-up, 50m</i>)		Eliminati tutti gli usi non naturali; aggiunto MM: E (sn e dx); RD: E (sn); TH: E (sn)	
	3	Uso del territorio <i>banktop</i> (<i>Sweep-up, 50m</i>)		Eliminati tutti gli usi non naturali; aggiunto MM: E (sn e dx); RD: E (dx), TH: E (dx)	
	5	Copertura arborea (<i>Sweep-up</i>)	Nessuno	Semicontinuos	

Tabella 3.11b. Valori degli indici di habitat osservati e ottenuti in seguito all'applicazione di diverse opzioni di misura nel Rio San Giuseppe.

Valori osservati				Opzione misura	Valori dopo le misure			
HMS	LUI	HQA	IQH		HMS	LUI	HQA	IQH
51	4.4	29	0.63	Opzione 1a	24	4.4	29	0.72
				Opzione 1b	17	4.4	29	0.74
				Opzione 2	51	0	29	0.66
				Opzione 3	51	4	39	0.69
				Opzione 4	51	0	39	0.72
				Potenziale	17	0	39	0.83

Caratteristiche di habitat e idromorfologia locale osservate nel Rio San Giuseppe, Maggio 2011. Sardegna.



Alveo e sponda risezionati. Campi coltivati sul *banktop*. Struttura della sponda uniforme.



Alveo risezionato e Vigne sul *banktop*.



Ponte. Alveo e sponde risezionati.



Culvert.

Il Rio San Giuseppe può rappresentare un buon esempio di tratto fluviale significativamente alterato per il quale possono essere possibili misure di intervento indirizzate al ripristino della qualità

degli habitat. Il contesto in cui si sviluppa il tratto è tipicamente agricolo, sebbene siano presenti due ponti, uno dei quali con piloni in alveo. La rimozione dei risezionamenti accompagnata da un recupero

della naturalità della sponda porterebbe ad un miglioramento sia dell'HQA che dell'HMS. Se a questo si accompagna l'inserimento di usi naturali nel territorio in sostituzione di una parte degli usi

agricoli, il sito si potrà facilmente considerare almeno buono stato.

Possibile risultato conseguente l'applicazione di misure di ripristino degli habitat naturali e rimozione delle alterazioni morfologiche nel San Giuseppe (da Saserra, Posada e Posada affluente)



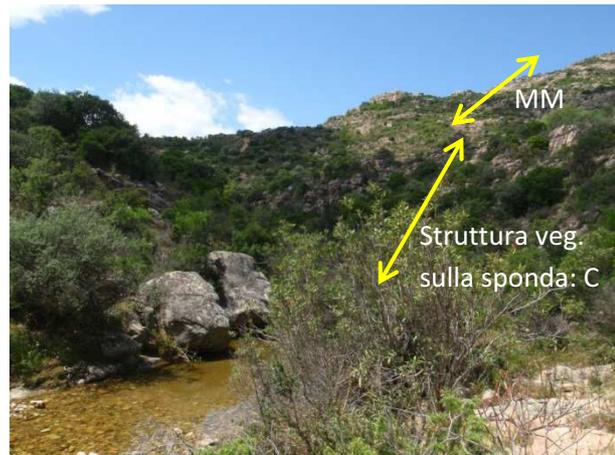
Alveo naturale. Uso naturale: BL.



Struttura naturale habitat canale e sponde.



Alveo naturale.



Struttura di sponda e uso del territorio in un sito naturale (Alberi e arbusti sulla sponda: MM).

4. Discussione e conclusioni

4.1. Quadro riassuntivo relativo alle misure applicabili nel contesto di INHABIT – Sardegna

Le Figure 4.1-4.4 rappresentano i valori degli indici HMS, LUI, HQA e IQH per i tratti fluviali, studiati in Sardegna, per i quali sono state fatte delle proposte di misura. Si ribadisce ancora una volta che i tratti fluviali rappresentano dei casi studio esemplificativi di quali tipologie di misure possano essere intraprese e della risultante delle misure intraprese, anche in chiave di potenziale massimo raggiungibile da ciascun tratto. Questo non significa che le misure proposte per gli esempi qui riportati siano sempre applicabili e che soprattutto lo siano tutte contemporaneamente.

Una sintesi generale di quanto emerso nel presente lavoro viene qui riportato per punti.

- Le proposte di misura di rimozione delle alterazioni morfologiche (opzione 1a e 1b) sono state indirizzate alla sostituzione dei record che indicano la presenza di una specifica alterazione con un *record* che indica 'nessuna alterazione'. Esse si traducono in una diminuzione del punteggio di HMS, non hanno effetto diretto sull'HQA ed hanno un effetto solo minimo sul LUI, quando si rimuovono delle arginature (Fig. 4.1).
- La semplice rimozione di metà delle alterazioni (Opz. 1a) non è sufficiente, in nessuno dei casi analizzati se non nel Porceddu, a raggiungere lo stato buono per HMS (Fig. 4.1).
- L'opzione 1b è stata applicata con la finalità di ottenere lo stato buono per HMS. In questo caso si è operato iniziando a rimuovere completamente le alterazioni più facilmente rimuovibili secondo la Tabella 3.1. Si poi proceduto rimuovendo a una a una le alterazioni maggiormente problematiche fino a raggiungere il primo valore per cui si potesse considerare buono l'HMS (*sensu* DM 260/2010). La Figura 4.2 fornisce un esempio riassuntivo del tipo di alterazioni rinvenute sulle sponde e una

quantificazione del tipo di alterazioni lasciate pur ottenendo un HMS 'buono', così come la Figura 4.3 rappresenta il tipo di alterazioni trasversali sulle quali si è maggiormente intervenuti per ottenere il buono per HMS (i.e. culvert, guadi, pennelli)

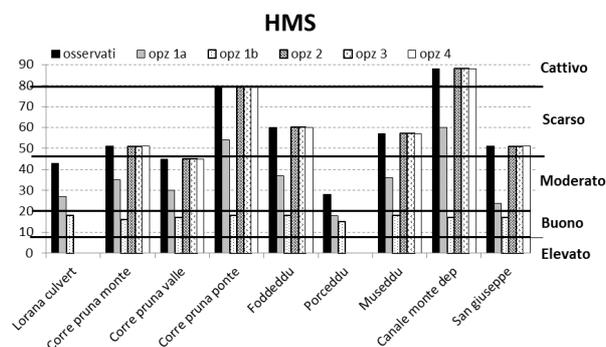


Fig. 4.1 - Valori di HMS per selezionati tratti fluviali sardi prima e dopo possibili interventi di misura.

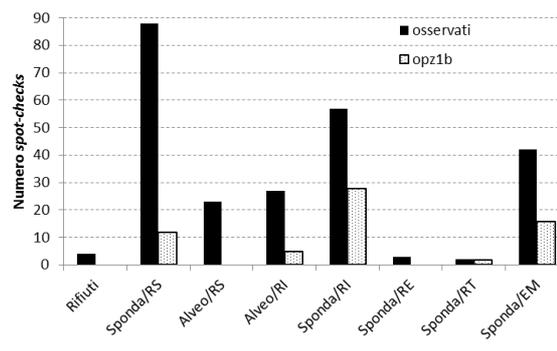


Fig. 4.2 - Numero e tipo di alterazioni della sponda osservate in 9 casi studio indagati in Sardegna e loro quantificazione in seguito ad una rimozione indirizzata a portare l'HMS a buono stato.

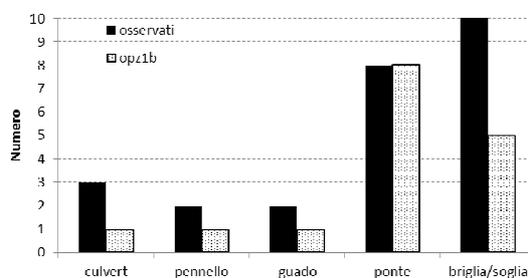


Fig. 4.3 - Numero e tipo di alterazioni del canale e delle sponde osservate in 9 casi studio indagati in Sardegna e loro quantificazione in

seguito ad una rimozione indirizzata a portare l'HMS a buono stato.

- Nel presente lavoro si è deciso di considerare le diverse componenti dell'habitat singolarmente e non combinando opzioni che agissero contemporaneamente sulle diverse componenti dell'habitat (i.e. HMS, LUI e HQA). È peraltro noto che la rimozione di un'alterazione porta ad un recupero della naturalità che potrebbe portare ad un aumento della diversificazione degli habitat presenti, quindi sebbene sia chiara l'influenza indiretta della rimozione di un'alterazione anche sulla diversificazione dell'habitat, questo aspetto è stato considerato solo nelle opzioni 2, 3 e 4.
- La combinazione degli effetti congiunti di rimozione delle alterazioni e aumento della naturalità del sito è stata solo considerata in termini di potenziale raggiungibile, cioè rimozione delle alterazioni fino al raggiungimento del buono per HMS (opzione 1b) e separatamente applicazione dell'opzione di sostituzione di tutte le caratteristiche non-naturali di uso del territorio con caratteristiche tipiche delle condizioni di riferimento (opzione 4). Sono quindi stati combinati nell'IQH il valore di HMS ottenuto dall'opzione 1b e i valori di LUI e HQA dell'opzione 4 a rappresentare il potenziale del tratto.
- L'uso del territorio nei tratti fluviali studiati (Fig. 4.4), sebbene si sia avuto cura di selezionare tratti che rappresentassero tutto il gradiente di alterazione, non è mai fortemente compromesso, pertanto poche misure possono essere sufficienti a portare l'indice LUI allo stato buono o elevato. L'opzione 3, che prevede l'aggiunta di usi naturali pur mantenendo gli usi antropici rilevati, è poco influente sul valore di LUI mentre è decisiva la sostituzione degli usi antropici con usi naturali (anche usi naturali rilevati nel tratto investigato, senza che siano necessariamente gli usi rilevati nei tratti di riferimento).

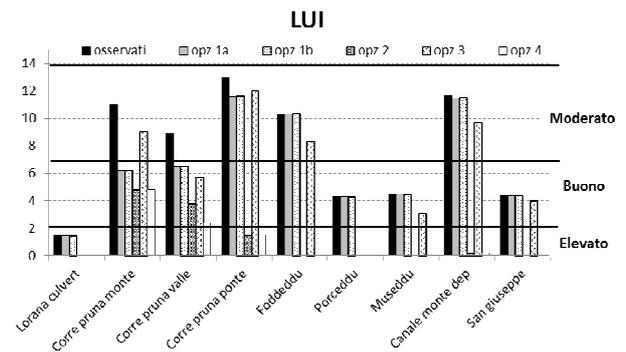


Fig. 4.4 - Valori di LUI per selezionati tratti fluviali sardi prima e dopo possibili interventi di misura.

- L'opzione più significativa nell'apportare un miglioramento dell'HQA è l'opzione 4 (Fig. 4.5), cioè quella che prevede per i tratti analizzati la rimozione delle caratteristiche non-naturali legate all'uso del territorio e l'inserimento di caratteristiche tipiche delle condizioni di riferimento. Con questa opzione 6 dei 9 tratti raggiungono lo stato elevato.
- Le figure 4.6 e 4.7 rappresentano la struttura della sponda e della sommità di sponda secondo le diverse opzioni di rinaturalizzazione delle sponde. Alla struttura complessa corrispondono usi del territorio naturali di natura boschiva o a macchia mediterranea.

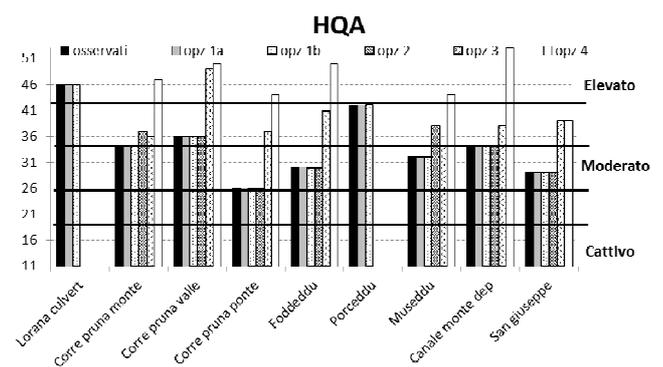


Fig. 4.5 - Valori di HQA per selezionati tratti fluviali sardi prima e dopo possibili interventi di misura.

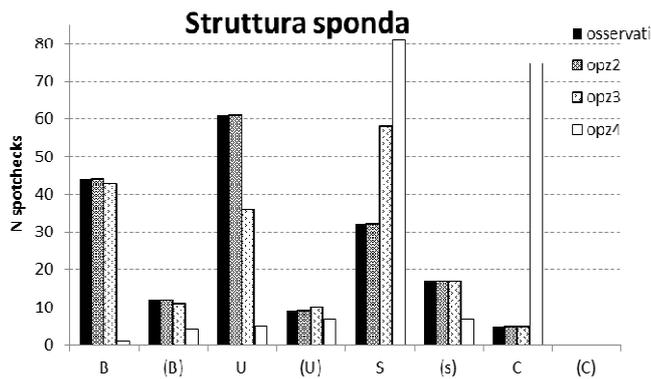


Fig. 4.6 - Struttura della sponda osservata in 9 casi studio indagati in Sardegna e conseguenti modifiche in seguito all'applicazione di diverse opzioni di misura.

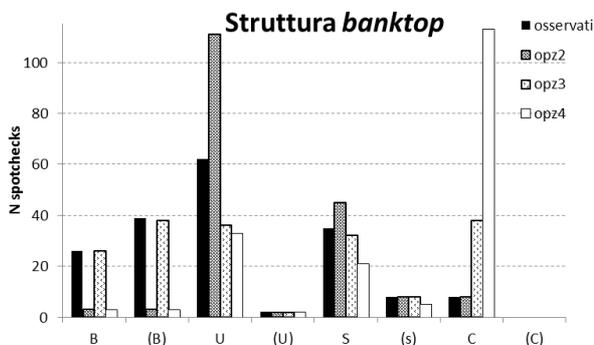


Fig. 4.7 - Struttura della sommità di sponda osservata in 9 casi studio indagati in Sardegna e conseguenti modifiche in seguito all'applicazione di diverse opzioni di misura.

- Tra le proposte possibili, la rimozione dei risezionamenti se accompagnata da un recupero della naturalità di sponde e alveo (che potrebbe avvenire come *passive restoration*), è la misura che ha un effetto significativo sull'abbassamento dei valori di HMS e sull'aumento dell'HQA. La combinazione di rimozione del risezionamento e aumento della complessità e della naturalità delle sponde è, in molti dei casi considerati, l'elemento che può portare al raggiungimento di valori di IQH almeno buoni (opzioni 1b e opzione 4, Fig. 4.8). Peraltro analisi effettuate in precedenza (e.g. D1d5, quantili e RDA) e in contesti diversi da quello di INHABIT (e.g. Erba et al., 2006; Lorenz & Feld, 2013)

hanno dimostrato che queste componenti risultano significative nello strutturare la comunità degli invertebrati fluviali.

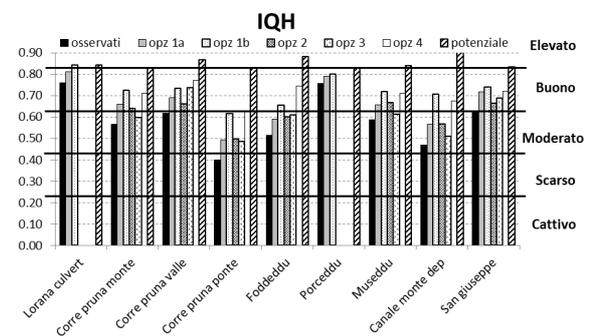


Figura 4.8. - Valori di IQH per selezionati tratti fluviali sardi prima e dopo possibili interventi di misura.

BIBLIOGRAFIA

BEISEL J-N., P. USSEGLIO-POLATERA & J-C. MORETEAU, 2000. The spatial heterogeneity of a river bottom: a key factor determining macroinvertebrate communities. *Hydrobiologia* 422/423: 163–171.

BROADMEADOW S. & NISBET NT, 2004. The effects of riparian forest management on the freshwater environment: a literature review of best management practice. *Hydrology and Earth System Sciences*: 8(3): 286-305.

BUFFAGNI, A., ARMANINI, D. G., ERBA, S., 2009. Does the lentic-lotic character of rivers affect invertebrate metrics used in the assessment of ecological quality? *Journal of Limnology* 68(1), 92–105.

BUFFAGNI, A., ERBA, S., ARMANINI, D. G., 2010. The lentic-lotic character of Mediterranean rivers and its importance to aquatic invertebrate communities. *Aquatic Sciences* 72, 45-60.

CAZZOLA M., CASULA R., BOTTINO A., DEMARTINI D., TENCHINI R., CONI M., PINTUS M., BOTTA P., GIORDANO L., NICOLA A., ERBA S. & BUFFAGNI A., 2012. Deliverable D1d1. Rapporto tecnico - Risultati dell'attività di classificazione nelle aree studiate.

Classificazione dei siti e corpi idrici fluviali nelle aree investigate dal progetto INHABIT. Project INHABIT - LIFE08 ENV/IT/000413.

CLEWELL AF & ARONSON J., 2006. Motivations for the restoration of ecosystems. *Conservation Biology* 20:420–428.

DAHM, V., HERING D., NEMITZ, D., GRAF, W., SCHMIDT-KLOIBER, A., LEITNER, P., MELCHER, A., FELD C. K., 2013. Effects of physico-chemistry, land use and hydromorphology on three riverine organism groups: a comparative analysis with monitoring data from Germany and Austria. *Hydrobiologia* 704, 389–415.

DOSSKEY, M. G., 2001. Toward quantifying water pollution abatement in response to installing buffers on crop land. *Environmental Management* 28: 577–598.

DUFOUR S. & PIEGAY H., 2009. From the myth of a lost paradise to targeted river restoration: forget natural references and focus on human benefits. *River Research and Applications* 25(5): 568–581.

ERBA S., BUFFAGNI A., HOLMES N., O'HARE M., SCARLETT P. & STENICO A., 2006. Testing River Habitat Survey features for the aims of the WFD hydro-morphological assessment: an overview from the STAR Project. *Hydrobiologia*, 566, 281-296.

ERBA S., DEMARTINI D., BALESTRINI R., CAZZOLA M., TENCHINI R., FIORENZA A., FERRERO T., CASUA R., PINTUS M., BUFFAGNI A. 2011. Deliverable I1d1. Rapporto tecnico - Aree di studio, siti e strategie di campionamento, difficoltà complessive e sintesi dei principali risultati. Parte A: FIUMI. Project INHABIT-LIFE08 ENV/IT/000413 166 pp. www.life-inhabit.it

FELD C. K., S. BIRK, D.C. BRADLEY, D. HERING, J. KAIL, A. MARZIN, A. MELCHER, D. NEMITZ, M.L. PEDERSEN, F. PLETTERBAUER, D. PONT, P.F.M. VERDONSCHOT & N. FRIBERG, 2011. From Natural to Degraded Rivers and Back Again: A Test of Restoration Ecology Theory and Practice. In: *Advances in ecological research* VOL. 44. Pp 120-209.

GONZALEZ DEL TANAGO M., D. GARCIA DE JALON M. ROMAN, 2012. River Restoration in Spain: Theoretical and Practical Approach in the Context of the European Water Framework Directive. *Environmental Management* (2012) 50:123–139.

JÄHNIG, S. C., K. BRABEC, A. BUFFAGNI, S. ERBA, A. W. LORENZ, T., OFENBÖCK, P. F. M. VERDONSCHOT & D. HERING, 2010. A comparative analysis of restoration measures and their effects on hydromorphology and benthic invertebrates in 26 central and southern European rivers. *Journal of Applied Ecology* 47: 671–680.

LEIGHT C., 2013. Dry-season changes in macroinvertebrate assemblages of highly seasonal rivers: responses to low flow, no flow and antecedent hydrology. *Hydrobiologia*, 703:95–112

LORENZ, A. W., FELD, C. K., 2013. Upstream river morphology and riparian land use overrule local restoration effects on ecological status assessment. *Hydrobiologia* 704, 489–501.

MANKIN, K.R., NGANDU, D.M., BARDEN, C.J., HUTCHINSON, S.L., & GEYER, W.A., 2007. Grass-shrub riparian buffer removal of sediment, phosphorus, and nitrogen from simulated runoff. *J. Am. Water Resour. Assoc.* 43, 1108–1116.

MONACI M., TRENTINI G. E BALDO G., 2011, "Gestione del rischio idraulico" in *Manuale per la gestione ambientale dei corsi d'acqua a supporto dei consorzi di bonifica, Veneto agricoltura*: pp. 13-27.

SHUPRYT M.P. & STELZER R.S., 2009, Macrophyte beds contribute disproportionately to benthic invertebrate abundance and biomass in a sand plains stream, *Hydrobiologia* 632: 329-339.

TAKKEN, I., JETTEN, V., GOVERS, G., NACHTERGAELE, J., STEEGEN, A., 2001. The effect of tillage-induced roughness on runoff and erosion patterns. *Geomorphology* 37, 1-14.

I3d2.2 - VALUTAZIONE DI TREND DI EROSIONE DEL SUOLO, EQUILIBRIO DEL TRASPORTO SOLIDO, STRUTTURE ARTIFICIALI E CONTINUITÀ LONGITUDINALE FLUVIALE IN ALCUNI BACINI IDROGRAFICI SARDI

Autori:

J. O. Barquin¹ & A. M. G. Ferreras¹

Traduzione a cura di: L. Terranova²

¹Università della Cantabria - Environmental Hydraulics Institute "IH Cantabria

²CNR-IRSA - Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Ricerca sulle Acque, U.O.S. Brugherio, Via del Mulino 19, 20861, Brugherio (MB)

1.Introduzione

Le misure di gestione fluviale sono solitamente definite a scala di bacino e/o sull'intero corso d'acqua e le condizioni di habitat, generalmente misurate a scale spaziali di maggior dettaglio, costituiscono innegabilmente l'anello di congiunzione con le comunità biologiche. Poiché l'effettiva rilevanza delle misure e il raggiungimento degli obiettivi di ripristino è in gran parte basata sulla valutazione degli elementi biologici, i.e. attraverso la definizione dello Stato Ecologico, è necessario configurare un sistema in grado di mettere in relazione i dati di habitat, che sono a scala di sito, con le più ampie informazioni idromorfologiche, che vengono generalmente definite su scala molto più grande. Sarebbe così possibile definire un primo trasferimento di informazioni tra differenti scale territoriali, in modo che i dati habitat possano essere utilizzati per estrapolare elementi adatti a verificare e rafforzare indagini a scala di bacino. Allo stesso tempo, in determinate condizioni (i.e. un geodatabase primario sviluppato e cospicuo), un'analisi territoriale mirata potrebbe essere usata per

estrapolare elementi utili a dedurre come la potenziale distribuzione delle rilevanti caratteristiche bio-fisiche avvenga lungo le reti fluviali.

La gestione degli ecosistemi fluviali necessita dello sviluppo di strumenti e di applicazioni che forniscano analisi delle tendenze e modelli a scala ampia. Questo studio esegue un'analisi su larga scala delle reti fluviali di alcuni bacini selezionati della regione Sardegna, guardando alla quantità e al posizionamento di sbarramenti e dighe all'interno della rete fluviale e sottolineando il loro impatto sulla struttura stessa della rete. Saranno anche analizzati a scala di bacino i cambiamenti longitudinali di pendenza e altitudine, gli effetti della confluenza di corsi d'acqua tributari, la continuità fluviale longitudinale e laterale. Queste analisi saranno condotte utilizzando strumenti GIS che permettono di caratterizzare tutti i tratti fluviali (reaches) all'interno della rete fluviale.

1.1.Obiettivi

L'obiettivo principale di questo studio è di valutare, mediante approcci diversi, il possibile effetto che differenti strutture artificiali (dighe e sbarramenti) potrebbero avere sui bacini idrografici della Sardegna. Questo compito sarà effettuato eseguendo un'analisi della rete fluviale in cui saranno caratterizzati tutti i tratti fluviali, in base alla presenza e vicinanza delle pressioni antropiche, e saranno analizzate le caratteristiche della rete fluviale. In particolare, il lavoro qui sviluppato è finalizzato all'up-scaling delle informazioni di habitat nelle aree dei bacini idrografici di circa 45 tratti fluviali per i quali è stato applicato il protocollo da campo CARAVAGGIO, utilizzato in INHABIT per la caratterizzazione degli habitat fluviali. Si vuole infatti arrivare a verificare la relazione tra i dati raccolti con il CARAVAGGIO con informazioni ricavabili da GIS, in uno specifico contesto geografico. Il dettaglio del presente contributo è inoltre presentato in lingua inglese nel contributo INHABIT D2d2.9.

2. Materiali e metodi

2.1. Area di studio

L'area di studio è la Sardegna, Italia (Fig. 1). Il clima è mediterraneo, con una piovosità media annua < 500 mm solo per alcune aree situate nel sud dell'isola, e una piovosità media annua pari a 700-900 mm per le zone collinari interne. Le piogge sono concentrate in autunno e inverno, mentre la stagione estiva è asciutta. La geologia dell'isola è dominata da formazioni di

granito, scisto, trachite, basalto, arenaria e calcare dolomitico.

Per quanto riguarda gli usi del suolo, le principali tipologie di copertura del suolo sono prati e pascoli (quasi il 40% della superficie dell'isola), e macchia mediterranea (oltre il 20% della superficie). I boschi di latifoglie coprono quasi il 10% della superficie totale.

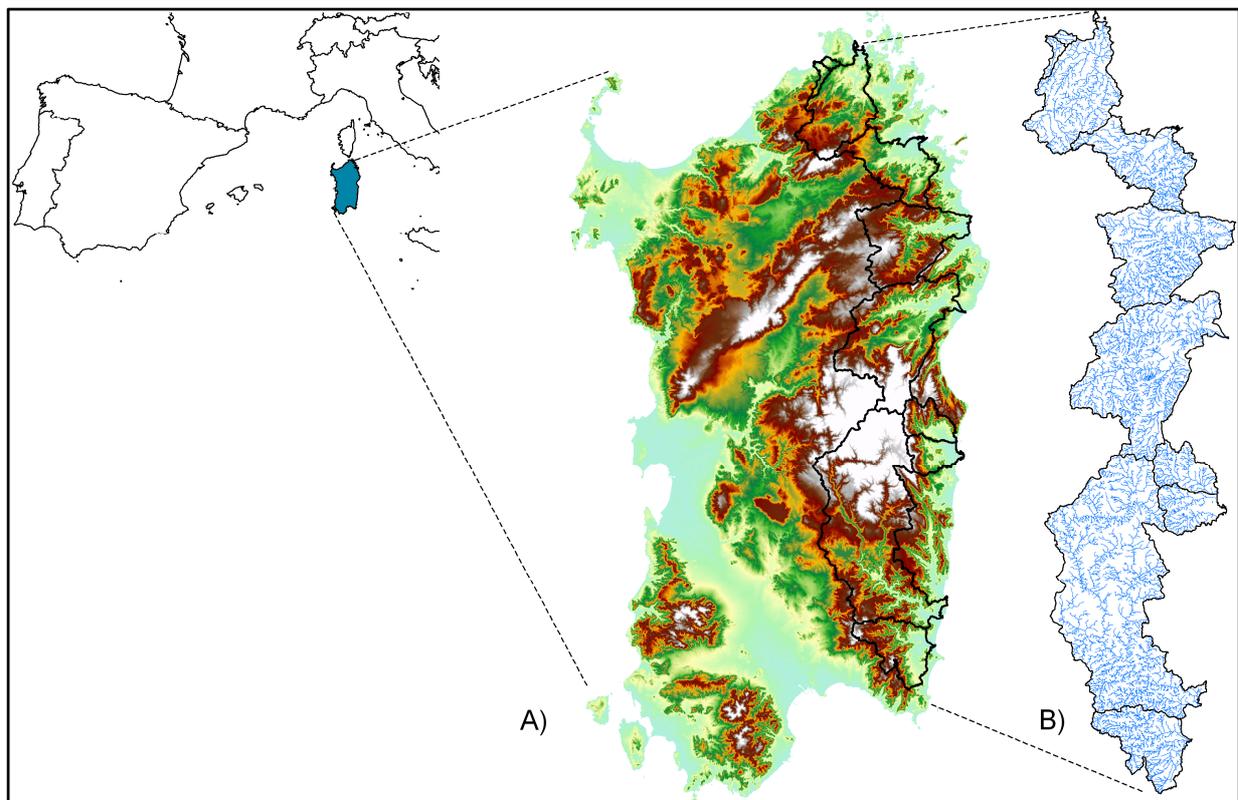


Figura 1.- Immagine che mostra la posizione dell'isola sarda rispetto all'Europa e il modello digitale di elevazione del terreno (A). Sono raffigurati la rete fluviale e i bacini selezionati per questo studio (B).

Il paesaggio sardo è prevalentemente montuoso, con il massiccio del Gennargentu nel centro dell'isola che costituisce una delle più grandi catene montuose della Regione (la cima più alta è Punta La Marmora: 1.834 m). Ad esso si aggiungono il Monte Limbara (1.362 m) nel nord-est, la catena del Marghine e del Goceano (1.259 m), il Monte Albo (1.057 metri), la catena dei Sette Fratelli nel sud-est, le montagne del Sulcis e il Monte Linas (1.236 metri). Nel

complesso, le aree montane costituiscono il 18,5% della superficie dell'isola, le aree collinari il 67,9%, prevalendo quindi nettamente sulle pianure, che rappresentano solo il 13,6% della superficie dell'isola. La rete idrografica ufficiale è composta di 122.392 tratti fluviali per una lunghezza totale di 50.148 km. La rete è dominata per lo più dalle principali aste fluviali: in ordine di grandezza il Tirso, lungo 151 km,

che sfocia nel Mar di Sardegna, il Flumendosa (127 km) e il Coghinas (115 km).

I bacini selezionati in INHABIT per realizzare questo studio coprono una superficie pari a quasi il 25% della superficie dell'isola sarda (Fig.1B):

- Bacino idrografico del Cedrino: 1078 km²
- Bacino idrografico del Faa: 17 km²
- Bacino idrografico del Flumendosa: 1850 km²
- Bacino idrografico del Foddeddu: 179 km²
- Bacino idrografico del Liscia: 570 km²
- Bacino idrografico del Padrogiano: 445 km²
- Bacino idrografico del Paramaera: 183 km²
- Bacino idrografico del Picocca: 366 km²
- Bacino idrografico del Posada: 708 km²
- Bacino idrografico del Sperandeu: 30 km²

2.2. Metodologia

Synthetic River Network, variabili climatiche e topografiche

Le Synthetic river networks (SRNs), le reti idrografiche di sintesi, sviluppate a partire dal modello digitale del terreno (DEM) (Fig. 2) sono in grado di fornire la struttura spaziale e l'organizzazione gerarchica adatte a ordinare, dal livello di tratto (reach) a quello di bacino (Martz e Garbrecht 1998), le informazioni sull'ecosistema fluviale (idrologiche, geomorfologiche, caratteristiche dell'acqua e biologiche).

Per ottenere la rete idrografica di sintesi (SRN) per tutta la Sardegna sono stati utilizzati i pacchetti software specifici (Buildgrids e Netrace), che sono inclusi nella piattaforma 'NetMap' (Miller 2002; www.netmaptools.org). La SRN è stata delineata usando le direzioni di flusso dedotte dal DEM a 20 m di risoluzione spaziale (è stato reimpostato da un DEM con 10 m di risoluzione spaziale a causa di limitazioni

computazionali), utilizzando gli algoritmi descritti da Clarke et al. (2008). È stato applicato un deflusso forzato nelle aree dei rilievi minori (pendenza inferiore al 50%), riducendo l'altezza di dieci metri nelle celle del DEM e utilizzando i dati GIS con le posizioni effettive dei canali fluviali, per evitare che queste celle fungessero da depressioni. Le posizioni effettive dei canali fluviali sono state ricavate dalla rete fluviale ufficiale. La rete fluviale è stata quindi suddivisa in tratti da 400 a 800 metri di lunghezza e in corrispondenza delle confluenze degli affluenti, in quanto queste possono causare significativi cambiamenti morfologici nel canale e nella piana inondabile (Benda et al. 2004). I dati delle precipitazioni utilizzati sono stati derivati da una mappa con risoluzione a 250 metri comprendente un periodo di 30 anni. Il DEM, i dati pluviometrici e la rete fluviale ufficiale utilizzati come layer di input sono stati forniti dal CNR-IRSA. (Fonti dati: per le piogge "ARPA SARDEGNA - Dipartimento Specialistico Regionale Idrometeorologico", per il DEM e la rete fluviale ufficiale "RAS- Regione Autonoma della Sardegna").

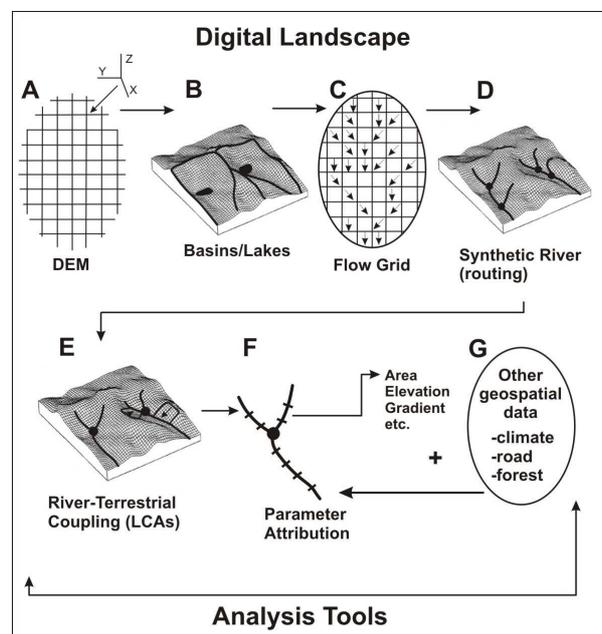


Figura 2. Rappresentazione schematica di come le reti idrografiche di sintesi sono state estratte dal DEM. Figura tratta da Benda et al. (In prep.)

Sono state calcolate diverse variabili utilizzando regressioni regionali non specificamente

calibrate per la Sardegna. Le regressioni sono servite per calcolare la profondità di *bankfull* (Bankfull Depth, BFD), la larghezza di *bankfull* (Bankfull Width, BFW) e la portata media annua (Mean Annual Flow, MAF). Le regressioni usate sono le seguenti:

$$\text{BFW} = c1 * A^{c2} * P^{c3}; \quad \text{BFW} = 1.68308 * A^{0.436526} * P^{0.440865}$$

$$\text{BFD} = c1 * A^{c2} * P^{c3}; \quad \text{BFD} = 0.63 * A^{0.173158} * P^{0.151639}$$

$$\text{MAF} = c1 * A^{c2} * P^{c3}; \quad \text{MAF} = 0.0165867 * A^{1.01952} * P^{1.20835}$$

Dove, A = Area totale di bacino idrografico (km²) e P = Precipitazioni medie annue (in mm).

Diverse variabili topografiche sono state ricavate dai DEM in combinazione con precedenti regressioni lineari. Le variabili climatiche, come la pioggia, sono state calcolate anche per il bacino idrografico a monte di ogni segmento fluviale utilizzando gli strumenti descritti di seguito per le variabili geologiche e di uso del suolo. Inoltre, l'estensione ascendente della rete e la risultante densità di canali fluviali (km km⁻²) è stata attentamente definita utilizzando uno qualsiasi dei modelli disponibili che sono basati su fattori che controllano l'estensione ascendente dei canali e la densità dei canali risultanti. C'è un certo numero di studi aggiuntivi che potrebbero essere consultati per ottenere informazioni più specifiche di come reti idrografiche di sintesi potrebbero essere estratte dai DEM e dagli applicativi (e.g. Benda et al. 2011, Peñas et al. 2011, Fernandez et al. 2012). I parametri utilizzati come input in Buildgrids e Netrace sono descritte nell'allegato I.

Dati geologici

La cartografia geologica utilizzata in questo studio è stata derivata dalla "Carta Geologica di Base della Sardegna in scala 1:25.000 (2008)" in formato *shapefile* fornito dal CNR-IRSA (dati Fonte: "RAS-Regione Autonoma della Sardegna"). Le categorie iniziali di dettaglio della mappa tematica geologica sono state riclassificate in undici classi generali utilizzando

il software ArcGIS (ESRI 2011) e convertite in raster. Le classi generali sono le seguenti:

- CALC: Rocce Calcaree
- CLAY: Argilliti
- CONG: Rocce Conglomeratiche
- Snds: Areniti
- SDIM: Rocce sedimentarie
- SHLE: Scisti (sedimentarie)
- SLIC: Rocce Silicee
- SLTE: Ardesie
- VLC: Rocce Vulcaniche
- Watr: Zone umide e degli ecosistemi acquatici associati
- OTH: Altri tipi di rocce

Oltre a utilizzare questa classificazione, sono state calcolate tre variabili qualitative in base alle proprietà fisiche di ogni categoria litologica originaria: conducibilità della roccia (COND), durezza della roccia (HARD), e permeabilità del terreno (PERM). Conducibilità, durezza e permeabilità assumono un valore relativo da 1 a 5, con 1 che indica un valore basso e 5 un valore elevato. Maggiori dettagli su come queste variabili sono state ricavate possono essere trovati in (Snelder et al. 2008) e (Fernandez et al. 2012).

In seguito, è stata calcolata la superficie occupata da ciascuna di queste variabili (11 + 3 variabili) a monte del tratto fluviale (MN), entro le ali del segmento (LC), ed entro il buffer di 200 m (BF) del canale del fiume, tranne che per COND, DURO e PERM (solo la media di queste variabili per LC e BF). Tutti questi calcoli sono stati eseguiti utilizzando estensioni diverse dalla piattaforma NetMap.

Copertura del suolo

Le cartografie di uso del territorio utilizzate in questo studio sono derivate dalla "Carta dell'Uso del Suolo 1: 25.000 (2008)" in formato *shapefile* fornito dal CNR-IRSA (dati Fonte: "RAS-Regione Autonoma della Sardegna"). Le categorie iniziali di destinazione d'uso della mappa tematica sono state riclassificate in dieci

classi generali utilizzando il software ArcGIS (ESRI 2011) e convertito in raster. Le nuove classi sono le seguenti:

- AGR: Terreno agricolo
- BLF: Foresta di latifoglie
- CNF: Foresta di conifere
- Aree denudate: DEN
- PAS: Pascoli
- PLT: Piantagioni
- SSH:Brughiera, macchia e arbusti
- UHD: Aree urbane
- WAE: Zone umide e degli ecosistemi acquatici
- OTH: Altro

Successivamente, abbiamo calcolato la superficie occupata da ciascuna di queste 10 variabili a monte di ogni tratto fluviale (MN), entro le ali del segmento (LC), ed entro il buffer di 200 m (BF) del canale fluviale. Tutti questi calcoli sono stati eseguiti utilizzando estensioni diverse dalla piattaforma NetMap.

Dati sull'erosione del suolo

I dati sull'erosione del suolo (i.e. produzione annuale di sedimenti) utilizzati in questo studio sono stati ottenuti dalle mappe del rischio di erosione del suolo potenziale ed effettivo elaborate da Grimm et al. (2002) e fornito dal CNR-IRSA in un formato raster (dati Fonte: "Joint Research Centre-JRC-European Commission"). Entrambe le mappe, con risoluzione spaziale iniziale di 250 m, sono state reimpostate su una risoluzione di 10 m.

Seguendo la stessa procedura usata con i dati geologici e di copertura del suolo, è stata calcolata anche la perdita media del suolo e di perdita potenziale del suolo a monte del tratto fluviale (MN), entro le ali segmento (LC), ed entro il buffer di 200 m (BF) del canale fluviale.

Delimitazione delle superfici inondabili

È importante analizzare la variazione spaziale delle superfici inondabili per capire meglio l'organizzazione del paesaggio fluviale e dei suoi principali fattori di controllo. Per illustrare un'ampia gamma di rapporti tra la topografia

della valle e le superfici inondabili nei bacini selezionati, abbiamo delineato le superfici, sovrapposte al canale fluviale dedotto dal DEM, utilizzando dei fattori equivalenti di elevazione pari a uno, due e tre volte la profondità di *bankfull* di cui al paragrafo 2.2.

Caratterizzazione degli impatti antropici

I dati sugli impatti antropici utilizzati in questo progetto sono stati ottenuti dai layers di dighe, sbarramenti e ponti fornite dal CNR-IRSA (dati Fonte: "RAS-Regione Autonoma della Sardegna"). I layers, di topologia diversa ("punti" per dighe e ponti e "linee" per sbarramenti), contengono la posizione geografica di tali pressioni.

Per integrare la posizione di ogni tipo di pressione nella SRN, abbiamo eseguito la procedura seguente:

Dighe: Solo le dighe situate nella SRN sono state prese in considerazione. Dighe situate in canali artificiali o canali non rappresentati nella SRN sono state eliminate. Poiché i punti del layer originale non si intersecano con la SRN, è stata utilizzata un'analisi visiva con l'assistenza di ortofoto e la posizione nella rete fluviale ufficiale (dighe iniziali: 168; dighe considerate: 128).

Briglie/sbarramenti: la geometria degli elementi indicati come briglie nel layer originale è stata convertita da linee a punti, dove ogni punto individua un singolo sbarramento perché in alcuni casi diverse linee rappresentavano la stessa opera. Opere situate in canali artificiali o canali non rappresentati nella SRN sono state eliminate. Poiché gli elementi del layer originale non si intersecano con la SRN, abbiamo seguito la stessa procedura seguita per le dighe (entità iniziali classificate come briglie/sbarramenti: 455; sbarramenti considerati: 307).

Ponti: A causa del gran numero di ponti nel layer originale (24.103 punti), non si è potuta effettuare la stessa analisi visiva eseguita con le dighe o gli sbarramenti. In questo caso, è stata effettuata un'analisi di prossimità con la SRN. Tutti i punti a una distanza maggiore di 30 m

dalla SRN sono stati eliminati. Il numero finale dei ponti considerati è di 13.236.

Partendo da queste informazioni iniziali, è stato utilizzato il software ArcGIS (ESRI 2011) e una varietà di strumenti di *geoprocessing* sviluppati in Python dall'Istituto di Idraulica Ambientale "IH Cantabria", per calcolare diverse variabili per tutta la SRN della Sardegna. Le variabili calcolate per ogni pressione sono le seguenti:

- Distanza dal tratto fluviale in esame dalla pressione a valle più vicina.
- Distanza dal tratto fluviale in esame dalla pressione a monte più vicina. In questo caso, a causa delle limitazioni computazionali, la distanza era limitata a 5000 m.
- Numero di pressioni a monte del tratto fluviale in esame.
- Numero di pressioni nel tratto fluviale in esame.

Queste variabili sono state usate per delimitare quali tratti fluviali potessero essere influenzati dalla presenza o vicinanza di una diga o di uno sbarramento. Si è supposto che un tratto fluviale fosse condizionato dalle dighe quando la distanza dalla diga più vicina verso monte o verso valle fosse minore o uguale a 5.000 m. Nel caso delle briglie/sbarramenti, questa distanza è stata ridotta a 1.000 m perché i loro effetti sono più significativi a un livello spaziale inferiore (i.e. più locale). Saranno commentati solo gli effetti possibili che queste aree potrebbero avere sulla morfologia e sulla struttura della rete fluviale.

Analisi della rete fluviale

L'analisi della rete fluviale sarà basata sulla descrizione dei gradienti longitudinali di pendenza e altitudine, sugli effetti della confluenza dei tributari, sulla produzione locale di sedimenti dai fianchi della valle e sulla variazione di ampiezza prevista delle piane inondabili. Tra i 10 bacini selezionati verrà effettuata una descrizione più dettagliata per i bacini del Posada, Flumendosa, Picocca e Cedrino. Questo lavoro sarà usato come

esempio per illustrare l'analisi della rete fluviale e per verificare come la presenza di dighe e sbarramenti potrebbe influenzare le caratteristiche della rete fluviale.

3. Risultati

3.1. Delimitazione della SRN

La SRN ottenuta comprende 63.364 tratti fluviali con una lunghezza media di 433,5 m. La rete fluviale ufficiale comprende 122.392 segmenti e ha una lunghezza media di 409,7 m. Ci sono alcune differenze tra le due reti fluviali in relazione alla loro estensione. Questa differenza è dovuta al fatto che la SRN non è in grado di "catturare" i canali artificiali, mentre la rete fluviale ufficiale li contiene.

3.2. Caratterizzazione degli impatti antropici

La lunghezza dei tratti fluviali che potrebbero essere interessati morfologicamente da dighe è superiore nei piccoli bacini imbriferi (1.020,34 km) diminuendo con l'aumentare delle dimensioni dei bacini (60,51 km per la più grande classe di ampiezza di bacino; fig. 3). Tuttavia, lo schema si inverte se si tiene conto della percentuale di tratti fluviali condizionati per ciascuna classe dimensionale di bacino. Meno del 5% dei tratti fluviali in piccoli bacini potrebbero essere morfologicamente colpiti da dighe, mentre più del 30% di tratti fluviali potrebbe essere influenzato dalle dighe nelle aree di drenaggio di grandi dimensioni (Fig. 3). Questa tendenza è simile anche nel caso delle briglie/sbarramenti, sebbene nessuno di essi si trovi nei tratti fluviali drenanti i bacini di classe dimensionale maggiore (Fig. 3). Questi risultati illustrano il problema della connettività longitudinale dato che più grande è l'area di drenaggio del tratto fluviale, più importante (i.e. "più connessa") essa è per la connettività della rete fluviale verso monte e verso valle.

Tenendo conto dei bacini selezionati per la Sardegna, quello con la maggior lunghezza totale complessiva della rete fluviale la cui morfologia possa essere possibilmente condizionata dalle dighe è il bacino del

Flumendosa con 218,36 km di rete eventualmente interessata. Al contrario, Padrogiano, Faa, Pramaera e Sperandeu non presentano alcuna grande diga (Fig. 4). Nel caso del possibile condizionamento legato agli sbarramenti, solo tre dei bacini selezionati

hanno presentato tale problematica. Il bacino con la maggior lunghezza complessiva di rete fluviale possibilmente condizionata è risultato il bacino del Cedrino con 60,35 km, seguito dal bacino Picocca (47,92 km) e dal Padrogiano (7,11km).

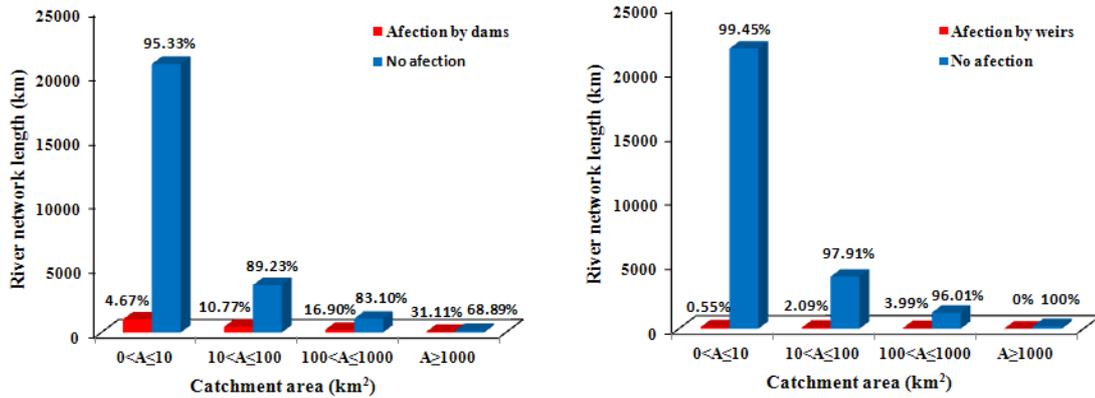


Figura 3. - Lunghezza totale della rete fluviale (km) influenzata da dighe o sbarramenti calcolata in percentuale per le diverse classi dimensionali delle aree di bacino.

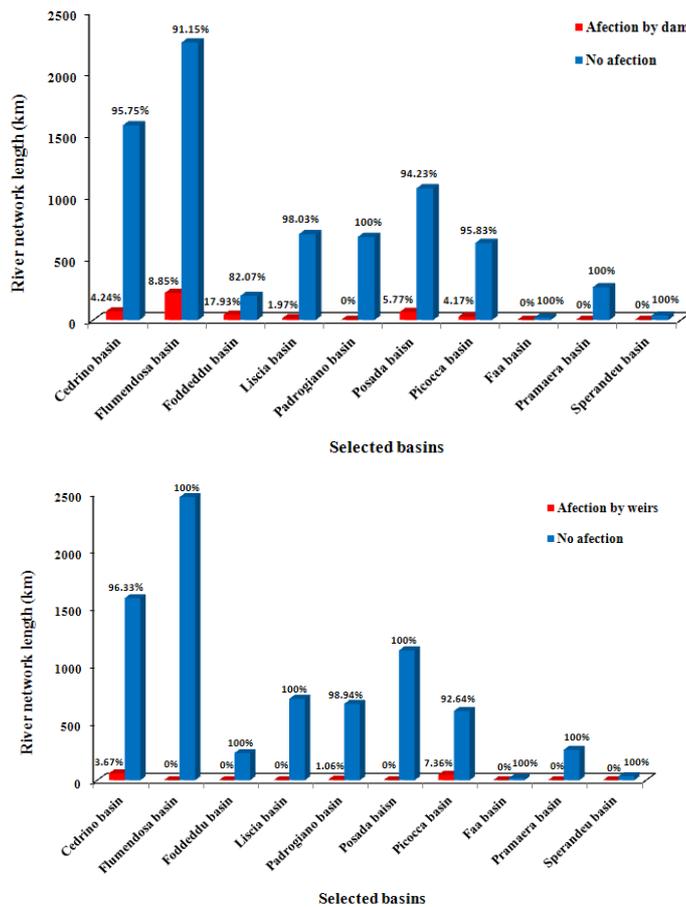


Figura 4. - Lunghezza totale della rete fluviale (km) condizionata da dighe e da briglie/sbarramenti calcolata in percentuale per ogni bacino selezionato.

3.3. Analisi della rete fluviale

L'analisi della rete fluviale eseguita in questo studio sarà limitata ai bacini del Posada, Flumendosa, Picocca e Cedrino. Tuttavia, tutte le variabili sono state calcolate e rappresentate nell'allegato II.

Commenteremo gli effetti che alcune dighe e gruppi di sbarramenti (Tabella 1) potrebbero avere sulla struttura della rete fluviale all'interno dei bacini suddetti.

Bacino	Asse fluviale Maggiore	Numero	Distanza dalla foce (km)	Descrizione
Cedrino	La	1	13.64	Sbarramento
Cedrino	La	2	23.27 - 41.6	Diversi sbarramenti e una diga
Cedrino	La	3	55.26	Diga
Cedrino	B	1	0,8-9,62	Diverse dighe
Cedrino	B	2	18.08	Sbarramento
Cedrino	B	3	27,68-28,40	Diverse dighe
Flumendosa	La	1	27.09	Diga
Flumendosa	La	2	38.19	Diga
Flumendosa	La	3	48.57	Confluenze di un affluente con una diga
Flumendosa	La	4	57.26	Diga
Flumendosa	La	5	85.97	Confluenze di un affluente con due dighe
Flumendosa	La	6	133,32	Due dighe
Flumendosa	B	1	27.76	Diga
Picocca	B	1	4.96	Sbarramento
Picocca	B	2	5.57	Confluenze di un affluente con diversi sbarramenti
Picocca	B	3	8.93	Confluenze di un affluente con diversi sbarramenti
Picocca	B	4	10.46	Confluenze di un affluente con diversi sbarramenti
Posada	La	1	14.07	Diga
Posada	La	2	27,32-30,73	Due dighe

Tabella 1.- Descrizione delle dighe e sbarramenti ubicate lungo l'asse fluviale principale dei bacini selezionati

Bacino del Posada

Il bacino del Posada drena una superficie di quasi 700 km² e potrebbe essere suddiviso in due assi fluviali maggiori dalla lunghezza di 80 e 30 km (Asse fluviale principale A e B, rispettivamente). Questo bacino ha pendenze d'alveo stimate che vanno da un valore superiore al 6% in prossimità delle sorgenti a meno dell'1% lungo i segmenti inferiori di fondo valle (allegato II, pag 75). Il tratto fluviale a maggior altitudine è localizzato a circa 900 m di quota. Si prevede che siano presenti ampi paesaggi fluviali (200-500 m) tra i chilometri (k) 0 e 8 (dal limite inferiore del bacino), sebbene con notevoli differenze di superficie tra le profondità di *bankfull* uno e due (allegato II, pag 75). Le differenze tra queste superfici evidenziano le numerose strutture di difesa idraulica presenti nella parte inferiore del bacino. Anche se non siamo in grado di collegare le diverse superfici ad alcun evento alluvionale perché non abbiamo le regressioni regionali, possiamo approssimare che gli eventi di piena con tempi di ritorno da 50 a 100 anni siano gravemente limitati in questa parte inferiore del bacino.

Proseguendo verso monte lungo il principale asse fluviale, al k15 troviamo una grande diga (Sector 1, fig. 5) che modifica completamente il disegno naturale delle ampiezze della piana inondabile. Un po' più in alto (k25) è notevole la giunzione tra i due principali affluenti del bacino, aumentando la probabilità di trovare effetti dovuti ai tributari (i.e. pianure inondabili più ampie, canali laterali, barre di centro alveo, meandri, terrazze, cumuli di tronchi -log jam-, pool profonde e cambiamenti nella composizione del substrato).

Tuttavia, le molte dighe poste a monte dei due affluenti principali (visibili in google earth, pur non essendo presente nello strato ufficiale delle dighe usato nel GIS, ma si vedano le due dighe nel Sector 2;. Fig. 5), probabilmente impediscono o limitano la loro formazione. Dal k25 a circa il k40 troviamo il maggior apporto di sedimenti dai versanti, anche se la presenza di due grandi dighe entro l'affluente principale potrebbe influenzare seriamente gli habitat

fluviali sottostanti, intrappolando la maggior parte del sedimento. C'è anche un'altra importante confluenza un po' più a monte, al k35, in cui un importante affluente proveniente da est produce un chiaro incremento di crescita della pianura inondabile da 75 km a monte fino a quasi 400 m entro il raccordo.

A monte del k45, versanti, alti terrazzi e conoidi vincolano entrambi i lati del canale, riducendo quindi la larghezza del paesaggio fluviale. Tuttavia, muovendoci verso monte, ci sono molti affluenti di misura relativamente crescente per importanza, che aumentano le possibilità di trovare gli effetti da confluenza.

Infine, seguendo l'asse fluviale maggiore B a monte della confluenza dei due affluenti principali (allegato II, pag 75), vi è un'ulteriore importante confluenza che produce paesaggi fluviali più ampi (Sector 3, fig. 5). A monte (k15 del maggiore asse fluviale B) le pendenze dei tratti fluviali aumentano così come l'apporto di sedimenti dai versanti. Ancora più a monte i versanti vincolano il paesaggio fluviale.

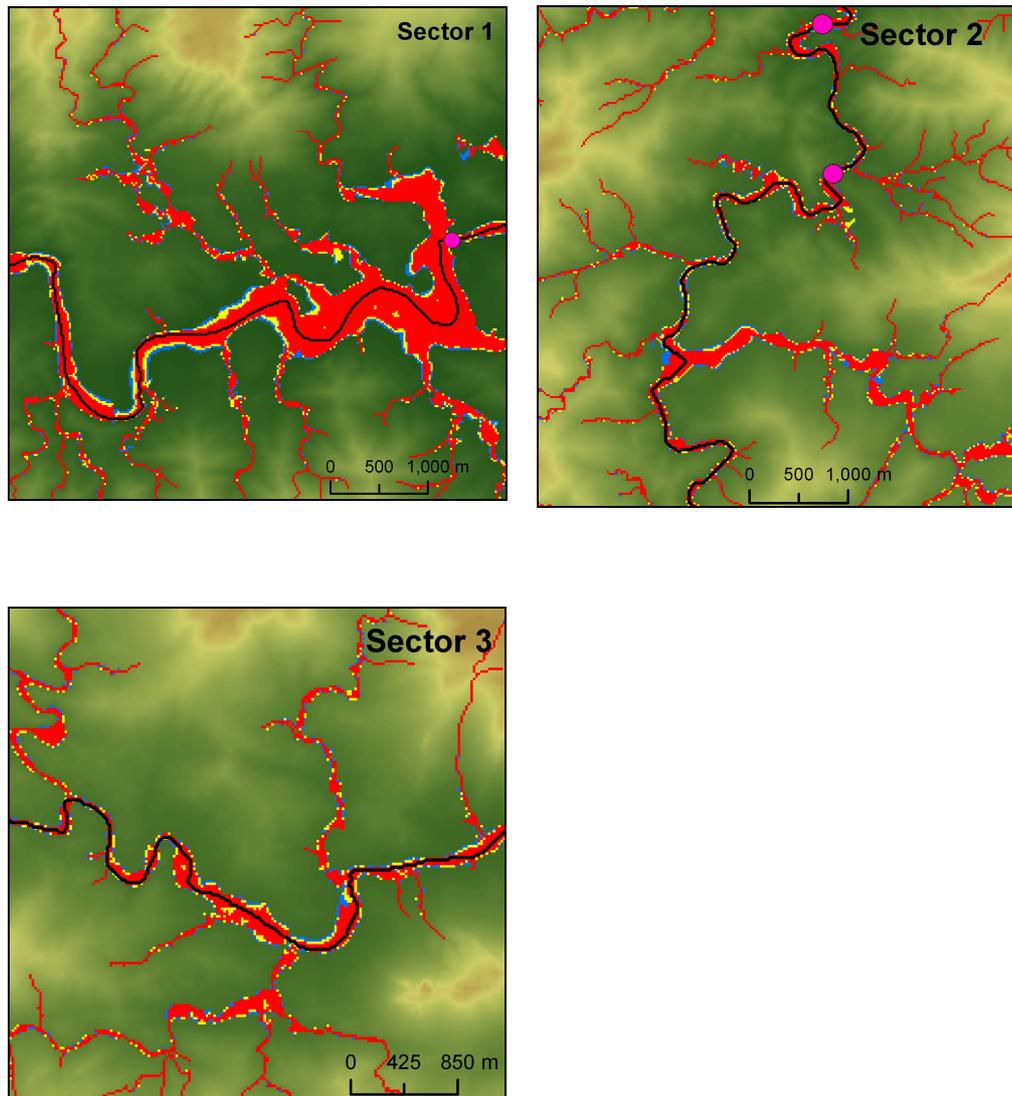


Figura 5.- Le immagini mostrano i settori del bacino Posada segnalati nell'allegato II. Sono raffigurate le ampiezze delle piane inondabili a 1xBankfull Depths (rosso), 2xBFD (giallo) e 3xBFD (blu). Dighe e sbarramenti sono raffigurati rispettivamente con cerchi di color rosa e verde.

Bacino del Flumendosa

Il bacino del Flumendosa drena una superficie di quasi 1.850 km² e potrebbe essere suddiviso in due assi fluviali maggiori dalla lunghezza di 150 e 60 km (Asse fluviale principale A e B, rispettivamente). Questo bacino ha pendenze stimate dell'alveo che vanno da un valore superiore al 10% in prossimità delle sorgenti a

meno dell'1% attraverso i segmenti inferiori di fondo valle (allegato II, pag 76). Il tratto fluviale a maggior altitudine lungo l'asse fluviale maggiore è localizzato a circa 1.300 m di quota. Si prevede che siano presenti ampi paesaggi fluviali (200-500 m) entro il chilometro k22 fino alla confluenza dei due principali affluenti del bacino (Sector 1, Fig. 6).

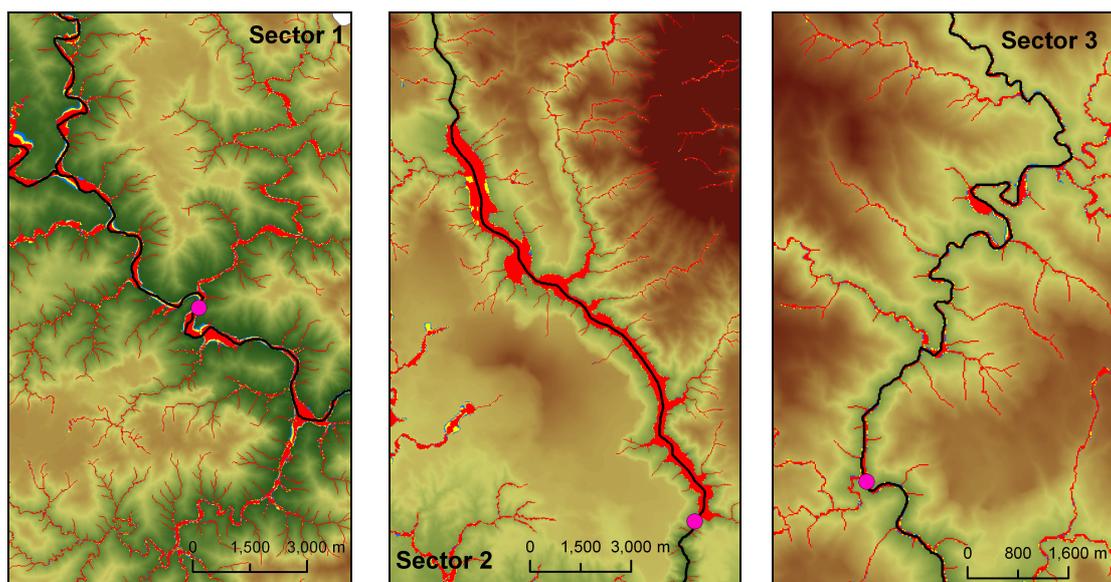


Figura 6.- Le immagini mostrano i settori del bacino del Flumendosa segnalati nell'allegato II. Sono raffigurate le ampiezze delle piane inondabili a 1xBankfull Depths (rosso), 2xBFD (giallo) e 3xBFD (blu).

Seguendo l'affluente principale, ci sono ancora ampi paesaggi fluviali sopra l'affluenza fino a circa k40. Ciò potrebbe essere anche legato alla maggiore probabilità di effetti da tributari registrati in quei tratti fluviali. Grandi dighe nel bacino come quello presente a monte della confluenza principale tra gli affluenti A e B (Sector 2 e Sector 3, fig. 6) inducono un'alterazione della naturale ampiezza del paesaggio fluviale e intrappolano una gran quantità dell'apporto di sedimenti provenienti dai versanti intorno al k60 dell'affluente A e al k30 dell'affluente B (allegato II, pag 76). A monte di queste grandi dighe ci sono ancora confluente con una probabilità elevata di effetti da tributari che potrebbero creare paesaggi fluviali più ampi, ma non più grandi, in media, di 150 m. Questa limitazione è dovuta al fatto che

i paesaggi fluviali sono per lo più vincolati da versanti e terrazzi fluviali.

Bacino del Picocca

Il bacino del Picocca drena una superficie di quasi 370 km² e potrebbe essere suddiviso in due assi fluviali maggiori dalla lunghezza di 45 e 22 km (Asse fluviale principale A e B, rispettivamente). Questo bacino ha pendenze stimate dell'alveo che raramente superano il 6% (allegato II, pag 78). Il tratto fluviale a maggior altitudine lungo l'asse fluviale maggiore è localizzato a circa 850 m di quota. Si prevede che siano presenti ampi paesaggi fluviali, oltre 500 m, tra k 0 e k9 (Allegato II, pag. 78). Questo ampliamento della pianura inondabile è preceduto da un grande apporto di sedimenti dai versanti dal k10 a k22 (Sector 1; Fig. 7). Questa sezione è anche influenzata dai grandi

affluenti provenienti dal lato occidentale del bacino, che aumentano la probabilità di effetti da tributari. Il principale asse fluviale B ha una pendenza molto bassa (inferiore al 2% per la maggior parte della sua lunghezza) con un apporto di sedimenti dai versanti inferiore a 40 t/ha per anno, tranne per la maggior parte del bacino superiore. Gli effetti da confluenza di tributari e le ampiezze delle valli sono elevati lungo la maggior parte del bacino a causa del drenaggio dei molti affluenti provenienti dal lato ovest e al basso gradiente di pendenza del bacino. Sembra che le numerose briglie presenti in questi affluenti occidentali (da 2 a 4 in Allegato II, pag 78) potrebbero avere un serio effetto sulla ritenzione dei sedimenti e implicazioni per la morfologia fluviale dell'asse principale.

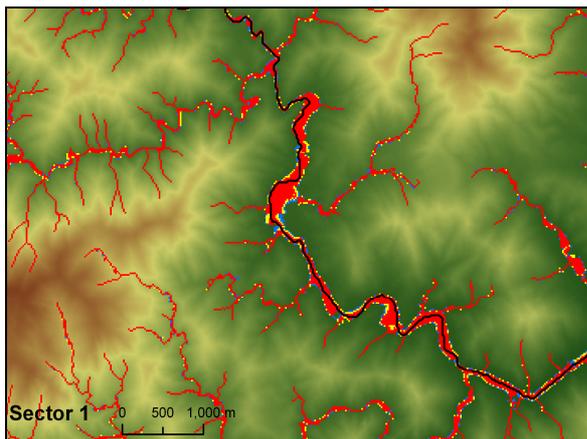


Figura 7.- Le immagini mostrano i settori del bacino del Picocca segnalati nell'allegato II. Sono raffigurate le larghezze inondabili a 1xBankfull Depths (rosso), 2xBFD (giallo) e 3xBFD (blu).

Bacino del Cedrino

Il bacino del Cedrino drena una superficie di quasi 1.078 km² e potrebbe essere suddiviso in due assi fluviali maggiori dalla lunghezza di 70 e 38 km (Asse fluviale principale A e B, rispettivamente). Il bacino ha pendenze stimate dell'alveo che raramente superano il 4%, ma per la maggior parte sono superiori in prossimità delle sorgenti (allegato II, pag 79). Il tratto fluviale a maggior altitudine lungo l'asse fluviale maggiore è localizzato a circa 950 m di quota. Si

prevede che siano presenti ampi paesaggi fluviali di più di 1000 m di ampiezza tra il chilometro 0 e k10 (Sector 1, fig. 8), proprio a valle della confluenza dei due principali affluenti, in cui si prevede un'elevata probabilità di effetti da confluenza. Questa grande pianura inondabile mostra notevoli differenze di superficie tra le profondità di *bankfull* uno, due e tre. Questo potrebbe stare a indicare la presenza di difese idrauliche che restringono la larghezza del paesaggio fluviale. Inoltre, i numerosi sbarramenti presenti in quest'area potrebbero anche limitare e condizionare la possibilità di raggiungere un pieno sviluppo del paesaggio fluviale (sector 1; Fig. 8).

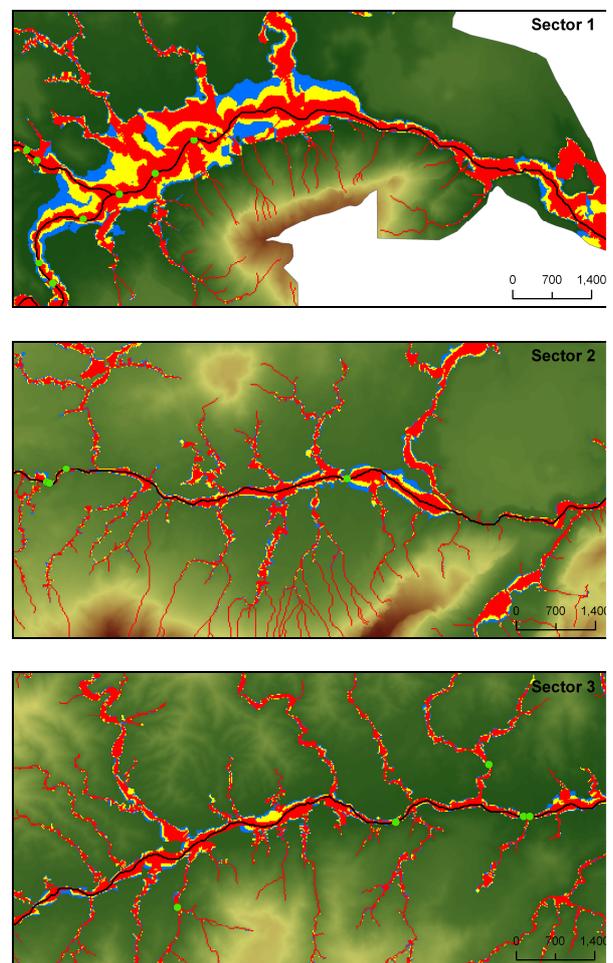


Figura 8.- Le immagini mostrano i settori del bacino del Cedrino segnalati nell'allegato II. Sono raffigurate le larghezze inondabili a 1xBankfull Depths (rosso), 2xBFD (giallo) e 3xBFD (blu).

I tratti fluviali localizzati tra k20 e k40 presentano una grande probabilità di effetti da tributari e hanno ampi apporti di sedimenti dai versanti adiacenti. Questo si traduce in piane inondabili più grandi all'interno di questo settore fino a 500 m (Sector 2, fig. 8). Tuttavia, i numerosi sbarramenti e una grande diga nella parte inferiore di questo settore potrebbero disturbare gravemente le dinamiche morfologiche naturali. Da k7 a k18 anche nel secondo maggiore affluente del bacino si riscontra un'elevata probabilità di effetti da confluenza grazie ai molti affluenti che si congiungono al canale principale. Ciò si riflette anche in ampi paesaggi fluviali che superano i 400 m (Sector 3, Fig. 8). Nuovamente, ci sono alcune briglie in questo settore che, attraverso la ritenzione dei sedimenti e uno squilibrio delle naturali dinamiche morfologiche fluviali, potrebbero impedire a tali tratti fluviali di raggiungere la loro conformazione naturale.

4. Conclusioni

Le principali conclusioni di questo studio potrebbero essere riassunte nei seguenti punti:

- Le analisi sui possibili effetti che le dighe e gli sbarramenti potrebbero avere sui bacini sardi selezionati fa emergere che, all'interno della rete fluviale, ne è condizionata un'estensione complessivamente maggiore tra i tratti fluviali drenanti i maggiori bacini idrografici. Inoltre, la posizione di questi tratti fluviali (collocati nelle parti centrali dei bacini fino a quelle inferiori) accentua gli effetti possibili, in quanto essi sono spazialmente importanti per la continuità longitudinale della rete fluviale.
- Le ampiezze delle piane inondabili sono limitate principalmente dalla presenza di difese idrauliche nella parte inferiore dei bacini sardi selezionati. Sono previsti importanti effetti indotti dalle confluente nel mantenere ampi paesaggi fluviali nelle parti centrali dei bacini, sebbene le dinamiche morfologiche potrebbero essere gravemente condizionate dalla posizione di alcune dighe e sbarramenti che potrebbero

intrappolare la maggior parte dei sedimenti provenienti dai versanti di monte.

- I bacini sardi selezionati hanno in generale tratti fluviali a bassa pendenza (<3%), tranne per i tratti fluviali più a monte (>6%). La produzione di sedimenti dai versanti è del tutto correlata alla pendenza dei versanti e alla vegetazione. Crediamo che queste zone potrebbero essere davvero importanti per le caratteristiche fisiche degli habitat fluviali. Sia per i siti naturali che per quelli antropizzati, è necessario stabilire un legame tra la condizione dei versanti e le modifiche a valle sugli attributi fisici degli habitat.

- La presenza di grandi dighe (e.g. bacini del Cedrino e del Flumendosa) altera le dinamiche fluviali morfologiche non solo intrappolando i sedimenti, ma anche interrompendo il regime di flusso naturale. Anche se noi non presentiamo alcun analisi di alterazione del regime idrologico all'interno di questo studio, anche questo effetto dovrebbe essere preso in considerazione quando si esaminino gli effetti che queste pressioni hanno sulle dinamiche morfologiche della rete idrografica.

BIBLIOGRAFIA

- BENDA, L., D. MILLER, AND J. BARQUIN. 2011. Creating a catchment scale perspective for river restoration. *Hydrology and Earth System Sciences* **15**:2995-3015.
- BENDA, L., D. MILLER, G. CAI, A. MCCLEARY, J. BARQUÍN, T. MIEWALD, AND W. W. In prep. A Global Opportunity: Improving Countries' Digital Earth, including River Networks, in *Resource Planning and Conservation*.
- BENDA, L., N. L. POFF, D. MILLER, T. DUNNE, G. REEVES, G. PESS, AND M. POLLOCK. 2004. The network dynamics hypothesis: How channel networks structure riverine habitats. *Bioscience* **54**:413-427.

CLARKE, S. E., K. M. BURNETT, AND D. J. MILLER. 2008. Modeling streams and hydrogeomorphic attributes in oregon from digital and field data. *Journal of the American Water Resources Association* **44**:459-477.

ESRI. 2011. ArcGIS Desktop: Release 10. *in*. Environmental Systems Research Institute, Redlands, CA.

FERNANDEZ, D., J. BARQUIN, M. ALVAREZ-CABRIA, AND F. J. PENAS. 2012. Quantifying the performance of automated GIS-based geomorphological approaches for riparian zone delineation using digital elevation models. *Hydrology and Earth System Sciences* **16**:3851-3862.

GRIMM, M., R. J. A. JONES, E. RUSCO, AND L. MONTANARELLA. 2002. Soil Erosion Risk in Italy:using USLE with modified input factors for Erosivity & Erodibility.

MARTZ, L. W., AND J. GARBRECHT. 1998. The treatment of flat areas and depressions in automated drainage analysis of raster digital elevation models. *Hydrological Processes* **12**:843-855.

MILLER, D. 2002. Program for DEM analysis, in *Landscape Dynamics and Forest Management*. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-101CD, U.S.D.A. Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fort Collins. **CD-ROM**.

PEÑAS, F. J., F. FERNANDEZ, M. CALVO, J. BARQUIN, AND L. PEDRAZ. 2011. Influence of data sources and processing methods on theoretical river network quality. *Limnetica* **30**:197-215.

SNELDER, T. H., H. PELLA, J.-G. WASSON, AND N. LAMOUREUX. 2008. Definition Procedures Have Little Effect on Performance of Environmental Classifications of Streams and Rivers. *Environmental Management* **42**:771-788.

ALLEGATO I

Parametri di ingresso

(BUILDGRIDS E NETRACE)

La tabella seguente contiene tutti i parametri utilizzati come input nei pacchetti software Buildgrids e Netrace (inclusi nella piattaforma NetMap).

INPUT PARAMETERS FOR Bld_grds AND Netrace	
2	flow direction algorithm (1 for D-infinity, 2 for D-infinity + convergence)
25	radius (m), length scale for calculating slope and curvature
10	dig; depth of DEM incision for drainage enforcement
75	dig-radius, width of "swale" incised for drainage enforcement -- this incision is only
0.5	dig maximum slope, slope gradient above which drainage enforcement is not applied
2	Channel threshold criteria: 1 = Drainage area; 2 = Specific drainage area.
100	channel_area_threshold for low-gradient areas (area in square meters times slope to
400	channel_area_threshold, high-gradient areas
2	c_exp, slope exponent
0.2	S_min, slope below which low-gradient threshold applies
0.3	S_max, slope above which high-gradient threshold applies
0.0005	Plan_min, minimum plan curvature for channel head in low-gradient areas
0.005	Plan_min, minimum plan curvature for channel head in high-gradient areas
100	min_flow_length (m), distance over which Plan_min must be equaled or exceeded for a
500	Xmin, minimum window length for channel gradient calculation
1500	Xmax, maximum window length
0.001	Smin, gradient at and below which Xmax applies
0.2	Smax, gradient at and above which Xmin applies
2	Fit Order, integer, polynomial order for fit to channel elevations for gradient
50	junction_length ! channel length used to estimate junction angles
1.683	cw1, channel width function, method 1: $cw = cw1 * (\text{Mean_annual_flow}^{cw2})$
0.436526	cw2, channel width function, method 2: $cw = cw1 * (\text{Area}^{cw2}) * (\text{Prec}^{cw3})$
0.440865	cw3, channel width function, cw in meters, area in km ² , prec in m, maf in m ³ /sec
0.63	depth_coefficient_1, method 1: channel depth = $\text{coef}_1 * (\text{mean_annual_flow}^{\text{coef2}})$
0.173158	depth_coefficient_2, method 2: channel depth =
0.151639	depth_coefficient_3, channel depth in meters, area in km ² , prec in m,
2	reach method: 1) channel widths, 2) specified length !
10	# of channel widths for a reach, for reach-method 1
400	minimum reach length in meters, for reach-method 2
800	maximum reach length in meters, reach-method 2
0.04	area (km ²) at and below which minimum reach length is enforced, reach-method 2
50	area (km ²) at and above which maximum reach length is enforced, reach-method 2
150	minimum reach length for increasing max_grad_down
200	maximum reach length for increasing max_grad_down
0.04	Drainage area (sq km) at and below which minimum reach length applies
50	Drainage area (sq km) at and above which maximum reach length applies
1	Area weighting for reach breaks (larger values increase effect of tributary inputs)
2-1-3	vh, number of bank-full depths above channel to qualify as floodplain
6.32E-06	Mean annual flow, coefficient 1, flow = $c1 * (\text{Area}^{c2}) * (\text{Precip}^{c3})$

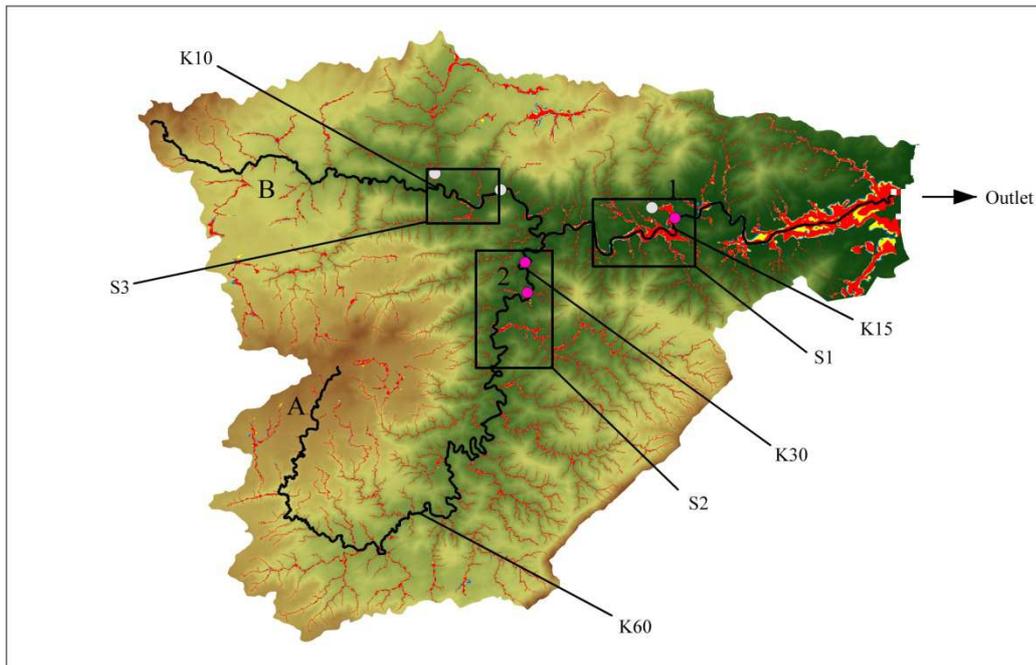
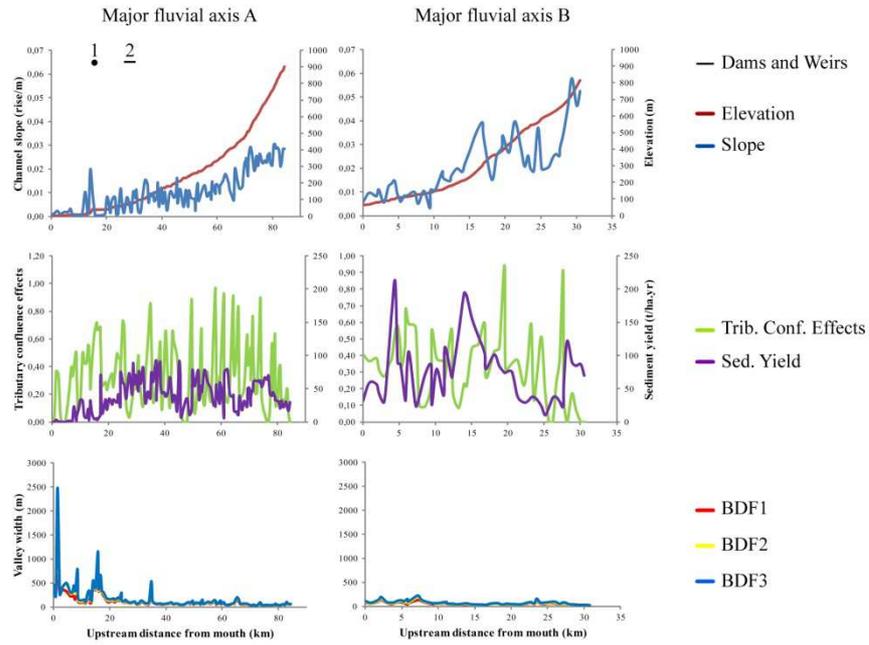
0.99	Mean annual flow, coefficient 2, Area in square kilometers, Precip in m
1.593	Mean annual flow, coefficient 3
0	$gcoef1, field_gradient\% = gcoef1 + gcoef2 * (DEM_gradient\%^{gcoef3})$
1.019785	$gcoef2$
0.825982	$gcoef3$
0.2	end of calibrated gradient
0.3	start of DEM gradient, linear combination in between
3.79	trib effects coefficient 1
1.96	trib effects coefficient 2
0.0874	trib patch size coefficient 1
0.3867	trib patch size coefficient 2
0.5	decay rate for tributary effects, 1/km
INSTRUCCION FILE FOR Netrace	
SHAPEFILE options	
y	Force reach breaks at channel junctions (y/n)
2	1) Fixed-length reaches, or 2) homogenous reaches
2	Gradient calculation method: 1) via contours, 2) poly fit over centered window, 3) none
2	Channel width estimation method: 1) $a * (Mean_annual_discharge^b)$, 2) $a * (Area^b) * (Prec^c)$,
2	Channel depth estimation method: 1) $a * (Mean_annual_discharge^b)$, 2) $a * (Area^b) * (Prec^c)$,
1	Mean annual discharge method: 1) $a * (Area^b) * (Prec^c)$, 2) none
1	Valley width calculation method: 1) inundation flow path 4) none
n	Debris flow model (y/n) requires additional data files
n	Basin ID (requires .flt grid file of basin IDs)
0	Maximum number of channel networks to trace (zero = no limit)
RASTER output options	
y	Hillslope pixel distance to nearest stream channel, raster file (y/n)
y	Hillslope pixel delivered-to-channel-reach ID, raster file (y/n) (requires reach shapefile)
y	Create valley floor raster image vmask_ID.flt (.hdr) (y/n) (requires reach shapefile)

ALLEGATO II

MAPPE E GRAFICI DELL'ANALISI DELLA RETE IDROGRAFICA

INDICE. ALLEGATO II

BACINO DEL POSADA	PAG. 75
BACINO DEL FLUMENDOSA	PAG. 76
BACINO DEL LISCIA	PAG. 77
BACINO DEL PICOCCA	PAG. 78
BACINO DEL CEDRINO	PAG. 79
BACINO DEL PADROGIANO	PAG. 80
BACINO DEL FODDEDDU	PAG. 81
BACINO DEL FAA	PAG. 82
BACINO DEL PRAMAERA	PAG. 83
BACINO DELLO SPERANDEU	PAG. 84

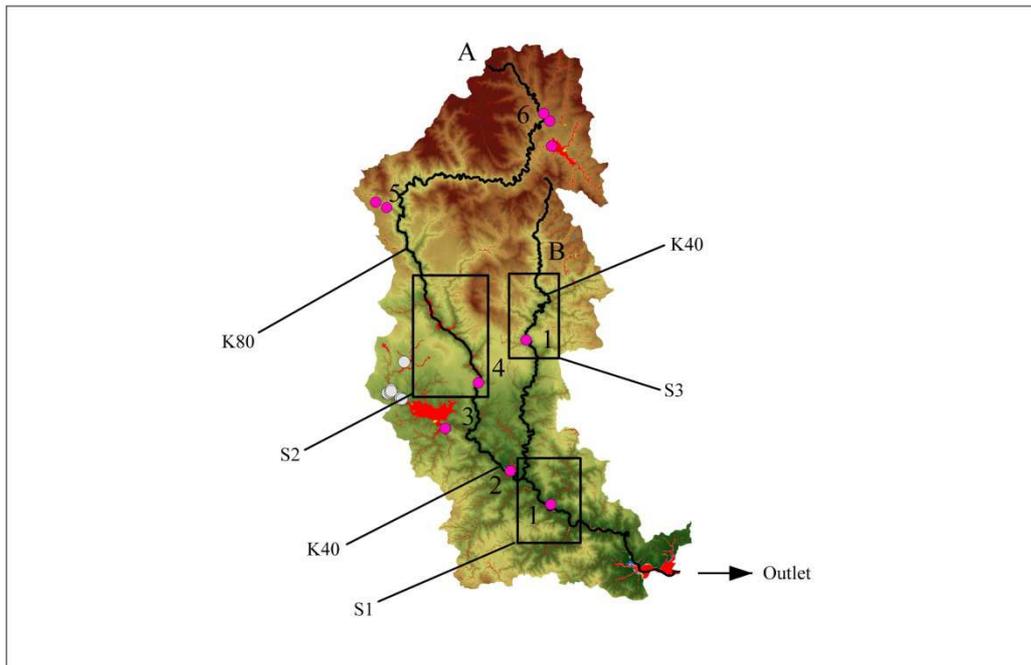
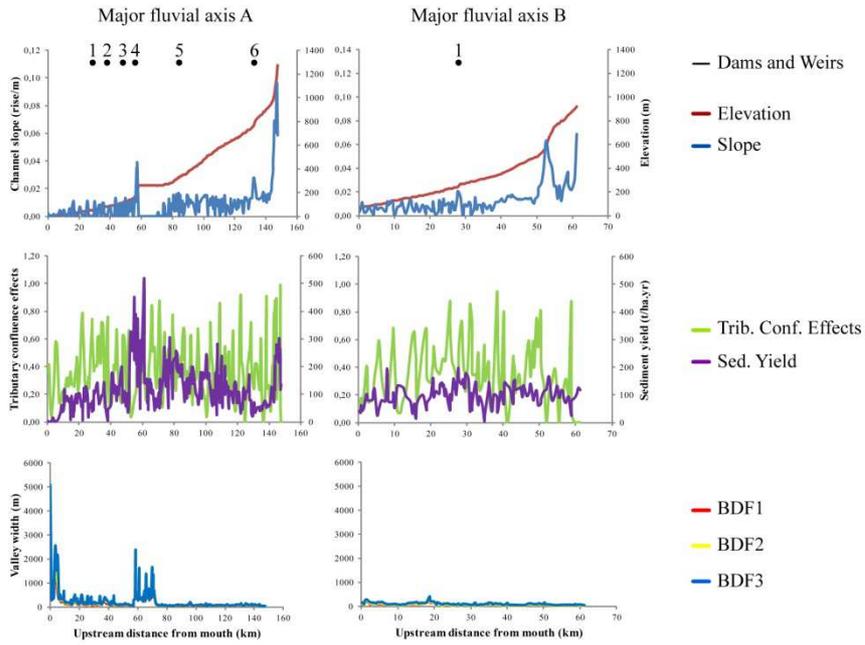


Assessment of land erosion trends, sediment transport balance, artificial structures and river longitudinal continuity in Sardinian INHABIT study areas.

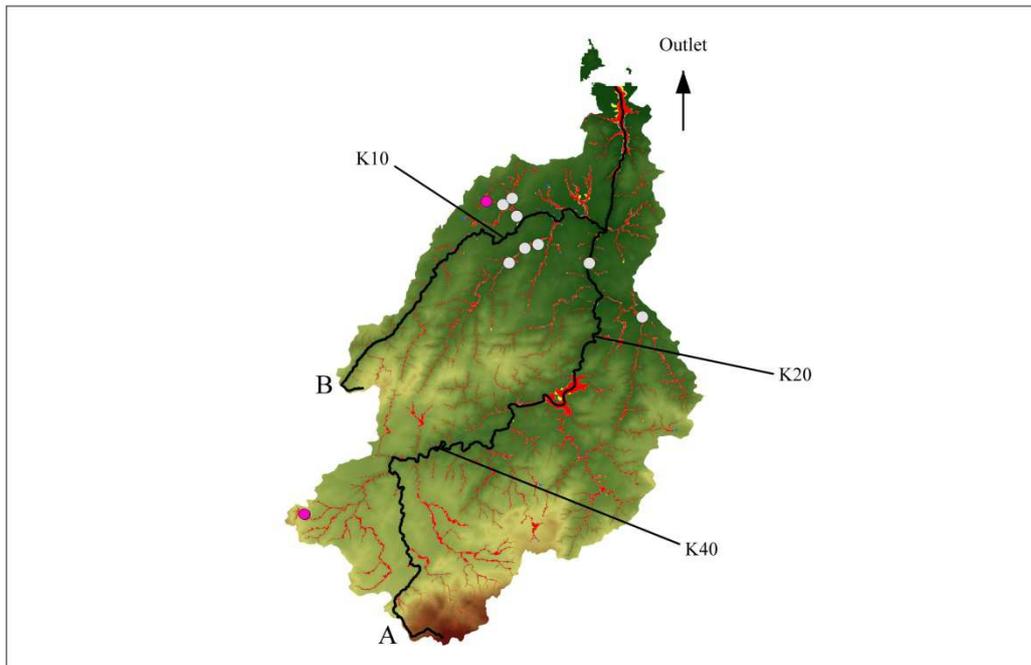
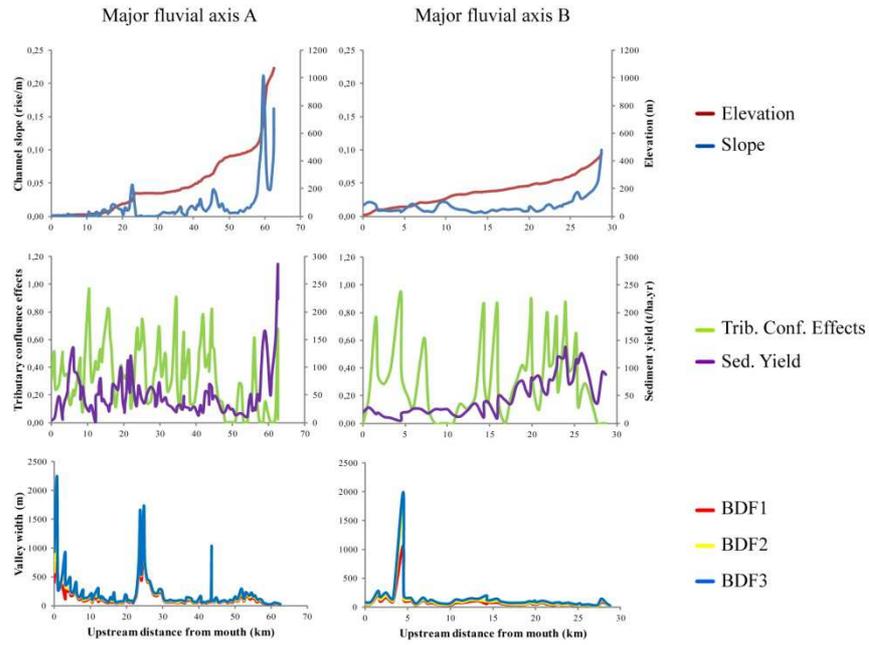
River Network Structure. Posada Basin



- Caravaggio Sites
- Dam
- Weir
- Major fluvial axis
- 1 x Bankfull Depth
- 2 x Bankfull Depth
- 3 x Bankfull Depth



<p>Assessment of land erosion trends, sediment transport balance, artificial structures and river longitudinal continuity in Sardinian INHABIT study areas.</p>		<ul style="list-style-type: none"> ○ Caravaggio Sites ● Dam ● Weir — Major fluvial axis ■ 1 x Bankfull Depth ■ 2 x Bankfull Depth ■ 3 x Bankfull Depth
<p>River Network Structure. Flumendosa Basin</p>		

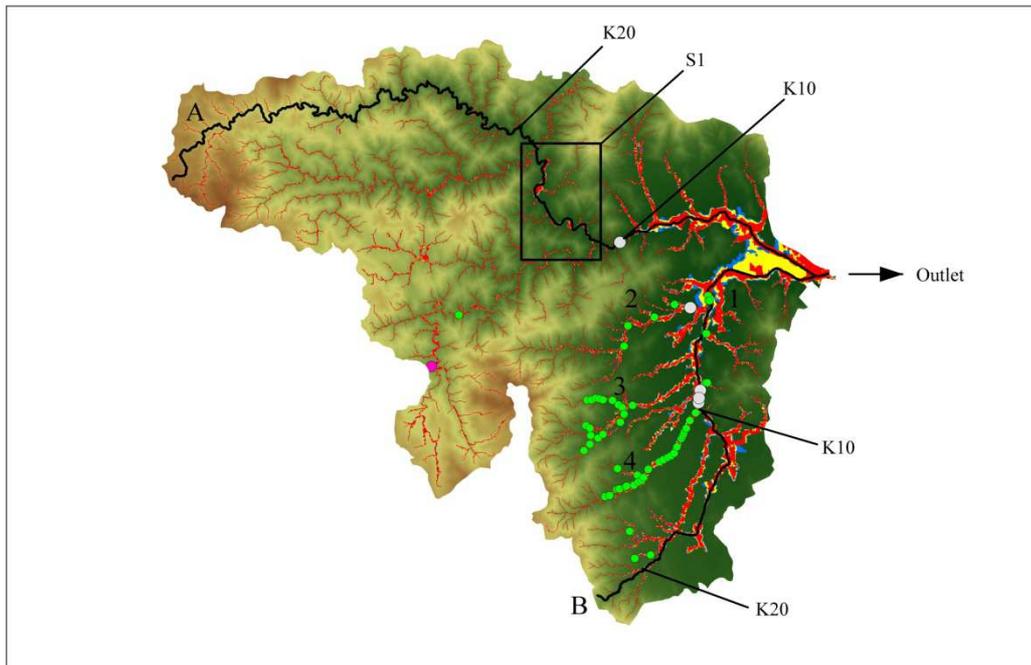
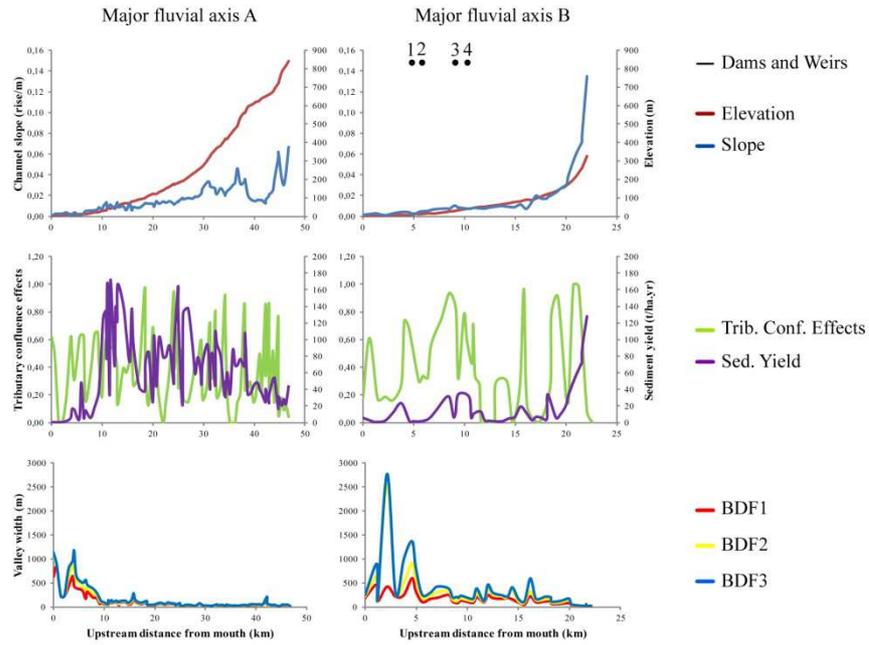


Assessment of land erosion trends, sediment transport balance, artificial structures and river longitudinal continuity in Sardinian INHABIT study areas.

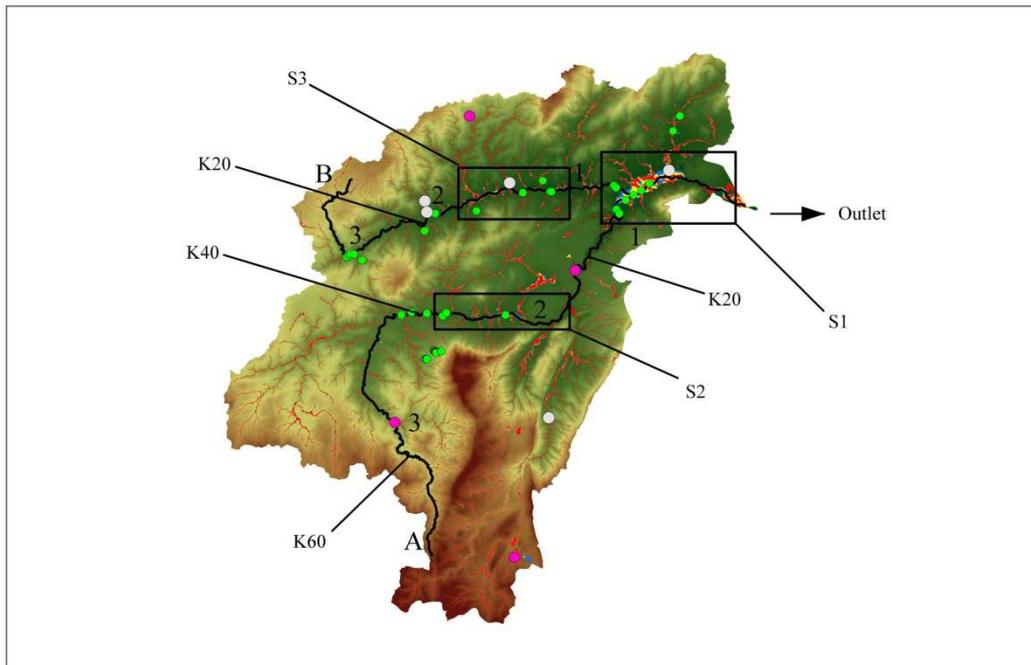
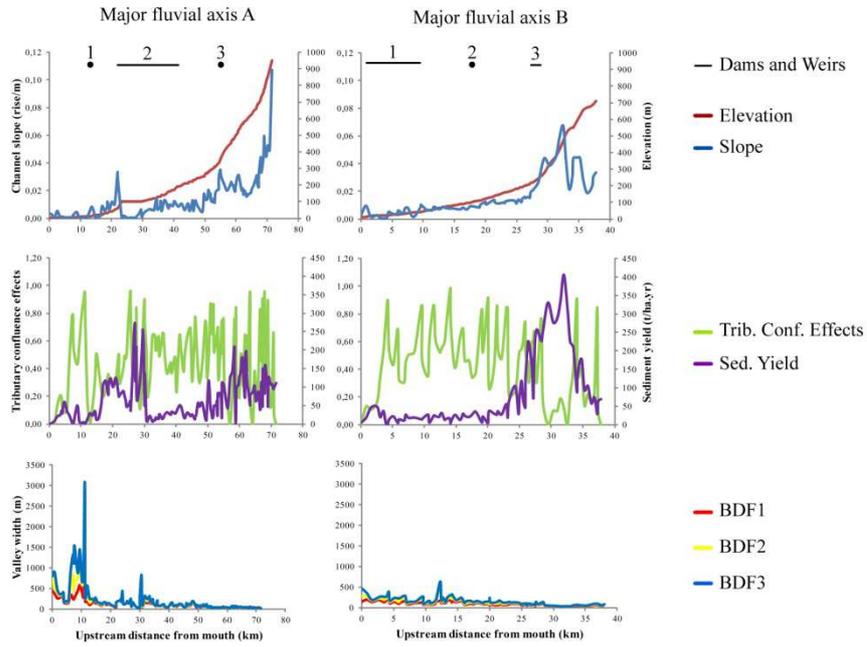
River Network Structure. Liscia Basin



- Caravaggio Sites
- Dam
- Weir
- Major fluvial axis
- 1 x Bankfull Depth
- 2 x Bankfull Depth
- 3 x Bankfull Depth



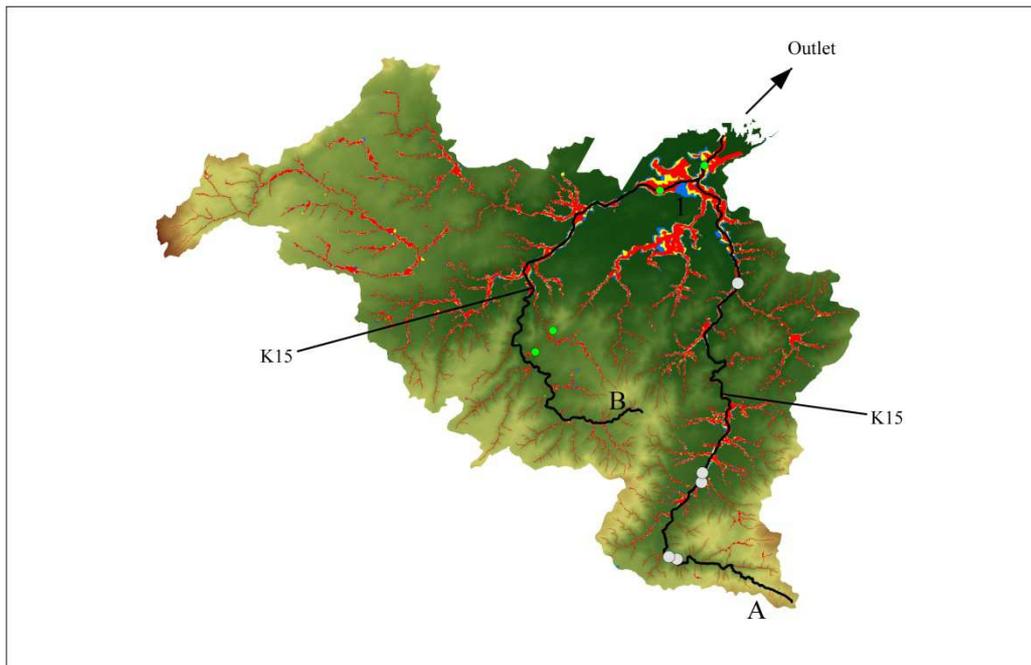
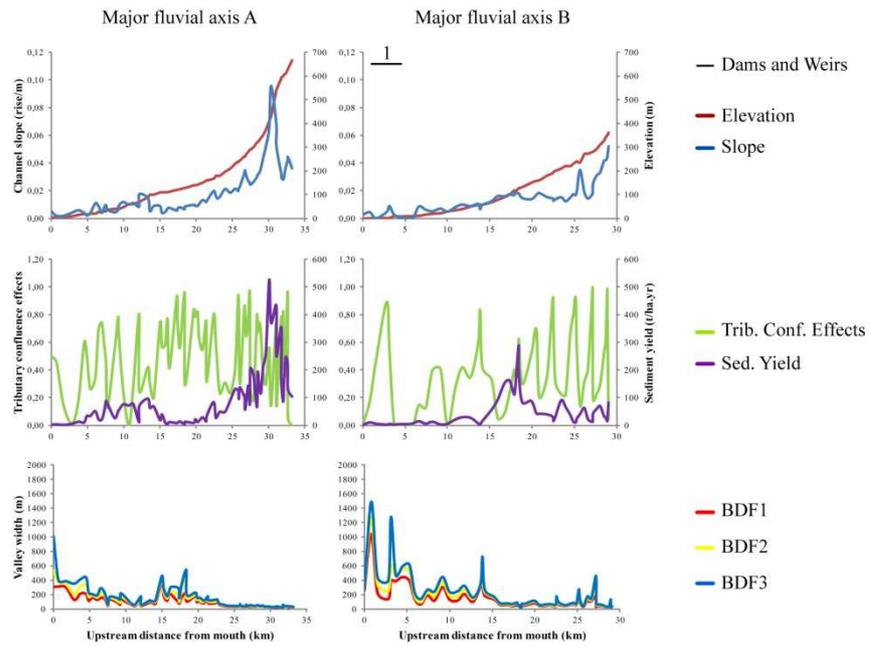
<p>Assessment of land erosion trends, sediment transport balance, artificial structures and river longitudinal continuity in Sardinian INHABIT study areas.</p>		<ul style="list-style-type: none"> ○ Caravaggio Sites ● Dam ● Weir — Major fluvial axis ■ 1 x Bankfull Depth ■ 2 x Bankfull Depth ■ 3 x Bankfull Depth
<p>River Network Structure. Picocca Basin</p>		



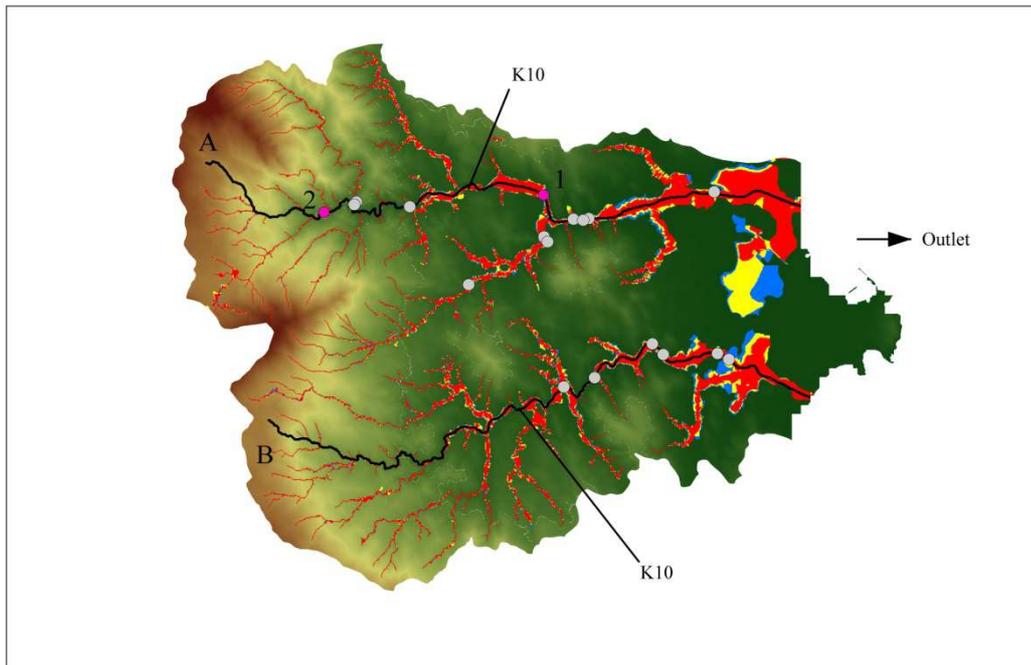
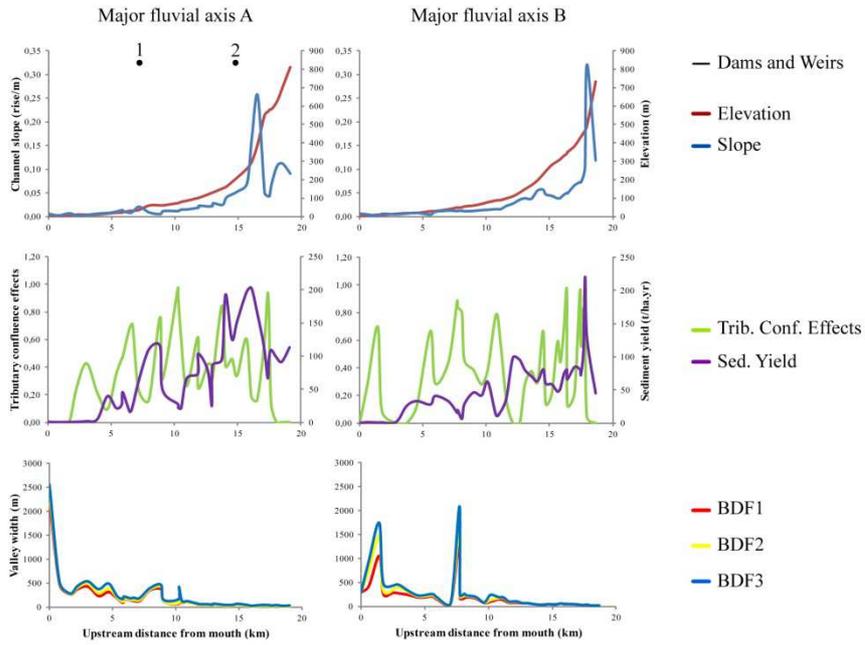
Assessment of land erosion trends, sediment transport balance, artificial structures and river longitudinal continuity in Sardinian INHABIT study areas.

River Network Structure. Cedrino Basin



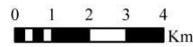


<p>Assessment of land erosion trends, sediment transport balance, artificial structures and river longitudinal continuity in Sardinian INHABIT study areas.</p>		<ul style="list-style-type: none"> ○ Caravaggio Sites ● Dam ● Weir — Major fluvial axis ■ 1 x Bankfull Depth ■ 2 x Bankfull Depth ■ 3 x Bankfull Depth
<p>River Network Structure. Padrogiano Basin</p>		

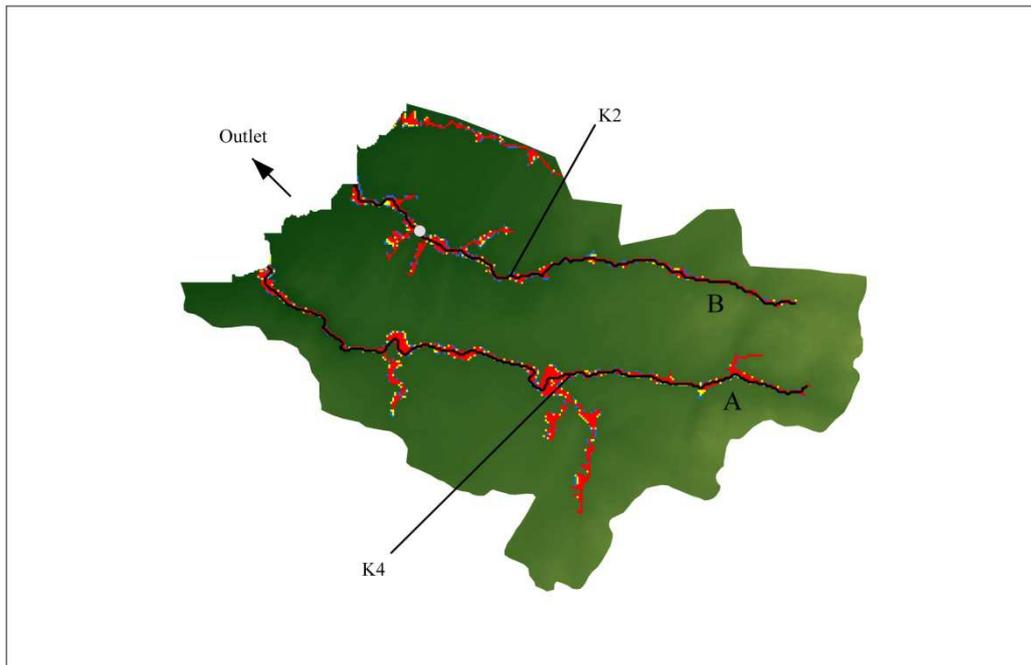
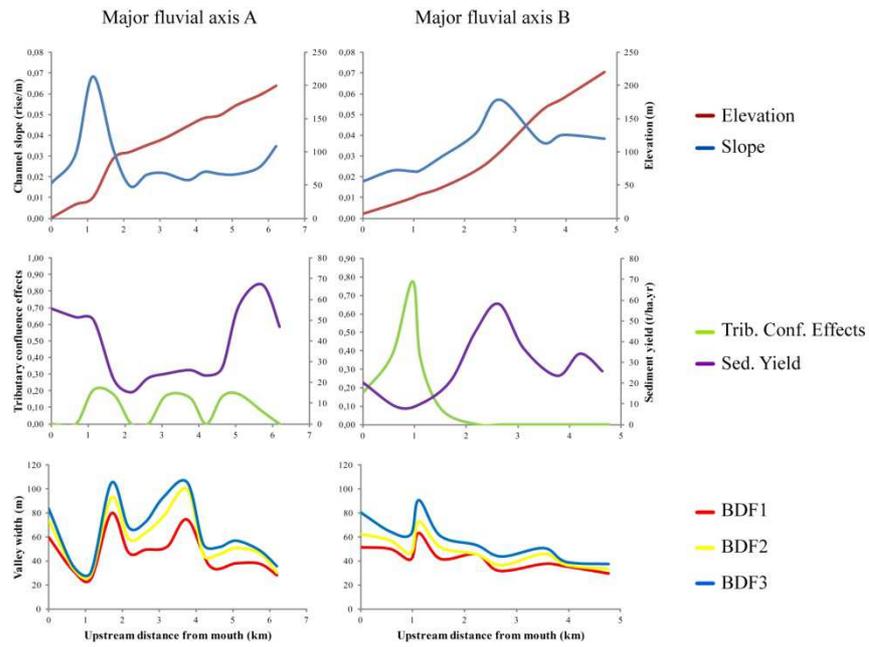


Assessment of land erosion trends, sediment transport balance, artificial structures and river longitudinal continuity in Sardinian INHABIT study areas.

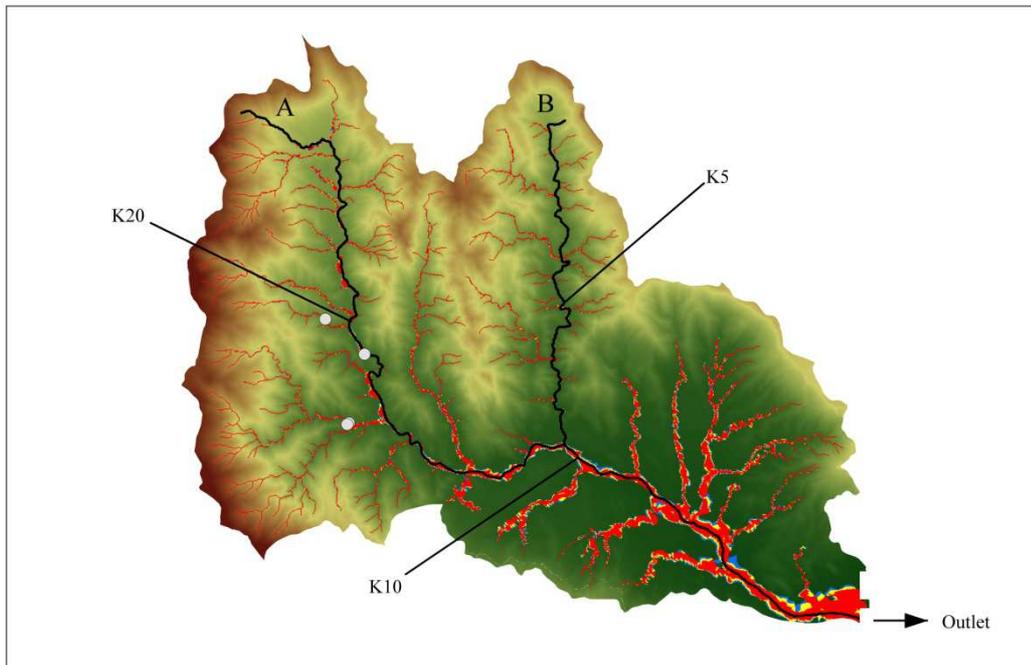
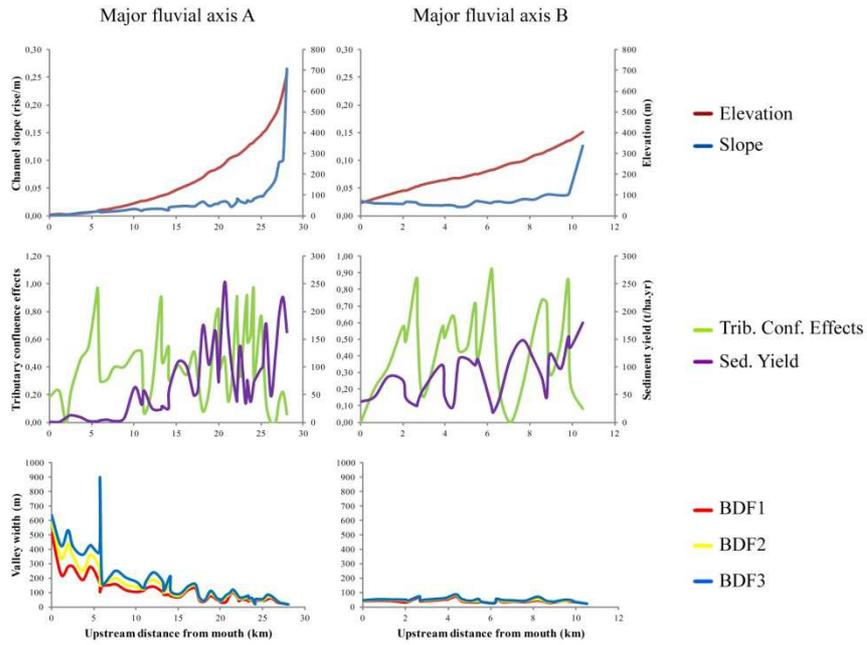
River Network Structure. Foddeddu Basin



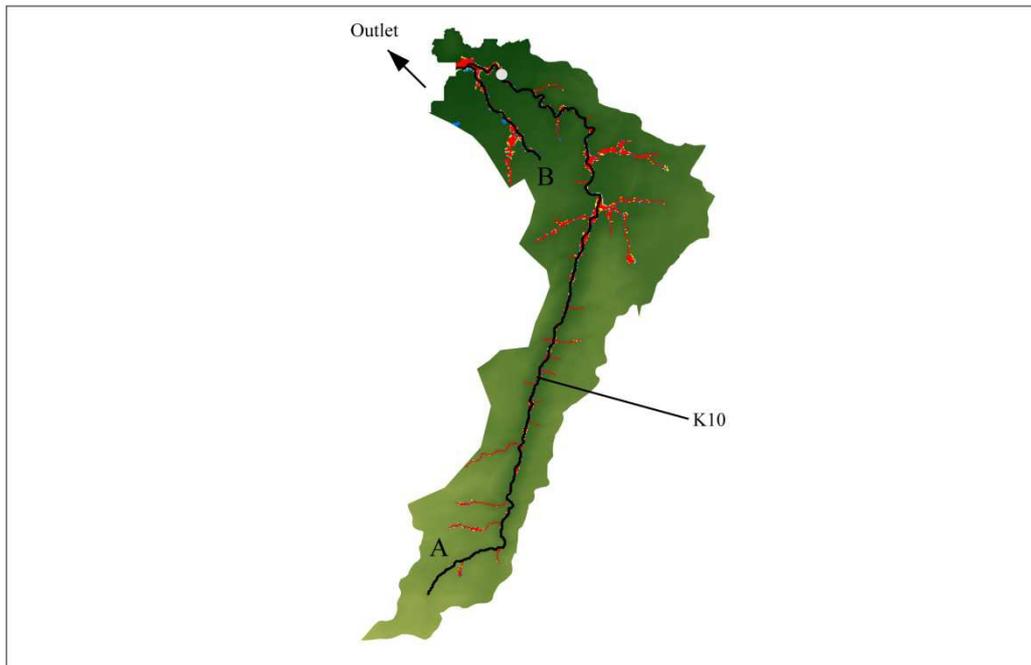
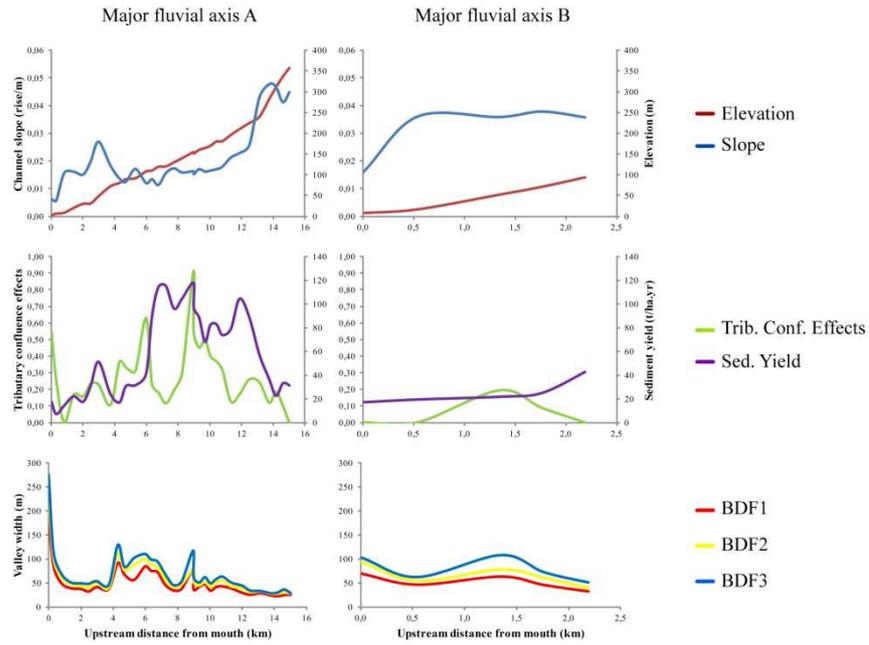
- Caravaggio Sites
- Dam
- Weir
- Major fluvial axis
- 1 x Bankfull Depth
- 2 x Bankfull Depth
- 3 x Bankfull Depth



<p>Assessment of land erosion trends, sediment transport balance, artificial structures and river longitudinal continuity in Sardinian INHABIT study areas.</p>		<ul style="list-style-type: none"> ○ Caravaggio Sites ● Dam ● Weir — Major fluvial axis ■ 1 x Bankfull Depth ■ 2 x Bankfull Depth ■ 3 x Bankfull Depth
<p>River Network Structure. Faa Basin</p>		



<p>Assessment of land erosion trends, sediment transport balance, artificial structures and river longitudinal continuity in Sardinian INHABIT study areas.</p>		<ul style="list-style-type: none"> ○ Caravaggio Sites ● Dam ● Weir — Major fluvial axis ■ 1 x Bankfull Depth ■ 2 x Bankfull Depth ■ 3 x Bankfull Depth
<p>River Network Structure. Pramaera Basin</p>		



<p>Assessment of land erosion trends, sediment transport balance, artificial structures and river longitudinal continuity in Sardinian INHABIT study areas.</p>		<ul style="list-style-type: none"> ○ Caravaggio Sites ● Dam ● Weir — Major fluvial axis ■ 1 x Bankfull Depth ■ 2 x Bankfull Depth ■ 3 x Bankfull Depth
<p>River Network Structure. Sperandeu Basin</p>		

I3d2.3 - VALUTAZIONE DEI PROCESSI PRINCIPALI RELATIVI ALL'EROSIONE DELLE SPONDE E DELLE ZONE DI DEPOSIZIONE/EROSIONE A SCALA DI BACINO IN ALCUNI BACINI IDROGRAFICI SARDI

Autori:

J. O. Barquin¹ & A. M. G. Ferreras¹

Traduzione a cura di: L. Terranova²

¹Università della Cantabria - Environmental Hydraulics Institute "IH Cantabria

²CNR-IRSA - Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Ricerca sulle Acque, U.O.S. Brugherio, Via del Mulino 19, 20861, Brugherio (MB)

1.Introduzione

La zona riparia è molto importante nella gestione dei fiumi, perché la vegetazione presente nelle fasce riparie svolge importanti funzioni ecologiche, idrauliche e idrologiche. Per tali motivi, conservare le aree riparie in buona qualità è fondamentale per il mantenimento di molte importanti funzioni ecologiche degli ecosistemi fluviali. Questo studio mira ad individuare i tratti fluviali all'interno dei bacini sardi selezionati che abbiano un alto rischio di instabilità delle sponde a causa delle caratteristiche del suolo e di una degradazione della condizione riparia. Ai bacini idrografici selezionati è stato applicato un modello sulla valutazione della condizione riparia sviluppato in Spagna. I dati sono stati incrociati con l'erosione del suolo sui versanti laterali delle valli. Ciò ha permesso di identificare i tratti fluviali che potrebbero essere a rischio maggiore di soffrire di diversi impatti a scala ampia (e.g. interrimento, cambiamenti di forma del canale, etc.) e, quindi, di definire le priorità per il ripristino delle zone

della rete fluviale. Informazioni tratte dal CARAVAGGIO sulla vegetazione ripariale e sull'erosione delle sponde sono state utilizzate per validare i modelli su larga scala e i risultati ottenuti.

1.1.Obiettivi

L'obiettivo specifico principale di questo studio è quello di eseguire nei bacini selezionati della Sardegna una valutazione della stabilità delle sponde fluviali e della condizione riparia a scala di bacino usando un modello di predizione della condizione riparia e i dati GIS.

2.Materiali e Metodi

Per la selezione dell'area di studio e dei bacini idrografici, e per la spiegazione relativa al lavoro preparatorio sugli strati informativi (rete fluviale, DEM e definizione delle tre profondità di bankfull in particolare, dati geologici, copertura del suolo, erosione del suolo) si veda il contributo precedente "I3d2.2 Valutazione di trend di erosione del suolo, equilibrio del trasporto solido, strutture artificiali e continuità longitudinale fluviale in alcuni bacini idrografici sardi".

2.1.Delimitazione delle aree ripariali

Esistono diversi approcci per delineare le aree riparie (e.g. McGlynn & Seibert 2003, Dodov & Fofoula-Georgiou 2006) e definirne i confini discreti può essere un compito difficile. Negli ultimi anni sono stati pubblicati diversi metodi basati sul GIS per quanto riguarda la delimitazione della zona della piana inondabile/riparia. In questa attività, le zone riparie sono state delineate sulla base della metodologia esposta in Fernández et al. (2012) per l'intera Synthetic River Network (SRN) della Sardegna.

In questo studio abbiamo delineato per la SRN le potenziali zone riparie con significatività idrologica utilizzando un approccio geomorfologico basato sul GIS e facendo affidamento sul DEM. I passaggi principali di questa fase sono stati i seguenti:

- **Definizione della morfologia di valle**

Gli attributi geomorfologici utilizzati per definire i tipi fluviali sono stati la pendenza di canale e sponde, la larghezza di fondovalle e la durezza geologica delle sponde. La sponda è stata considerata pari a un buffer di 200 m laterale al canale fluviale. I valori di pendenza del canale e delle sponde sono stati calcolati in corrispondenza del punto finale di ciascun segmento a partire dal DEM. La larghezza di fondo valle è stata ottenuta dalla superficie BFD-2 (profondità di *banktop* 2), ottenuto nel modo descritto nel contributo I3d2.2. La durezza geologica delle sponde è stata ottenuta dalle variabili geologiche calcolate all'interno del buffer (200 m dal canale del fiume). Queste quattro variabili sono state calcolate per l'intera SRN utilizzando gli strumenti di *Netmap* e sono state quindi correlate all'altezza delle piene in un dato luogo.

Dopo la standardizzazione dei dati, questi quattro attributi sono stati usati per classificare la SRN in tipi geomorfologici utilizzando la procedura di clustering PAM (Partition Around Medoids) nel software R (R Core Team 2013). La procedura è stata eseguita utilizzando tre numeri prestabiliti di cluster per classificare i tratti fluviali attribuendoli a "valli aperte", "valli a V poco profonde" e "valli a V profonde".

- **Generazione di superfici inondabili geomorfologiche**

Coerentemente con la metodologia citata nella nel contributo I3d2.2 abbiamo valutato l'ampiezza della valle a una quota equivalente al numero progressivo della profondità di *bankfull* (BFDs) per ogni segmento fluviale, in funzione della morfologia della loro valle. I criteri utilizzati sono:

- $0.75 * \text{BFD}$ nelle valli aperte e a V poco profonda
- $1.25 * \text{BFD}$ nelle valli a V profonda

Questo passaggio ha generato una superficie che interseca le pareti della valle all'altezza delle profondità stimate di *bankfull*, BFDs, al di sopra del canale. Tale superficie viene fatta corrispondere alla zona riparia. I segmenti di valle poco profonda e di valle aperta sono stati considerati nella medesima categoria, poiché

secondo Fernández et al. (2012), si riscontrano modelli simili per le valli aperte e per quelle poco profonde.

- **Assegnazione di categorie di uso del suolo alle zone riparie**

Nell'ultimo passaggio, le risultanti superfici di piana inondabile per ciascun tratto fluviale all'interno del poligono della SRN è stato intersecato con la mappa tematica dell'uso del suolo per ottenere la percentuale di ciascuna categoria di uso del suolo. Siamo stati così in grado di quantificare la composizione di uso del territorio all'interno delle zone riparie.

2.2. Modello delle condizioni riparie

Molti dei metodi a disposizione per la valutazione delle condizioni ripariali sono applicabili su tratti fluviali omogenei di non più di 500 m. Ci sono però elementi cruciali nella gestione ripariale che non possono essere compresi senza una valutazione in continuo del corridoio ripario lungo l'intera rete fluviale. Per questo motivo, e per consentire di legare le informazioni registrate con il CARAVAGGIO a informazioni a scala spaziale più ampia, in questo lavoro si è fatto riferimento al modello sulla condizione riparia sviluppato da Fernández et al. (in preparazione) per la modellazione della condizione riparia su grandi superfici. Esso utilizza i dati di copertura del suolo nella fascia riparia attraverso due tipi di modelli (regressione lineare multipla e la foresta casuale). In questo studio si è scelto di usare la regressione lineare multipla perché in Spagna ha ottenuto risultati migliori nel prevedere la condizione riparia e ha anche avuto scostamenti inferiori nella previsione delle classi di valutazione della condizione riparia. Il valore corretto di R^2 ottenuto con questo modello, utilizzando una procedura di validazione incrociata *leave-one-out*, è stato 0.62. Questi risultati indicano che i dati predetti si abbinano bene con i dati osservati (Fig. 1).

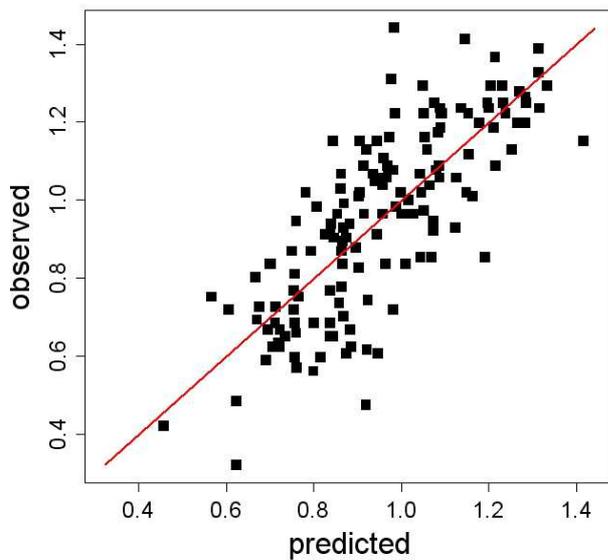


Figura 1. - Valori osservato vs valori attesi della condizione riparia nel modello di regressione lineare utilizzato da Fernandez et al. (in preparazione).

Per eseguire il modello, ogni segmento è stato considerato come osservazione e, come variabili predittive, sono state utilizzate le estensioni relative di tre diverse classi di uso del suolo (terreni agricoli, foresta di latifoglie e aree urbane). Prima di eseguire la regressione lineare, le variabili predittive sono state trasformate in radice quadrata di arcoseno. Per ulteriori informazioni riguardo i parametri del modello vedere Fernández et al. (in preparazione).

Nel presente studio, i valori attesi del modello per la SRN della Sardegna sono stati classificati in quattro classi di valutazione della condizione riparia (RC):

- Cattivo ($0 \leq RC < 40$)
- Scarso ($40 \leq RC < 60$)
- Moderato ($60 \leq RC < 80$)
- Buono ($80 \leq RC$)

Tutte le analisi statistiche sono state effettuate utilizzando il software R (R Core Team 2013) e il pacchetto "MASS" (Venables & Ripley 2002) per la regressione lineare multipla.

2.3.Valutazione del rischio di instabilità delle sponde fluviali

La valutazione del rischio di instabilità delle sponde fluviali è stata effettuata utilizzando i dati del modello della condizione riparia e della perdita attuale di suolo dai fianchi della valle di ogni tratto fluviale. La perdita effettiva del suolo è stata calcolata intersecando la superficie dei versanti laterali della valle per ciascun tratto fluviale con i dati per Italia sull'attuale perdita di suolo per erosione (Grimm et al., 2002).

Abbiamo stimato il rischio di instabilità delle sponde in basso, medio e alto classificando la perdita di suolo dei versanti di valle in quattro classi e intersecando tale classificazione con le classi di valutazione della condizione riparia da modello (vedi tabella 1).

		Rischio di instabilità Sponda		
Perdita di suolo (t / ha / anno)	$0 > SL \leq 1$	Medio	Basso	Basso
	$1 > SL \leq 5$	Medio	Medio	Basso
	$5 > SL \leq 10$	Alto	Medio	Basso
	$10 > SL$	Alto	Alto	Basso
		Cattivo - Scarso	Moderato	Buono
		Condizione riparia		

Tabella 1.- Classi di rischio della stabilità delle sponde fluviali in base alla loro condizione riparia e alla perdita attuale del suolo

2.4.Convalida dei dati su larga scala

Sono stati utilizzati diversi dataset e procedure per validare le proiezioni su larga scala e i calcoli in GIS con le informazioni di campo. I 72 tratti rilevati dal CNR-IRSA seguendo il protocollo CARAVAGGIO hanno costituito la principale fonte di dati da campo utilizzati per verificare i nostri risultati.

La caratterizzazione della zona riparia per l'intera rete fluviale è stata validata con i dati CARAVAGGIO mediante regressioni quantili dei dati sulla foresta di latifoglie all'interno della

zona riparia fino a usi del suolo Naturali entro 5 m dal *banktop*.

I dati modellati sulla condizione riparia sono stati correlati mediante una semplice regressione lineare al Land Use Index calcolato sui tratti CARAVAGGIO. Infine, i risultati di instabilità delle sponde sono stati correlati ai dati CARAVAGGIO utilizzando regressioni quantili per mettere in relazione la quantità di rupi, da un lato, e sponde in erosione e sponde con erosione locale, dall'altro lato, con, rispettivamente, la percentuale di latifoglie presente all'interno della fascia riparia e i punteggi di valutazione della condizione riparia modellata.

Infine, sono state anche utilizzate le immagini aeree per controllare che le predizioni e la caratterizzazione riparia fossero state calcolate correttamente e che i risultati, considerata la configurazione dell'attuale paesaggio sardo, avessero seguito i modelli attesi.

3. Risultati

3.1. Caratterizzazione delle aree riparie e valutazione delle condizioni riparie

Le valli aperte occupano il 21,5% della rete SRN sarda (13.641 segmenti). Questo gruppo presentava le valli più ampie (118,2 m in media), la durezza geologica più bassa (media = 1.4) e i canali e i versanti di sponda a pendenza più bassa (0,0145 e 0,061 in media, rispettivamente; Fig. 2).

Le valli a V poco profonde coprivano il 50,7% della rete sarda SRN (32.098 tratti fluviali) presentando caratteristiche intermedie tra gli altri due gruppi. Infine, il terzo gruppo, corrispondente alle valli a V profonde, comprendeva il 27,8% della rete sarda SRN (17.625 tratti fluviali). Questo terzo gruppo mostrava ampiezze di valle più strette (meno di 20 m in media), un'elevata durezza geologica (4 in media), i canali e i versanti di sponda più ripidi (0,1202 e 0,462 in media, rispettivamente).

Prima di eseguire qualunque modello basato sulla composizione dell'uso del suolo nelle zone riparie, abbiamo controllato che la percentuale di alcuni importanti usi all'interno della zona riparia utilizzati per il modello fossero collegati alla predominanza di determinati usi del suolo registrata con il protocollo CARAVAGGIO.

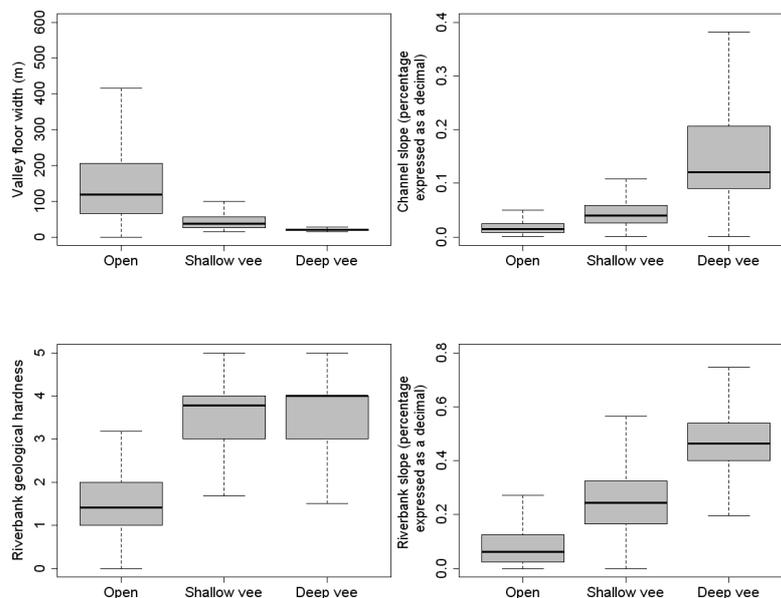


Figura 2.- Boxplot delle quattro variabili coinvolte nella classificazione dei tratti fluviali nei tre tipi di valli geomorfologiche.

La regressione lineare, tra la percentuale di foresta di latifoglie nella zona riparia (ottenuta con tecniche GIS) e il numero di *spot-checks* in cui gli usi del suolo naturali prevalessero all'interno dei 5 m dal *banktop*, non è risultata buona ($R^2 = 0,05$; Fig. 3). Tuttavia, regressioni quantili evidenziano che la percentuale di vegetazione di latifoglie all'interno della zona riparia aumenta il numero minimo di *spot-checks* in cui gli usi del suolo naturali prevalgono ($\tau = 0.2$; Fig. 3).

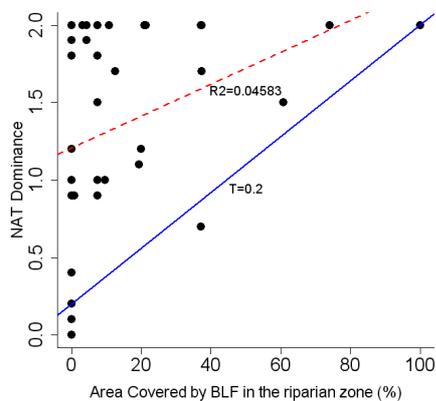


Figura 3. - Quantile (linea blu $\tau = 0.2$) e regressione lineare (linea rossa tratteggiata) tra l'area coperta da foreste a latifoglie (BLF) all'interno della zona riparia, derivata utilizzando i layer GIS, e i valori dominanti osservati di usi del suolo naturali (NAT) entro 5 m dal *banktop*, utilizzando il protocollo di campo CARAVAGGIO.

Il bosco ripariale è risultato meglio conservato nelle valli a V profonde piuttosto che nelle valli aperte o poco profonde. Meno dell'1% (64 tratti fluviali) dei tratti fluviali di valle profonda hanno presentato condizioni riparie con valutazione cattiva, mentre quasi più del 40% dei tratti fluviali all'interno di questo tipo di valle hanno presentato una buona condizione riparia (Fig. 4). In contrapposizione, quasi il 14% e il 16% dei tratti fluviali hanno mostrato condizione riparie con valutazione cattiva e buona, rispettivamente, nelle valli aperte e poco profonde, mentre sono risultati dominati i tratti fluviali ricadenti in una valutazione scarsa (quasi il 53%).

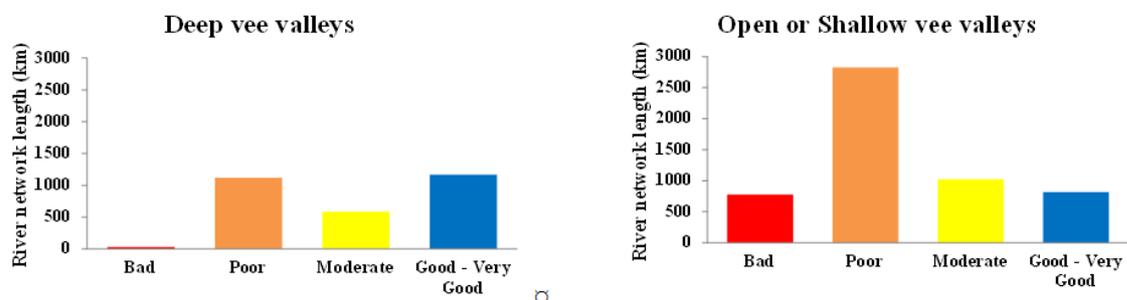


Figura 4.- Lunghezza totale della rete fluviale (km), in base alla condizione riparia per ogni tipo di valle.

I bacini del Pramaera (33,8%), del Picocca (31,2%), del Flumendosa (27,8%) e del Cedrino (27,6%) sono risultati essere quelli con una percentuale più elevata della propria rete fluviale con una buona condizione riparia, mentre i bacini del Foddeddu (25,8%) e del Padrogiano (16,2%) hanno avuto la più alta percentuale della propria rete fluviale ricadente entro la valutazione di cattiva condizione riparia (vedi grafici e mappe in allegato II). È notevole anche la grande proporzione di rete fluviale con valutazione cattiva e scarsa nei bacini del Faa

(96,3%), dello Sperandeu (73,7%) e del Padrogiano (78,1%).

I punteggi della condizione riparia modellizzata sono risultati correlati significativamente al Land Use Index derivato dal protocollo di campo CARAVAGGIO (LUI; $R^2 = 0.32$; Fig. 5). Ciò indica che i punteggi della condizione riparia modellizzata sono correlati in modo appropriato alle informazioni di uso del suolo rilevate sul campo.

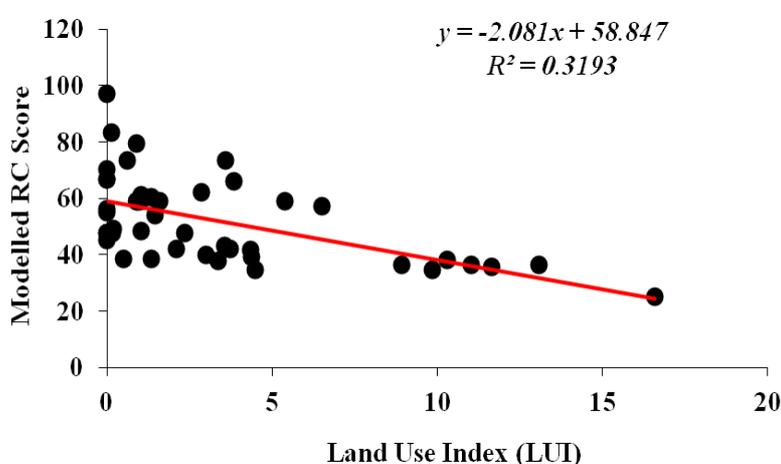


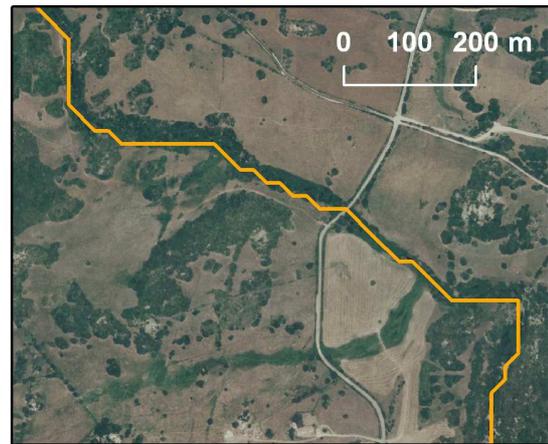
Figura 5.- La regressione lineare tra il Land Use Index (LUI) derivato dal protocollo di campo CARAVAGGIO e punteggi della condizione riparia modellizzata (RC).

Infine, la condizione riparia modellizzata è stata controllata anche in diverse aree dei 10 bacini selezionati al fine di osservare quale configurazione di paesaggio stesse realmente determinando i differenti risultati. Punteggi di valutazione di una cattiva condizione riparia sono risultati essere tipici di territori dominati da usi urbani e di sviluppo antropico o da usi agricoli, mentre una valutazione scarsa è stata generalmente associata agli usi agricoli in cui potevano anche essere presenti paesaggi a

mosaico di pascoli e vegetazione arbustiva (Fig. 6 A e B). La condizione riparia con valutazione moderata è risultata essere principalmente composta da una matrice di vegetazione arbustiva, in cui la componente di vegetazione di latifoglie potrebbe essere presente ma scarsa (Fig. 6 C). Infine, la valutazione di buona condizione riparia è risultata essere principalmente associata con il predominio di vegetazione arborea (Fig. 6 D).

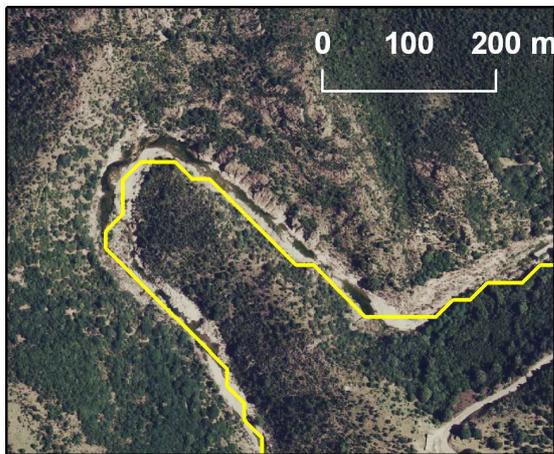


a) Cattiva

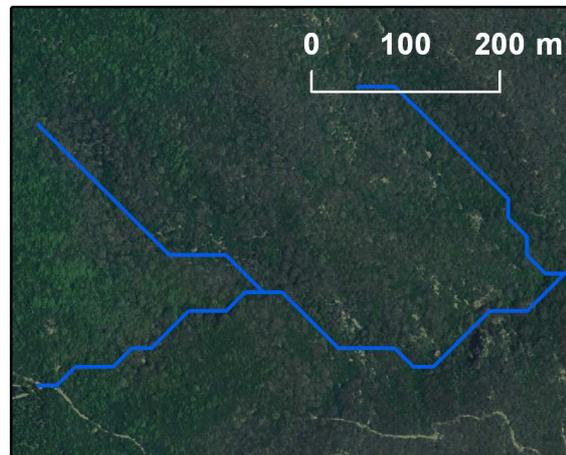


Scarsa

B)



c) Moderata



d) Buona

Figura 6. - Le immagini mostrano esempi di quattro classi di condizione riparia; dalle foto aeree si può comprendere la configurazione del paesaggio per quelle zone. Queste aree sono segnalate nell'allegato II.

3.2.Valutazione di instabilità delle sponde fluviali

Più del 40% (1189 km su 2896 km), della SRN contenuta nelle valli profonde presentava un basso rischio di instabilità delle sponde, mentre nelle valli aperte o poco profonde solo il 16% (873 km su 5437 km) della SRN (Fig. 7) è a basso

rischio di instabilità. Un alto rischio di instabilità delle sponde è stato raggiunto dal 43% e dal 46% della SRN rispettivamente in valli profonde e in valli aperte o poco profonde, mentre il 16% e il 38% della SRN in quegli stessi tipi di valle ha raggiunto un moderato rischio di instabilità delle sponde (Fig. 7).

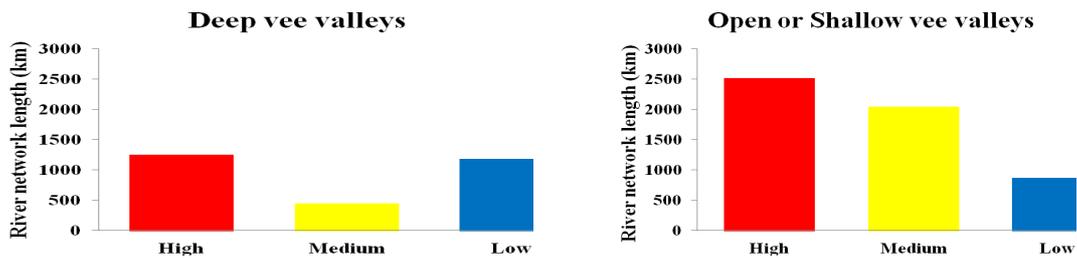


Figura 7. - Lunghezza totale della rete fluviale (km) in base all'instabilità di sponda per ogni tipo di valle.

Le regressioni lineari sulla percentuale di foresta di latifoglie all'interno della zona riparia e i punteggi sulla condizione riparia con il numero di *spot-checks* con, rispettivamente, Eroding Banks - Local Erosion, e con Cliffs (Fig. 10), hanno mostrato una scarsa misura per entrambe le regressioni essendo i valori di R^2 inferiori a 0.05. Tuttavia, c'è un abbinamento molto migliore quando si utilizzano regressioni quantili (tau: 0,9; Fig .8). Incrementando la

percentuale di copertura di bosco a latifoglie nella zona riparia, o aumentando il punteggio della valutazione della condizione riparia, diminuisce il numero di *spot-checks* in cui registriamo caratteristiche associate a instabilità spondale (i.e. Eroding Banks, Local Bank Erosion or Cliffs).

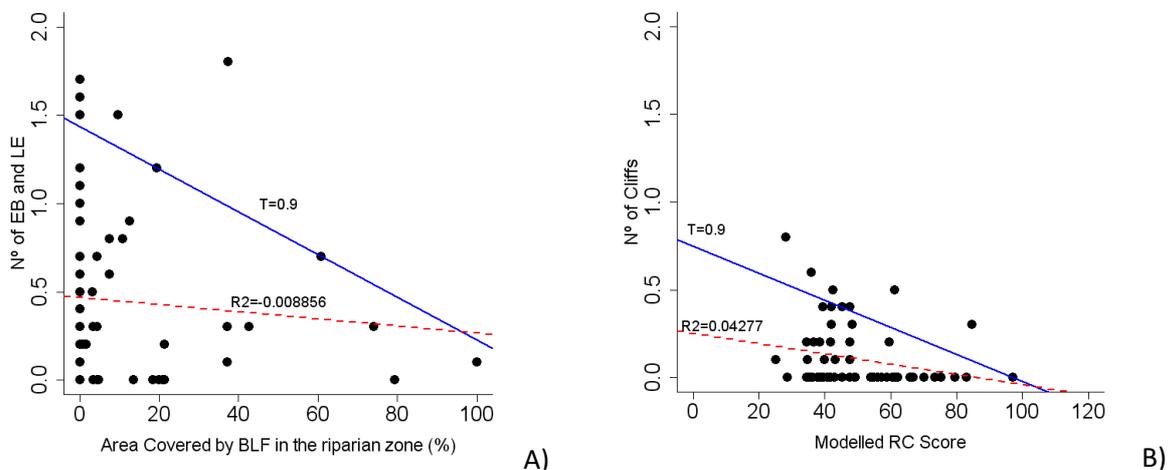


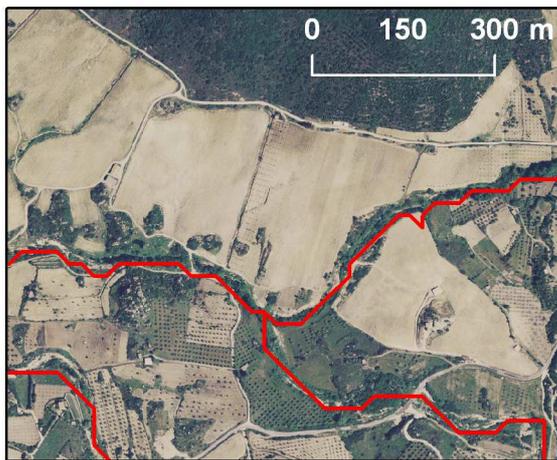
Figura 8. - Quantile (linea blu tau = 0.9) e regressione lineare (linea tratteggiata rossa) tra (A) l'area coperta da foreste a latifoglie (BLF) all'interno della zona riparia, derivata utilizzando strati GIS, ed il numero *spot-checks* con Eroding Banks (EB) e Local Erosion (LE) e tra (B) la condizione riparia modellizzata (RC), i punteggi e il numero di *spot-checks* con Cliff.

Il rischio di instabilità delle sponde è stato anche controllato in diverse aree dei dieci bacini selezionati al fine di osservare quale configurazione di paesaggio stesse realmente determinando il modello spaziale osservato. In

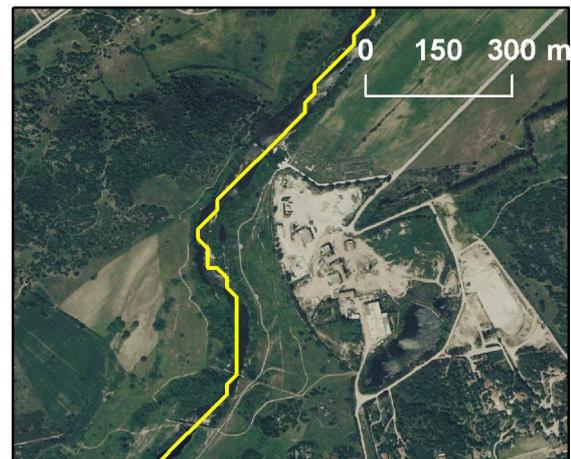
generale, un alto rischio di instabilità delle sponde era dominante in aree paesaggistiche in cui dominassero i terreni agricoli e le condizioni riparie fossero basse, con alberi sparsi lungo i lati delle sponde del fiume. Il medio rischio di

instabilità è prevalso nella matrice di paesaggio dominato da cespugli e arbusti in cui terreni agricoli potrebbe anche essere presenti e i boschi ripari fossero a gruppi discontinui. Infine, il basso rischio di instabilità delle sponde è

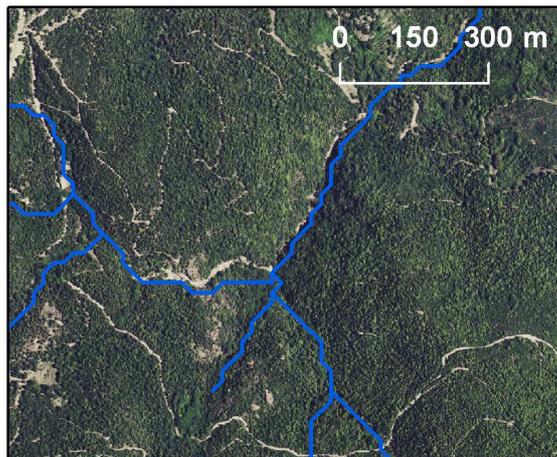
risultato importante nelle grandi aree boschive o in una matrice di paesaggio più complesso, ma boschi ripariali fossero sempre continui e ben conservati (Fig. 9).



A) Alta



B) Medio



C) Basso

Figura 9. - Immagini che mostrano esempi delle tre classi di rischio di instabilità delle sponde e foto aeree che mostrano la configurazione del paesaggio per quelle zone. Queste aree sono segnalate nell'allegato II.

4. Conclusioni

Le principali conclusioni di questo studio potrebbero essere riassunte nei seguenti punti:

- L'uso del sistema SRN per la pianificazione su larga scala delle

caratteristiche ripariali e per la valutazione del rischio di degrado fisico e della modifica della morfologia del canale naturale è un potente strumento che potrebbe essere applicato a diverse

regioni del mondo, a condizione di avere dati GIS alla corretta risoluzione.

- La metodologia utilizzata durante tutto lo studio sembra essere convalidata da alcune relazioni fisiche chiave tra le informazioni derivate da GIS e le informazioni raccolte nei siti di studio seguendo il protocollo CARAVAGGIO.
- Il valore della condizione riparia è fortemente dipendente dalla percentuale di copertura delle foreste di latifoglie all'interno della zona ripariale. L'uso agricolo, urbano e altri ambienti antropici sono anch'essi importanti per definire i valori di valutazione di una cattiva e scarsa condizione riparia. In regioni come la Sardegna potrebbe essere necessario considerare altri usi come i pascoli e i terreni a boscaglia e arbusti, nel caso in cui questi usi del suolo siano la vegetazione "naturale" all'interno delle zone riparie. Tuttavia, le relazioni tra condizione riparia e percentuale di copertura di foresta di latifoglie all'interno della zona riparia con caratteristiche di instabilità delle sponde danno forza ai risultati ottenuti.
- La stima del rischio di instabilità delle sponde è risultata essere fortemente dipendente dalle condizioni riparie, sebbene anche le aree denudate a pendenze elevate siano risultate importanti.
- La grande variabilità osservata, presso la gamma inferiore della condizione riparia, sui rapporti tra condizione riparia e percentuale di copertura della foresta di latifoglie all'interno della zona riparia con caratteristiche di instabilità delle sponde potrebbe essere dovuto ad altre variabili che giocano ruoli importanti. Crediamo che anche la composizione del materiale di sponda, i versanti di sponda, la presenza di un sottobosco ben conservato, la distribuzione spaziale arborea e il ruolo svolto da altre componenti di

vegetazione legnosa (e.g. radici di arbusti e cespugli) potrebbero essere importanti. Tutti questi aspetti meritano ulteriori ricerche al fine di ottenere una migliore integrazione dei risultati per la gestione a scala grande e piccola.

BIBLIOGRAFIA

BENDA, L., D. MILLER, AND J. BARQUIN. 2011. Creating a catchment scale perspective for river restoration. *Hydrology and Earth System Sciences* **15**:2995-3015.

BENDA, L., D. MILLER, G. CAI, A. MCCLEARY, J. BARQUÍN, T. MIEWALD, AND W. W. In prep. A Global Opportunity: Improving Countries' Digital Earth, including River Networks, in *Resource Planning and Conservation*.

DODOV, B. A., AND E. FOUFOULA-GEORGIOU. 2006. Floodplain morphometry extraction from a high-resolution digital elevation model: A simple algorithm for regional analysis studies. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters* **3**:410-413.

ESRI. 2011. ArcGIS Desktop: Release 10. *in*. Environmental Systems Research Institute, Redlands, CA.

FERNANDEZ, D., J. BARQUIN, M. ALVAREZ-CABRIA, AND F. J. PENAS. 2012. Quantifying the performance of automated GIS-based geomorphological approaches for riparian zone delineation using digital elevation models. *Hydrology and Earth System Sciences* **16**:3851-3862.

FERNÁNDEZ, D., J. BARQUÍN, M. ALVAREZ-CABRIA, AND F. J. PEÑAS. In prep. Land-Use coverage as indicator of riparian quality.

GONZALEZ DEL TANAGO, M., AND D. GARCIA DE JALON. 2011. Riparian Quality Index (RQI): A methodology for characterising and assessing

the environmental conditions of riparian zones. *Limnetica* **30**:235-253.

GONZÁLEZ DEL TÁNAGO, M., D. GARCÍA DE JALÓN, F. LARA, AND R. GARILLETI. 2006. Índice RQI para la evaluación de las riberas fluviales en el contexto de la directiva marco del agua. *Ingeniería Civil* **143**:97-108.

GRIMM, M., R. J. A. JONES, E. RUSCO, AND L. MONTANARELLA. 2002. Soil Erosion Risk in Italy: using USLE with modified input factors for Erosivity & Erodibility.

MARTZ, L. W., AND J. GARBRECHT. 1998. The treatment of flat areas and depressions in automated drainage analysis of raster digital elevation models. *Hydrological Processes* **12**:843-855.

MCGLYNN, B. L., AND J. SEIBERT. 2003. Distributed assessment of contributing area and riparian buffering along stream networks. *Water Resources Research* **39**.

MILLER, D. 2002. Program for DEM analysis, in *Landscape Dynamics and Forest Management*. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-101CD, U.S.D.A. Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fort Collins. **CD-ROM**.

MUNNE, A., N. PRAT, C. SOLA, N. BONADA, AND M. RIERADEVALL. 2003. A simple field method for assessing the ecological quality of riparian habitat in rivers and streams: QBR index. *Aquatic Conservation-Marine and Freshwater Ecosystems* **13**:147-163.

PEÑAS, F. J., F. FERNANDEZ, M. CALVO, J. BARQUIN, AND L. PEDRAZ. 2011. Influence of data sources and processing methods on theoretical river network quality. *Limnetica* **30**:197-215.

R CORE TEAM. 2013. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

VENABLES, W. N., AND B. D. RIPLEY. 2002. *Modern Applied Statistics with S*. Fourth Edition., New York.

ALLEGATO I

Parametri di ingresso

(BUILDGRIDS E NETRACE)

La tabella seguente contiene tutti i parametri utilizzati come input nei pacchetti software Buildgrids e Netrace (inclusi nella piattaforma NetMap).

INPUT PARAMETERS FOR Bld_grds AND Netrace	
2	flow direction algorithm (1 for D-infinity, 2 for D-infinity + convergence)
25	radius (m), length scale for calculating slope and curvature
10	dig; depth of DEM incision for drainage enforcement
75	dig-radius, width of "swale" incised for drainage enforcement -- this incision is only applied for flow directions, nothing else
0.5	dig maximum slope, slope gradient above which drainage enforcement is not applied
2	Channel threshold criteria: 1 = Drainage area; 2 = Specific drainage area.
100	channel_area_threshold for low-gradient areas (area in square meters times slope to the c_exp power)
400	channel_area_threshold, high-gradient areas
2	c_exp, slope exponent
0.2	S_min, slope below which low-gradient threshold applies
0.3	S_max, slope above which high-gradient threshold applies
0.0005	Plan_min, minimum plan curvature for channel head in low-gradient areas
0.005	Plan_min, minimum plan curvature for channel head in high-gradient areas
100	min_flow_length (m), distance over which Plan_min must be equaled or exceeded for a channel head
500	Xmin, minimum window length for channel gradient calculation
1500	Xmax, maximum window length
0.001	Smin, gradient at and below which Xmax applies
0.2	Smax, gradient at and above which Xmin applies
2	Fit Order, integer, polynomial order for fit to channel elevations for gradient
50	junction_length ! channel length used to estimate junction angles
1.683	cw1, channel width function, method 1: $cw = cw1 * (\text{Mean_annual_flow}^{cw2})$
0.436526	cw2, channel width function, method 2: $cw = cw1 * (\text{Area}^{cw2}) * (\text{Prec}^{cw3})$
0.440865	cw3, channel width function, cw in meters, area in km ² , prec in m, maf in m ³ /sec
0.63	depth_coefficient_1, method 1: channel depth = $\text{coef}_1 * (\text{mean_annual_flow}^{\text{coef}_2})$
0.173158	depth_coefficient_2, method 2: channel depth = $\text{depth_coefficient}_1 * (\text{area}^{**} \text{depth_coefficient}_2) * (\text{prec}^{**} \text{coef}_3)$
0.151639	depth_coefficient_3, channel depth in meters, area in km ² , prec in m, mean_annual_flow in m ³ /sec
2	reach method: 1) channel widths, 2) specified length !
10	# of channel widths for a reach, for reach-method 1
400	minimum reach length in meters, for reach-method 2
800	maximum reach length in meters, reach-method 2
0.04	area (km ²) at and below which minimum reach length is enforced, reach-method 2
50	area (km ²) at and above which maximum reach length is enforced, reach-method 2
150	minimum reach length for increasing max_grad_down
200	maximum reach length for increasing max_grad_down
0.04	Drainage area (sq km) at and below which minimum reach length applies

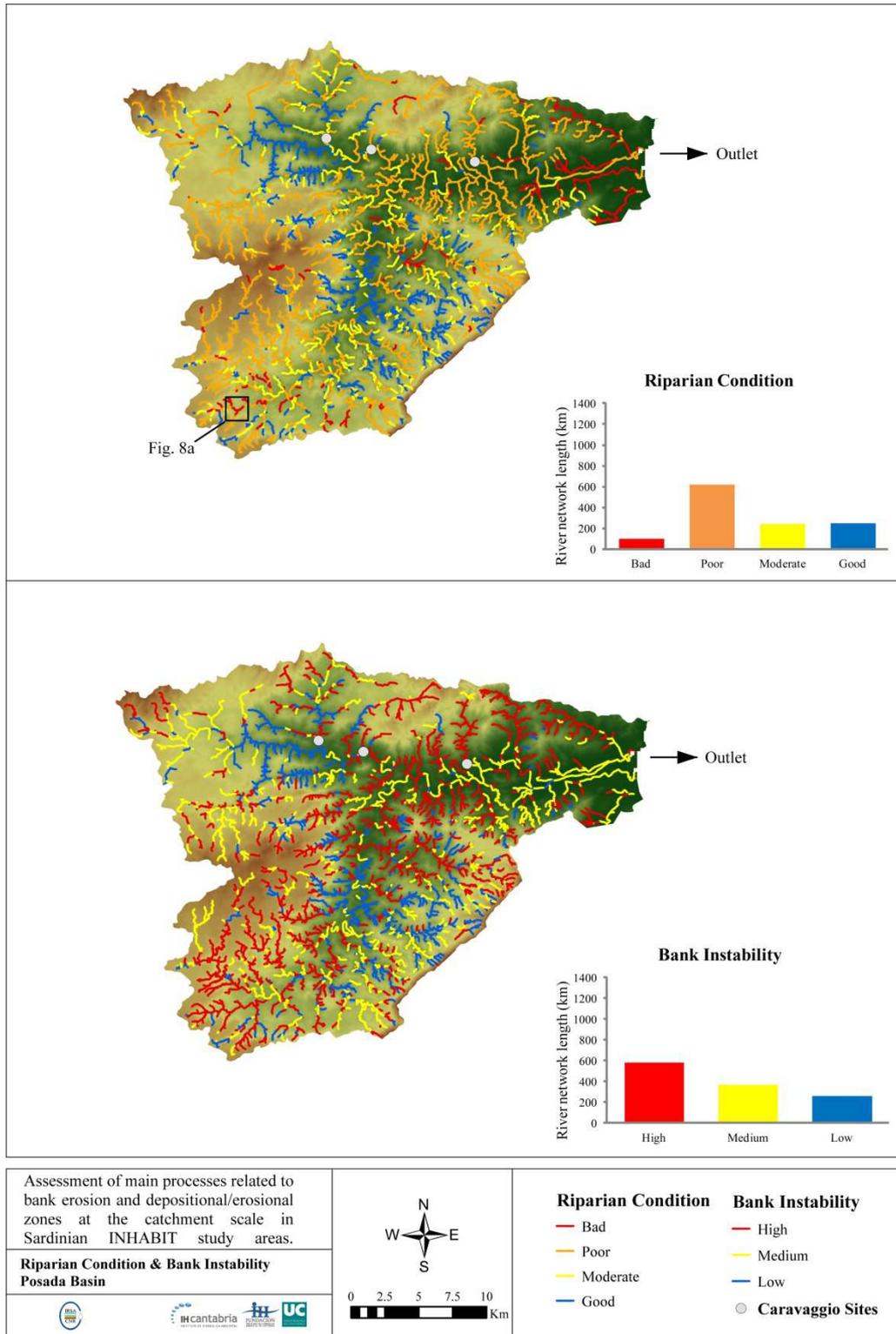
50	Drainage area (sq km) at and above which maximum reach length applies
1	Area weighting for reach breaks (larger values increase effect of tributary inputs)
2-0.75-1.25	vh, number of bank-full depths above channel to qualify as floodplain
6.32E-06	Mean annual flow, coefficient 1, flow = $c1*(Area^c2)*(Precip^c3)$
0.99	Mean annual flow, coefficient 2, Area in square kilometers, Precip in m
1.593	Mean annual flow, coefficient 3
0	$gcoef1, field_gradient\% = gcoef1 + gcoef2*(DEM_gradient\%^{gcoef3})$
1.019785	gcoef2
0.825982	gcoef3
0.2	end of calibrated gradient
0.3	start of DEM gradient, linear combination in between
3.79	trib effects coefficient 1
1.96	trib effects coefficient 2
0.0874	trib patch size coefficient 1
0.3867	trib patch size coefficient 2
0.5	decay rate for tributary effects, 1/km
INSTRUCCION FILE FOR Netrace	
SHAPEFILE options	
y	Force reach breaks at channel junctions (y/n)
2	1) Fixed-length reaches, or 2) homogenous reaches
2	Gradient calculation method: 1) via contours, 2) poly fit over centered window, 3) none
2	Channel width estimation method: 1) $a*(Mean_annual_discharge^b)$, 2) $a*(Area^b)*(Prec^c)$, 3) none
2	Channel depth estimation method: 1) $a*(Mean_annual_discharge^b)$, 2) $a*(Area^b)*(Prec^c)$, 3) none
1	Mean annual discharge method: 1) $a*(Area^b)*(Prec^c)$, 2) none
1	Valley width calculation method: 1) inundation flow path 4) none
n	Debris flow model (y/n) requires additional data files
n	Basin ID (requires .flt grid file of basin IDs)
0	Maximum number of channel networks to trace (zero = no limit)
RASTER output options	
y	Hillslope pixel distance to nearest stream channel, raster file (y/n)
y	Hillslope pixel delivered-to-channel-reach ID, raster file (y/n) (requires reach shapefile)
y	Create valley floor raster image vmask_ID.flt (.hdr) (y/n) (requires reach shapefile)

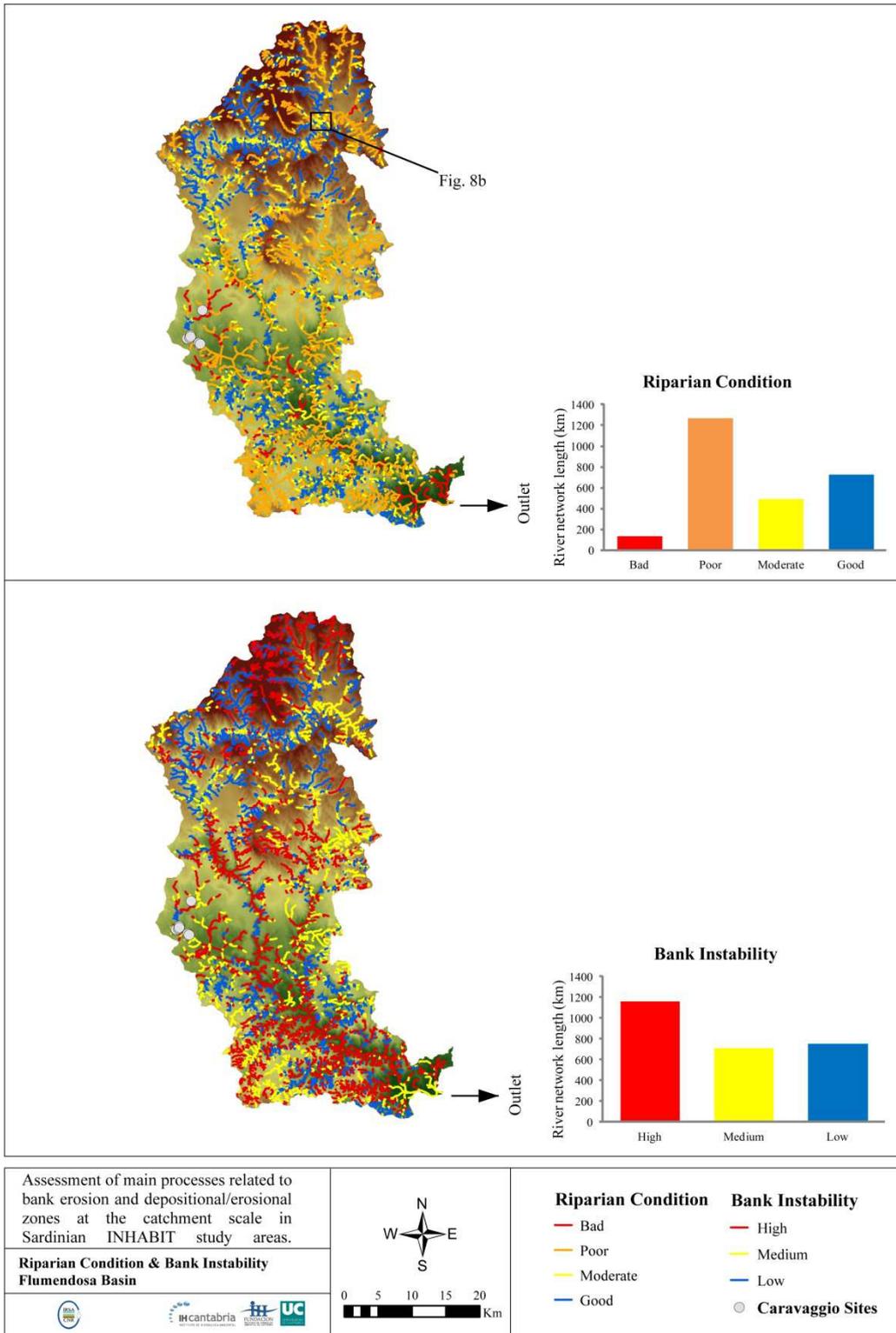
ALLEGATO II

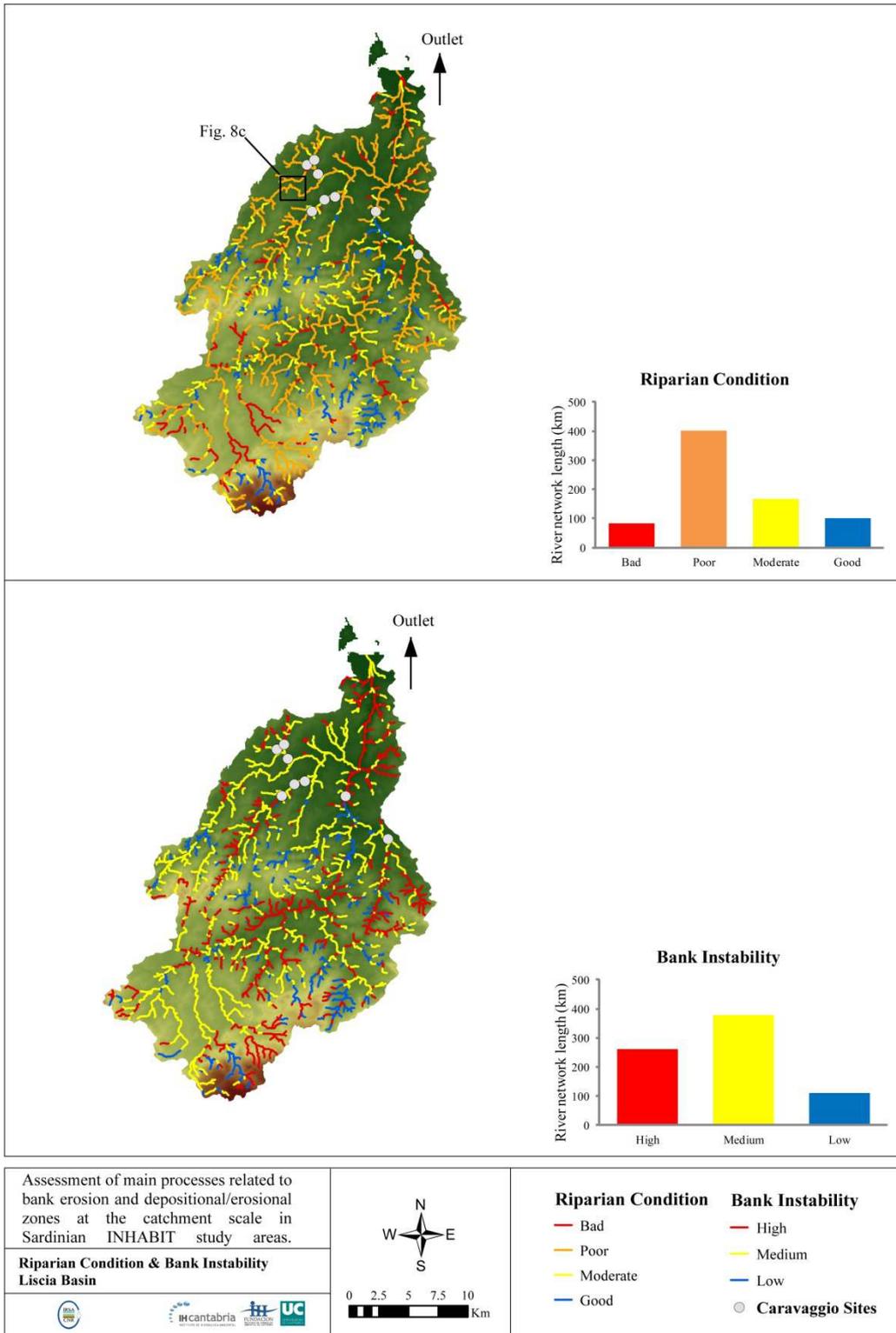
MAPPE E GRAFICI DELLA CONDIZIONE RIPARIA E DELL'INSTABILITÀ DELLE SPONDE NEI BACINI SELEZIONATI

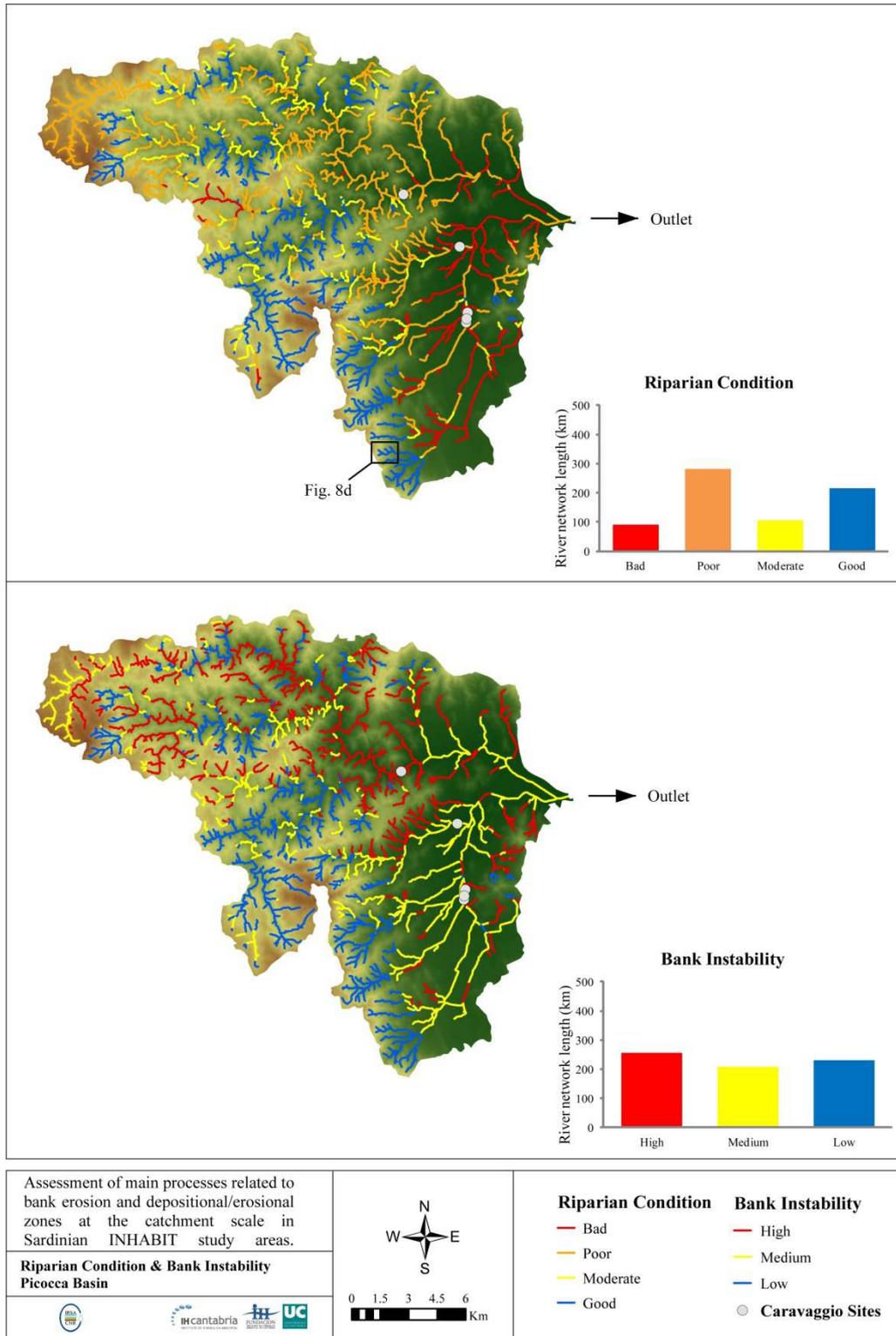
INDICE. ALLEGATO II

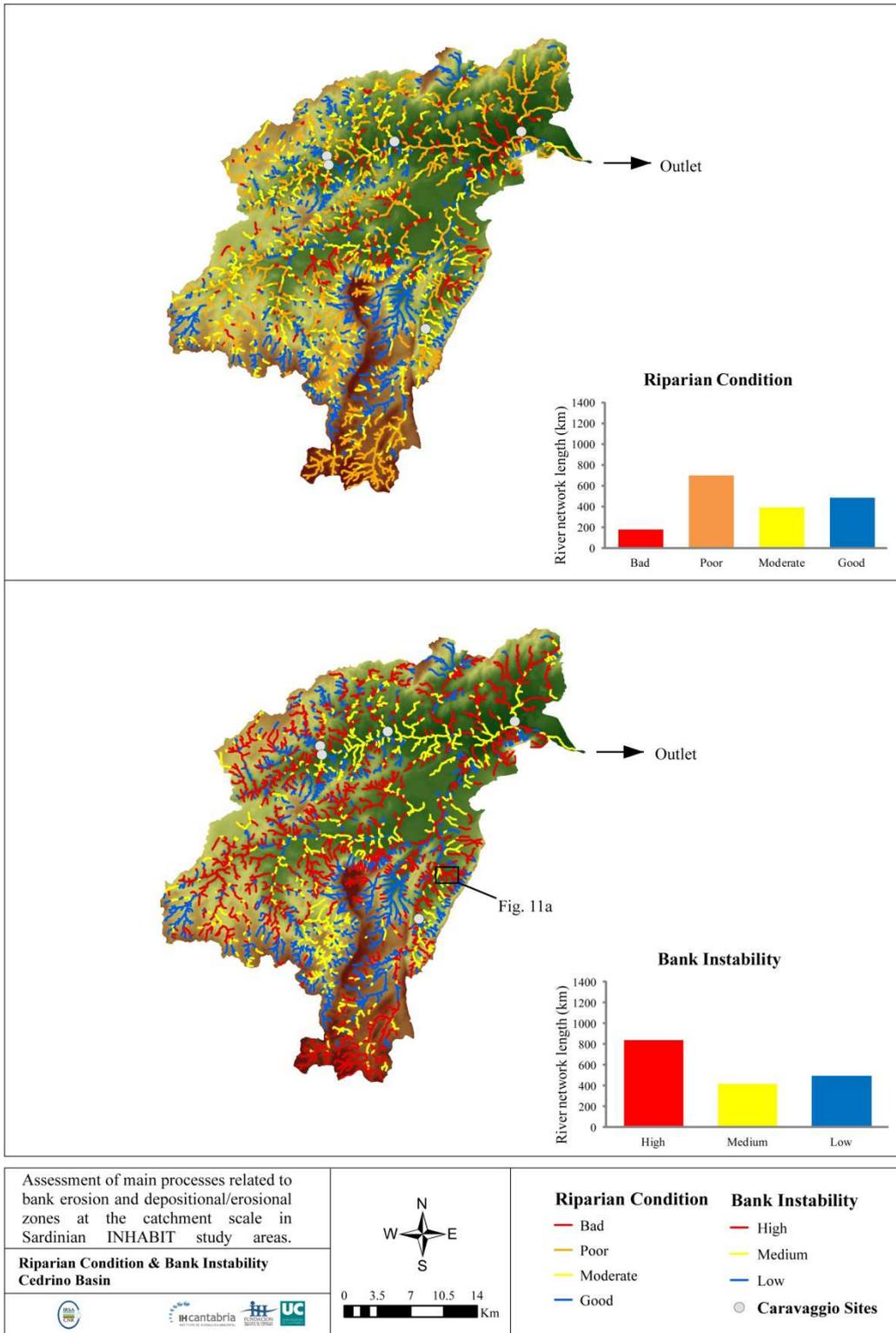
BACINO DEL POSADA	pag. 100
BACINO DEL FLUMENDOSA	pag. 101
BACINO DEL LISCIA	pag. 102
BACINO DEL PICOCCA	pag. 103
BACINO DEL CEDRINO	pag. 104
BACINO DEL PADROGIANO	pag. 105
BACINO DEL FODDEDDU	pag. 106
BACINO DEL FAA	pag. 107
BACINO DEL PRAMAERA	pag. 108
BACINO DELLO SPERANDEU	pag. 109

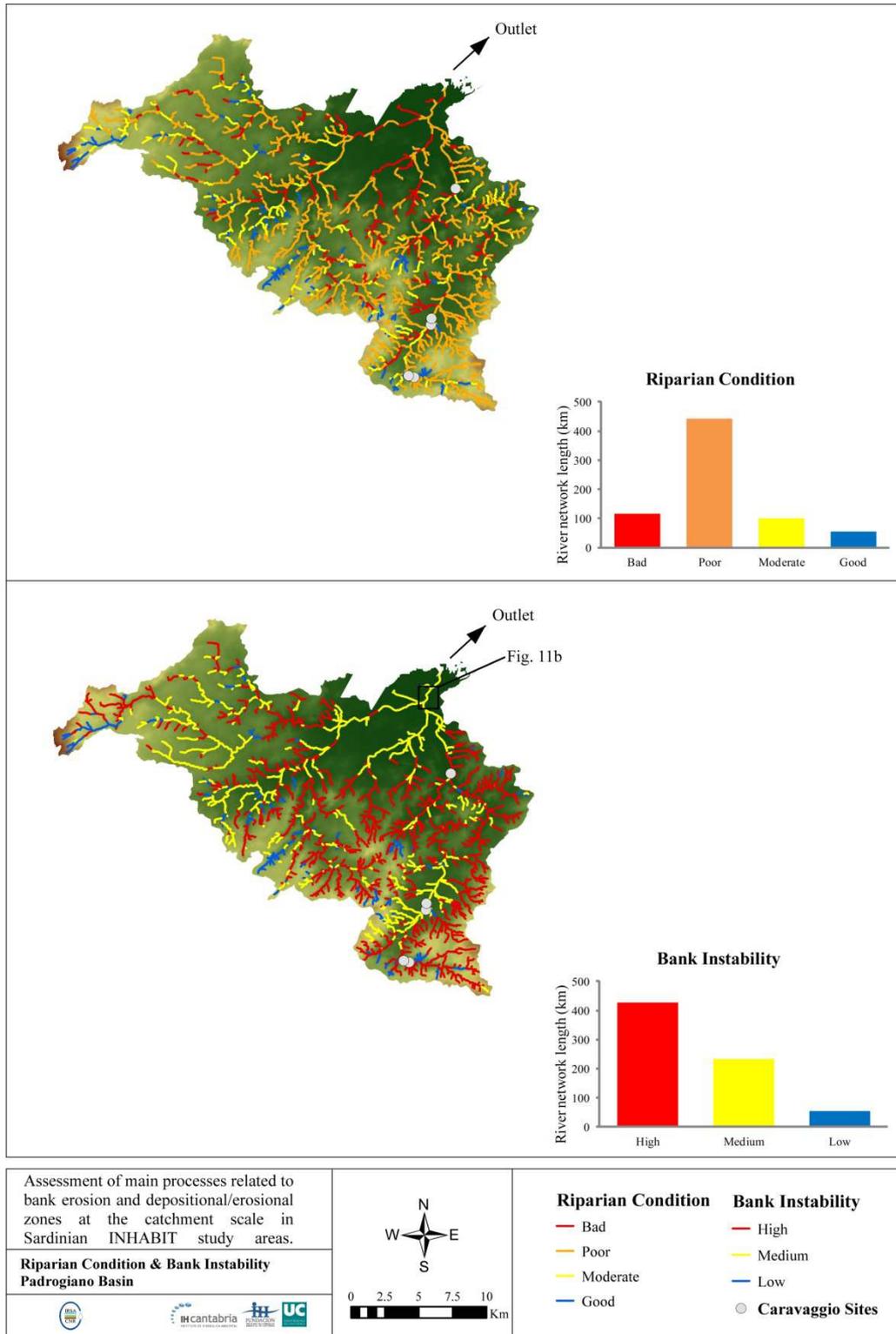


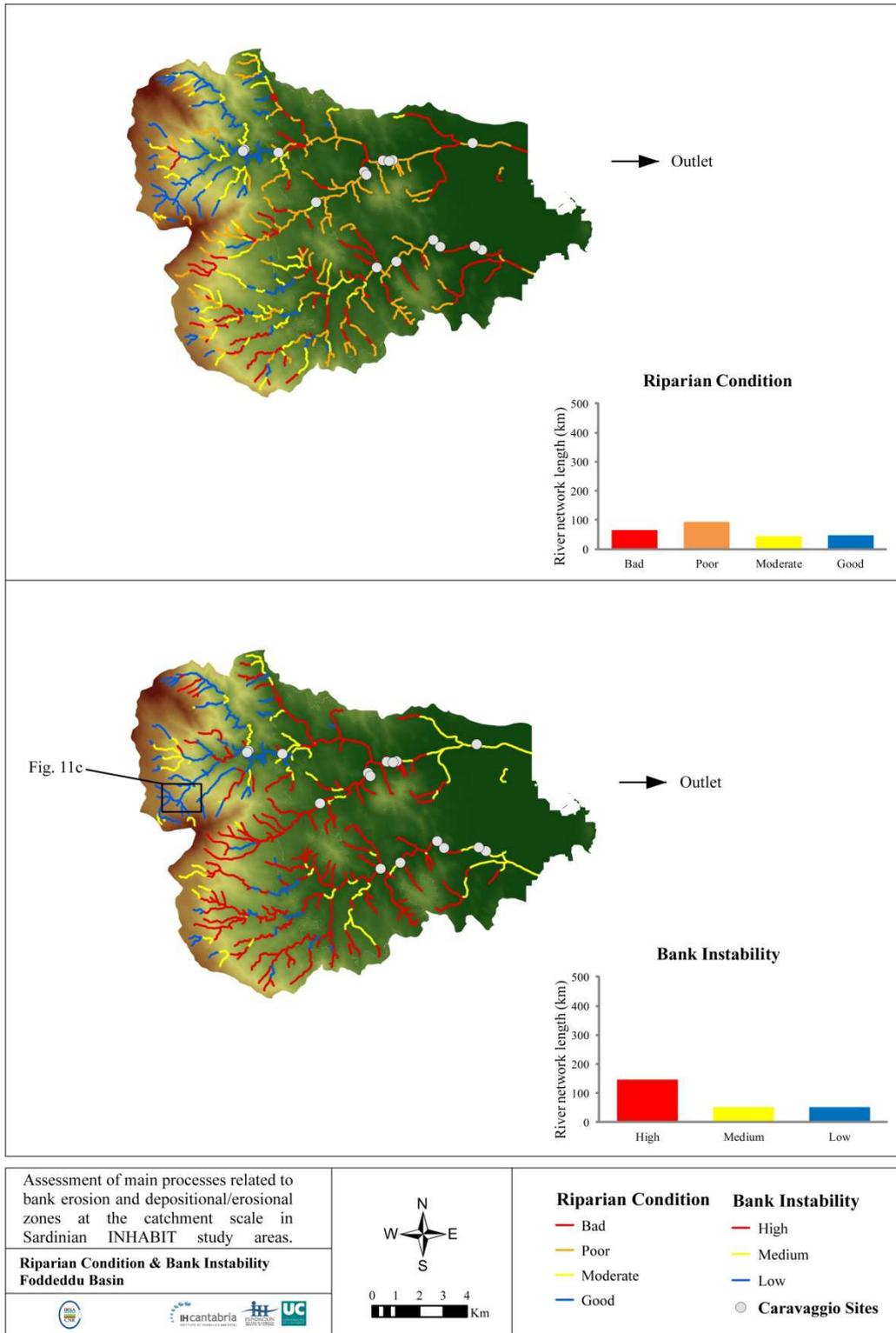


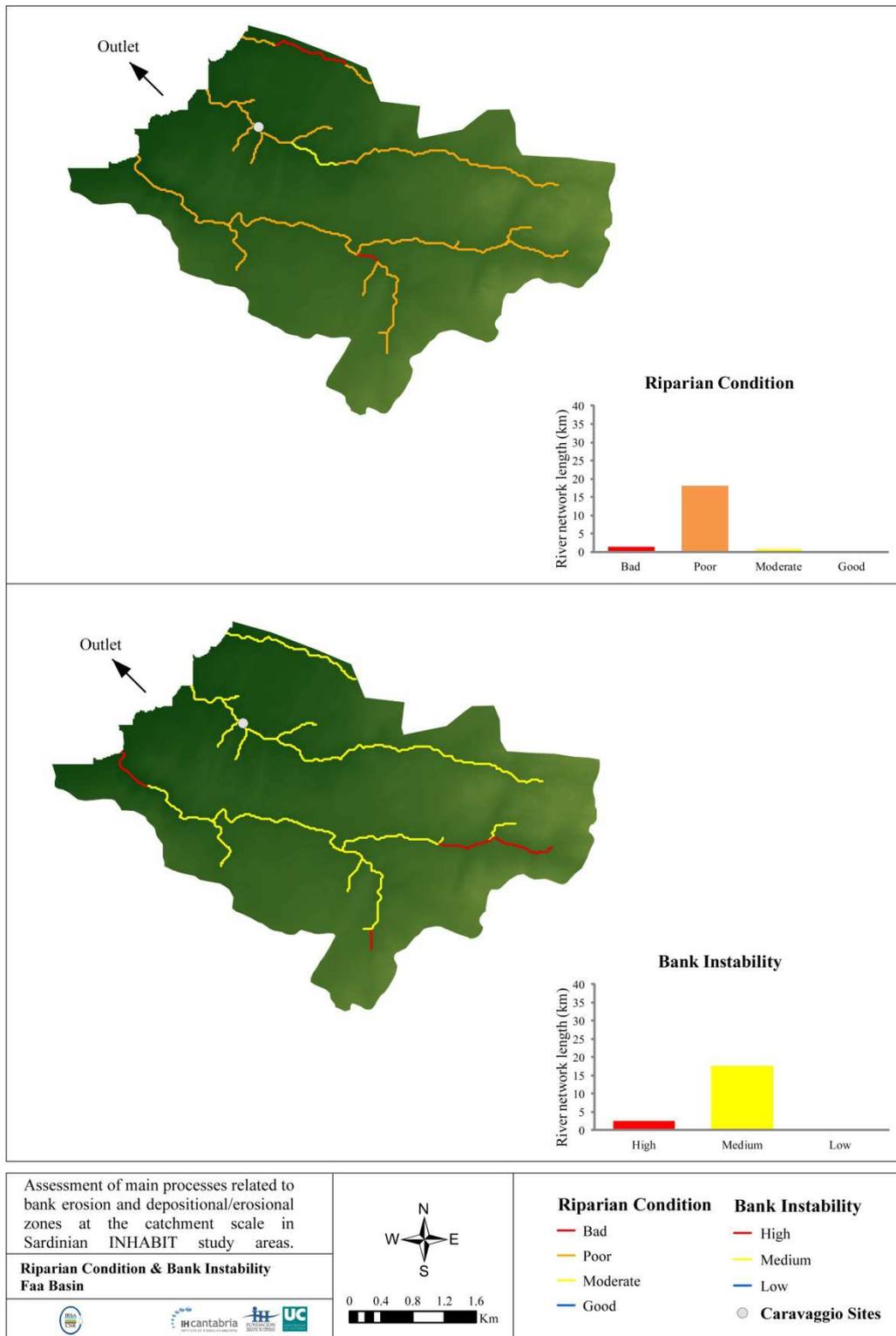


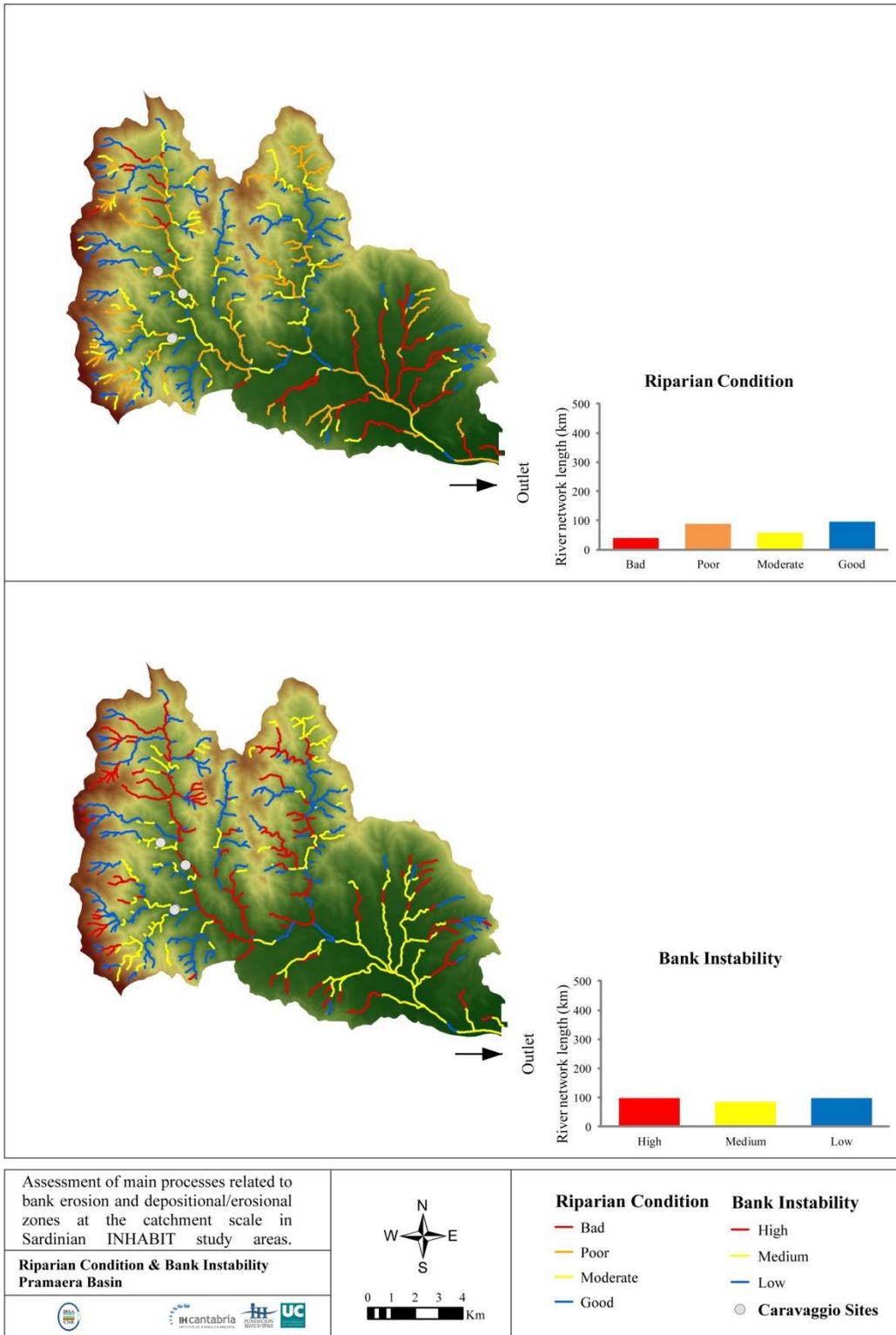


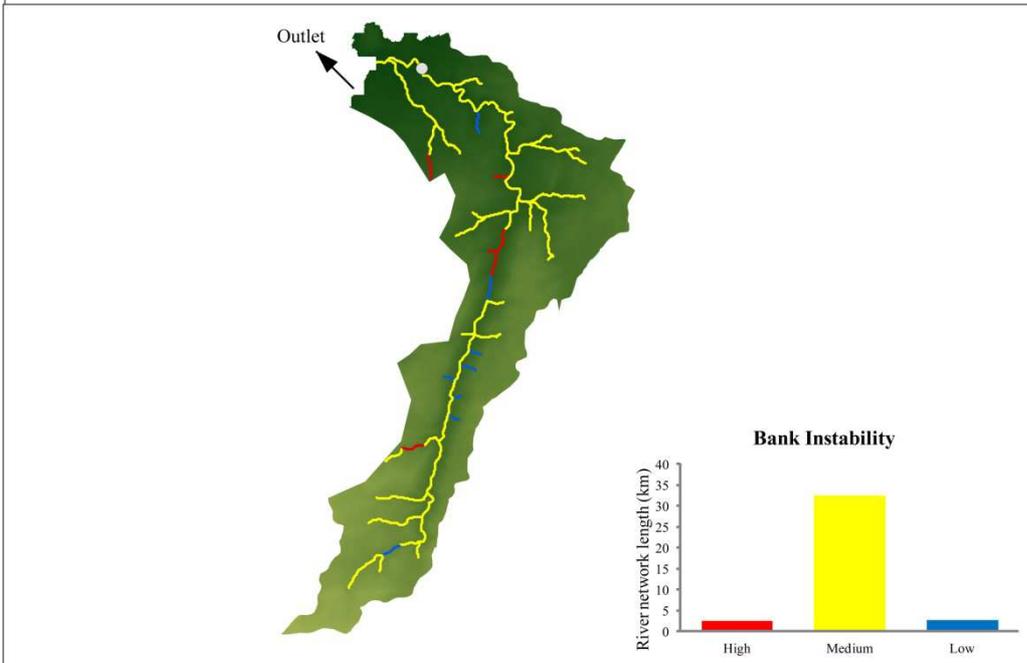
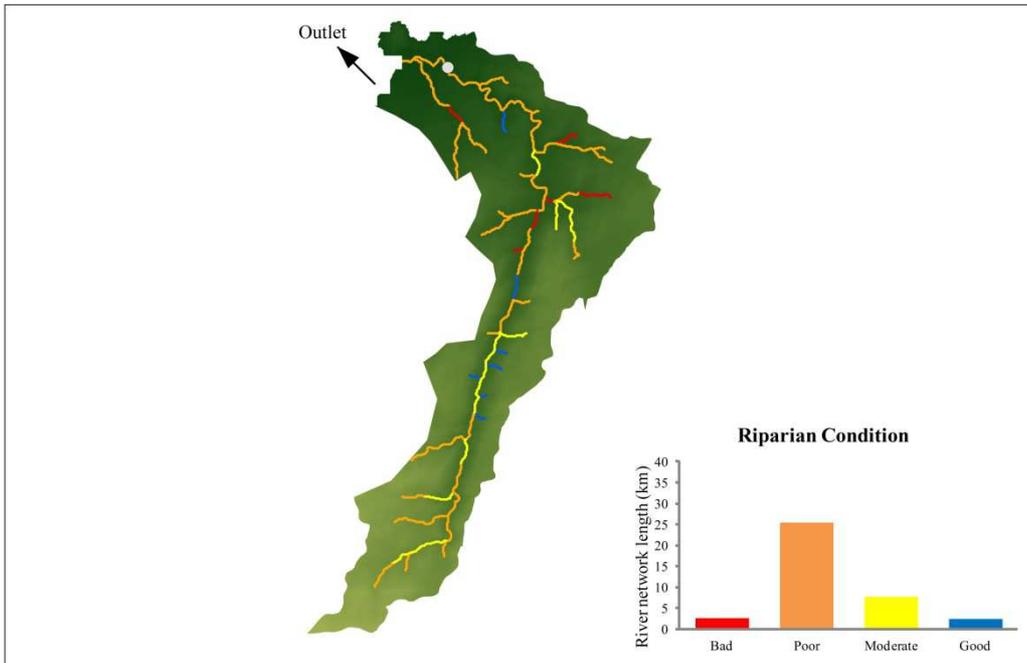












<p>Assessment of main processes related to bank erosion and depositional/erosional zones at the catchment scale in Sardinian INHABIT study areas.</p>		<table border="0"> <tr> <th>Riparian Condition</th> <th>Bank Instability</th> </tr> <tr> <td>— Bad</td> <td>— High</td> </tr> <tr> <td>— Poor</td> <td>— Medium</td> </tr> <tr> <td>— Moderate</td> <td>— Low</td> </tr> <tr> <td>— Good</td> <td>○ Caravaggio Sites</td> </tr> </table>	Riparian Condition	Bank Instability	— Bad	— High	— Poor	— Medium	— Moderate	— Low	— Good	○ Caravaggio Sites
Riparian Condition			Bank Instability									
— Bad	— High											
— Poor	— Medium											
— Moderate	— Low											
— Good	○ Caravaggio Sites											
<p>Riparian Condition & Bank Instability Sperandeu Basin</p>												

I3d2.4 - ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI MORFOLOGICI SUI CORPI IDRICI INHABIT DEL PIEMONTE TRAMITE IL PROTOCOLLO IQM.

P. Falletti, C. Giampani, C. Girelli, M. Machiorlatti, F. Marco, G. Moletta, P. Navone, T. Ferrero & E. Sesia

ARPA Piemonte - Arpa Piemonte - Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale

1.Introduzione

Nell'ambito di INHABIT le componenti idromorfologiche dei corsi d'acqua oggetto di studio sono state valutate in quanto componenti di habitat e osservate pertanto alla scala di dettaglio dell'habitat. Per rispettare gli obiettivi del progetto, tra cui quello di fornire degli strumenti di analisi utili alla redazione dei piani di gestione fluviali, e in particolare per la definizione delle misure di intervento, si rendeva necessario operare un upscaling alla scala di bacino idrografico. L'Italia si è dotata recentemente (D.M. 260/2010) di un protocollo di valutazione delle condizioni morfologiche e dei processi fluviali in ottemperanza alle richieste della WFD pensato e strutturato per tale finalità (ISPRA; 2011). In Piemonte l'ARPA ha quindi realizzato il monitoraggio delle condizioni morfologiche dei corpi idrici oggetto di studio in INHABIT in concomitanza con il proprio piano di monitoraggio regionale delle acque superficiali.

2.Obiettivi

Questo lavoro aveva il duplice obiettivo di acquisire informazioni sulle condizioni morfologiche a grande scala di alcuni corsi d'acqua oggetto di studio in INHABIT - oltretutto sulle pressioni antropiche presenti - e al contempo di rispettare gli obblighi di legge sul monitoraggio e la classificazione dei corpi idrici. Il lavoro qui presentato è stato poi sinteticamente ripreso nel contributo INHABIT I3d2.5, mettendo a confronto questi dati con i dati raccolti alla scala di tratto fluviale con il metodo CARAVAGGIO.

3.Materiali e metodi

L'analisi e la valutazione morfologica dei corpi idrici selezionati è stata realizzata secondo la metodologia IQM, Indice di Qualità Morfologica (ISPRA 2011), adottata nella legislazione italiana quale protocollo ufficiale per la classificazione dei corsi d'acqua (D.M. 260/2010).

Nell'ambito del monitoraggio regionale delle acque superficiali le attività svolte da Arpa Piemonte per l'anno 2012, relativamente all'analisi degli aspetti morfologici attraverso l'applicazione dell'indice IQM, hanno riguardato 23 corpi idrici per un totale di 399 chilometri. Di questi, 6 corpi idrici in particolare sono stati studiati anche in quanto di interesse per il progetto INHABIT.

La selezione dei corpi idrici è stata effettuata attraverso il confronto tra le strutture Arpa coinvolte, Sistemi Previsionali per gli aspetti idrologici, Geologia e Dissesto per gli aspetti morfologici, Qualità delle acque e la Direzione Ambiente della Regione Piemonte.

Le attività svolte sono consistite in raccolta di documentazione, sopralluoghi su campo, analisi di immagini DSM e fotografie aeree, valutazioni morfologiche, inserimento di parametri morfologici in un dataset geografico, compilazione di un dataset alfanumerico per l'archiviazione omogenea e il reporting delle informazioni acquisite secondo il modello fornito dalle schede excel di ISPRA.

Come base conoscitiva di riferimento dei fattori di pressione antropica (prelievi a scopo idroelettrico o agricolo, restituzioni) è stato utilizzato il SIRI della Regione Piemonte (Sistema Informativo Risorse Idriche) che integra e razionalizza le informazioni contenute in diversi database e costituisce una base dati unica e centralizzata a livello regionale. Gli indici A1 e A3 del metodo per il calcolo IQM, infatti, necessitano di caratterizzare le portate prelevate dalle opere trasversali insistenti sui corsi d'acqua e determinare la loro influenza sulle portate formative e quelle con tempo di ritorno di 10 anni.

4. Risultati

Di seguito sono riportate le singole relazioni (ARPA PIEMONTE 2012) che contengono il commento sintetico a ciascun tratto con individuazione delle criticità di ogni corpo idrico di interesse per il progetto INHABIT. Per ogni tratto vengono riportati i valori dei singoli indicatori suddivisi nei tre gruppi pertinenti (Funzionalità, Artificialità, Variazioni morfologiche); una legenda degli indicatori è riportata nell'Allegato I; per la loro comprensione si rimanda alle schede e al manuale IQM (Rinaldi et al. 2011).

TORRENTE CAMPIGLIA 01SS2N082PI

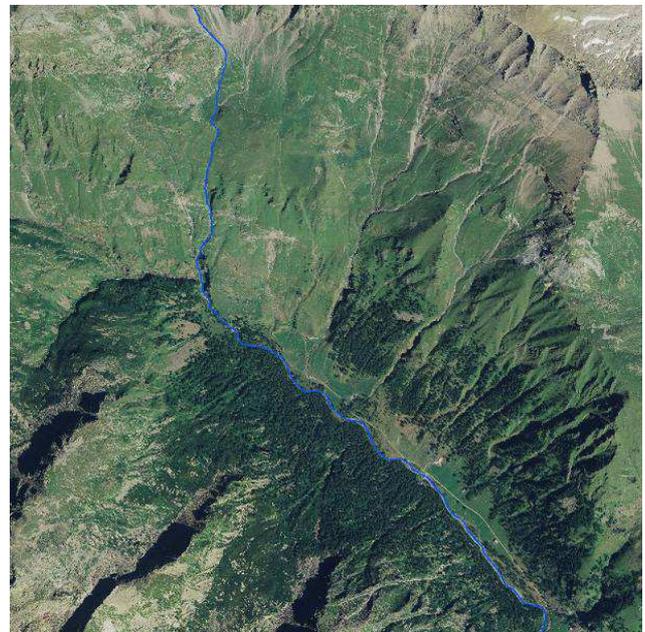
Il corpo idrico in esame copre l'intera estensione del T. Campiglia, tributario di destra del T. Soana nel territorio di Valprato Soana. Dalla zona di sorgente l'alveo è per lo più incassato in roccia ed estremamente pendente per un tratto di circa 1,5 km; dopo la confluenza con il Rio Arolei, l'alveo attraversa la piana dell'Azaria, confinato quasi completamente in sponda destra e parzialmente in sponda sinistra, in corrispondenza di imponenti conoidi poligenici. Dopo la confluenza con il Rio Besso della Balma il corso d'acqua attraversa una strettoia in roccia a doppia ansa che lo porta verso la piana di Campiglia Soana. Infine dopo un tratto in cui il fondovalle è piuttosto incassato tra i versanti, la pianura alluvionale del T. Campiglia si amplia a stretto ventaglio fino alla zona di confluenza con il T. Soana. Dal punto di vista litologico la valle del T. Campiglia è piuttosto complessa in quanto vede affiorare i contatti tettonici tra gli ortogneiss del Gran Paradiso, gli gneiss minuti e i micascisti della Zona Sesia-Lanzo e le pietre verdi della Zona Piemontese. Il pattern morfologico del T. Campiglia in questo settore è tipico montano con pendenza media del fondo alveo di circa 18%; l'andamento è sinuoso con grado di confinamento da localmente moderato a molto elevato. Lungo il corpo idrico sono presenti alcune frazioni e numerosi edifici isolati, con annesse localizzate infrastrutture ed opere di difesa che però complessivamente non

interferiscono in modo significativo con i processi che si verificano lungo il T. Campiglia.

Dai dati contenuti nel SIRI risultano alcune opere di presa su tributari e lungo l'asta principale, che per tipologia d'uso, posizione e restituzione molto prossima ai punti di prelievo si considerano trascurabili ai fini degli effetti sulle portate liquide del T. Campiglia. Le portate valutate al punto di chiusura del corpo idrico sono state stimate con il metodo denominato "Analisi Regionale delle PIENE nei bacini Montani (ARPIEM)" per tempi di ritorno di 2 anni ($Q_2 = 20$ mc/s) e di 10 anni ($Q_{10} = 43$ mc/s).

TRATTO 01SS2N082PI_1

Inizio CI (sorgente) – confluenza Rio Gesso della Balma



Classe confinamento	SC
Lunghezza tratto (m)	4102
Larghezza media (m)	10
Pendenza (%)	26
Tipologia	S
<i>S: sinuoso</i>	

Nel primo tratto il T. Campiglia scorre dalla sorgente fino all'imponente apparato conoidale poligenico del Rio Gesso della Balma; il corso d'acqua, dopo il tragitto di testata incassato in roccia, attraversa la piana dell'Azaria scorrendo contro il versante destro condizionato dagli ampi apparati conoidali presenti in sinistra idrografica (Rio Grangia di Barmaion, Rio

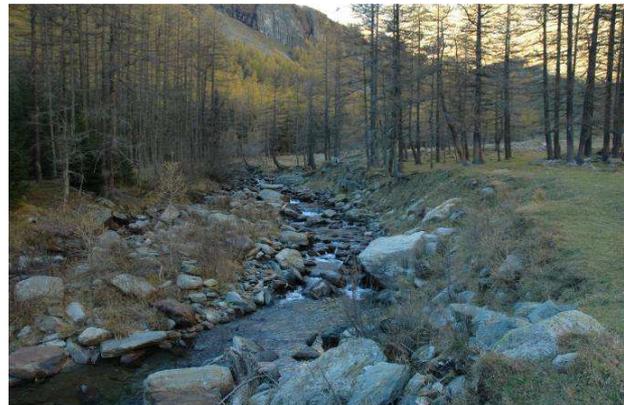
dell'Azaria, Rio dell'Azaria piccola). La pendenza media del fondo alveo nel tratto è piuttosto elevata e il percorso complessivamente sinuoso (il rapporto tra le lunghezze dell'asse della valle e dell'asse dell'alveo è pari a 1.05). La continuità longitudinale dei deflussi è pressoché ideale (F1, F11 e A4 in classe A) mentre è pressoché assente la piana inondabile (F2 in C). L'indice F7 relativo alla configurazione morfologica, in classe A, è legato a quello A6 sempre in classe A data la scarsa rilevanza delle opere di difesa presenti. L'estensione areale e lineare della fascia di vegetazione perifluviale colloca gli indicatori F12 ed F13 in classe B.

Funzionalità		Artificialità		Variazioni	
F1	A	A1	A	V1	<30m
F2	C	A2	A	V2	<30m
F3	-	A3	A	V3	<30m
F4	A	A4	A		
F5	A	A5	B		
F6	-	A6	A		
F7	A	A7	A		
F8	-	A8	A		
F9	A	A9	A		
F10	A	A10	A		
F11	A	A11	A		
F12	B	A12	A		
F13	B				
IFM		IA	IV	IQM	
0.44		0.56	0	0.88	
				ELEVATO	

Sintesi degli indici del tratto



Vista verso monte del T. Campiglia in zona di testata.



Vista verso monte del T. Campiglia dalla piana dell'Azaria.



Vista verso monte del T. Campiglia al termine del tratto



Vista verso valle del T. Campiglia al termine del tratto.

Le opere di derivazione censite nel SIRI non sono state tenute in considerazione nell'indicatore A3 in quanto ritenute trascurabili: la prima, ad uso civile,

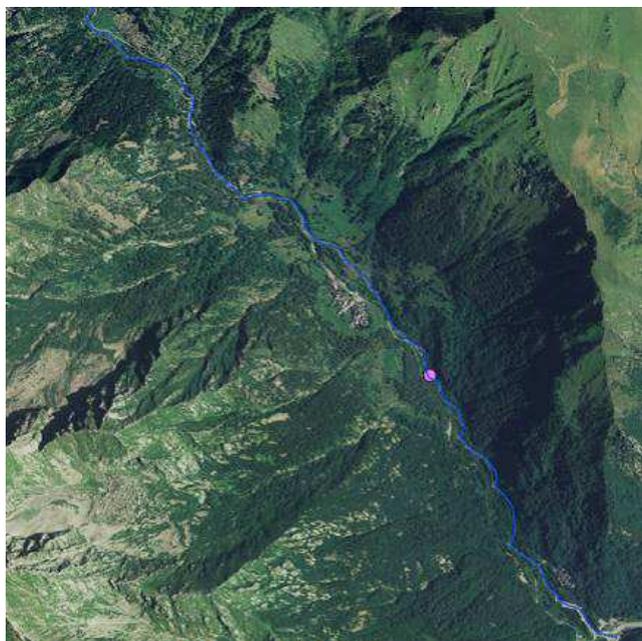
è ubicata in testata al Rio Fanton e preleva 0.2 l/s; la seconda, ad uso idroelettrico (Q_{max} prelievo 12,4 l/s), preleva le acque di un tributario di destra poco

a monte di Campiglia Soana (Rio Busiaire) per restituirle in alveo prima della confluenza nel T. Campiglia. Non sono state rilevate alterazioni delle portate solide. Sono presenti alcuni attraversamenti che portano l'indice A5 in classe B. Gli indicatori di variazione morfologica non sono stati valutati in quanto l'alveo ha una larghezza media di molto inferiore a 30 m.

L'indice di alterazione morfologica IAM è pari a 0.12 e l'IQM a 0.88, pertanto il tratto presenta una qualità morfologica ELEVATA.

TRATTO 01SS2N082PI_2

Confluenza Rio Besso della Balma – Confluenza Soana



Classe confinamento	SC
Lunghezza tratto (m)	4560
Larghezza media (m)	15
Pendenza (%)	9
Tipologia	S
<i>S: sinuoso</i>	

Il tratto ha inizio dalla confluenza del T. Campiglia con il Rio Besso della Balma, all'estremità inferiore della piana dell'Azaria; poco a valle il torrente percorre una forra in roccia a doppia ansa verso sinistra e poi verso destra che lo porta verso il sottostante pianoro di Campiglia Soana, dove scorre contro il versante sinistro. A valle della suddetta frazione è ubicato il punto di monitoraggio (*reference*, punto rosa in figura). La pendenza media del fondo alveo nel tratto è poco meno del 9% e l'andamento del corso d'acqua è sinuoso. Il grado di confinamento è piuttosto elevato ma essendo rilevante anche l'indice di confinamento, il tratto è semi-confinato.



Vista verso valle dall'attraversamento di quota 1500 m s.l.m.



Vista verso monte delle difese spondali (scogliere in massi cementati) in zona di confluenza con il T. Soana.

Vista laterale dello scivolo in roccia all'imbocco del tratto inforrato a monte di Campiglia Soana.



Vista verso valle dell'attraversamento della strada per Piamprato.

Sintesi degli indici del tratto					
Funzionalità		Artificialità		Variazioni	
F1	A	A1	A	V1	<30m
F2	C	A2	A	V2	<30m
F3	-	A3	A	V3	<30m
F4	B	A4	A		
F5	A	A5	B		
F6	-	A6	A		
F7	A	A7	A		
F8	-	A8	A		
F9	A	A9	A		
F10	A	A10	A		
F11	A	A11	A		
F12	B	A12	A		
F13	B				
IFM		IA	IV	IQM	
0.37		0.63	0.00	0.90	
				ELEVATO	

La continuità longitudinale dei deflussi è anche in questo caso ideale (F1 in A), ma la presenza di piana inondabile è relativamente ridotta così come sono scarsi i processi di arretramento delle sponde (F2 in C e F4 in B). La vegetazione perifluviale è viceversa piuttosto continua benché non sempre ampia (F12 in B ed F13 in A). Le opere di difesa sono limitate a tratti di difesa spondale in prossimità degli attraversamenti e della confluenza nel T. Soana. Le alterazioni artificiali sono dovute alla presenza di alcuni attraversamenti (A5 in B). Nel SIRI è censita

un'unica opera di presa, ubicata in prossimità della confluenza nel T. Soana e pertanto non considerata fini (A1 e A3 in A). Non sono state rilevate alterazioni delle portate solide nel tratto. Anche in questo caso gli indicatori di variazione morfologica non sono stati valutati in quanto l'alveo ha una larghezza media di molto inferiore a 30 m.

Nel complesso, l'IAM è pari a 0.11, l'IQM a 0.90, pertanto il tratto presenta una qualità morfologica ELEVATA.

Considerazioni conclusive e calcolo dell'IQM

Il confronto tra i valori degli indicatori di Funzionalità morfologica e Artificialità valutati sui due tratti in cui è stato suddiviso il corpo idrico non è sempre possibile per tutti gli indici in quanto hanno grado di confinamento differente. Per quanto riguarda la funzionalità si notano problemi di continuità e ampiezza delle formazioni funzionali nei due tratti. Per quanto riguarda l'artificialità A4 è in B e A5 in C per entrambe. Considerando la media pesata dei due tratti del torrente Campiglia, il valore dell'IQM ottenuto e attribuito al corpo idrico è 0.89, corrispondente alla classe di qualità morfologica "ELEVATA".

Sintesi dei valori IQM			
Tratto	Lunghezza (m)	IQM	Classe

1	4102	0.88	ELEVATO
2	4560	0.90	ELEVATO
Tot	8662	0.89 (media pesata)	ELEVATO

variazioni degli stessi lungo il corpo idrico. Dall'analisi dei dati della tabella riportati sul grafico si nota che c'è una buona correlazione tra gli indici da monte verso valle. Il peso maggiore è da attribuire all'indice di artificialità.

Il grafico seguente (Fig. 1) mostra il peso dei sub indici IFM, IA e IV nella determinazione dell'IQM e le

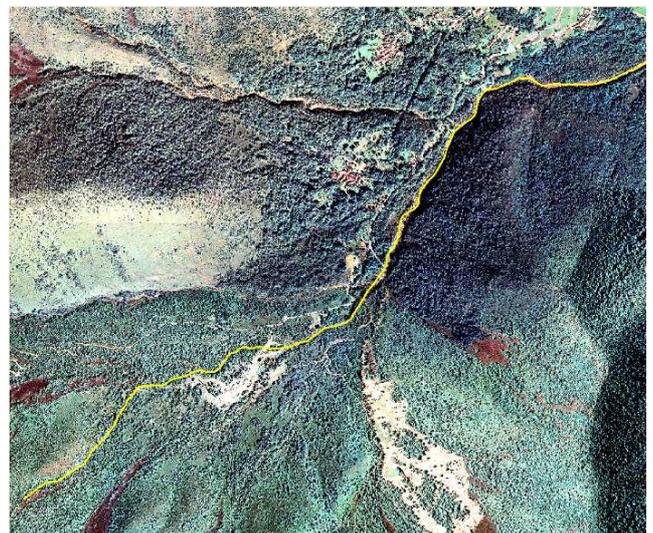


Figura 1 - Peso dei sub indici IFM - IA - IV nell'IQM e variazioni lungo il corpo idrico (Campiglia).

TORRENTE CERONDA - CI 06SS2T103PI

Il Torrente Ceronda, dalle sorgenti (930 m s.l.m.) alla confluenza in Stura di Lanzo (237 m s.l.m.), ricade in un unico corpo idrico denominato 06SS2T103PI, per una lunghezza di circa 24 chilometri. Dal punto di vista fisiografico è possibile distinguere due segmenti corrispondenti il primo a un ambito ancora montano e il secondo a un ambito di pianura. Il corpo idrico è stato suddiviso in 7 tratti per la determinazione degli Indici di Qualità Morfologica, sulla base del grado di confinamento e della tipologia fluviale riscontrata. I punti reference (Moncolombone: cod stazione 04005 e cod ADB 0010900021pi; Venaria, ponte stradale cod stazione 040010 e cod ADB 0010900021pi) sono ubicati rispettivamente nel tratto 1 a monte e nel tratto 7 a valle.

TRATTO 06SS2T103PI_1 Inizio CI - C. Volpone



Classe confinamento	C
Lunghezza tratto (m)	3652
Larghezza media (m)	8.9
Pendenza (%)	12.4
Tipologia	CS
<i>C: confinato</i>	
<i>CS: canale singolo</i>	

Sintesi degli indici del tratto					
Funzionalità		Artificialità		Variazioni	
F1	A	A1	A	V1	<30m
F2	-	A2	A	V2	<30m
F3	A	A3	A	V3	<30m
F4	-	A4	A		
F5	-	A5	B		
F6	A	A6	A		
F7	A	A7	-		
F8	-	A8	-		
F9	A	A9	A		
F10	A	A10	A		
F11	A	A11	A		
F12	A	A12	A		
F13	A				
IFM	IA	IV	IQM		
0.37	0.61	0.00	0.98		
			ELEVATO		

Dal punto di vista geomorfologico, la porzione di testata del bacino del T. Ceronda, nella quale ricade il tratto 06SS2T103PI_1, è caratterizzata da versanti moderatamente acclivi, con copertura boscata talvolta interrotta da aree in roccia affiorante, privi di pareti rocciose. La loro principale peculiarità consiste nella presenza di estese lingue detritiche a grossi blocchi (*block stream*), una fenomenologia diffusa nel settore di catena alpina che ospita il Massiccio Ultrabasico di Lanzo, legata alla degradazione delle peridotiti. All'interno dei *block stream*, in risposta alle precipitazioni, si può sviluppare una circolazione idrica anche molto intensa, alimentante veri e propri torrenti sub detritici, suscettibili al verificarsi di repentine pulsazioni di piena a causa della rapida trasmissione dei deflussi. Le fronti dei *block stream* si innestano agli apici dei conoidi torrentizi che contornano i rilievi peridotitici. Il drenaggio verso l'asta principale del T. Ceronda, avviene pertanto attraverso solchi impluviali e per apporti diretti legati allo scorrimento ipodermico all'interno dei *block stream*. Il Ceronda si presenta in questo tratto e in quello successivo, fino a località Baratonìa, come una tipica asta torrentizia di ambiente alpino, con un alveo profondamente inciso e soggetto ad ingente trasporto solido in corrispondenza di eventi meteorologici particolarmente intensi. L'intero tratto manifesta carattere di naturalità poco o niente alterata.

In definitiva, l'IAM è pari a 0.02 e l'IQM a 0.98, ovvero il tratto presenta una qualità morfologica ELEVATA.

TRATTO 06SS2T103PI_2

C. Volpone - Rotonda SP182 ponte per Baratonìa



Classe confinamento	SC
Lunghezza tratto (m)	1928.6
Larghezza media (m)	19
Pendenza (%)	3.4
Tipologia	S
<i>SC:semi confinato;</i>	
<i>S: sinuoso</i>	

Sintesi degli indici del tratto					
Funzionalità		Artificialità		Variazioni	
F1	A	A1	A	V1	<30m
F2	C	A2	A	V2	<30m
F3	-	A3	A	V3	<30m
F4	A	A4	A		
F5	A	A5	B		
F6	-	A6	A		
F7	A	A7	A		
F8	-	A8	A		
F9	A	A9	A		
F10	A	A10	A		
F11	A	A11	A		
F12	A	A12	A		
F13	A				
IFM	IA	IV	IQM		
0.33	0.61	0.00	0.91		
			ELEVATO		

Il tratto che si estende da Cascina Volpone (Varisella) al ponte per Baratonia è stato distinto dal tratto iniziale per la diversa classe di confinamento e per la minore pendenza. Il Ceronda, in questo tratto, risulta infatti semi-confinato poiché scorre con andamento sinuoso in una stretta e discontinua fascia di pianura infravalliva. In alcuni punti il fondo dell'alveo è caratterizzato dall'affioramento del substrato, costituito prevalentemente da lherzoliti più o meno serpentizzate o passanti a serpentiniti, del Massiccio ultrabásico di Lanzo. Inoltre la porzione finale del tratto coincide con una strettoia dei rilievi confinanti ed è completamente incisa nel

substrato. La presenza di piana inondabile è ridotta (F2 in C), mentre si riscontrano processi di arretramento delle sponde. Le formazioni in fascia perifluviale sono di ampiezza elevata. Le alterazioni artificiali sono limitate alla presenza di un attraversamento costituito da un ponte in pietra per il vecchio sentiero che collega Varisella con località Baratonia (foto) e del ponte carrabile che collega la rotonda della SP182 con località Baratonia.

Nel complesso, l'IAM è pari a 0.06 e l'IQM a 0.94, ovvero il tratto presenta una qualità morfologica ELEVATA.



Ponte del sentiero per Baratonia.



Parte finale del tratto, incisa nel substrato serpentinitico

TRATTO 06SS2T103PI_3**Rotonda SP182 ponte per Baratonia - Confluenza
Rio delle Mosche**

Classe confinamento	NC
Lunghezza tratto (m)	2676.8
Larghezza media (m)	15.7
Pendenza (%)	2.15
Tipologia	W
<i>NC: non confinato;</i>	
<i>W: wandering</i>	

Abbandonati i rilievi, l'alveo descrive una stretta curva verso Sud e imbocca un fondovalle relativamente ampio delimitato dalle scarpate dei terrazzi pleistocenici, rientrando nella classe degli alvei non confinati.



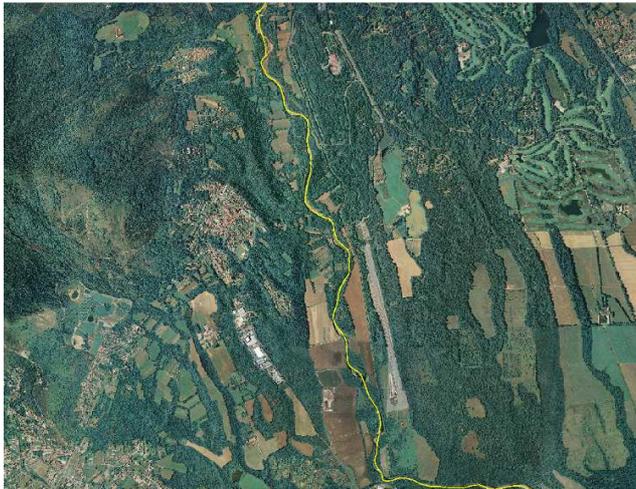
Vista verso monte nella prima parte del tratto

Sintesi degli indici del tratto					
Funzionalità		Artificialità		Variazioni	
F1	A	A1	A	V1	<30m
F2	B	A2	A	V2	<30m
F3	-	A3	A	V3	<30m
F4	A	A4	B		
F5	A	A5	B		
F6	-	A6	A		
F7	A	A7	A		
F8	-	A8	A		
F9	A	A9	A		
F10	A	A10	A		
F11	A	A11	A		
F12	A	A12	A		
F13	A				
IFM		IA	IV	IQM	
0.35		0.57	0.00	0.92	
				ELEVATO	

La piana inondabile risulta relativamente estesa, sebbene discontinua. Poco dopo l'inizio del tratto si rileva un braccio secondario riattivabile. È presente una fascia potenzialmente erodibile e i processi di arretramento delle sponde sono frequenti. Le formazioni in fascia perifluviale sono di ampiezza elevata. Le alterazioni artificiali sono riconducibili alla presenza di alcune traverse, guadi e ponti carrabili. Il ponte sulla strada La Cassa – Fiano ha accusato fenomeni di scalzamento delle pile in alveo durante l'evento del novembre 1994. Nel complesso, l'IAM è pari a 0.08 e l'IQM a è a 0.92. Il tratto presenta una qualità morfologica ELEVATA.



Ponte su Via Susa tra Fiano e La Cassa

TRATTO 06SS2T103PI_4**Confluenza Rio delle Mosche – Confluenza Rio Rissotto**

Classe confinamento	NC
Lunghezza tratto (m)	5303.9
Larghezza media (m)	17.8
Pendenza (%)	0.9
Tipologia	S
<i>NC: non confinato;</i>	
<i>S: sinuoso</i>	

Nel tratto compreso tra la confluenza del Rio delle Mosche e quella del Rio Rissotto l'alveo del Ceronda è di tipo sinuoso. La pendenza è piuttosto bassa (0.9%). La piana alluvionale è rappresentata da una fascia di ampiezza media di 700-800 metri. La piana inondabile è poco consistente, in quanto stretta e discontinua (F2 in B). La dinamica dell'alveo è tale da sviluppare una spiccata tendenza all'erosione di sponda. Le formazioni funzionali sono dotate di ampiezza ed estensione lineare elevate lungo l'intero tratto.



Guado in corrispondenza di C. Bassa di La Cassa

Sintesi degli indici del tratto					
Funzionalità		Artificialità		Variazioni	
F1	A	A1	A	V1	<30m
F2	B	A2	A	V2	<30m
F3	-	A3	A	V3	<30m
F4	A	A4	B		
F5	A	A5	B		
F6	-	A6	A		
F7	A	A7	A		
F8	-	A8	A		
F9	-	A9	A		
F10	A	A10	A		
F11	A	A11	A		
F12	A	A12	A		
F13	A				
IFM	IA	IV	IQM		
0.32	0.60	0.00	0.92		
			ELEVATO		

Le poche alterazioni sono rappresentate da alcune opere trasversali e alcuni guadi. Nei pressi della località di Cascina Santa Ida, è presente una traversa realizzata per la derivazione che alimenta il Canale irriguo di Druento. In corrispondenza dello sfioratore, anche grazie alla presenza della traversa che rallenta la velocità dell'acqua, si sviluppa la Zona Umida di La Cassa. Si tratta di un'area di riconosciuto pregio naturalistico, caratterizzata da una fitta rete di rigagnoli e lanche popolate da numerose varietà di pesci e uccelli, immersa in un bosco di latifoglie passante a una foresta di robinie. L'indice di alterazione morfologica IAM è pari a 0.08 e l'IQM a 0.92, il tratto presenta una qualità morfologica ELEVATA.



Difesa spondale in massi non cementati in sponda sinistra a valle di C. Bassa di La Cassa

TRATTO 06SS2T103PI_5

Confluenza Rio Rissotto – Confluenza T. Casternone



Classe confinamento **NC**
 Lunghezza tratto (m) **2900.7**
 Larghezza media (m) **17**
 Pendenza (%) **0.64**
 Tipologia **S**
NC: non confinato;
S: sinuoso

In corrispondenza della località C.na San Lorenzo, a valle della confluenza del Rio Rissotto, l'alveo del Ceronda piega verso Est riprendendo la direzione di deflusso del segmento di ambito montano.

Sintesi degli indici del tratto

Funzionalità		Artificialità		Variazioni	
F1	A	A1	A	V1	<30m
F2	B	A2	A	V2	<30m
F3	-	A3	A	V3	<30m
F4	A	A4	B		
F5	A	A5	B		
F6	-	A6	A		
F7	A	A7	A		
F8	-	A8	A		
F9	-	A9	A		
F10	A	A10	A		
F11	A	A11	A		
F12	B	A12	A		
F13	A				
IFM		IA	IV	IQM	
0.30		0.60	0.00	0.90	
				ELEVATO	

La piana inondabile è discontinua. La vegetazione perifluviale è ampia solo per una parte del tratto; la riduzione per la rimanente porzione del tratto è legata allo sfruttamento agricolo dei terreni. Le alterazioni artificiali sono dovute alla presenza di due attraversamenti (ponte della Bizzarria e ponte del Violino) e di una traversa poco a valle del ponte del Violino.

L'indice di alterazione morfologica IAM è pari a 0.10 e l'IQM a 0.90, pertanto il tratto presenta una qualità morfologica ELEVATA.



Ponte della Bizzarria



Il Ceronda a valle del Ponte del Violino

TRATTO 06SS2T103PI_6**Confluenza T. Casternone - Ponte Viale Carlo Emanuele II (Ponte Verde)**

Classe confinamento **NC**
 Lunghezza tratto (m) **4425.9**
 Larghezza media (m) **25.3**
 Pendenza (%) **0.41**
 Tipologia **S**
NC: non confinato;
S: sinuoso

A valle della confluenza del Casternone, la pianura alluvionale, delimitata dalle scarpate dei terrazzi pleistocenici e dai resti più esterni della cerchia morenica della Val di Susa, acquisisce maggiore ampiezza. La piana inondabile è presente sebbene in modo discontinuo. La vegetazione perifluviale è di ampiezza intermedia.



Il Ceronda in corrispondenza di C.na Vittoria

Sintesi degli indici del tratto					
Funzionalità		Artificialità		Variazioni	
F1	A	A1	A	V1	<30m
F2	B	A2	A	V2	<30m
F3	-	A3	A	V3	<30m
F4	A	A4	B		
F5	A	A5	B		
F6	-	A6	A		
F7	A	A7	A		
F8	-	A8	A		
F9	-	A9	A		
F10	A	A10	A		
F11	C	A11	A		
F12	B	A12	A		
F13	A				
IFM		IA	IV	IQM	
0.27		0.60	0.00	0.87	
				ELEVATO	

Le alterazioni artificiali sono limitate alla presenza di un ponte, di una traversa e di alcune difese spondali. In questo quadro ancora caratterizzato da elevata naturalità si inserisce un elemento di parziale limitazione alla continuità laterale: il muro perimetrale del parco della Mandria, sebbene non possa essere considerato propriamente un argine, decorre parallelamente alla sponda sinistra del Ceronda talvolta a poca distanza, costituendo perlomeno un ostacolo all'espansione laterale delle acque in caso di eventi di piena.

L'indice di alterazione morfologica IAM è pari a 0.13 e l'IQM a 0.87, pertanto il tratto presenta una qualità morfologica ELEVATA.



Il Ceronda in corrispondenza di C.na Merlo

TRATTO 06SS2T103PI_7**Ponte Viale Carlo Emanuele II (Ponte Verde) -
Confluenza in T. Stura di Lanzo**

Classe confinamento	NC
Lunghezza tratto (m)	3530
Larghezza media (m)	30.9
Pendenza (%)	0.43
Tipologia	S
<i>NC: non confinato;</i>	
<i>S: sinuoso</i>	

L'ultimo tratto del Ceronda è quello che, di tutto il corpo idrico, presenta i maggiori caratteri di artificialità. Il suo corso appare plasmato dall'uomo rispetto ad un originario andamento naturale, infatti l'alveo forma un doppio gomito con angolo quasi retto, conseguenza della regimazione idraulica messa in atto per la realizzazione delle pertinenze della Reggia di Venaria nel XVII secolo.

In questo tratto sono presenti cinque attraversamenti di cui quattro stradali ed uno ferroviario: il Ponte Verde, attraversamento della strada di accesso al Parco La Mandria, il Ponte Ceronda, il Ponte Castellamonte, il ponte di Via Cavallo, il ponte della Ferrovia Torino-Ceres.

L'evento alluvionale del 1994 ha interessato pesantemente il bacino del Ceronda. Il torrente, che mostra una forte tendenza erosiva in corrispondenza del terrazzo su cui sorge il centro storico di Venaria, con tendenza allo scalzamento delle difese al piede, durante l'evento del 1994 ha

causato il parziale crollo di un edificio residenziale subito a valle del ponte in via Cavallo. Altri danni si sono verificati a carico delle opere di attraversamento e di difesa. Sono infine presenti arginature e opere trasversali.

Sintesi degli indici del tratto					
Funzionalità		Artificialità		Variazioni	
F1	B	A1	A	V1	<30m
F2	C	A2	A	V2	<30m
F3	-	A3	A	V3	<30m
F4	B	A4	B		
F5	B	A5	B		
F6	-	A6	B		
F7	A	A7	A		
F8	-	A8	C		
F9	-	A9	B		
F10	-	A10	A		
F11	C	A11	A		
F12	C	A12	A		
F13	C				
IFM		IA	IV	IQM	
0.09		0.55	0.00	0.63	
				SUFFICIENTE	

L'indice di alterazione morfologica IAM è pari a 0.37 e l'IQM a 0.63, pertanto il tratto presenta una qualità morfologica MODERATA O SUFFICIENTE.



Il Ceronda in corrispondenza dell'abitato di Venaria. Dietro al ponte di Via Cavallo si staglia l'edificio parzialmente crollato durante l'evento del 1994



La traversa di derivazione a valle del ponte di Via Cavallo

Considerazioni conclusive e calcolo dell'IQM

Il confronto tra i valori degli indicatori di Funzionalità morfologica e Artificialità valutati sui sette tratti in cui è stato suddiviso il corpo idrico non è sempre possibile per tutti gli indici a causa della variazione del grado di confinamento. Per quanto riguarda la funzionalità l'unico indicatore non in A fin dai tratti a monte è F2, infatti la piana inondabile è spesso scarsa e discontinua. Inoltre nei tratti più a valle si verificano problemi di ampiezza delle formazioni funzionali, a causa dello sfruttamento più intensivo del territorio. L'ultimo tratto, attraversando una zona molto antropizzata, presenta molti indicatori in fascia B e C. Per quanto riguarda l'artificialità A4 e A5 sono quasi sempre in B.

F1	A	A	A	A	A	A	C
3							
IF							
M	0.37	0.33	0.35	0.32	0.30	0.27	0.09
tot							

Sintesi dei valori IA							
	Trat to 1	Trat to 2	Trat to 3	Trat to 4	Trat to 5	Trat to 6	Trat to 7
A1	A	A	A	A	A	A	A
A2	A	A	A	A	A	A	A
A3	A	A	A	A	A	A	A
A4	A	A	B	B	B	B	B
A5	B	B	B	B	B	B	B
A6	A	A	A	A	A	A	B
A7	-	A	A	A	A	A	A
A8	-	A	A	A	A	A	C
A9	A	A	A	A	A	A	B
A10	A	A	A	A	A	A	A
A11	A	A	A	A	A	A	A
A12	A	A	A	A	A	A	A
IA							
M							
tot	0.61	0.61	0.57	0.60	0.60	0.60	0.55

Considerando la media pesata dei tratti in cui è stato suddiviso il corpo idrico del torrente Ceronda, il valore dell'IQM ottenuto e attribuito al corpo idrico 06SS2T103PI è 0.87, corrispondente al valore d'ingresso per la classe "ELEVATO".

Sintesi dei valori IFM							
	Trat to 1	Trat to 2	Trat to 3	Trat to 4	Trat to 5	Trat to 6	Trat to 7
F1	A	A	A	A	A	A	B
F2	-	C	B	B	B	B	C
F3	A	-	-	-	-	-	-
F4	-	A	A	A	A	A	B
F5	-	A	A	A	A	A	B
F6	A	-	-	-	-	-	-
F7	A	A	A	A	A	A	A
F8	-	-	-	-	-	-	-
F9	A	A	A	-	-	-	-
F10	A	A	A	A	A	A	-
F11	A	A	A	A	A	A	C
F12	A	A	A	A	B	B	C

Sintesi dei valori IQM			
Tratto	Lunghezza (m)	IQM	Classe
1	3652	0.98	ELEVATO
2	1928.6	0.91	ELEVATO
3	2676.8	0.92	ELEVATO
4	5303.9	0.92	ELEVATO
5	2900.7	0.90	ELEVATO
6	4425.9	0.87	ELEVATO
7	3530	0.63	SUFFICIENTE
Tot	24418.3	0.87(media pesata)	ELEVATO

Il grafico seguente (Fig. 2) mostra il peso dei sub indici IFM, IA e IV nella determinazione dell'IQM e le variazioni degli stessi lungo il corpo idrico. Dall'analisi dei dati della tabella, riportati sul grafico, si nota che c'è una buona correlazione tra gli indici da monte verso valle. L'indice di variazione non è stato applicato. Il grafico mette ulteriormente in evidenza come solo nel tratto finale i valori dei diversi indici portino a un IQM di valore inferiore rispetto agli altri tratti del corpo idrico.

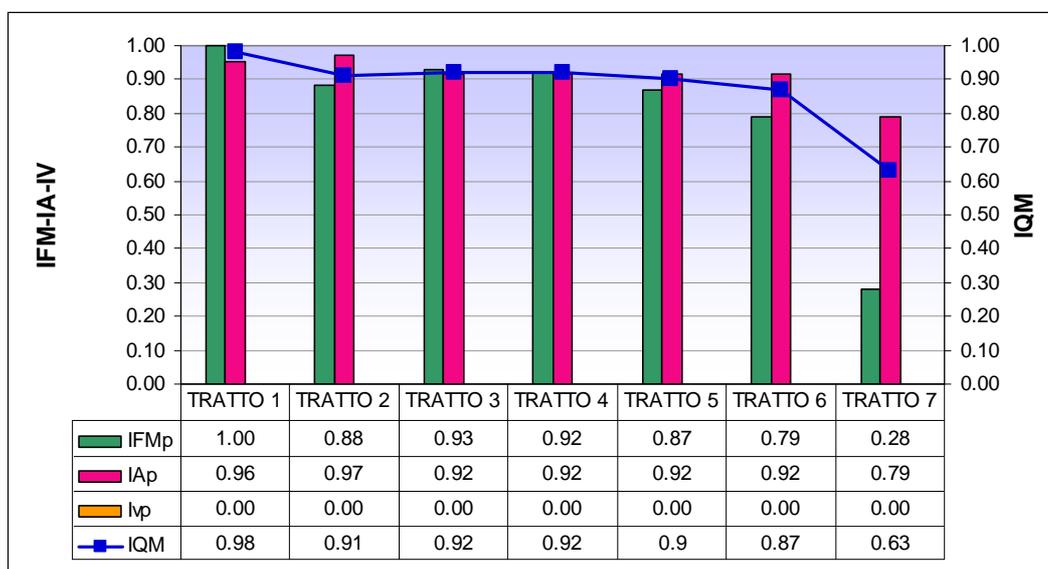
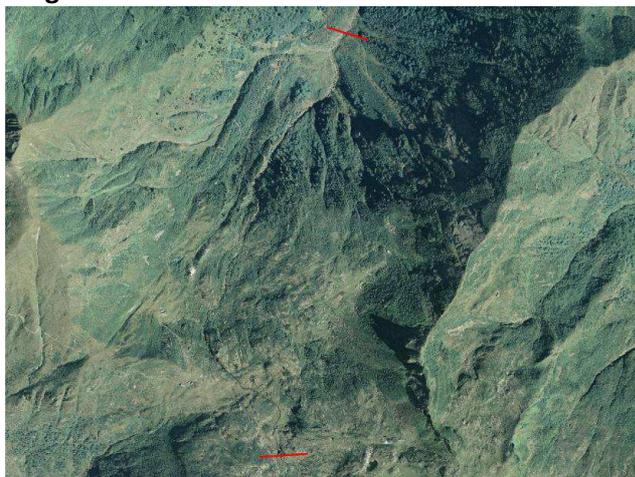


Figura 2 - Peso dei sub indici IFM - IA - IV nell'IQM e variazioni lungo il corpo idrico (Ceronda).

TORRENTE LOANA - CI 01SS2N282PI

Il corpo idrico 01SS2N282PI corrisponde all'intero corso del Torrente Loana, tributario del Torrente Melezzo orientale in Val Vigezzo; dal punto di vista fisiografico ricade in un ambito di area montuosa alpina. La valle è stata modellata dalle glaciazioni quaternarie e successivamente incisa, nella parte medio-bassa, dal torrente stesso; la parte terminale del Torrente Loana ha formato il conoide, allo sbocco dai versanti rocciosi, sui cui sorge parte dell'abitato di Malesco. Il substrato roccioso del bacino idrografico è costituito, dalla testata verso valle e da Sud verso Nord, dalle seguenti unità: Complesso Kinzigitico della Zona Ivrea-Verbanò, riferibile al dominio Sudalpino; Scisti

di Fobello e Rimella, fascia di tettoniti connesse alla Linea Insubrica; ortogneiss, metabasiti e gneiss minuti della Zona Sesia-Lanzo, riferibile al dominio Austroalpino; ortogneiss della falda Monte Rosa, attribuita convenzionalmente al dominio Pennidico inferiore. Il corpo idrico 01SS2N282PI è stato suddiviso in cinque tratti in relazione alle variazioni di pendenza, alla presenza di affluenti significativi e alla presenza del conoide nella parte terminale del corpo idrico.

TRATTO 01SS2N282PI_1**Sorgente – chiusura di monte Fondo li Gabbi**

Classe confinamento	C
Lunghezza tratto (m)	1878
Larghezza media (m)	12
Pendenza (%)	28.3
Tipologia	R
<i>C:confinato;</i>	
<i>R: roccia</i>	

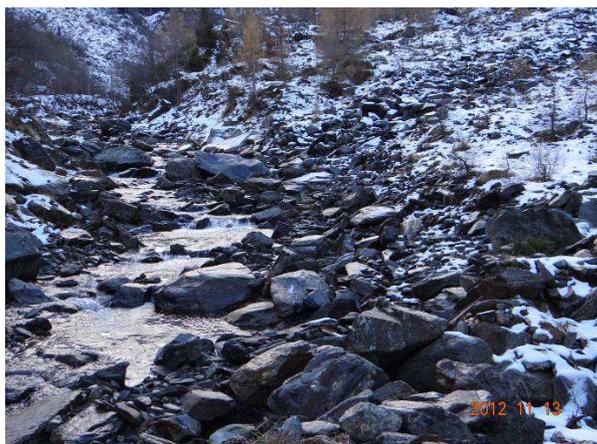
Il tratto è compreso dalla sorgente fino alla marcata rottura di pendenza in corrispondenza della quale si apre la piana di Fondo li Gabbi. Il limite inferiore è collocato in corrispondenza di una netta variazione di pendenza e dell'apertura morfologica della valle nella piana di Fondo li Gabbi. Il tratto in esame attraversa un territorio montano (da 1862 a 1330 m s.l.m. di quota) con pendenze accentuate (28 %); l'interferenza con i centri abitati è nulla. Per queste ragioni gli indici di funzionalità e artificialità raggiungono i valori ottimali. L'elevato livello di naturalità è stato mantenuto anche grazie alla contiguità con il Parco Nazionale della Val Grande, il cui confine settentrionale corrisponde alla cresta che corona la testata della Val Loana. La vegetazione, a causa della quota, è presente

solo sporadicamente nella parte bassa del tratto.

Sintesi degli indici del tratto					
Funzionalità		Artificialità		Variazioni	
F1	A	A1	A	V1	<30m
F2	-	A2	A	V2	<30m
F3	A	A3	A	V3	<30m
F4	-	A4	A		
F5	-	A5	A		
F6	-	A6	A		
F7	-	A7	-		
F8	-	A8	-		
F9	A	A9	A		
F10	A	A10	A		
F11	-	A11	-		
F12	-	A12	-		
F13	-				
IFM	IA	IV	IQM		
0.28	0.72	0.00	1.00		
			ELEVATO		

Le variazioni morfologiche non sono state rilevate in quanto la larghezza media del tratto è inferiore a 30 m.

Il valore complessivo dell'IQM è 1; il tratto presenta un indice di qualità morfologica *elevato*.



La parte terminale del tratto 01SS2N282PI_1



Sullo sfondo, la testata della Val Loana. In primo piano, innevata, la piana di Fondo li Gabbi

TRATTO 01SS2N282PI_2

Chiusura di monte Fondo Li Gabbi – località Crottetto



Classe confinamento **SC**
 Lunghezza tratto (m) **2883**
 Larghezza media (m) **20**
 Pendenza (%) **6.6**
 Tipologia **W**
SC: semi confinato;
W: wandering

Il tratto si estende dalla chiusura a monte del pianoro di Fondo li Gabbi fino alla variazione di pendenza in corrispondenza di località Crottetto.

Sintesi degli indici del tratto

Funzionalità		Artificialità		Variazioni	
F1	A	A1	A	V1	B
F2	A	A2	A	V2	C
F3	-	A3	A	V3	A
F4	B	A4	B		
F5	A	A5	B		
F6	-	A6	C		
F7	A	A7	C		
F8	-	A8	C		
F9	B	A9	A		
F10	A	A10	B		
F11	C	A11	B		
F12	B	A12	B		
F13	B				
IFM	IA	IV	IQM		
0.22	0.32	0.11	0.64		
				SUFFICIENTE	

La funzionalità geomorfologica è condizionata dalle modificazioni della sezione e della vegetazione funzionale nella fascia adiacente al corso d'acqua. I parametri di artificialità mostrano forti limitazioni per la presenza di difese spondali, arginature e variazioni artificiali di tracciato; sono presenti anche diversi attraversamenti in alveo, che interferiscono con le portate solide. Le arginature sono state realizzate mediante ricollocazione dei sedimenti del corso d'acqua. La fascia perfluviale, destinata a pascolo e ad attività ricreative, risulta sottoposta a regolari interventi di manutenzione. A seguito dei lavori di risistemazione, le variazioni morfologiche sono

rilevanti, in particolare le variazioni di larghezza. Il valore complessivo dell'IQM è 0.64; il tratto



Il tratto 01SS2N282PI_2 a Fondo li Gabbi

presenta un indice di qualità morfologica *sufficiente*.



Attraversamento a Fondo li Gabbi

TRATTO 01SS2N282PI_3

Località Crotetto - confluenza Rio del Geccio



Classe confinamento **C**
Lunghezza tratto (m) **1187**
Larghezza media (m) **15**
Pendenza (%) **12.2**
Tipologia **R**

C:confinato;
R: roccia

Il tratto è compreso tra la variazione di pendenza nei pressi di località Crotetto e la confluenza del Rio del Geccio. Tale confluenza è significativa in quanto il bacino idrografico del Rio del Geccio è di estensione areale maggiore rispetto all'intero

bacino del Torrente Loana al punto della confluenza stessa.

Sintesi degli indici del tratto					
Funzionalità		Artificialità		Variazioni	
F1	A	A1	A	V1	<30m
F2	-	A2	A	V2	<30m
F3	A	A3	A	V3	<30m
F4	-	A4	A		
F5	-	A5	A		
F6	-	A6	A		
F7	-	A7	-		
F8	-	A8	-		
F9	A	A9	A		
F10	A	A10	A		
F11	C	A11	A		
F12	A	A12	A		
F13	A				
IFM		IA	IV	IQM	
0.31		0.66	0.00	0.97	
				ELEVATO	

La funzionalità geomorfologica è buona, con la sola eccezione dell'assenza del materiale legnoso di grandi dimensioni. In questo tratto il Torrente Loana scorre incassato, confinato in un fondovalle stretto e delimitato da versanti molto acclivi. La connessione con i versanti è continua, Le aree a bosco nella fascia adiacente al corso d'acqua non sono state modificate. Per queste ragioni in questo settore il fondovalle è difficilmente accessibile e

l'artificialità è nulla; non si riscontrano alterazioni della continuità longitudinale e laterale né alterazioni della morfologia dell'alveo. Le variazioni morfologiche non sono state rilevate in quanto la larghezza media del tratto è inferiore a 30 m.

Il valore complessivo dell'IQM è 0.97; il tratto presenta un indice di qualità morfologica *elevato*.

TRATTO 01SS2N282PI_4

Confluenza Rio del Geccio – Malesco località Pozzo Vecchio



Classe confinamento	C
Lunghezza tratto (m)	3220
Larghezza media (m)	25
Pendenza (%)	6.5
Tipologia	R
<i>C: confinato;</i>	
<i>R: roccia</i>	

Sintesi degli indici del tratto					
Funzionalità		Artificialità		Variazioni	
F1	C	A1	A	V1	<30m
F2	-	A2	A	V2	<30m
F3	A	A3	A	V3	<30m
F4	-	A4	B		
F5	-	A5	A		
F6	-	A6	A		
F7	-	A7	-		
F8	-	A8	-		
F9	A	A9	A		
F10	A	A10	A		
F11	C	A11	A		
F12	A	A12	A		
F13	A				
IFM	IA	IV	IQM		
0.25	0.62	0.00	0.87		
			ELEVATO		

Il tratto si sviluppa dalla confluenza del Rio del Geccio, il cui bacino idrografico rende il bacino idrografico del Torrente Loana di dimensioni doppie (26.3 km²) alla chiusura del tratto rispetto al punto iniziale (9.6 km²), fino allo sbocco del Torrente Loana in Val Vigezzo (località Pozzo Vecchio), che corrisponde all'apice del conoide. Per quanto riguarda gli altri aspetti il tratto 01SS2N282PI_4 presenta caratteri analoghi al precedente tratto 01SS2N282PI_3, confinato con substrato roccioso affiorante in un fondovalle stretto e delimitato da versanti molto acclivi. Analogamente al tratto precedente la funzionalità geomorfologica è buona e l'artificialità è nulla anche per la limitata accessibilità dell'alveo. Il tratto nella sua parte terminale presenta una traversa idroelettrica (1300 l/s) che seppur non incidendo sulle portate formative influenza gli indici F1 che risulta in C e A4 in B. All'altezza della confluenza del Rio del Geccio è prevista una derivazione con una portata media annua di 360 l/s, non ancora in esercizio al momento della redazione delle presenti note. Le variazioni morfologiche non sono state rilevate in quanto la larghezza media del tratto, seppur mediamente più ampio del precedente, è inferiore a 30 m. Il valore complessivo dell'IQM è 0.87; il tratto presenta un indice di qualità morfologica *elevato*.

TRATTO 01SS2N282PI_5

Malesco località Pozzo Vecchio – confluenza in Torrente Melezzo orientale



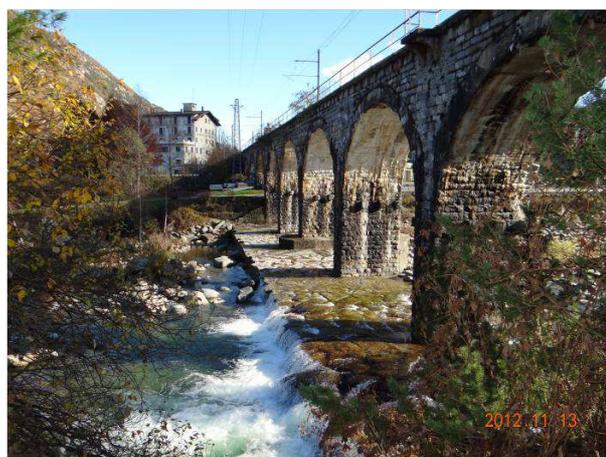
Classe confinamento	SC
Lunghezza tratto (m)	851
Larghezza media (m)	30
Pendenza (%)	7.6
Tipologia	W
<i>SC:semi confinato;</i>	
<i>W: wandering</i>	

Il tratto inizia all'apice del conoide che il Torrente Loana forma allo sbocco in Val Vigezzo (località Pozzo Vecchio) e termina alla confluenza del Torrente Loana nel Torrente Melezzo orientale. Nell'insieme il tratto è semiconfinato in quanto nella parte distale il conoide si allarga nella piana di fondovalle della Val Vigezzo. La funzionalità geomorfologica è fortemente condizionata dall'antropizzazione del conoide; nella parte apicale la sezione è prevalentemente artificiale e il flusso naturale dei sedimenti è impedito dalle opere di protezione dell'abitato di Malesco dall'attività del conoide. Il materiale legnoso di grandi dimensioni è completamente assente e la vegetazione in fascia perifluviale è periodicamente regolata. Per la stessa ragione l'artificialità è elevata; oltre alle difese spondali sono presenti traverse e soglie e in alcuni tratti rivestimenti del fondo. Le variazioni morfologiche non sono state rilevate perché nel complesso la larghezza media del tratto risulta di 30 m. Il valore complessivo dell'IQM è 0.43; il tratto presenta un indice di qualità morfologica *scarso*.

Sintesi degli indici del tratto					
Funzionalità		Artificialità		Variazioni	
F1	C	A1	A	V1	<30m
F2	B	A2	A	V2	<30m
F3	-	A3	A	V3	<30m
F4	B	A4	C		
F5	C	A5	C		
F6	-	A6	C		
F7	B	A7	A		
F8	-	A8	A		
F9	C	A9	B		
F10	C	A10	B		
F11	C	A11	B		
F12	C	A12	C		
F13	C				
IFM	IA	IV	IQM		
0.04	0.38	0.00	0.43		
			SCARSO		



La parte iniziale del tratto 01SS2N282PI_5.



Il ponte della ferrovia nella parte bassa del tratto.

Considerazioni conclusive

Nel complesso il corpo idrico 01SS2N282PI, corrispondente all'intero corso del Torrente Loana ha caratteristiche morfologiche buone. Il territorio attraversato ha carattere montano e l'interferenza con i centri abitati è limitata ai tratti 01SS2N282PI_2 e 01SS2N282PI_5, nei quali tuttavia le modificazioni indotte dall'attività antropica sono rilevanti. La sintesi degli indici di funzionalità per i diversi tratti

presenta come elemento comune a tutti i tratti la mancanza di materiale legnoso di grandi dimensioni (F11), con l'eccezione del primo tratto situato per lo più a quote maggiori rispetto al limite altimetrico degli alberi. Gli indicatori relativi alla continuità longitudinale nel flusso di sedimenti (F1) e alle alterazioni della struttura del substrato (F10) si mantengono positivi per l'intero corso del Torrente Loana tranne che per il tratto terminale

01SS2N282PI_5, che corrisponde al conoide che il torrente ha formato allo sbocco in Val Vigezzo e sul quale sorge parte dell'abitato di Malesco con la conseguente intensa antropizzazione.

Sintesi dei valori IFM					
	Tratto 1	Tratto 2	Tratto 3	Tratto 4	Tratto 5
F1	A	A	A	C	C
F2	-	A	-	-	B
F3	A	-	A	A	-
F4	-	B	-	-	B
F5	-	A	-	-	C
F6	-	-	-	-	-
F7	-	A	-	-	B
F8	-	-	-	-	-
F9	A	B	A	A	C
F10	A	A	A	A	C
F11	-	C	C	C	C
F12	-	B	A	A	C
F13	-	B	A	A	C
IFM_{tot}	0.38	0.22	0.31	0.25	0.04

La sintesi degli indici di artificialità permette immediatamente di porre in evidenza come le criticità siano concentrate nei tratti 01SS2N282PI_2 e 01SS2N282PI_5, mentre l'artificialità nei rimanenti tre tratti sia nulla. Le differenze nell'artificialità dei due tratti critici riflettono le diverse intensità e modalità di antropizzazione degli stessi: risistemazione del corso d'acqua in prossimità di un alpeggio nel tratto 01SS2N282PI_2 e opere di difesa di un abitato di fondovalle situato in conoide nel tratto 01SS2N282PI_5.

Sintesi dei valori IA					
	Tratto 1	Tratto 2	Tratto 3	Tratto 4	Tratto 5
A1	-	A	A	A	A
A2	-	A	A	A	A
A3	A	A	A	A	A
A4	A	B	A	B	C
A5	A	B	A	A	C
A6	A	C	A	A	C
A7	-	C	-	-	A
A8	-	C	-	-	A
A9	A	A	A	A	B
A10	A	B	A	A	B
A11	-	B	A	A	B
A12	-	B	A	A	C
IA_{tot}	0.63	0.32	0.66	0.62	0.38

Gli indici di variazione morfologica sono poco significativi per la ridotta larghezza dell'alveo; nel tratto 01SS2N282PI_2 gli indicatori evidenziano il restringimento dell'alveo con arginature artificiali.

Sintesi dei valori IV					
	Tratto 1	Tratto 2	Tratto 3	Tratto 4	Tratto 5
V1	-	B	<30m	<30m	<30m
V2	-	C	<30m	<30m	<30m
V3	-	A	<30m	<30m	<30m
IV_{tot}	-	0.11	-	-	-

Per il corpo idrico del Torrente Loana studiato, il valore totale dell'IQM ottenuto è 0.80, corrispondente al valore di ingresso per la classe "BUONO" (Tabella sottostante). Si osserva come il valore complessivo derivi dalla media pesata tra tre tratti con valori elevati e due tratti con valore molto inferiore, rispettivamente sufficiente e scarso.

Sintesi dei valori IQM			
Tratto	Lunghezza	IQM	Classe
1	1878	1.00	ELEVATO
2	2883	0.64	SUFFICIENTE
3	1187	0.97	ELEVATO
4	3220	0.87	ELEVATO
5	851	0.43	SCARSO
Tot	10019	0.80 (media pesata)	BUONO

Il grafico seguente (Fig. 3) evidenzia una buona correlazione tra i sub-indici di funzionalità e artificialità e l'indice di qualità geomorfologica. A parità di sub-indice di artificialità, il sub-indice di funzionalità sembra risentire degli interventi di risistemazione e delle opere di difesa maggiormente nel tratto 01SS2N282PI_5 che nel tratto 01SS2N282PI_2.

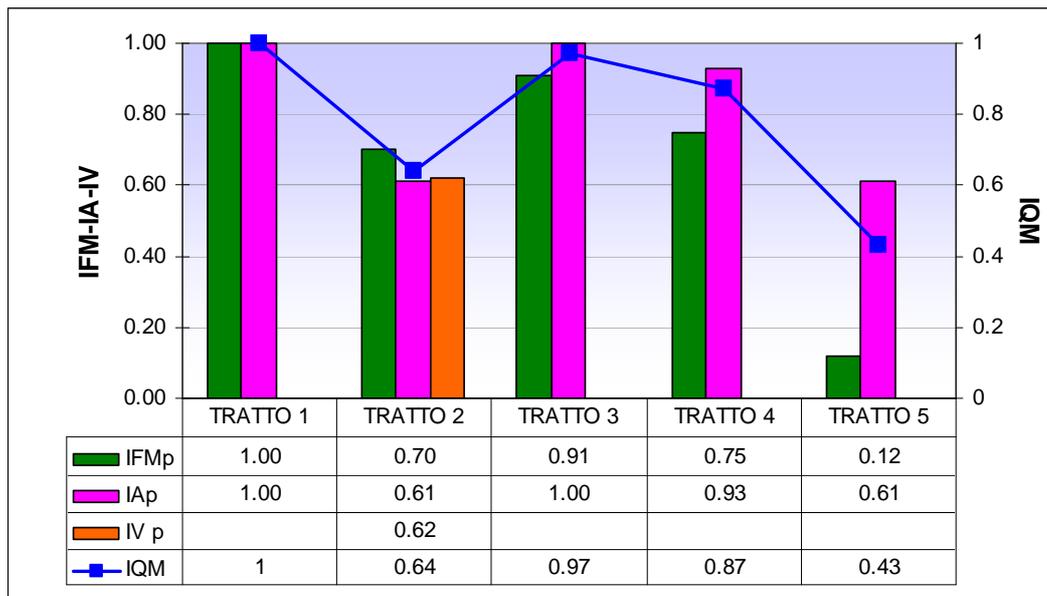
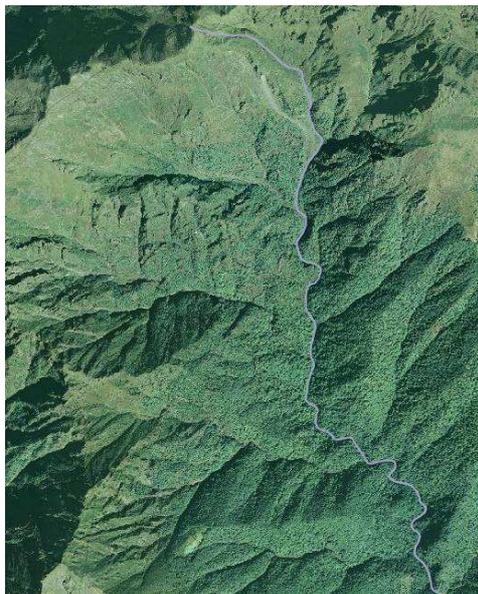


Figura 3 - Peso dei sub indici IFM - IA - IV nell'IQM e variazioni lungo il corpo idrico (Loana).

TORRENTE POGALLO 01SS2N462PI

TRATTO 01SS2N462_1

Inizio CI - confluenza rio Pianezzol



Classe confinamento **C**
 Lunghezza tratto (m) **4543**
 Larghezza media (m) **9**
 Pendenza (%) **32**
 Tipologia **CS**
CS: confinato canale singolo

pendenza elevata, 32%. Non sono presenti interferenze di tipo antropico pertanto l'indice di alterazione morfologica IAM è pari a 0.0 e l'IQM a 1, il tratto presenta una qualità morfologica "ELEVATA".

Sintesi degli indici del tratto					
Funzionalità		Artificialità		Variazioni	
F1	A	A1	A	V1	<30m
F2	-	A2	A	V2	<30m
F3	A	A3	A	V3	<30m
F4	-	A4	A		
F5	-	A5	A		
F6	A	A6	A		
F7	A	A7	-		
F8	-	A8	-		
F9	A	A9	A		
F10	A	A10	A		
F11	A	A11	A		
F12	A	A12	A		
F13	A				
IFM	IA	IV	IQM		
0.40	0.60	0	1		
			ELEVATO		

Il corso d'acqua nella parte alta del bacino scorre confinato in un alveo in roccia con

TRATTO 01SS2N462_2**Confluenza rio Pianezzol - confluenza rio Val Grande**

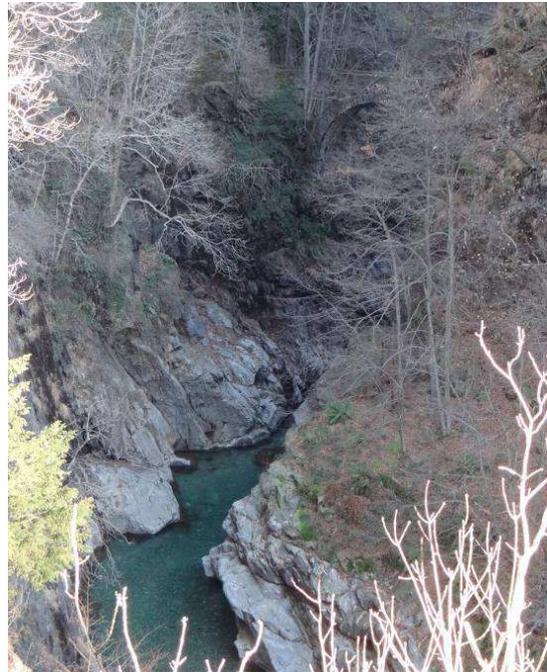
Classe confinamento	C
Lunghezza tratto (m)	5843
Larghezza media (m)	12
Pendenza (%)	5.7
<i>C: confinato</i>	

Il secondo tratto inizia appena a valle di Pogallo, confinato in roccia, scorre tra ripidi versanti.

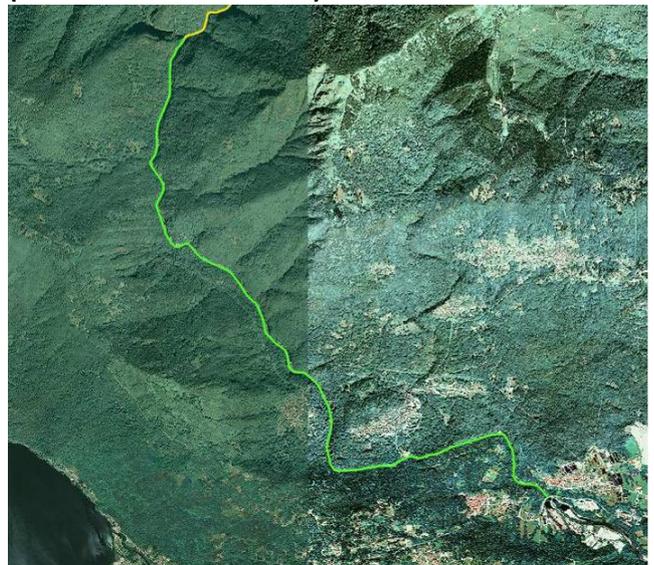
Sintesi degli indici del tratto					
Funzionalità		Artificialità		Variazioni	
F1	B	A1	A	V1	<30m
F2	-	A2	A	V2	<30m
F3	A	A3	A	V3	<30m
F4	-	A4	B		
F5	-	A5	A		
F6	A	A6	A		
F7	A	A7	-		
F8	-	A8	-		
F9	A	A9	A		
F10	A	A10	A		
F11	A	A11	A		
F12	A	A12	A		
F13	A				
IFM		IA	IV	IQM	
0.37		0.56	0.00	0.93	
				ELEVATO	

I ponti presenti non interferiscono con l'alveo mentre è presente una traversa di derivazione idroelettrica che porta gli indici F1 e A4 in classe

B. Nel complesso, IAM è pari a 0.07 e IQM a 0.93, il tratto presenta una qualità morfologica "ELEVATA".



Alveo a monte della confluenza con il rio Valgrande.

TRATTO 01SS2N462_3**Confluenza rio Val Grande - ponte vis Trobaso (torrente san Bernardino)**

Classe confinamento	C
Lunghezza tratto (m)	5843
Larghezza media (m)	22

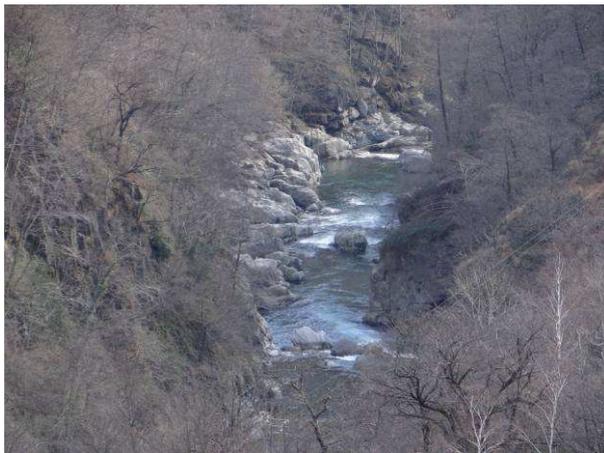
Pendenza (%)

1.9

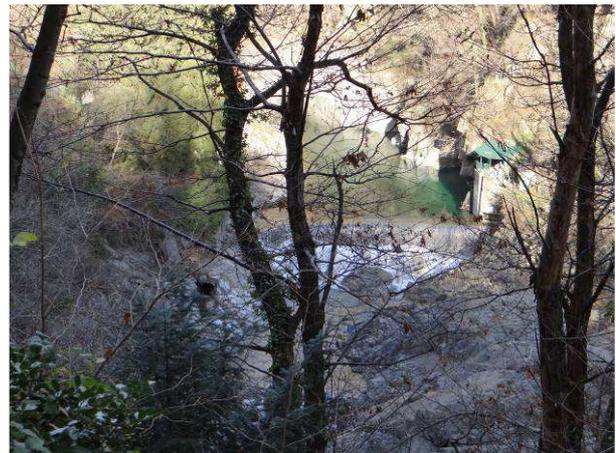
C: confinato

Il tratto con pendenza inferiore ai precedenti inizia alla confluenza del rio Val Grande e da qui alla foce nel lago Maggiore diventa torrente San Bernardino. Il torrente scorre inciso nella valle con pendenza del 1.87% e larghezza media dell'alveo di circa 22 m. La continuità dei sedimenti è interrotta in corrispondenza di una traversa di derivazione a scopo idroelettrico situata a monte dell'abitato di Rovegro. Le prese e le restituzioni presenti nel tratto e l'entità delle portate derivate fanno sì che non ci sia alterazione delle portate formative tranne che per la parte di tratto compreso tra la traversa di Rovegro e la centrale di Cossogno del Cottonificio Verbanese.

Sintesi degli indici del tratto					
Funzionalità		Artificialità		Variazioni	
F1	B	A1	A	V1	<30m
F2	-	A2	A	V2	<30m
F3	A	A3	A	V3	<30m
F4	-	A4	B		
F5	-	A5	A		
F6	A	A6	A		
F7	A	A7	-		
F8	-	A8	-		
F9	A	A9	A		
F10	A	A10	A		
F11	A	A11	A		
F12	A	A12	A		
F13	A				
IFM		IA	IV	IQM	
0.37		0.56	0.00	0.93	
				ELEVATO	



Vista dell'alveo in roccia dalla SP 90.



Traversa di derivazione a monte di Rovegro.



Vista verso valle al ponte tra Rovegro e Cossogno.



Vista verso monte dal ponte della Via per Santino.

Considerazioni conclusive e calcolo dell'IQM

Il confronto tra i valori degli indicatori di Funzionalità morfologica e Artificialità valutati sui tre tratti in cui è stato suddiviso il corpo idrico mostra la qualità elevata di tutti i tratti.

Sintesi dei valori IFM			
	Tratto 1	Tratto 2	Tratto 3
F1	A	B	B
F2	-	-	-
F3	A	A	A
F4	-	-	-
F5	-	-	-
F6	A	A	A
F7	A	A	A
F8	-	-	-
F9	A	A	A
F10	A	A	A
F11	A	A	A
F12	A	A	A
F13	A	A	A
IFM_{tot}	0.40	0.37	0.37

Sintesi dei valori IA			
	Tratto 1	Tratto 2	Tratto 3
A1	A	A	A
A2	A	A	A
A3	A	A	A
A4	A	B	B
A5	A	A	A
A6	A	A	A

A7	-	-	-
A8	-	-	-
A9	A	A	A
A10	A	A	A
A11	A	A	A
A12	A	A	A
IAM_{tot}	0.60	0.56	0.56

Considerando la media pesata dei due tratti del torrente Sizzone, il valore dell'IQM ottenuto e attribuito al corpo idrico è 0.95, corrispondente al valore d'ingresso per la classe "ELEVATO".

Sintesi dei valori IQM			
Tratto	Lunghezza	IQM	Classe
1	4543	1	ELEVATO
2	5843	0.93	ELEVATO
3	6907	0.93	
Tot	17293	0.95 (media pesata)	ELEVATO

Il grafico seguente (Fig. 4) mostra il peso dei sub indici IFM, IA e IV nella determinazione dell'IQM e le variazioni degli stessi lungo il corpo idrico. Dall'analisi dei dati della tabella, che segue, si nota che c'è una buona correlazione tra gli indici da monte verso valle di tutti gli indici.

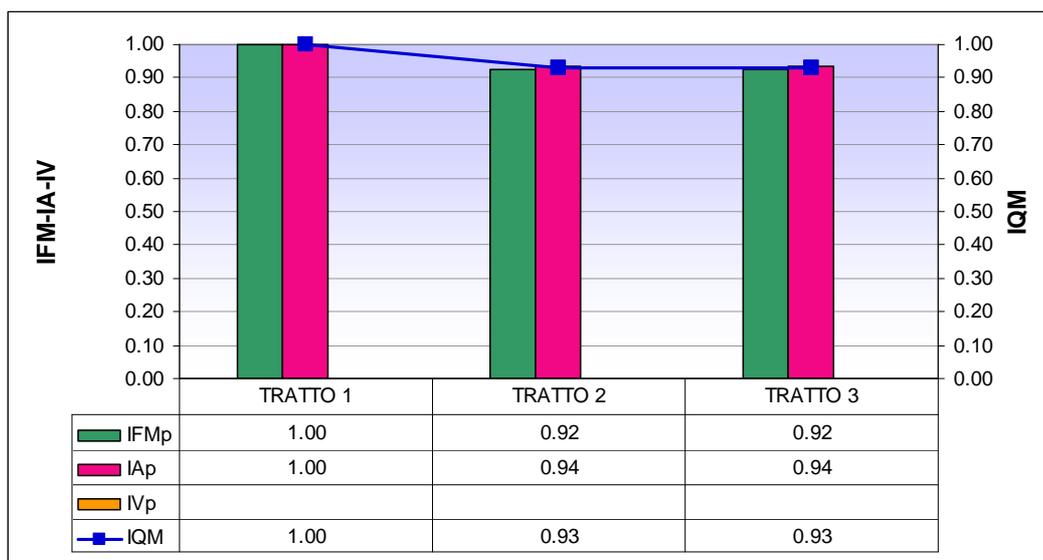
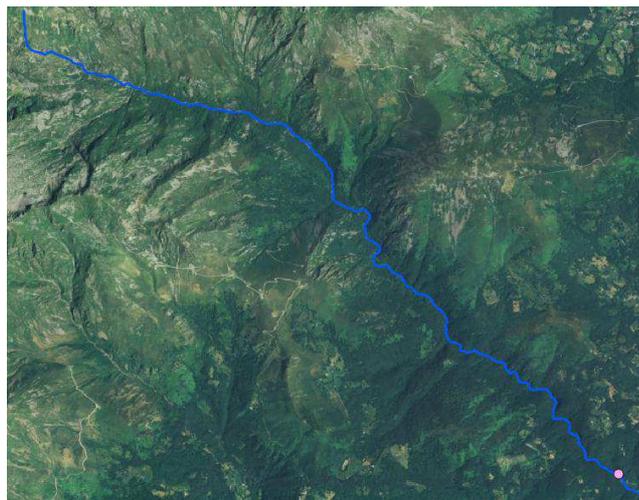


Figura 4 - Peso dei sub indici IFM - IA - IV nell'IQM e variazioni lungo il corpo idrico (Pogallo).

TORRENTE SAVENCA 01SS2N710PI

Il corpo idrico in esame copre l'intera estensione del T. Savenca, tributario di destra del T. Chiusella all'interno del territorio comunale di Issiglio. Dalla zona di sorgente l'alveo è per un lungo tratto incassato nel fondovalle confinato dai versanti o da grossi conoidi poligenici, con pendenza del fondo alveo piuttosto regolare. A valle della confluenza con il Rio Porraglio si apre a stretto ventaglio la pianura alluvionale prima verso sinistra e poi verso destra fino al centro abitato di Issiglio. Dal punto di vista litologico la valle del T. Savenca si presenta pressoché monolitologica in quanto vede affiorare quasi esclusivamente gli gneiss minuti e i micascisti della Zona Sesia-Lanzo. Il pattern morfologico del T. Savenca è tipicamente montano e la pendenza media del fondo alveo è del 14% circa; l'andamento è sinuoso con grado ed indice di confinamento molto elevati (oltre 0,9 in media). Lungo le sponde del corpo idrico non sono presenti insediamenti ad eccezione di alcuni edifici isolati nel settore medio-inferiore del bacino e dell'abitato di Issiglio; le infrastrutture associate all'abitato e le opere di difesa presenti nella parte terminale del corpo idrico non interferiscono in modo significativo con i processi che si verificano lungo il T. Savenca. Dai dati contenuti nel SIRI risultano alcune opere di presa nel settore terminale del corpo idrico, che per tipologia d'uso e posizione del punto di restituzione molto prossima al punto di prelievo si considerano trascurabili ai fini degli effetti sulle portate liquide del T. Savenca. Le portate valutate al punto di chiusura del corpo idrico sono state stimate con il metodo denominato *Analisi Regionale delle PIENE nei bacini Montani (ARPIEM)* per tempi di ritorno di 2 anni ($Q_2 = 33 \text{ mc/s}$), approssimabile alla $Q_{1,5}$ richiesta dal metodo ISPRA, e tempi di ritorno di 10 anni ($Q_{10} = 93 \text{ mc/s}$).

TRATTO 01SS2N710PI_1**Inizio CI (sorgente) – confluenza Rio Porraglio**

Classe confinamento	C
Lunghezza tratto (m)	10845
Larghezza media (m)	9
Pendenza (%)	15
C: confinato	

Sintesi degli indici del tratto					
Funzionalità		Artificialità		Variazioni	
F1	A	A1	-	V1	<30m
F2	-	A2	-	V2	<30m
F3	A	A3	A	V3	<30m
F4	-	A4	A		
F5	-	A5	A		
F6	A	A6	A		
F7	-	A7	-		
F8	-	A8	-		
F9	A	A9	A		
F10	A	A10	A		
F11	A	A11	A		
F12	A	A12	A		
F13	A				
IFM		IA	IV	IQM	
0.45		0.55	0.00	1.00	
				ELEVATO	

Il T. Savenca scorre confinato dalla sorgente fino allo sbocco nella piana alluvionale; dopo un breve tragitto di testata ad elevata pendenza, il corso d'acqua scorre incassato nel fondovalle con andamento costante NW-SE per alcuni chilometri, per poi curvare blandamente verso S e assumere andamento più sinuoso fino alla confluenza con il Rio Porraglio. Poco a monte di tale confluenza è ubicato il punto di

monitoraggio del sito *reference* (in rosa in carta). La pendenza del fondo alveo nel tratto considerato è mediamente piuttosto elevata e il percorso complessivamente sinuoso (rapporto tra lunghezza asse della valle e lunghezza asse dell'alveo è pari a 1.05). La continuità longitudinale dei deflussi è ideale (F1, F11 e A4 in classe A). L'indice di configurazione morfologica, (F7, in classe A) è legato ad A6 sempre in classe A, data la scarsa rilevanza delle opere di difesa presenti. L'estensione areale e lineare della fascia di vegetazione perfluviale, pressoché continua ed estremamente fitta, porta gli indicatori F12 ed F13 in classe A. Nel tratto in esame è presente un'unica opera di derivazione censita nel SIRI, ubicata

all'estremità inferiore del tratto, che però non è stata tenuta in conto per l'indicatore A3 in quanto ritenuta trascurabile per la posizione e l'entità dei prelievi (Q_{max} prelievo 5 l/s, ad uso civile); non sono presenti attraversamenti quindi l'indicatore A5 è in classe A. Non sono state riscontrate opere di alterazione delle portate solide. Gli indicatori di variazione morfologica non sono stati valutati in quanto l'alveo ha una larghezza media di molto inferiore a 30 m.

L'indice di alterazione morfologica IAM è pari a 0.00 e l'IQM a 1.00, pertanto il tratto presenta una qualità morfologica ELEVATA.



Vista verso valle del T. Savenca dal versante destro idrografico in zona di testata.



Vista verso valle del T. Savenca a quota 700 m s.l.m. circa.

TRATTO 01SS2N710PI_2

Confluenza Rio Porraglio Confluenza Chiusella



Classe confinamento	NC
Lunghezza tratto (m)	1215
Larghezza media (m)	18

Pendenza (%)	2,5
Tipologia	S
<i>NC: non confinato</i>	
<i>S :sinuoso</i>	

Il tratto ha inizio dallo sbocco nella pianura di Issiglio e comprende il breve tragitto fino alla confluenza nel T. Chiusella. La pendenza media del fondo alveo nel tratto è di circa 2,5% e l'andamento del corso d'acqua è blandamente sinuoso. Il grado di confinamento è piuttosto basso e il tratto risulta semi-confinato. La continuità longitudinale dei deflussi è elevata in quanto come opere trasversali si rilevano esclusivamente due soglie (divelte) a monte dell'attraversamento (F1 in A); la presenza di piana inondabile è relativamente scarsa ma si

rilevano moderati processi di arretramento delle sponde (F2 in C e F4 in B). La vegetazione perifluviale è discontinua e poco ampia (F12 in C ed F13 in B).

Sintesi degli indici del tratto					
Funzionalità		Artificialità		Variazioni	
F1	A	A1	A	V1	<30m
F2	C	A2	A	V2	<30m
F3	-	A3	A	V3	<30m
F4	A	A4	A		
F5	A	A5	B		
F6	-	A6	B		
F7	A	A7	A		
F8	-	A8	A		
F9	-	A9	A		
F10	A	A10	A		
F11	A	A11	A		
F12	C	A12	A		
F13	B				
IFM	IA	IV	IQM		
0.35	0.65	0.00	0.85		
			ELEVATO		

Le alterazioni artificiali sono dovute alla presenza di alcuni attraversamenti e alcune opere di difesa spondale (un breve tratto di argine e un muro di difesa spondale in sinistra, scogliere in massi su entrambe le sponde). L'opera di presa ubicata nel tratto a monte, come esposto precedentemente, non è rilevante (A1 in A); anche le opere censite nel SIRI ubicate nel tratto (a monte di Issiglio), hanno effetto irrilevante in termini di alterazione delle portate liquide (A3 in A): la presa a monte, ad uso domestico, presenta Q_{max} prelievo 5 l/s, la presa a valle (ad uso piscicolo, con Q_{max} prelievo 52 l/s) restituisce poco a valle del punto di presa. Non sono state rilevate opere di alterazione delle portate solide (A2 e A4 in A). Anche in questo caso gli indicatori di variazione morfologica non sono stati valutati in quanto l'alveo ha una larghezza media di molto inferiore a 30 m. Nel complesso, l'IAM è pari a 0.15, l'IQM a 0.85, pertanto il tratto presenta una qualità morfologica ELEVATA.



Vista verso monte del T. Savenca dal ponte della strada comunale; muro di difesa spondale in sinistra.



Vista verso valle del T. Savenca dal ponte della strada comunale; scogliera in massi cementati in sinistra.

Considerazioni conclusive e calcolo dell'IQM

Il confronto tra i valori degli indicatori di Funzionalità morfologica e Artificialità valutati sui due tratti in cui è stato suddiviso il corpo idrico non è sempre possibile per tutti gli indici in quanto hanno grado di confinamento differente. Le alterazioni si riscontrano solo nel secondo tratto.

Considerando la media pesata dei due tratti del torrente Savenca, il valore dell'IQM ottenuto e attribuito al corpo idrico è 0.98, corrispondente ad un valore pressoché massimo della classe "ELEVATO".

Sintesi dei valori IQM			
Tratto	Lunghezza	IQM	Classe
1	10845	1,00	ELEVATO
2	1215	0,85	ELEVATO
Tot	12060	0.98 (media pesata)	ELEVATO

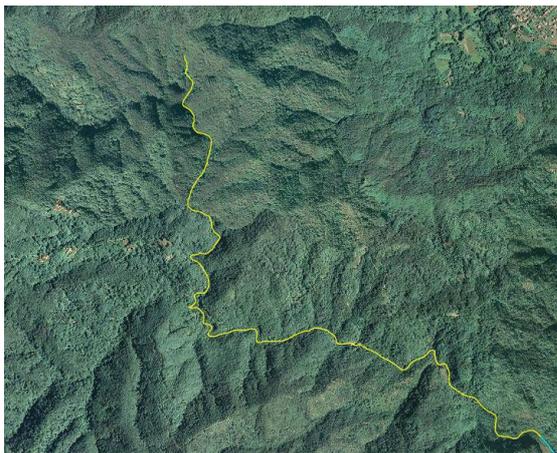
Il grafico seguente (Fig. 5) mostra il peso dei sub indici IFM, IA e IV nella determinazione dell'IQM e le variazioni degli stessi lungo il corpo idrico. Dall'analisi dei dati della tabella, riportati sul grafico, si nota che c'è una discreta correlazione tra gli indici da monte verso valle. Il peso maggiore è da attribuire all'indice di artificialità.



Figura 5 - Peso dei sub indici IFM - IA - IV nell'IQM e variazioni lungo il corpo idrico (Savenca).

TORRENTE SIZZONE 06SS2T842PI

TRATTO 06SS2T842PI_1 Inizio CI - C. Tornaletto



Classe confinamento	C
Lunghezza tratto (m)	4939
Larghezza media (m)	4
Pendenza (%)	3.73
Tipologia	CS

CS: *confinato canale singolo*

Sintesi degli indici del tratto					
Funzionalità		Artificialità		Variazioni	
F1	C	A1	A	V1	A
F2	-	A2	A	V2	A
F3	B	A3	A	V3	B
F4	-	A4	B		
F5	-	A5	C		
F6	A	A6	A		
F7	A	A7	-		
F8	-	A8	-		
F9	A	A9	A		
F10	A	A10	A		
F11	C	A11	A		
F12	B	A12	A		
F13	A				
IFM	IA	IV	IQM		
0.21	0.49	0.09	0.79		
			BUONO		

Il corso d'acqua nella parte alta del bacino scorre confinato in parte negli gneiss minuti scistoso-tabulari e in parte nei micascisti della

Zona della Serie dei Laghi. La pendenza media è abbastanza elevata 3.73% e il percorso sinuoso. La continuità longitudinale è interrotta dall'opera di derivazione a uso potabile in località Chepoli/Lelio costituita da una traversa in cemento con prese laterali e griglie e dai due ponti a servizio. F1 quindi è in classe C, A4 in B e F11 in C. La portata derivata media annua è di 25 l/s (fonte SIRI). La strada di servizio alla presa, costruita in sponda sinistra, limita l'estensione della fascia di vegetazione perifluviale portando



Vista verso monte dell'alveo da uno dei ponti che attraversano il torrente.

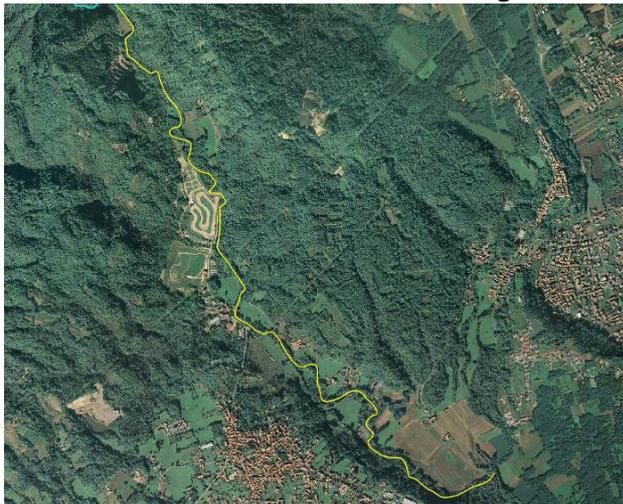
l'indicatore F12 in classe B. Sono presenti anche 6 attraversamenti che portano l'indice A5 in classe C. V3 (indice per variazioni altimetriche) è in classe B. Durante il sopralluogo sono state rilevate sottoescavazioni di alcune opere di difesa nonché l'erosione a monte di un'opera trasversale ormai in disuso per una profondità di 70-80 cm. L'indice di alterazione morfologica IAM è pari a 0.21 e IQM a 0.79, il tratto presenta una qualità morfologica BUONA.



Vista da monte della traversa in disuso. Il "petto" è stato sottoescavato per aggiramento dell'opera.

TRATTO 06SS2T842PI_2

C. Tornaletto - confluenza Sizzone di Vergano



Larghezza media (m)	6
Pendenza (%)	1.09
Tipologia	S
<i>SC: semi confinato;</i>	
<i>S: sinuoso</i>	

Il tratto ha il suo inizio in coincidenza della diminuzione di pendenza del corso d'acqua, si passa, infatti, da una pendenza del 3.73% a 1.09% e, fino alla confluenza con il Sizzone di Vergano, scorre con andamento sinuoso in una piana alluvionale. La presenza di piana inondabile è ridotta così come i processi di arretramento delle sponde (F2 e F4 in C). La vegetazione perifluviale è poco ampia F12 in B.

Classe confinamento	SC
Lunghezza tratto (m)	5027

Sintesi degli indici del tratto					
Funzionalità		Artificialità		Variazioni	
F1	B	A1	A	V1	<30m
F2	C	A2	A	V2	<30m

F3	-	A3	A	V3	<30m
F4	C	A4	B		
F5	A	A5	C		
F6	-	A6	A		
F7	A	A7	A		
F8	-	A8	A		
F9	A	A9	A		
F10	A	A10	A		
F11	C	A11	A		
F12	B	A12	A		
F13	A				
IFM	IA	IV	IQM		
0.23	0.57	0.00	0.80		

			BUONO
--	--	--	-------

Le alterazioni artificiali sono dovute alla presenza di molti attraversamenti e di una traversa di derivazione poco a monte del ponte per C.ne Bastaroli. Il substrato costituito da dolomie e calcari dolomitici alternati a porfidi a tratti affiorante nel letto dell'alveo, non ha permesso di apprezzare variazioni altimetriche. Nel complesso, l'IAM è pari a 0.20 e l'IQM a 0.80, il tratto presenta una qualità morfologica BUONA.



Vista verso monte dell'alveo in località Bergamasco.



Vista verso valle nella medesima località.



Opera di presa nei pressi di cascina Bastaroli.



Il canale di derivazione che va a Molino di Mezzo.

Considerazioni conclusive e calcolo dell'IQM

Il confronto tra i valori degli indicatori di Funzionalità morfologica e Artificialità valutati sui due tratti in cui è stato suddiviso il corpo idrico non è sempre possibile per tutti gli indici

poiché hanno grado di confinamento differente. Per quanto riguarda la funzionalità si notano problemi di continuità legato alle traverse presenti e ampiezza delle formazioni funzionali nei due tratti mentre per l'artificialità A4 è in B

e A5 in C per entrambe. L'indice di variazione morfologica è stato applicato al primo tratto, anche se l'alveo è minore di 30 metri perché durante il sopralluogo si sono evidenziate erosioni per sottoescavazione. Considerando la media pesata dei due tratti in cui è stato suddiviso il corpo idrico del torrente Sizzone, il valore dell'IQM ottenuto e attribuito al corpo idrico è 0.80, corrispondente al valore d'ingresso per la classe "BUONO".

Dall'analisi dei dati della tabella, riportati sul grafico, si nota che c'è una buona correlazione tra gli indici da monte verso valle. Il peso maggiore, che contribuisce al punteggio buono di IQM per entrambe i tratti, è da attribuire all'indice di artificialità mentre si nota un minor contributo del sub-indice di funzionalità. L'indice di variazione è stato applicato solo al primo tratto, dunque cadono le condizioni per un confronto.

Sintesi dei valori IQM			
Tratto	Lunghezza	IQM	Classe
1	4939	0.79	BUONO
2	5027	0.80	BUONO
Tot	9966	0.80 (media pesata)	BUONO

Il grafico seguente (Fig. 6) mostra il peso dei sub indici IFM, IA e IV nella determinazione dell'IQM e le variazioni degli stessi lungo il corpo idrico.

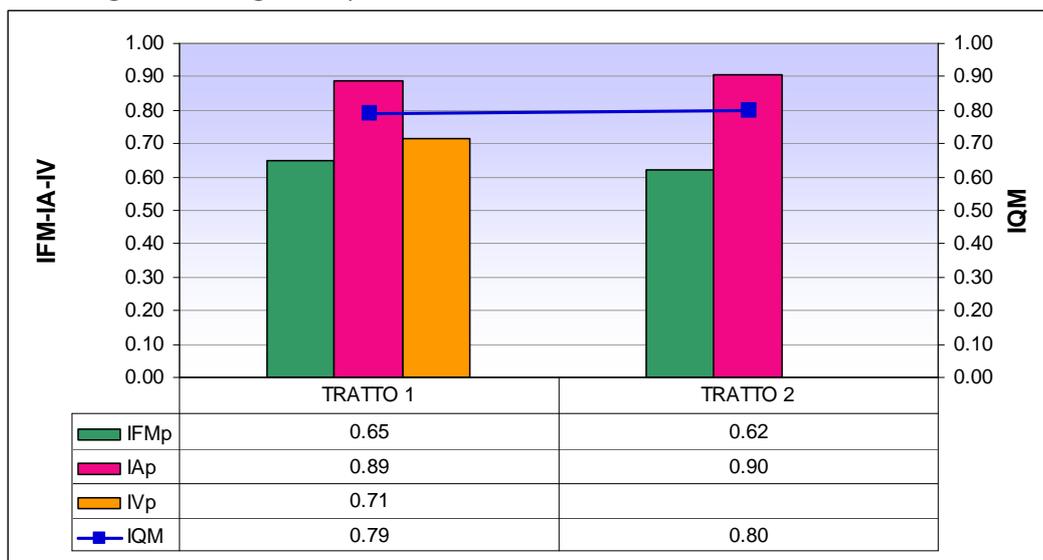


Figura 6 - Peso dei sub indici IFM - IA - IV nell'IQM e variazioni lungo il corpo idrico (Sizzone)

5. Conclusioni

dei sei corpi idrici analizzati in base all'indice IQM.

Si riporta di seguito la tabella di sintesi con la valutazione finale delle condizioni morfologiche

Codice_CI	Corpo Idrico	Indice di qualità morfologica (IQM)
01SS2N082PI	CAMPIGLIA_1-Scorrimento superficiale-Piccolo	ELEVATO
06SS2T103PI	CERONDA_56-Scorrimento superficiale-Piccolo	ELEVATO
01SS2N282PI	LOANA_1-Scorrimento superficiale-Piccolo	BUONO
01SS2N462PI	R. POGALLO_1-Scorrimento superficiale-Piccolo	ELEVATO
01SS2N710PI	SAVENCA_1-Scorrimento superficiale-Piccolo	ELEVATO
06SS2T842PI	TORRENTE SIZZONE_56-Scorrimento superficiale-Piccolo	BUONO

BIBLIOGRAFIA

ARPA PIEMONTE, 2012. Monitoraggio elementi idromorfologici - Analisi di dettaglio dei dati prodotti. Allegato 3.

D.M. 260/2010. Regolamento recante i Criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo. G.U. 30 del 7 Febbraio 2011.

INHABIT I3d2.5, 2013. In: Deliverable I3d2. Project INHABIT - LIFE08 ENV/IT/000413. www.life-inhabit.it

RINALDI M., SURIAN N., COMITI F. & BUSSETTINI M., 2011. IDRAIM - sistema di valutazione IDRomorfologica, Analisi e Monitoraggio dei corsi d'acqua. Manuale tecnico – operativo per la valutazione ed il monitoraggio dello stato morfologico dei corsi d'acqua. Versione 1, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Roma: 232 pp.

ISPRA, 2011, Implementazione della Direttiva 2000/60/CE. Analisi e valutazione degli aspetti idromorfologici. Versione 1.1. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Roma.

ALLEGATO I

Lista degli indicatori e relativi campi di applicazione. (ISPRA, 2011). (Alcuni indicatori non si valutano per qualche sottocaso specificato nelle schede). **C**: confinati; **SC**: semiconfinati; **NC**: non confinati; **CI/W**: canali intrecciati e *wandering*; **G**: grandi (L > 30 m).

SIGLA	INDICATORE	CAMPO DI APPLICAZIONE
Funzionalità Continuità		
<i>F1</i>	Continuità longitudinale nel flusso di sedimenti e materiale legnoso	Tutti
<i>F2</i>	Presenza di piana inondabile	Solo SC/NC
<i>F3</i>	Connessione tra versanti e corso d'acqua	Solo C
<i>F4</i>	Processi di arretramento delle sponde	Solo SC/NC
<i>F5</i>	Presenza di una fascia potenzialmente erodibile	Solo SC/NC
Morfologia		
<i>Configurazione morfologica</i>		
<i>F6</i>	Morfologia del fondo e pendenza della valle	Solo C
<i>F7</i>	Forme e processi tipici della configurazione morfologica	SC/NC : tutti; C : solo CI/W
<i>F8</i>	Presenza di forme tipiche di pianura	Solo SC/NC meandriiformi in ambito fisiografico di pianura
<i>Configurazione sezione</i>		
<i>F9</i>	Variabilità della sezione	Tutti
<i>F10</i>	Struttura del substrato	Tutti
<i>F11</i>	Presenza di materiale legnoso di grandi dimensioni	Tutti
Vegetazione fascia perifluviale		
<i>F12</i>	Ampiezza delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale	Tutti
<i>F13</i>	Estensione lineare delle formazioni funzionali lungo le sponde	Tutti
Artificialità		
Opere di alterazione della continuità longitudinale a monte		
<i>A1</i>	Opere di alterazione delle portate liquide	Tutti
<i>A2</i>	Opere di alterazione delle portate solide	Tutti
Opere di alterazione della continuità longitudinale nel tratto		
<i>A3</i>	Opere di alterazione delle portate liquide	Tutti
<i>A4</i>	Opere di alterazione delle portate solide	Tutti
<i>A5</i>	Opere di attraversamento	Tutti
Opere di alterazione della continuità laterale		
<i>A6</i>	Difese di sponda	Tutti
<i>A7</i>	Arginature	Solo SC/NC
Opere di alterazione della morfologia dell'alveo e/o del substrato		
<i>A8</i>	Variazioni artificiali di tracciato	Solo SC/NC
<i>A9</i>	Altre opere di consolidamento e/o di alterazione del substrato	Tutti
Interventi di manutenzione e prelievo		
<i>A10</i>	Rimozione di sedimenti	Tutti
<i>A11</i>	Rimozione di materiale legnoso	Tutti
<i>A12</i>	Taglio della vegetazione in fascia perifluviale	Tutti
Variazioni morfologiche		
<i>V1</i>	Variazione della configurazione morfologica	Solo G
<i>V2</i>	Variazioni di larghezza	Solo G
<i>V3</i>	Variazioni altimetriche	Solo G

I3d2.5 - PROCEDIMENTO DI UP-SCALING/DOWN-SCALING TRA DIFFERENTI SCALE SPAZIALI DI ANALISI MORFOLOGICA: CONFRONTO E VERIFICA

Terranova L.¹, M. Cazzola¹, S. Erba, J.O. Barquin², T. Ferrero³, R. Casula⁴ & A. Buffagni¹.

¹CNR-IRSA - Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Ricerca sulle Acque, U.O.S. Brugherio, Via del Mulino 19, 20861, Brugherio (MB)

²Università della Cantabria - ENVIRONMENTAL HYDRAULICS INSTITUTE "IH CANTABRIA" C/Isabel Torres, 15 - 39011, Santander, Spain.

³ARPA Piemonte - Arpa Piemonte - Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale, Qualità delle acque - Asti, Piazza Vittorio Alfieri 33, 14100 Asti

⁴REGIONE SARDEGNA - Regione Autonoma della Sardegna, Direzione Generale Agenzia Regionale Distretto Idrografico della Sardegna, Servizio Tutela e Gestione delle Risorse Idriche, Vigilanza sui Servizi Idrici e Gestione delle Siccità. Via Roma 80, 09123 Cagliari

1.Introduzione

Uno degli obiettivi del progetto INHABIT è quello di fornire degli strumenti di lavoro innovativi per la comprensione degli impatti antropici sugli habitat fluviali e l'individuazione di possibili misure di intervento da attuare nei piani di gestione dei bacini idrografici. Come già illustrato nei contributi precedenti di questo Deliverable, i piani di gestione richiedono un'ottica di studio impostata sulle scale spaziali del corpo idrico e del bacino idrografico. Il progetto INHABIT è stato invece focalizzato sulla scala di habitat, che rappresenta, come ormai ampiamente riconosciuto dalla comunità scientifica, un

elemento chiave della funzionalità degli ecosistemi acquatici. Sono stati introdotti recentemente in Italia degli strumenti di analisi e valutazione delle condizioni morfologiche alla scala pertinente i piani di gestione (Rinaldi et al., 2011). L'applicazione, sempre con riferimento alla realtà italiana, di tali metodologie, che richiede l'impiego di personale adeguatamente formato, non è al momento omogenea sul territorio e spesso le applicazioni si riferiscono a corpi idrici 'campione'.

Altri strumenti, di cui è stato riportato un esempio nei contributi I3d2.2 e I3d2.3, sono utilizzati in altri Paesi europei. Ciò che resta da capire è come le informazioni elaborate su scale spaziali diverse possano tra loro integrarsi per fornire risposte utili a definire misure funzionali alla tutela e al ripristino degli habitat attraverso una procedura di *down-scaling* (o viceversa di *up-scaling*).

1.1. Obiettivo

Il lavoro di sintesi e analisi che qui si presenta è stato sviluppato tardivamente nel progetto INHABIT dal momento che buona parte dei dati e delle informazioni utilizzate sono giunte solo nelle fasi di chiusura del progetto. Si propone un confronto tra analisi sviluppate su differenti scale spaziali di valutazione delle condizioni morfologiche dei corsi d'acqua verificando le possibilità di integrazione e armonizzazione tra dati grezzi e/o elaborati, provenienti da studi effettuati a scala di corpo idrico o bacino idrografico, e dati grezzi ed elaborati provenienti dal protocollo CARAVAGGIO, confrontandoli e cercandone punti di contatto o discrepanza. Si è posta particolare attenzione alle caratteristiche di habitat correlabili a caratteristiche morfologiche elaborabili a scale maggiori: continuità longitudinale, trasporto solido,

elementi di artificializzazione, condizioni riparie.

2. Materiali e metodi

Nelle due Regioni oggetto di INHABIT sono state messe a confronto le caratteristiche geomorfologiche rilevate a diverse scale spaziali. Per il Piemonte sono state incrociate le informazioni ricavate dall'applicazione dell'IQM (Indice di Qualità Morfologica - Rinaldi et al., 2011) e dal metodo CARAVAGGIO (Buffagni et al., 2005; 2013). Per la Sardegna invece è stata effettuata una valutazione incrociata tra un approccio modellistico previsionale a scala di bacino idrografico e il CARAVAGGIO. Nel primo caso sono a confronto due metodi di rilievo di dati morfologici reali a scale diverse; nel secondo caso sono a confronto due metodi di raccolta ed elaborazione dati di differente origine su scale diverse. L'IQM in particolare è il protocollo di valutazione per le condizioni morfologiche dei corsi d'acqua messo a punto in Italia dall'ISPRA e dall'Università di Firenze e finalizzato espressamente a supportare i piani di gestione dei bacini idrografici. È impostato su una metodica di lavoro mista, con una importante componente di valutazione da remoto tramite tecnologie GIS e una componente di valutazione e raccolta dati in campo. La procedura è stata approvata e resa ufficiale nel D.M. 260/2010 per essere divulgata poi a progetto in fase avanzata, rendendo di fatto difficile trovare le competenze esperte che potessero applicarlo nei tempi previsti e in modo estensivo a tutti i corsi d'acqua oggetto di INHABIT. Per la Regione Sardegna è stato scelto invece un approccio basato su modelli sviluppati dall'Università della Cantabria in ambiente GIS i cui risultati sono riportati per esteso nei contributi I3d2.2 e I3d2.3. Mentre infatti in Piemonte si è potuto accedere ai dati di IQM elaborati da ARPA Piemonte, in Sardegna tali

dati non si sono resi disponibili per tempo. In assenza quindi di competenze specifiche nel consorzio INHABIT e per poter rispettare le tempistiche di INHABIT ci siamo affidati all'Università della Cantabria e alla loro esperienza per le analisi a scala di bacino.

A titolo orientativo, gli indici ed eventuali giudizi di qualità espressi dalle differenti metodiche sono quindi stati tra loro affiancati nelle tabelle A e B, riportate dopo l'esposizione delle relative valutazioni. Per l'IQM sono riportati gli indici IQM e IAM (Indice di Alterazione Morfologica); per il CARAVAGGIO i descrittori di pressione antropica HQA (Habitat Quality Assessment), HMS (Habitat Modification Score) e LUI (Land Use Index). Per la procedura di analisi modellistica è ripreso il valore dato alla condizione riparia.

I risultati vengono presentati separatamente per Piemonte e Sardegna. Per ciascuno dei tratti fluviali investigati in INHABIT viene fornita una breve descrizione delle caratteristiche salienti dal punto di vista più strettamente idromorfologico, in termini di caratteristiche che definiscono i processi. La descrizione delle caratteristiche salienti viene quindi riportata alla scala di corpo idrico/bacino e alla scala di tratto.

3. Risultati

3.1 Regione Piemonte

In Piemonte l'IQM è stato applicato da parte dell'ARPA Piemonte su alcuni dei corsi d'acqua oggetto del progetto (ARPA Piemonte, 2012). Se ne riporta qui una sintesi, rimandando per ulteriori dettagli al contributo INHABIT I3d2.4. I tratti dove è stato applicato il CARAVAGGIO (dati INHABIT 2011) sono stati quindi contestualizzati geograficamente sui tratti IQM. Dove non fosse stato elaborato l'IQM si è fatto utilizzo del giudizio esperto.

Campiglia

Analisi a scala di corpo idrico/bacino (IQM).

Torrente montano a pendenza media del 18%, ad andamento sinuoso, semiconfinato a tratti confinato, localizzato in un territorio scarsamente abitato. Non è stata valutata la variazione morfologica dell'alveo poiché l'alveo ha una larghezza media inferiore ai 30 m. Nella seconda metà del corpo idrico sono presenti delle infrastrutture di difesa localizzate a protezione di piccoli centri abitati/case isolate, ma sono comunque in numero e/o estensione contenuta e si è valutato che non interferiscano con i processi del torrente. La continuità longitudinale è inalterata, così come lo sono le portate solide, e si registra presenza significativa di materiale legnoso in alveo. Sono in parte penalizzati invece la piana inondabile e, nella seconda metà del corpo idrico, i processi di arretramento delle sponde. La fascia vegetazionale appare in parte disturbata. Sono presenti alcune opere di attraversamento. Complessivamente la valutazione morfologica di questo corso d'acqua è elevata.

Analisi a scala di reach (CARAVAGGIO).

Il tratto indagato è localizzato nella seconda metà del corpo idrico, in prossimità di case isolate, dove scorre in valle profonda a fondo piatto, alveo semiconfinato. Non sono presenti opere in alveo ma le sponde sono in parte rinforzate con materiali naturali, non mostrano processi erosivi in atto se non in modo molto circoscritto. È rilevata la presenza di strutture a gradinate e cascate. La piana inondabile è molto marginale o nulla. Si nota però detrito fine in abbondanza e presenza di alghe filamentose. Non si è rilevata presenza di legname in alveo o alberi caduti. La vegetazione di sponde e versanti è parzialmente discontinua con presenza di prati e roccia affiorante.

Confronto tra le due scale spaziali di

valutazione L'analisi sul tratto CARAVAGGIO, che è situato nella parte centrale del secondo tratto IQM, conferma in buona parte la valutazione e l'analisi a scala di corpo idrico. L'unica sostanziale differenza riguarda il materiale legnoso in alveo che non è stato trovato durante il rilievo CARAVAGGIO.

Ceronda

Analisi a scala di corpo idrico/bacino (IQM).

Torrente che si sviluppa in area pedemontana per scorrere poi in pianura, passando quindi da un alveo sinuoso confinato ad un alveo semi e non confinato transizionale per poi tornare sinuoso nell'area pianiziale. Non è stata valutata la variazione morfologica dell'alveo poiché l'alveo ha una larghezza media inferiore ai 30 m. Complessivamente, con l'esclusione della parte terminale, le strutture artificiali sono contenute e rappresentate da alcune opere di attraversamento e alcune traverse distribuite lungo il corso d'acqua che causano un parziale impedimento delle portate solide. Per il resto si registra la frequente presenza di processi di arretramento/erosione delle sponde. La piana inondabile è presente in modo discontinuo. Le formazioni vegetali sono ben sviluppate almeno fino alla parte terminale ove l'uso antropico delle zone adiacenti sottrae territorio al fiume. Nel tratto terminale il percorso del corso d'acqua risulta alterato; sono presenti inoltre arginature e diverse opere trasversali. Si registra presenza significativa di materiale legnoso in alveo lungo tutto il corso d'acqua con l'esclusione dei tratti terminali più antropizzati. Complessivamente la valutazione morfologica è elevata.

Analisi a scala di reach (CARAVAGGIO).

Il tratto indagato è localizzato nella parte alta, pedemontana, del corso d'acqua. La morfologia dell'alveo è pluricursale a tratti.

Non è presente alcun tipo di artificializzazione né in alveo né sulle sponde che sono per lo più ripide e in erosione. Si registrano apporti di materiale grossolano dai versanti e presenza abbondante di materiale nei *riffles* consolidato, con depositi fini nelle *pools*. La struttura della vegetazione è indisturbata, continua, il territorio adiacente naturale. Sono presenti alberi caduti sia in alveo che sulle sponde.

Confronto tra le due scale spaziali di valutazione. L'analisi sul tratto CARAVAGGIO, che è situato nella parte terminale del primo tratto IQM, conferma la valutazione e l'analisi a scala di corpo idrico.

Guarabione

Analisi a scala di corpo idrico/bacino (IQM)

Non è stato qui applicato l'IQM. In linea generale il corso d'acqua, a bassa pendenza, attraversa per buona parte del suo corso un territorio planiziale antropizzato di tipo agricolo mantenendo comunque una fascia vegetata più o meno larga in prossimità dell'alveo, soprattutto nella parte di monte prossima alla sorgente. L'alveo mantiene prevalentemente un tracciato "naturale" sinuoso, a tratti meandriforme.

Analisi a scala di reach (CARAVAGGIO). Sono stati rilevati due tratti sulla parte terminale del corso d'acqua, uno prossimo all'affluenza nel torrente Cervo, l'altro poco più a monte, entrambi in ambito di pianura e territorio fortemente antropizzato, agricolo. Alveo sinuoso. Entrambi hanno le sponde totalmente arginate (argini addossati) e risezionate, gestite. Pur tuttavia nel tratto terminale mostrano in parte segni di erosione e sono presenti ancora degli alberi anche se per lo più Robinia e cespuglieti nelle fasce addossate. Sono presenti alcune opere trasversali che condizionano localmente il corso d'acqua. Le sponde del secondo tratto,

più a monte, sono invece stabili e in parte rinforzate. Qui è presente un ponte insieme ad altre opere in alveo. Non ci sono *berm*. Non è stata rilevata la presenza di legname in alveo né alberi caduti.

Confronto tra le due scale spaziali di valutazione. Non è possibile effettuare il confronto accurato tra i due livelli di analisi mancando lo studio approfondito a scala di corso d'acqua. Complessivamente i tratti CARAVAGGIO ben sembrano rappresentare la seconda parte del corpo idrico e la valutazione di questo tratto corrisponde alla classe moderata (sufficiente).

Odda

Analisi a scala di corpo idrico/bacino (IQM)

Non è stato qui applicato l'IQM. Il linea generale il corso d'acqua, a bassa pendenza, attraversa un territorio planiziale antropizzato di tipo agricolo e appare per gran parte del suo corso rettificato. La fascia riparia è scarsamente presente se non assente.

Analisi a scala di reach (CARAVAGGIO)

Il tratto è localizzato poco prima della confluenza del corso d'acqua nel torrente Cervo, in ambito di pianura e territorio fortemente antropizzato, agricolo. Alveo sinuoso. Sono presenti alcune opere trasversali che condizionano localmente il corso d'acqua alterando la continuità longitudinale e provocando un effetto di ponding. Le sponde sono estesamente risezionate e a tratti rinforzate con però tracce di erosione alla base. Sono presenti alcune forme di deposito in alveo e a base sponda (barre di centro alveo e laterali). La fascia riparia è presente seppur disturbata e discontinua; sono presenti alberi caduti in alveo e sponde.

Confronto tra le due scale spaziali di valutazione. Non è possibile effettuare il confronto accurato tra i due livelli di analisi

mancando lo studio approfondito a scala di corso d'acqua. Il tratto CARAVAGGIO sembra però poco rappresentativo del corso d'acqua poiché localizzato in un punto in cui sussiste una fascia riparia boscata che per il resto è praticamente inesistente. Inoltre il tratto analizzato non è rettificato a differenza di buona parte del corpo idrico che non si pensa possa ottenere una valutazione morfologica positiva.

Loana

Analisi a scala di corpo idrico/bacino (IQM).

Torrente montano per lo più confinato a canale singolo con l'esclusione di due brevi tratti a morfologia transizionale. Proprio in corrispondenza di tali tratti il corso d'acqua presenta condizioni di alterazione. Nel primo caso si tratta innanzitutto di alterazione nella configurazione morfologica con cambio di tipologia e restringimento dell'alveo rispetto agli ultimi 50 anni. In tale tratto si registra la presenza di estese arginature e difese spondali oltre che presenza di attraversamenti con piloni in alveo. Le fasce perfluviali sono antropizzate. La breve parte terminale del corso d'acqua, l'altro tratto transizionale, presenta il maggior grado di artificialità con risezionamento sponde, rinforzi in sponde e alveo, opere in alveo che interrompono la continuità longitudinale e il trasporto di sedimenti. Per il resto il corso d'acqua è invece in condizioni poco disturbate (una traversa di captazione) se non addirittura indisturbate. La continuità longitudinale e il flusso di sedimenti sono compromesse in definitiva solo nel tratto terminale antropizzato. Si registra però l'assenza di materiale legnoso in alveo in tutto il corso d'acqua. Complessivamente si registrano buone condizioni morfologiche.

Analisi a scala di reach (CARAVAGGIO). Il tratto è localizzato nella parte centrale del corso d'acqua, in valle profonda. L'alveo è

transizionale e confinato. Non sono presenti artificializzazioni, né alcun manufatto. Le sponde hanno un profilo naturale e sono spesso in arretramento. La piana inondabile è presente e ben sviluppata per circa metà del tratto. La fascia riparia è indisturbata e ben sviluppata, ma non è presente legno in alveo né alberi caduti sulle sponde o in alveo, il che fa pensare che sia soggetto a gestione forestale per la sicurezza idraulica.

Confronto tra le due scale spaziali di

valutazione. L'analisi del tratto CARAVAGGIO appare in netta discrepanza con l'analisi IQM: esso è situato infatti al termine del secondo tratto IQM, quello che risulta morfologicamente alterato con variazione del tracciato. Le due scale spaziali e temporali qui sembrano essere poco confrontabili; il CARAVAGGIO è immediatamente a valle delle alterazioni (l'ultimo transetto di monte registra la presenza di case sparse e un locale risezionamento). Certamente l'analisi di dettaglio e istantanea non può facilmente percepire le variazioni a scale temporali maggiori. I dati biologici confermano la valutazione del CARAVAGGIO rispondendo alle buone condizioni degli habitat locali.

San Sudario (aff. Olobbia)

Analisi a scala di corpo idrico/bacino (IQM).

Non è stato qui applicato l'IQM. In linea generale il corso d'acqua attraversa un territorio a mosaico, tendenzialmente con un tasso di antropizzazione medio-basso localizzato, e una fascia riparia densa ben sviluppata almeno su singola sponda. Il tracciato dell'alveo è sinuoso.

Analisi a scala di reach (CARAVAGGIO).

Il tratto è localizzato nella parte terminale del corso d'acqua, prima della sua affluenza nel torrente Olobbia, ai piedi dei rilievi locali, in pianura. Sono presenti alcune opere in alveo che determinano un'interruzione della

continuità. Le sponde sono in parte risezionate e rinforzate, ma in erosione. Non è presente piana inondabile. La fascia riparia risulta disturbata e discontinua in un territorio per lo più gestito a prati da pascolo e in prossimità di un abitato.

Confronto tra le due scale spaziali di valutazione. Non è possibile effettuare il confronto accurato tra i due livelli di analisi mancando lo studio approfondito a scala di corso d'acqua. Il tratto CARAVAGGIO sembra essere parzialmente rappresentativo del corso d'acqua, o meglio rappresentativo di un aspetto, poiché localizzato in una zona maggiormente compromessa dalla presenza umana rispetto ad altre nel bacino.

Olobbia

Analisi a scala di corpo idrico/bacino (IQM). Non è stato qui applicato l'IQM. In linea generale il corso d'acqua attraversa un territorio a mosaico, a contatto con aree collinari, tendenzialmente con un tasso di antropizzazione basso localizzato, e una fascia riparia densa ben sviluppata.

Analisi a scala di reach (CARAVAGGIO). Il tratto è localizzato oltre la metà del corso d'acqua, in valle aperta. Alveo sinuoso, a tratti multicanale, localmente in incisione con anche un paio di scarpate di fondo. Le sponde sono anch'esse in buona parte in erosione. Poche sono le superfici di piana inondabile registrate. Sono presenti alcune opere di attraversamento. La fascia riparia appare in buone condizioni, localmente interrotta, ma il territorio adiacente è per lo più boschivo.

Confronto tra le due scale spaziali di valutazione. Non è possibile effettuare il confronto accurato tra i due livelli di analisi mancando lo studio approfondito a scala di corso d'acqua. Il tratto CARAVAGGIO sembra essere rappresentativo del corso d'acqua.

Pogallo

Analisi a scala di corpo idrico/bacino (IQM). Torrente montano con alveo confinato in roccia per due terzi del suo corso. Scorre in un territorio ad elevata naturalità. Non è stata valutata la variazione morfologica dell'alveo poiché l'alveo ha una larghezza media inferiore ai 30 m. Per il primo terzo non è presente alcuna forma di artificializzazione; nel secondo e poi nell'ultimo tratto vallivo sono presenti due traverse che determinano, l'una una lieve interruzione longitudinale e l'altra un più significativo impedimento con interruzione del trasporto dei sedimenti per la parte terminale del corso d'acqua. La fascia vegetata è indisturbata e si registra presenza significativa di materiale legnoso in alveo lungo tutto il corso d'acqua. Non si registra alcuna asportazione dei sedimenti in alveo. Complessivamente la valutazione morfologica di questo corso d'acqua è elevata.

Analisi a scala di reach (CARAVAGGIO). Il tratto è localizzato oltre la metà del corso d'acqua, confinato in gola rocciosa. Si registrano importanti fenomeni di trasporto per apporti da monte, erosione alla base delle sponde e segnali di incisione locale del canale a indicare un torrente molto dinamico. Presenza di cascate. La fascia riparia è indisturbata, seppur discontinua considerata la rocciosità dei versanti. Sono presenti alberi caduti sulle sponde e del legno in alveo.

Confronto tra le due scale spaziali di valutazione. L'analisi sul tratto CARAVAGGIO, che è situato in corrispondenza del secondo tratto IQM, conferma la valutazione e l'analisi a scala di corpo idrico.

Savenca

Analisi a scala di corpo idrico/bacino (IQM). Torrente montano con alveo sinuoso ad elevato grado di confinamento e pendenza media del 14% che si apre solo nell'ultimo

tratto. Scorre in un territorio per niente antropizzato nel tratto di monte e con limitata presenza abitata nel molto più piccolo tratto di valle. Non è stata valutata la variazione morfologica dell'alveo poiché l'alveo ha una larghezza media inferiore ai 30 m. Nel tratto di monte non sono presenti opere artificiali e irrilevanti sono le opere di difesa. Nel circoscritto tratto di valle le opere presenti si limitano ad alcuni attraversamenti e opere di difesa. La continuità longitudinale è indisturbata così come il trasporto solido lungo tutto il corso d'acqua. La fascia vegetata è anch'essa indisturbata nel tratto di monte, ma si presenta discontinua a valle dove anche la piana inondabile risulta ridotta, mentre i processi di arretramento delle sponde sono moderati. Si registra presenza significativa di materiale legnoso in alveo lungo tutto il corso d'acqua. Complessivamente la valutazione morfologica di questo corso d'acqua è elevata.

Analisi a scala di reach (CARAVAGGIO). Sono stati rilevati due tratti: il primo localizzato prima dell'apertura della valle, quindi ancora in valle profonda; l'altro nella parte terminale del corso d'acqua, subito a monte dell'abitato posto sul conoide. Il primo tratto è sinuoso, scorre in un territorio boscoso con poche case sparse prossime alle sponde che sono per lo più naturali, ripide e spesso erose alla base. Si registra abbondante presenza di detrito grossolano e legno in alveo. Il secondo tratto, localizzato in prossimità dell'abitato mostra segni di disturbo antropico: sono presenti alcune opere in alveo sia trasversali che laterali. Le sponde sono rinforzate e l'alveo localmente inciso. La fascia riparia è disturbata e discontinua e non si registra presenza di legno in alveo.

Confronto tra le due scale spaziali di valutazione. L'analisi sui tratti CARAVAGGIO conferma la valutazione e l'analisi a scala maggiore per il primo tratto, localizzato alla

base del primo tratto IQM; nel secondo caso invece si manifesta la discrepanza dovuta al fatto che il tratto CARAVAGGIO è rappresentativo solo della parte terminale antropizzata del corso d'acqua, una parte circoscritta e poco rilevante rispetto all'estensione del secondo tratto IQM. Le alterazioni hanno difatti una natura locale.

Strego

Analisi a scala di corpo idrico/bacino (IQM).

Non è stato qui applicato l'IQM. In linea generale il corso d'acqua attraversa un territorio a mosaico di alta pianura, base collinare, prevalentemente naturale e poco disturbato.

Analisi a scala di reach (CARAVAGGIO).

Il tratto è localizzato nella seconda metà del corso d'acqua, in pianura con scarsa antropizzazione se non per la presenza di una strada vicina. Sono presenti parziali tracce di disturbo con molti rovi sulle sponde, ma per il resto la fascia riparia è in buone condizioni. Si registra la presenza abbondante di legno e detrito grossolano in alveo. Le sponde sono in erosione e sono presenti depositi di sabbia.

Confronto tra le due scale spaziali di valutazione. Non è possibile effettuare il confronto accurato tra i due livelli di analisi mancando lo studio approfondito a scala di corso d'acqua. Il tratto CARAVAGGIO sembra essere rappresentativo del corso d'acqua.

Tesso

Analisi a scala di corpo idrico/bacino (IQM).

Non è stato qui applicato l'IQM. In linea generale il corso d'acqua attraversa un territorio montano naturale, con alveo confinato in valle profonda.

Analisi a scala di reach (CARAVAGGIO). Il tratto è localizzato oltre la metà del corso d'acqua, in valle profonda e confinato. Data la

vicinanza di una strada sono presenti alcune alterazioni locali a carico delle sponde (alcuni rizezionamenti e rinforzi), unica traccia di artificialità. Sono presenti diverse forme di deposito (differenti tipi di barre). Le fasce riparie sono poco disturbate e boschive. Si registra la presenza di materiale legnoso in alveo, tronchi e alberi caduti.

Confronto tra le due scale spaziali di valutazione. Non è possibile effettuare il confronto accurato tra i due livelli di analisi mancando lo studio approfondito a scala di corso d'acqua. Il tratto CARAVAGGIO sembra essere rappresentativo del corso d'acqua.

Sizzone

Analisi a scala di corpo idrico/bacino (IQM). Torrente con alveo confinato/semiconfinato sinuoso che scorre in territorio ad elevata naturalità per la prima metà del suo corso e a fondovalle antropizzato nella seconda metà. Non è stata valutata la variazione morfologica dell'alveo poiché l'alveo ha una larghezza media inferiore ai 30 m. Il torrente presenta nel tratto di monte una limitata variazione della quota di fondo che comporta tracce di erosione ai piedi delle strutture presenti. Sono presenti alcune opere idrauliche (traverse di derivazione), che determinano un'interruzione della continuità longitudinale, con alterazione del trasporto solido, e diverse opere di attraversamento. Nel tratto di valle, che scorre in una piana alluvionale, la piana inondabile è però molto limitata così come i processi di arretramento delle sponde sono ridotti. Sono presenti diverse opere di attraversamento e una traversa che limita in parte la continuità longitudinale e di trasporto. La struttura della vegetazione riparia è in parte disturbata e si registra assenza o scarsa presenza di materiale legnoso in alveo su tutto il corpo idrico. Complessivamente comunque si registrano buone condizioni morfologiche.

Analisi a scala di reach (CARAVAGGIO). Sono stati rilevati due tratti, di cui il primo localizzato nella parte iniziale del corso d'acqua, l'altro nella seconda metà. Il primo, confinato in valle profonda, mostra tracce di impatto antropico dovuto alla presenza di una traversa che determina un'interruzione della continuità e alterazione del flusso. Ci sono segni di un'erosione regressiva in corso; sembra che il canale stia incidendo, ma ci sono anche depositi di ghiaia e sabbia localizzati, oltre che barre alternate. La fascia riparia è indisturbata e boscosa. Si registra la presenza di legno e tronchi in alveo, come anche di alberi caduti. Il secondo tratto invece non mostra segni di alterazione a parte un attraversamento. Le sponde sono ripide o verticali e in parziale erosione; non c'è piana inondabile. La fascia riparia è indisturbata e boscosa. Si registra la presenza di abbondante materiale legnoso in alveo.

Confronto tra le due scale spaziali di valutazione. L'analisi sui tratti CARAVAGGIO conferma la valutazione e l'analisi a scala maggiore ma con una parziale discrepanza per quanto riguarda la presenza di legno in alveo; probabilmente i tratti CARAVAGGIO sono stati fatti in punti poco accessibili dove il legno e i tronchi non sono stati rimossi.

Viona

Analisi a scala di corpo idrico/bacino (IQM). Non è stato qui applicato l'IQM. In linea generale il corso d'acqua attraversa un territorio a mosaico con aree boscate a macchie ai piedi dei rilievi e piccole aree urbane distribuite sul fondovalle lungo il suo percorso.

Analisi a scala di reach (CARAVAGGIO). Sono stati rilevati due tratti in sequenza localizzati nella parte terminale del corso d'acqua in prossimità di un'area urbana e terrazzi, ma diversi tra loro. Sono presenti estesi segni di

impatto nel secondo, e alterazione morfologica con sponde risezionate o arginate. Si nota una probabile erosione regressiva dell'alveo con incisione evidente ed erosione alla base delle sponde. La fascia riparia è poco disturbata nel tratto di monte e boscosa, mentre è molto disturbata con copertura arbustiva/arborea solo locale nel secondo. Non c'è legno in alveo e le sponde sono gestite.

Confronto tra le due scale spaziali di valutazione. Non è possibile effettuare il confronto accurato tra i due livelli di analisi mancando lo studio approfondito a scala di corso d'acqua. I tratti CARAVAGGIO sono disomogenei e probabilmente rappresentativi di diversi aspetti del corso d'acqua e non della sua interezza, in particolare il secondo, poiché localizzati in un territorio più antropizzato del restante bacino di monte.

Curone

Analisi a scala di corpo idrico/bacino (IQM). Non è stato qui applicato l'IQM. In linea generale il corso d'acqua attraversa un territorio collinare boschivo con presenza antropica bassa se non inesistente nella sezione di monte; nella parte di valle il territorio cambia aspetto, i boschi si riducono progressivamente a ridosso del canale per far posto a centri abitati e aree agricole. La morfologia del tracciato appare comunque indisturbata per gran parte del corso d'acqua.

Analisi a scala di reach (CARAVAGGIO). Il tratto è localizzato nella prima parte del corso d'acqua in valle asimmetrica di area collinare naturale. Non è presente alcuna traccia di artificialità o di impatto antropico. Le sponde sono costantemente erose alla base; sono inoltre presenti delle barre concave che indicano una migrazione laterale del canale. Le scarpate del fondo e l'alveo inciso indicano ancora un corso d'acqua dinamico in fase

erosiva. Le fasce riparie sono indisturbate, boschive così come il territorio adiacente; si segnala inoltre la presenza di materiale legnoso, tronchi e alberi caduti in alveo.

Confronto tra le due scale spaziali di valutazione. Non è possibile effettuare il confronto accurato tra i due livelli di analisi mancando lo studio approfondito a scala di corso d'acqua. Il tratto CARAVAGGIO sembra essere rappresentativo del corso d'acqua per il suo bacino di monte.

Tabella A. - Indici e giudizi di qualità a confronto tra le diverse scale spaziali per il Piemonte

Corpi idrici	HER	Indici IQM per tratto (/) e in sintesi (se disponibili)	Indici CARAVAGGIO per tratto (/), o per stagione (-) quando significativamente diversi
Campiglia	1	IAM=0.12/0.10; IQM=0.88/0.90 (classe elevato/elevato) Media pesata IQM=0.89 Elevato	HMS=0.91 (classe 2); HQA=1-0.997 (classe 1-1); LUI=0.965-0.971 (classe 1-1); LRD=-16.75- -54.51; IQH=0.958-0.953 Elevato-elevato
Loana	1	Valutazione altalenante. Da elevato a scarso nei diversi tratti. IAM=0.0/0.36/0.03/0.13/0.57 IQM=1/0.64/0.96/0.87/0.43 (classe elevato/sufficiente/elevato/elevato/scarso) Media pesata IQM 0.8 Buono	HMS=0.99 (classe 1); HQA=0.93 (classe 1); LUI=0.987 (classe 1); LRD=-38.18- -39.18; IQH=0.969 Elevato
Pogallo	1	IAM=0.0/0.07/0.09; IQM=1/0.93/0.93 (classe elevato/elevato/elevato) Media pesata IQM=0.95 Elevato	HMS=0.99 (classe 1); HQA=0.744 (classe 2); LUI=1 (classe 1); LRD=-13.79; IQH=0.911 Elevato
Savenca	1	IAM=0.0/0.12; IQM=1/0.85 (elevato/elevato) Media pesata IQM=0.98 Elevato	HMS=0.99/0.63 (classe 1/3); HQA=0.884-0.86/0.558-0.651 (classe 1-1/3-2); LUI=1/0.798 (classe 1/2); IQH=0.958-0.95/0.662-0.689 Elevato-elevato/Moderato-buono
Tesso	1	Non calcolati	HMS=0.94 (classe 1); HQA=0.977-1.023 (classe 1-1); LUI=0.958-0.977 (classe 1); LRD=35.38; IQH=0.958-0.977 Elevato-elevato
Viona	1	Non calcolati	HMS=0.89/0.48 (classe 2/4); HQA=0.744-0.907/0.488-0.581 (classe 2-1/3-3); LUI=0.971/0.574 (classe 1/3); LRD=-3453- -21.96/-29.25- -41.97; IQH=0.868-0.923/0.514-0.545 Buono-elevato/Moderato-moderato
Ceronda	6	Escludendo l'ultimo tratto sempre elevato seppur con piccole oscillazioni IAM=0.02/0.06/0.08/0.08/0.10/0.13/0.37 IQM=0.98/0.94/0.92/0.92/0.90/0.87/0.63 (classe elevato/elevato/elevato/elevato/elevato/elevato/sufficiente) Media pesata IQM 0.87 Elevato	HMS=0.99 (classe 1); HQA=0.978 (classe 1); LUI=0.995 (classe 1); LRD=-37.22 - -43.35 IQH=0.988-Elevato
Guarabione	6	Non calcolati	HMS=0.56/0.54 (classe 4/4); HQA=0.333/0.244 (classe 3/4); LUI=0.709/0.569 (classe 3/4); LRD=21.9/8.34; IQH=0.534/0.451

Corpi idrici	HER	Indici IQM per tratto (/) e in sintesi (se disponibili)	Indici CARAVAGGIO per tratto (/), o per stagione (-) quando significativamente diversi
			Moderato/moderato
Odda	6	Non calcolati	HMS=0.74 (classe 3); HQA=0.622 (classe 2); LUI=0.755 (classe 2); LRD=-15.77; IQH= 0.706 Buono
Olobbia	6	Non calcolati	HMS=0.74 (classe 3); HQA=0.822-0.867 (classe 1-1); LUI=0.919 (classe 1); LRD=-2.38- -10.68; IQH=0.827-0.842 Elevato-elevato
San Sudario (aff. Olobbia)	6	Non calcolati	HMS=0.7 (classe 3); HQA=0.733 (classe 1); LUI=0.84 (classe 2); LRD=-26.2- -29.08; IQH=0.758 Buono
Sizzone	6	IAM=0.21/0.20; IQM=0.79/0.80 Media pesata IQM=0.8 Buono	HMS=0.96 (classe 1); HQA=0.89-1.1 (classe 1-1); LUI=1 (classe 1); IQH= 0.95-1 Elevato-elevato
Strego	6	Non calcolati	HMS=1 (classe 1); HQA=0.788-0.844 (classe 1-1); LUI=0.997 (classe 1); LRD=18.61-13.58-10.68; IQH=0.925-0.947 Elevato-elevato
Curone (Lombardia)	6	Non calcolati	HMS=0.98 (classe 1); HQA=0.933 (classe 1); LUI=1 (classe 1); LRD=3.3; IQH=0.971 Elevato

Legenda per le sigle utilizzate nella tabella: IAM= Indice Alterazione Morfologica; IQM= Indice di Qualità Morfologica

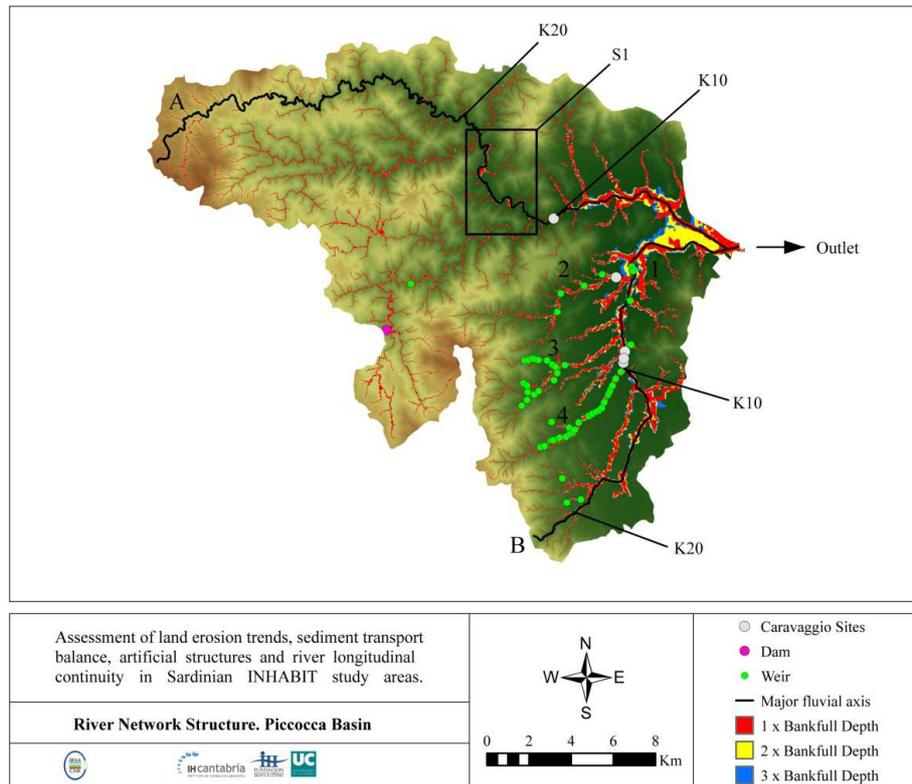
HMS= Habitat Modification Score; HQA= Habitat Quality Assessment; LUI= Land Use Index; LRD= Lentic-lotic River Descriptor; IQH= Indice Qualità degli Habitat

3.2 Regione Sardegna

Le mappe qui riportate sono estratte dal lavoro illustrato nel contributo INHABIT I3d2.2, da cui sono stati selezionati tre bacini idrografici rappresentativi delle aree di studio

della Sardegna. I tratti CARAVAGGIO rilevati nei suddetti bacini (dati INHABIT 2011) sono stati contestualizzati rispetto a tale analisi e la loro posizione è visibile nelle mappe.

Bacino del Picocca



Picocca

Analisi a scala di corpo idrico/bacino.

Torrente che costituisce uno dei due assi maggiori del bacino, l'asse A nella mappa, ove non sono presenti significative opere trasversali che possano costituire impedimento per il trasporto solido, tranne per una diga localizzata però nel tratto del bacino di monte. Le pendenze sono modeste e dai modelli di analisi sulle dinamiche dei sedimenti sono previsti consistenti apporti dai versanti con formazione di ampie superfici alluvionali e inondabili di fondo valle a partire

dal km 10 circa fino alla foce. L'analisi della condizione riparia dà per lo più dei valori positivi per i tratti di monte segnalando un peggioramento scendendo verso valle dove le formazioni boschive vengono sostituite comunque da formazioni di macchie o terreno roccioso scoperto. A ciò si accompagna in previsione anche una crescente instabilità delle sponde nella zona mediana che si riduce poi in fondovalle.

Analisi a scala di reach (CARAVAGGIO). Tratto situato sull'asse A del bacino a valle della confluenza importante con il rio Ollastu, circa

al km 11 (dalla foce). Qui il torrente scorre in una valle profonda e si presenta molto dinamico: alveo transizionale, varie forme di deposito (barre di diversi tipi), locali incisioni in alveo, sponde in arretramento (erosione alla base). È presente un'opera trasversale che non costituisce interruzione della continuità. Sono presenti rocce spigolose a testimoniare apporti significativi di materiale dai versanti. La fascia riparia è ben sviluppata e indisturbata, caratterizzata da copertura arborea discontinua con specie arboree igrofile. Il bosco mediterraneo si mescola con la macchia mediterranea e l'affiorare di roccia. C'è presenza di alberi caduti in alveo e legname. Gli habitat fluviali e spondali sono molto diversificati.

Confronto tra le due scale spaziali di valutazione. L'analisi del tratto in campo conferma la situazione attesa per quanto riguarda la dinamicità fluviale e delle aree di deposito. Per quanto riguarda invece la valutazione sulle condizioni riparie, pesa la valutazione inferiore che viene data alle formazioni di macchia mediterranea e la scala di dettaglio che coglie informazioni più precise sulle fasce laterali, qui con gallerie di specie igrofile. L'instabilità dei versanti e la copertura vegetale a volte diradata è invece confermata anche dal CARAVAGGIO.

Riu di Monte Porceddus

Analisi a scala di corpo idrico/bacino. Affluente di uno dei due assi maggiori del bacino, l'asse B, ove sono presenti diffuse opere trasversali che costituiscono impedimento per il trasporto solido. Anche lungo questo torrente ve ne sono. La valutazione della condizione riparia è buona solo per i tratti alti prossimi alle sorgenti, mentre per gran parte del corso d'acqua si colloca in una fascia scarsa. Il rischio di

instabilità ed erosione sponde è per lo più medio, alto negli affluenti di sinistra idrografica.

Analisi a scala di reach (CARAVAGGIO). Tratto situato a valle di importanti strutture trasversali (distanti però km) in aperta pianura, nella parte terminale del corso d'acqua. Nel tratto si registrano diversi manufatti: un ponte importante, una briglia, un guado e due pennelli. Sono presenti inoltre tracce di recenti lavori di risistemazione di alveo e sponde. Le sponde sono in parte alterate, risezionate con rinforzi e presenza di argini distanziati (una sponda) a protezioni di terreni agricoli. Sono in erosione e il fiume sta scavando a valle del ponte pesantemente. La fascia riparia è compromessa; nessuna copertura arborea né arbustiva sulle sponde. C'è comunque del legname in alveo. La piana inondabile è quasi perduta a causa dell'approfondimento locale dell'alveo. Nel territorio adiacente sono presenti ancora degli usi (semi-) naturali del suolo (vegetazione sparsa, boscaglia, cespuglieti).

Confronto tra le due scale spaziali di valutazione. L'analisi del tratto conferma la condizione della fascia riparia e delle sponde (o in erosione o rinforzate contro l'erosione). Le alterazioni rilevate localmente sono imputabili alla presenza del ponte e delle altre strutture oltre che ai lavori di sistemazione. Non ci sono elementi sufficienti per verificare se le alterazioni morfologiche siano dovute a impatti su scale maggiori (impedimenti nel trasporto solido da monte).

Corr'e pruna Monte

Analisi a scala di corpo idrico/bacino. Corso d'acqua che costituisce il secondo maggiore asse del bacino idrografico (asse B nella mappa, ove sono presenti opere trasversali, in gran numero lungo buona parte del fiume,

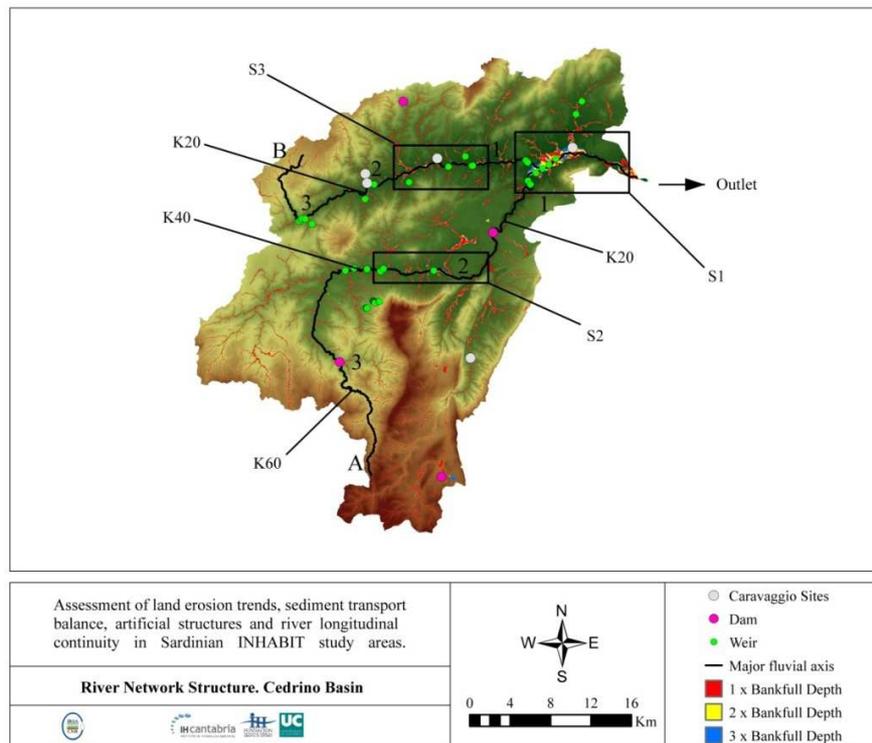
che causano impedimento al trasporto solido intrappolando il materiale apportato dai versanti e impedendo che si formino le superfici di deposito/piana inondabile con l'ampiezza attesa per le caratteristiche proprie della rete idrografica. La valutazione della condizione riparia è buona solo per i tratti alti prossimi alle sorgenti, mentre per buona parte del corso d'acqua si colloca in una fascia da scarsa a cattiva fermandosi sulla valutazione peggiore in pianura. Il rischio di instabilità ed erosione sponde è per lo più medio.

Analisi a scala di reach (CARAVAGGIO). Sono stati rilevati tre tratti in successione, sovrapposti in parte e posizionati a monte e a valle di un importante ponte, in aperta pianura, nel settore centrale del corso d'acqua. Il corso d'acqua è complessivamente rettificato con sponde gestite, rinforzate e spesso risezionate con *berm* artificiale. Sono presenti anche argini addossati che interrompono la connettività laterale. Il territorio adiacente è per lo più antropizzato ad uso agricolo (vigneti, uliveti). Quasi assente la copertura arborea in sponda. L'alveo è a tratti rinforzato. Dove non ci sono rinforzi le sponde sono in erosione così come ci sono segni di incisione dell'alveo con anche una scarpata del fondo che indicherebbero l'energia in eccesso accumulata dal fiume nei tratti alterati. È presente *ponding*. Non è presente legname in alveo.

Confronto tra le due scale spaziali di valutazione. L'analisi del tratto conferma la condizione della fascia riparia e delle sponde (o in erosione o rinforzate contro l'erosione). Le alterazioni rilevate localmente sono imputabili alla presenza del ponte e della altre strutture oltre che alla rettificazione. Non ci sono elementi sufficienti per verificare eventuali alterazioni morfologiche dovute a

impatti su scale maggiori (impedimenti nel trasporto solido da monte qui significativi).

Bacino del Cedrino



Flumineddu

Analisi a scala di corpo idrico/bacino. Corso d'acqua che costituisce un importante affluente di uno dei due assi maggiori del bacino (asse A nella mappa) da cui ci si aspetta che arrivi materiale solido all'asse maggiore. Non sono presenti opere trasversali per cui la continuità longitudinale è qui ininterrotta così come il trasporto del materiale. Territorio naturale, poco antropizzato. La valutazione della condizione riparia pone questo corso d'acqua e i suoi affluenti prevalentemente nella fascia scarsa con tratti in buona. Analogamente vengono segnalati tratti ad alto rischio di erosione e tratti stabili.

Analisi a scala di reach (CARAVAGGIO). Tratto localizzato nella parte centrale del corso d'acqua in una valle profonda, ma con sponde

spesso a lieve pendenza. Non sono presenti artificializzazioni né uso del suolo antropico. Contesto naturale di boschi e macchia mediterranea; fascia riparia dalle formazioni igrofile, discontinua causa terreno roccioso. È presente molto detrito grossolano e legname in alveo. Sono presenti anche forme di deposito presso le sponde (barre lobate) che indicano, insieme all'assenza di erosione in sponda, un tratto in deposito laterale, con pochi punti in incisione. Ricco di habitat.

Confronto tra le due scale spaziali di valutazione. Il confronto conferma la mancanza di fonti di disturbo antropico. Si segnala la discrepanza di giudizio sulla condizione riparia che può essere imputata al valore inferiore dato dal modello alle formazioni di macchia qui diffusa. Inoltre sono qui presenti molte aree a scarsa copertura

vegetale legate probabilmente anche alla conformazione del terreno.

Lorana

Analisi a scala di corpo idrico/bacino. Piccolo corso d'acqua che si inserisce nella parte alta dell'asse B del bacino del Cedrino (nella mappa). Presente almeno una significativa opera trasversale che potrebbe causare impedimento alla continuità longitudinale e al trasporto solido. La valutazione della condizione riparia è tendenzialmente buona con tratti scarsi nella parte di monte. Il rischio di instabilità, erosione sponde segue la valutazione delle condizioni riparie: alto nella parte sommitale, basso nel restante corso d'acqua.

Analisi a scala di reach (CARAVAGGIO). Sono stati rilevati due tratti molto diversi tra loro localizzati il primo nella metà superiore del corso d'acqua a monte della briglia, il secondo nella parte terminale, prossimo alla confluenza con il corso d'acqua principale. Il tratto di monte è di valle profonda, sinuoso e non presenta strutture artificiali di alcun genere. Sono però presenti segnali di un possibile impatto dovuto a scarichi civili a monte: depositi fini nelle *pools*, molto FPOM, macrofite abbondanti. Le sponde sono stabili se non con erosione localizzata, piana inondabile presente. L'alveo presenta segni di incisione localizzata e alcune scarpatine di fondo. Sono presenti alcuni alberi caduti e detrito legnoso in alveo. La fascia riparia è indisturbata. L'uso del territorio è naturale con boschi e macchia mediterranea. Il tratto di valle mostra viceversa forti segni di alterazione quali opere trasversali; è inoltre rettificato e sono presenti rinforzi di sponda. Le sponde sono risezionate e stabili, mentre l'alveo è in incisione in molti punti. La fascia riparia è comunque relativamente

indisturbata con presenza di specie igrofile. Il territorio nelle zone adiacenti è misto, con bosco, macchia e presenza di qualche vigna/uliveti. I flussi risultano invece pesantemente alterati.

Confronto tra le due scale spaziali di valutazione. L'analisi del tratto di monte, localizzato non nella parte più alta del corso d'acqua, conferma la valutazione sulla buona condizione riparia e del basso rischio di instabilità. Le alterazioni sembrerebbero avere un'origine per lo più locale.

San Giuseppe

Analisi a scala di corpo idrico/bacino. Affluente che si inserisce nella parte mediana dell'asse B del bacino (nella mappa); non sono presenti significative opere trasversali per cui la continuità longitudinale dovrebbe essere indisturbata così come il trasporto solido. Lungo il corso d'acqua la condizione della fascia riparia è stata modellizzata come tendenzialmente moderata, a tratti scarsa. La valutazione di rischio di instabilità delle sponde dà un valore medio con tratti ad alto rischio.

Analisi a scala di reach (CARAVAGGIO). Tratto localizzato nella parte terminale del corso d'acqua in fondo valle piatto. Il corso d'acqua si presenta parzialmente rettificato e localmente disgiunto dalla sua vecchia piana inondabile (terrazzo recente) con sponde ripide alte fino a 3 metri. Sono presenti diverse opere in alveo tra cui due ponti e un sottopasso. Le sponde sono interamente risezionate e in parte rinforzate, solo a tratti erose. È presente una barra concava dovuta alle strutture artificiali. Nessuna *berm*. L'impatto antropico si mostra anche nella presenza di rifiuti in alveo. La fascia riparia è compromessa e disturbata con saltuaria copertura arborea sulle sponde e abbondanza

di rovi. Sono comunque presenti esemplari di specie arbustive ripariali e si segnala la presenza di alberi caduti. Il territorio nelle zone adiacenti è per lo più agricolo, con anche uso di irrigazione intensiva e aratura perpendicolare alla direzione del corso d'acqua.

Confronto tra le due scale spaziali di valutazione. L'analisi del tratto è in questo caso peggiorativa rispetto ai parametri valutati su scala più ampia. Le tipologie di alterazione sembrano localmente per lo più a carico della morfologia dell'alveo e delle sponde a causa del territorio antropizzato nelle fasce di pertinenza fluviale. L'abbandono della piana potrebbe però indicare impatti a scale superiori.

Santa Maria (Affluente Cedrino)

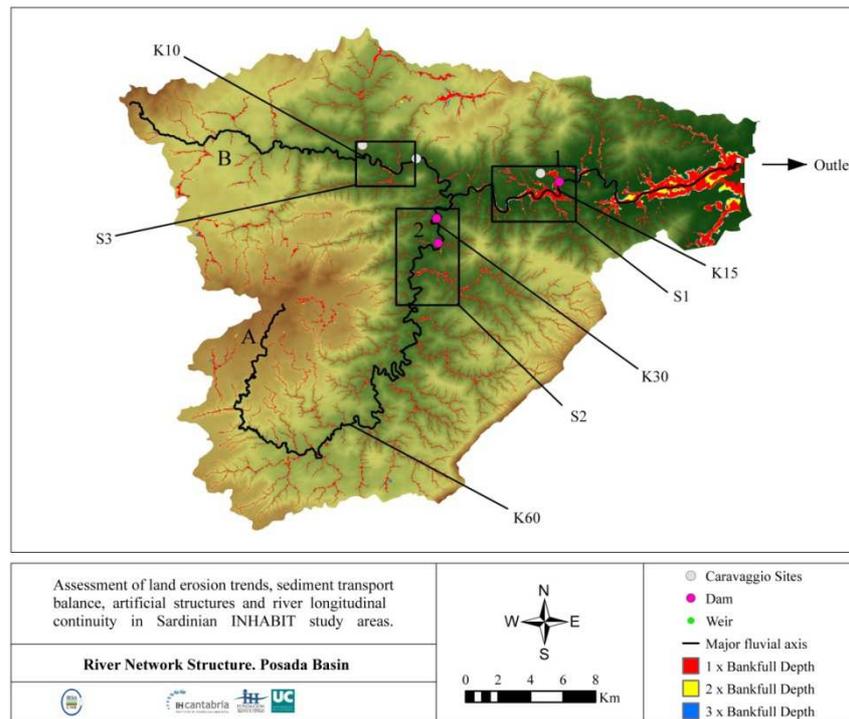
Analisi a scala di corpo idrico/bacino. Affluente che si inserisce nella parte terminale del bacino dopo la congiunzione dei due assi maggiori del bacino (assi A e B nella mappa); sono presenti alcune significative strutture trasversali nella parte centrale che potrebbero compromettere la continuità longitudinale e il trasporto solido. La condizione riparia è tendenzialmente scarsa con dei tratti nella fascia cattiva localizzati per lo più nella sezione inferiore. Il rischio di erosione/instabilità è alto in tutta la parte di monte del bacino.

Analisi a scala di reach (CARAVAGGIO). Tratto localizzato nella parte terminale del corso d'acqua in territorio di alta pianura estesamente antropizzato, in corrispondenza di un importante ponte. L'alveo ha una morfologia transizionale costretta però in parte da sponde rettificata e stabili. Si segnalano depositi importanti di materiali fini nelle *pools* e tratti in incisione. Sono presenti barre in centro alveo. Tutta la zona a valle del

ponte mostra habitat alterati a causa dell'impatto antropico. La fascia riparia è compromessa con copertura arborea molto scarsa (alberi isolati) e l'uso del territorio è prevalentemente a pascoli/formazioni erbacee seminaturali, con tracce di urbanizzazione e presenza di eucalipti.

Confronto tra le due scale spaziali di valutazione. L'analisi del tratto conferma la condizione della fascia riparia. Le alterazioni rilevate localmente sono imputabili alla presenza del ponte e dell'antropizzazione delle fasce perifluviali, ma non ci sono elementi sufficienti per verificare eventuali alterazioni morfologiche (es. alterazioni del tracciato) dovute a impatti su scale più grandi.

Bacino del Posada



Posada

Analisi a scala di corpo idrico/bacino. Corso d'acqua che costituisce, dopo la confluenza con il Riu Lacc'Umbresu, l'asse principale A del bacino nella mappa. La confluenza determina variazioni nella morfologia e nella forma di deposito presenti. Non sono note opere trasversali fino a circa metà del corso d'acqua, poi una grande traversa e più a valle una diga che determina la formazione dell'invaso del Lago del Posada: la continuità longitudinale è totalmente interrotta e così il trasporto solido è notevolmente alterato. La valutazione della condizione riparia separa anch'essa il fiume in due, poiché buona parte della zona a monte della prima grande traversa ha una buona condizione che poi scende a scarsa. La valutazione del rischio di instabilità sponde passa anch'essa da bassa a media.

Analisi a scala di reach (CARAVAGGIO). Sono stati rilevati due tratti distanti tra loro. L'uno,

denominato Saserra, localizzato nella parte di monte del Posada, l'altro più a valle, localizzato dopo l'affluenza del ramo allineato con l'asse principale del bacino. Entrambi non presentano alcuna artificializzazione. Il primo, confinato, scorre in gola su fondo roccioso e sabbioso con sponde ripide o verticali. Si rileva l'assenza di piana inondabile la presenza di barre vegetate. Nessuna tendenza erosiva. La copertura arborea in sponda è discontinua e non c'è legname in alveo. Il secondo tratto del Posada scorre in vallata; le sponde sono variabili, anche composite e con limitate *berm*. È presente un'isola matura. Sono presenti terrazzi. Qui la copertura arborea è continua e sono presenti estesi boschi.

Confronto tra le due scale spaziali di valutazione. L'analisi dei due tratti conferma la valutazione a scala ampia sia per la condizione riparia che per la stabilità delle sponde. Inoltre, l'analisi di dettaglio (scala di habitat) del secondo tratto confermerebbe

anche la presenza di variazioni nella morfologia successive alla confluenza, così come ipotizzato dal modello.

Riu s'Astore (Posada affluente)

Analisi a scala di corpo idrico/bacino.

Affluente che si inserisce direttamente nel grande invaso del Lago del Posada, a valle della confluenza dei due assi principali del bacino. Non sono segnalate significative opere lungo il suo corso per cui la continuità longitudinale risulta ininterrotta così come il trasporto solido. La valutazione della condizione riparia è per lo più scarsa a causa della copertura discontinua della vegetazione complessivamente in tutto il sottobacino. Il rischio di instabilità è alto lungo tutto il corso d'acqua con l'esclusione della parte terminale prossima al lago, in cui è moderato.

Analisi a scala di reach (CARAVAGGIO).

Tratto localizzato immediatamente a monte dell'invaso Lago del Posada in valle profonda con alveo confinato. Nessuna artificializzazione. Sponde molto ripide, rocciose o di materiale grossolano, con erosione solo localizzata. Fondo alveo a tratti roccioso, assenza di *berm* o piana inondabile. Presenza di sbarramenti di detrito vegetale e CPOM, ma assenza di alberi caduti o legname in alveo. Uso del territorio naturale con macchia e arbusteti e rocce.

Confronto tra le due scale spaziali di

valutazione. L'analisi del tratto si discosta in parte, apparentemente, dalla valutazione a grande scala poiché le sponde sono qui stabili. Il valore di rischio da modello è però legato probabilmente in buona parte alla discontinuità di copertura vegetale e ai terreni di versante quindi poco fermi.

Tabella B. - Indici e giudizi di qualità a confronto tra le diverse scale spaziali per la Sardegna.

Corsi d'acqua	Indici a scala di corpo idrico/bacino in sintesi (se disponibili)	Indici CARAVAGGIO per tratto (/)
Bacino del Picocca		
Picocca	Per la condizione riparia valori da buono (1) a monte, a cattivo (4), pochi, a valle.	HMS=0.93 (classe 2); LUI=0.996 (classe 1); HQA=1.043 (classe 1); LRD=11.48; IQH=0.99 Elevato
Riu di Monte Porceddus	Per la condizione riparia valori da buono (1), pochi, a monte, a scarso (3), molti, nella parte centrale e di valle.	HMS=0.72 (classe 3); LUI=0.889 (classe 2); HQA=0.66 (classe 1); LRD=21.09; IQH=0.756 Buono
Corr'e pruna Monte	Per la condizione riparia valori da buono (1), a monte, a scarso (3) e cattivo, molti, nella parte centrale e di valle.	HMS=0.49/0.55/0.21 (classi 4/4/5); LUI=0.719/0.772/0.667 (classe 3/2/3); HQA=0.489/0.532/0.319 (classi 2/2/3); LRD=10.25/8.29/14/25; IQH=0.566/0.618/0.399 Moderato/Buono/Scarso
Bacino del Cedrino		
Flumineddu	Per la condizione riparia valori da buono (1), a tratti, a scarso (3) prevalente nei tratti più elevati.	HMS=0 (classe 1); LUI=1 (classe 1); HQA=1.087 (classe 1); LRD=-11.98; IQH=1.029 Elevato
Lorana	Per la condizione riparia valori da buono (1) a scarso (3), localizzati nella parte di monte.	HMS=0/0.57 (classe 1/4); LUI=1/0.963 (classe 1/1); HQA=0.872/0.745 (classe 1/1); LRD=8.51/4.5; IQH=0.957/0.759 Elevato/Buono
San Giuseppe	Per la condizione riparia valori da moderato (2) a scarso (3).	HQS=0.49 (classe 4); LUI=0.888 (classe 2); HQA=0.383 (classe 3); LRD=23.25; IQH=0.587 Moderato
Santa Maria (Affluente Cedrino)	Per la condizione riparia valori da scarso (3) a cattivo (4).	HQS=0.58 (classe 3); LUI=0.749 (classe 2); HQA=0.702 (classe 1); LRD=21.44; IQH=0.677 Buono
Bacino del Posada		
Posada	Per la condizione riparia valori da buono (1), parte a monte, a scarso (3), parte centrale.	HMS=0/0 (classe 1/1); LUI=1/1 (classe 1/1); HQA=0.745/1.085 (classe 1); LRD=48.71/0.71; IQH=0.915/1.028 Elevato/Elevato
Riu s'Astore (Affluente Posada)	Per la condizione riparia valori in netta prevalenza di scarso (3).	HMS=0 (classe 1); LUI=1 (classe 1); HQA=0.83 (classe 1); LRD=8.37; IQH=0.943 Elevato

Legenda per le sigle utilizzate nella tabella: HMS= Habitat Modification Score; HQA= Habitat Quality Assessment; LUI= Land Use Index; LRD= Lentic-lotic River Descriptor; IQH= Indice Qualità degli Habitat

4. Conclusioni

Dal lavoro di confronto svolto, per quanto sintetico, si possono trarre le seguenti conclusioni:

- Il confronto tra le diverse scale spaziali avviato in questo contributo e i dati resi disponibili, potranno rivelarsi particolarmente utili nella fase in cui gli enti preposti dovranno pianificare le misure di recupero, interpretare i dati biologici e valutare l'efficacia delle misure poste in essere.
- A prescindere dal sistema utilizzato per l'analisi a scala maggiore, la confrontabilità con la scala di dettaglio sugli habitat si rivela consistente laddove il tratto del CARAVAGGIO sia posizionato all'interno del corpo idrico in modo da essere rappresentativo delle condizioni morfologiche e delle fonti di alterazione prevalenti.
- La generale confrontabilità tra metodi applicati a differenti scale di dettaglio, porta a concludere che il metodo CARAVAGGIO può effettivamente fornire elementi utili sia per il *down-scaling* che per l'*up-scaling*.
- Quando il tratto sia stato scelto senza la ricerca della rappresentatività per scale più ampie, emergono le discrepanze maggiormente significative e un eventuale *up-scaling* può risultare anche fuorviante.
- In senso inverso, il *down-scaling* (e.g. a partire dall'IQM) risulta meno efficace quando le caratteristiche locali risultino in condizioni migliori rispetto al contesto generale perché protette da particolari circostanze (e.g. tratti difficilmente accessibili) o per la disomogeneità del corso d'acqua.
- In generale, quindi, è necessario fare attenzione che, in tutti i casi e per tutti i metodi per cui si vogliono operare dei trasferimenti di informazioni dalla scala piccola alla scala più grande i tratti considerati siano stati scelti per rappresentare una condizione generale

del corpo idrico e non delle peculiarità localizzate.

- La scala di habitat può non registrare o percepire come negative delle caratteristiche definite invece da alterazioni dell'equilibrio morfologico a scale maggiori (es. modifiche del tracciato fluviale tra una forma e un'altra).
- In riferimento al confronto tra risultati ottenuti a diverse scale spaziali, si ricorda che il DM 260/2010 prevede che in fase di validazione dei siti di riferimento, siano attuate sia la valutazione idromorfologica che la valutazione degli habitat. Per la formulazione del giudizio finale, è sufficiente che una delle due valutazioni risulti in stato elevato per confermare la condizione 'di riferimento'.
- Più in generale, a livello di WFD si accetta che la qualità di un corpo idrico possa non essere omogenea in tutto il corpo idrico. È infatti consentito che una quota - pari al massimo al 15% del corpo idrico - possa presentare una qualità differente rispetto alla qualità generale del corpo idrico stesso, senza che ci sia bisogno per questo di differenziare i due tratti del corpo idrico.

In sintesi i sistemi di valutazione a scala di corpo idrico/bacino idrografico possono fornire informazioni fondamentali per inquadrare e comprendere le informazioni elaborate a scala di habitat, contestualizzandole. Ai fini della redazione delle misure per i piani di gestione è auspicabile che metodologie a diversa scala spaziale vengano sempre utilizzate in modo integrato.

BIBLIOGRAFIA

ARPA PIEMONTE, 2012. Monitoraggio elementi idromorfologici - Analisi di dettaglio dei dati prodotti. Allegato 3.

BUFFAGNI A., CIAMPITIELLO M. & ERBA S., 2005. Il rilevamento idromorfologico e degli habitat fluviali nel contesto della Direttiva Europea sulle

Acque (WFD): principi e schede di applicazione del metodo CARAVAGGIO. Notiziario IRSA dei Metodi Analitici, Dicembre 2005 (2): 32-46.

BUFFAGNI A., D. DEMARTINI & L. TERRANOVA, 2013. Manuale di applicazione del metodo CARAVAGGIO - Guida al rilevamento e alla descrizione degli habitat fluviali. Monografie dell'Istituto di Ricerca Sulle Acque del C.N.R., Roma, 1/i, 262 pp.

D.M. 260/2010. Regolamento recante i Criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo. G.U. 30 del 7 Febbraio 2011.

RINALDI M., SURIAN N., COMITI F. & BUSSETTINI M., 2011. IDRAIM - sistema di valutazione IDRomorfologica, Analisi e Monitoraggio dei corsi d'acqua. Manuale tecnico – operativo per la valutazione ed il monitoraggio dello stato morfologico dei corsi d'acqua. Versione 1, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Roma.

INHABIT I3d2.2, 2013. In: Deliverable I3d2. Project INHABIT - LIFE08 ENV/IT/000413. www.life-inhabit.it

INHABIT I3d2.4, 2013. In: Deliverable I3d2. Project INHABIT - LIFE08 ENV/IT/000413. www.life-inhabit.it

I3d2.6. - CORPI IDRICI FORTEMENTE MODIFICATI, HABITAT E MISURE POSSIBILI: CARATTERIZZAZIONE E ESEMPIO DI APPLICAZIONE IN CONTESTO PLANIZIALE

Terranova L., S. Erba, M. Cazzola & A. Buffagni

CNR-IRSA - Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Ricerca sulle Acque, U.O.S. Brugherio, Via del Mulino 19, 20861, Brugherio (MB)

1.Introduzione

La Direttiva 2000/60/CE (WFD) richiede di individuare e distinguere, all'interno dei corpi idrici superficiali naturali, quelli che presentino gravi ed estese alterazioni idro-morfologiche, dovute ad attività umane, che siano ritenute permanenti e irreversibili poiché determinate da uno specifico uso antropico. Per essere giudicate effettivamente tali, una eventuale rimozione dei disturbi dovrebbe avere ricadute insostenibili dal punto di vista sociale e/o economico e, talora, anche ambientale, andando a compromettere l'uso stesso del corpo idrico (e.g. la rimozione di una diga o delle opere di difesa idraulica poste a protezione di una città). Tali corpi idrici, definiti "fortemente modificati" (HMWB), hanno obiettivi di qualità ecologica inferiori rispetto ai naturali. Tali obiettivi non sono chiaramente definiti (D.M. 260/10), ma prevedono tuttavia, da parte delle autorità competenti, la messa in opera di misure atte a compensare e mitigare le alterazioni altrimenti inamovibili. Gli HMWB costituiscono pertanto una problematica complessa sia per la definizione degli obiettivi stessi, sia per l'individuazione di misure efficaci attuabili e verificabili che, sebbene necessariamente limitate dai margini di intervento imposti dalle destinazioni d'uso, possano avere ricadute positive sulle condizioni degli ecosistemi acquatici e quindi sugli habitat e le comunità biotiche oggetto di monitoraggio. Il progetto INHABIT ha trattato nel corso dell'attività di Preparazione (Deliverable Pd3, Buffagni et al., 2010) le tematiche relative agli HMWB, introducendo possibili approcci alla definizione del loro potenziale ecologico. Nel più generale ambito delle relazioni tra la definizione dello stato ecologico e le condizioni di habitat, oggetto di

indagine nel progetto INHABIT, i corpi idrici fortemente modificati risultano essere una realtà di interesse peculiare, essendo soggetti alle più gravi forme di alterazione e degrado di habitat acquatici e ripari, in conseguenza delle modifiche cui sono soggetti.

Risulta pertanto di notevole interesse verificare i margini di variabilità, all'interno di tali sistemi, delle relazioni tra le condizioni delle comunità biotiche e le caratteristiche di habitat spesso compromessi e quali risultati possano derivare dall'applicazione di un approccio che consideri l'habitat come elemento fondamentale per interpretare le differenze nelle comunità biocenotiche.

Viene quindi in questo contributo presentata una sintesi dell'attività svolta nell'ambito della convenzione stipulata tra CNR-IRSA e ARPA Veneto per il progetto denominato "BSL 3 – Attività di monitoraggio dei corpi idrici nel Bacino Scolante nella Laguna di Venezia, finalizzate all'implementazione della Direttiva 2000/60/CE". In questo lavoro, è stata considerata la problematica degli HMWB dal punto di vista delle biocenosi, prendendo come caso studio un bacino fluviale planiziale densamente antropizzato e con un elevato numero di corpi idrici designati in via preliminare come fortemente modificati (Distretto Idrografico Alpi Orientali, 2010). Elementi di dettaglio relativi a tale attività sono contenuti nel report conclusivo della convenzione BSL3 (Terranova et al., 2013). Sebbene il lavoro sia stato svolto al di fuori del progetto INHABIT, nello sviluppare la più ampia tematica del potenziale ecologico (oggetto primario della convenzione) si è cercato di trasferire l'approccio utilizzato in INHABIT a questo contesto. Si ritiene peraltro che i risultati ottenuti per gli HMWB possano essere considerati affini ad INHABIT perché confermano l'importanza della scala di tratto (*reach*) e degli habitat come elementi guida nella comprensione delle modalità secondo cui si strutturano le comunità bentoniche, da qui il motivo per cui il lavoro svolto in BSL venga presentato in questo deliverable.

2. Obiettivi

Le procedure di studio e di analisi delle relazioni tra habitat, pressioni antropiche e biocenosi utilizzate in INHABIT in Piemonte e Sardegna, su corpi idrici naturali, sono state applicate ad una realtà fluviale profondamente alterata quale quella del Bacino Scolante nella Laguna di Venezia (Fig. 1), area di rilevante interesse ambientale.

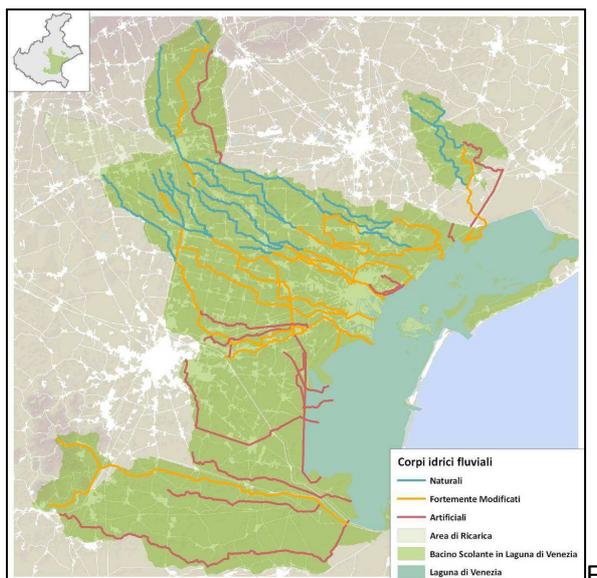


Figura 1. Bacino studio di pianura: il Bacino Scolante nella Laguna di Venezia; in color giallo oca gli HMWB, pari circa ad un terzo dei corpi idrici del bacino.

Più specificamente, sono state individuate le variabili fisiche che potessero influire maggiormente sulle condizioni delle popolazioni macrobentoniche e sulle quali si potessero ipotizzare possibili misure gestionali, identificando, inoltre, la scala spaziale maggiormente idonea alla verifica dell'efficacia delle misure medesime. Uno degli obiettivi preposti, funzionale agli HMWB, era inoltre quello di individuare le variabili non utilizzate per la designazione degli HMWB - e pertanto indipendenti dai vincoli imposti dal mantenimento della destinazione d'uso - che risultassero ben correlate con le comunità biotiche; tali variabili avrebbero pertanto fornito importanti indicazioni sulle componenti di habitat su cui focalizzare, in buona parte, efficaci misure di ripristino teoricamente di più facile attuazione. Infine, un ulteriore obiettivo, in vista anche e

soprattutto del lato gestionale della problematica degli HMWB, era quello di impostare ed effettuare una caratterizzazione sistematica dei corpi idrici fortemente modificati sulla base delle alterazioni morfologiche identificative e di un'analisi territoriale mirata.

3. Materiali e metodi

3.1. Caratterizzazione HMWB

La prima fase del lavoro ha riguardato la caratterizzazione dei corpi idrici fortemente modificati, vale a dire la creazione di categorie distinte, come surrogati dei "tipi" generati dall'integrazione dei tipi fisici e geoclimatici espressi dalla procedura di tipizzazione dei corpi idrici naturali con le caratteristiche proprie e gli usi che contraddistinguono i fortemente modificati. Si è ritenuto che la sola informazione relativa al tipo naturale non potesse da sola supportare la descrizione delle condizioni ecologiche potenziali degli HMWB, poiché due corpi idrici appartenenti al medesimo tipo potrebbero avere elementi distintivi di alterazione idro-morfologica che determinano differenti livelli di impatto sugli ecosistemi fluviali e sulle comunità biotiche. Inoltre, si è ipotizzato che le medesime alterazioni potessero indurre degli effetti tali di banalizzazione e riduzione della naturale variabilità degli habitat da rendere inefficaci le distinzioni in tipi naturali o comunque ridurre il peso ecologico. In altre parole, le importanti e permanenti alterazioni che giustificano la designazione possono determinare variazioni a carico delle comunità di entità ben maggiore rispetto a quelle derivanti dalle differenze di tipo (e.g. tra classi di taglia 2 e 3). Peraltro, l'etichetta di HMWB di per sé è indicativa di una generica condizione di profondo deterioramento fisico, ma è priva di qualsiasi sfaccettatura informativa, essendo utilizzata indifferentemente per e.g. un corso d'acqua sbarrato da una diga e per uno cementificato. Si è ritenuto opportuno pertanto inquadrare i fortemente modificati in una sistematica propria, pensata e codificata per definirne dei gruppi con identità distinte da poter porre in relazione tra loro, anche al di là delle distinzioni geografiche. I medesimi gruppi possono poi essere utilizzati a fini gestionali anche per poter più facilmente

correlare dei sistemi contestualizzati di alterazione con delle possibili misure da attuarvi.

Definendo e distinguendo tipi diversi di HMWB si voleva comprendere anche quali elementi fisici permettessero di differenziarli qualitativamente e quindi su quali tipi di alterazione fosse prioritario intervenire.

3.2. Analisi territoriale e scale spaziali

La fase iniziale del lavoro è stata realizzata prevalentemente in GIS costruendo e sviluppando gli strati informativi idonei al livello di analisi territoriale e morfologica necessaria a sostenere la ricerca delle correlazioni tra alterazioni e comunità biotiche. L'obiettivo era di impostare una procedura che consentisse di effettuare un percorso di down-scaling e up-scaling tra un'analisi a scala di corpo idrico e una più dettagliata a scala di tratto fluviale (i.e. 500 metri, analogo al tratto di applicazione per il rilevamento degli habitat tramite il metodo CARAVAGGIO, Buffagni et al., 2005; 2013). Si voleva così verificare la scala spaziale che avesse mostrato maggior affinità con le comunità di macroinvertebrati e valutare anche l'interoperabilità tra una metodica di lavoro da remoto, impostata necessariamente su variabili registrate ad un livello di dettaglio minore, con una di rilievo in campo (CARAVAGGIO) che utilizzasse, tra le altre, le medesime variabili.

L'analisi è stata incentrata principalmente sull'uso del territorio adiacente gli alvei fluviali e sulla caratterizzazione di alvei e sponde in quanto componenti critiche della designazione degli HMWB e della qualità degli habitat fluviali. La prima è stata realizzata mediante l'utilizzo di un buffer di 50 metri laterale agli alvei opportunamente digitalizzati (Figg. 2 e 3); essa avrebbe consentito di inquadrare correttamente i corpi idrici nel loro territorio di pertinenza, verificandone grado e forma di antropizzazione, contestualizzandoli e permettendo di definire margini e potenzialità di intervento.

È stata utilizzata come base informativa la Carta dell'uso del suolo della Regione Veneto del 2007 sviluppata secondo la metodologia GSE-Land da dati satellitari ad alta risoluzione in scala 1:10.000 (De Gennaro et al., 2007).



Figura 2. Digitalizzazione di un alveo fluviale con limiti esterni posti in corrispondenza del banktop (qui sommità argine); da tali poligoni sono state ricavate le linee spondali di banktop.

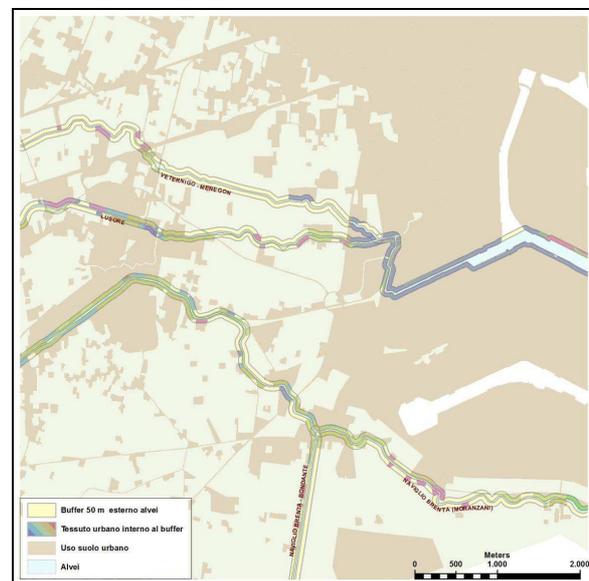


Figura 3. Definizione dei buffer laterali agli alvei e overlay con lo strato informativo dell'uso del suolo (Carta dell'uso del suolo della Regione Veneto del 2007, scala 1:10.000).

Per integrare la valutazione di impatto sono state poi utilizzate anche le scale inferiori (reach di 500 metri, Fig. 4) e maggiori, sul sottobacino direttamente afferente al corpo idrico e sull'intero bacino di monte con un approccio a più livelli (King et al., 2005). L'uso del suolo è stato successivamente elaborato, ai fini delle correlazioni con i dati biologici, tramite attribuzioni di punteggi (score) per il calcolo del Land Use Index (LUI) (Demartini et al., 2010).

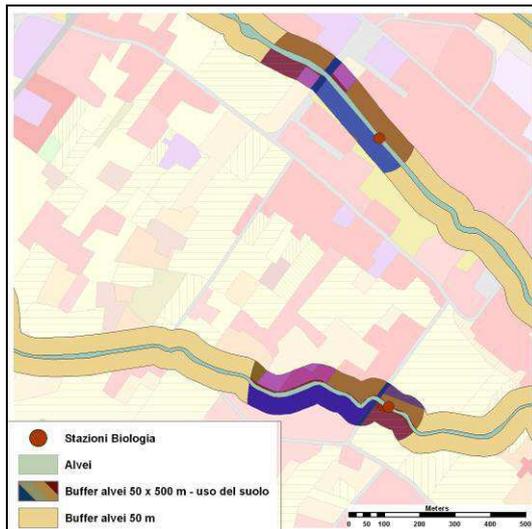


Figura 4. Definizione ed utilizzo del buffer di 500 metri longitudinale per 50 metri laterale intorno al sito di campionamento biologico (100 m a valle, 400 m a monte).

3.3. Caratterizzazione morfologica

La caratterizzazione delle sponde è stata realizzata tramite la digitalizzazione delle difese spondali e delle sponde, intese qui come linee di banktop, che sono state suddivise in tratti omogenei definiti dalla presenza o meno di arginature e di elementi artificiali in sommità (e.g. strade, abitati); tali informazioni avrebbero costituito i dati fisici indispensabili a individuare e quantificare quelle alterazioni morfologiche che potevano maggiormente incidere sulla qualità degli habitat fluviali oltreché identificare gli HMWB come tali. Così come fatto per l'analisi territoriale, anche tali componenti sono state elaborate sia a scala di corpo idrico che sul tratto di 500 m.

Alle sponde è stata inoltre associata la fascia riparia, valutata nella sua estensione e continuità longitudinale e laterale attraverso un indice sintetico (ARPAV, 2009).

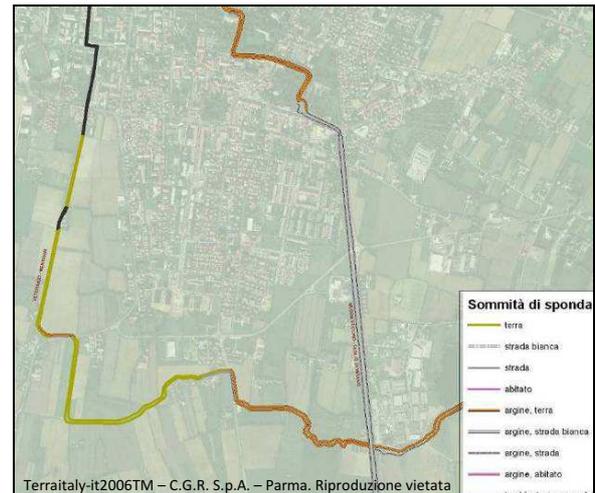


Figura 5. Caratterizzazione delle sponde. In nero tratti tombinati; in verde tratti in terra non arginati; in marrone tratti in terra arginati; in grigio tratti con superficie stradale in sommità.

3.4. Dati biologici

Il set di dati biologici utilizzati ha compreso 208 campioni di macroinvertebrati appartenenti a tre gruppi di corpi idrici: a) fortemente modificati, che includono, oltre ai siti di campionamento appartenenti al Bacino scolante, i siti posizionati sui corpi idrici HMWB dei medesimi tipi nel restante territorio pianiziale veneto (dati ARPAV); b) naturali e artificiali del bacino scolante (dati ARPAV), più alcuni naturali della pianura friulana di elevata qualità (dati ARPA-FVG); c) i siti di riferimento selezionati in corpi idrici in Veneto (dati ARPAV), Lombardia (dati CNR-IRSA), Piemonte (dati CNR-IRSA e ARPA Piemonte). Questi ultimi in particolare sono stati utilizzati per avere dei parametri di confronto in situazioni ad elevata naturalità e condizioni fisiche, e quindi di habitat, pressoché inalterate.

4. Risultati

4.1. Uso territoriale e alterazioni dominanti degli HMWB nel BSL

L'analisi territoriale ha permesso di distinguere e caratterizzare gli HMWB pianiziali in base alle percentuali di uso del suolo all'interno del buffer laterale al corpo idrico in virtù della considerazione che sia questo in definitiva a decretare in ambito di pianura la destinazione d'uso: Agricolo, Urbano, Agroubano o altro (tab.

1). La percentuale di tessuto urbano utilizzata come soglia per l'Uso Urbano è stata del 35%, per l'Agroubano del 25% (a fronte di un contestuale tessuto agricolo superiore al 50%). Si voleva evidenziare in particolar modo la separazione tra tali categorie poiché si può senza dubbio affermare che una rilevante componente di tessuto urbano a ridosso degli alvei pesi in modo significativamente diverso da un tessuto agricolo, riducendo notevolmente le potenzialità di intervento e vincolando a priori tipi ed estensione delle possibili misure applicabili.

Tabella 1. Esempi di possibili destinazioni d'uso ai fini della caratterizzazione degli HMWB in ambiti diversi, anche oltre quelli riscontrati nel BSL.

Italia			Uso - Linee guida Direttiva
Uso I livello	II livello (implicito)	Cod	
AGricolo (sbarramenti irrigui)		AG	Agricoltura
AGricolo	Difesa idraulica	AG	Agricoltura/flood protection/land drainage
AgroUrbano	Difesa idraulica	AU	Flood protection /land drainage
URbano	Difesa idraulica/idro geologica	UR	Urbanisation/ flood protection
Seminaturale	idraulica/idro geologica	SD	Flood protection
IDroelettrico		ID	Storage (hydropower)
POtabile		PO	Storage (drinking water)
NaVigazione "Tutela Ambientale"		NV	Navigation
		AM	Wider environment

Tabella 3. Esempi di una possibile codifica per una caratterizzazione sistematica degli HMWB. In primo luogo la destinazione d'uso e a seguire l'alterazione morfologica e idrologica dominante.

Descrizione	
AG.AR.DN	HMWB ad uso agricolo, con sponde estesamente arginate e a deflusso non alterato
AG.RS.DN	HMWB ad uso agricolo, con sponde estesamente rinforzate e a deflusso non alterato
UR.RS.DN	HMWB ad uso urbano, con sponde estesamente rinforzate e a deflusso non alterato
UR.AM.DN	HMWB ad uso urbano, con alterazioni morfologiche miste e a deflusso non alterato
SD.OT.DN	HMWB ad uso seminaturale, con opere trasversali e a deflusso non alterato
SD.OT.DA	HMWB ad uso seminaturale, con opere trasversali e a deflusso alterato
ID.OT.HY	HMWB ad uso idroelettrico, con opere trasversali (implicite) e soggetto a hydropeaking
NV.AM.DN	HMWB ad uso navigabile, con alterazioni morfologiche miste (implicite) e a deflusso non alterato

L'analisi di caratterizzazione delle alterazioni morfologiche è stato il secondo stadio della definizione di una possibile sistematica degli HMWB. Ha posto in luce l'alta percentuale di arginature tra i corpi idrici del bacino idrografico analizzato (tab. 2) e la bassa, quasi inesistente componente di fascia vegetata sulle sponde e nelle aree adiacenti (valori medi 4-5, equivalenti a vegetazione riparia estremamente ridotta o assente). L'arginatura rappresenta quindi l'alterazione di designazione dominante e maggiormente caratterizzante gli HMWB considerati e, in misura minore anche i naturali di pianura, mentre la fascia riparia costituisce la variabile non di designazione, poiché non direttamente indicata come tale nel formulario di designazione (ISPRA, 2013), maggiormente condizionata dalla gestione antropica dei corsi d'acqua.

Tabella 2. Valore percentuale medio e estensione complessiva delle sponde arginate nel BSL.

Arginature		
Categoria CI	media %	estensione km
HMWB	49	433
Naturali	28	182

In tabella 3 si riportano degli esempi di una possibile caratterizzazione sistematica finale degli HMWB con i relativi codici identificativi.

A chiusura della prima fase di lavoro, i dati elaborati, insieme ad altri parametri di impatto qui non illustrati, sono stati utilizzati per creare delle matrici di variabili abiotiche (morfologia e pressioni) da porre in correlazione con i dati di macrobenthos.

4.2. Definizione dei gradienti biologici

Al fine di individuare i gradienti secondo i quali si strutturano le comunità di invertebrati bentonici è stata utilizzata una tecnica di analisi multivariata DCA (Detrended Correspondence Analysis), mediante il software CANOCO (Ter Braak & Smilauer, 1998).

I risultanti assi di variazione, ottenuti sulla base delle comunità biologiche osservate negli HMWB, sono stati correlati (mediante correlazione di Pearson) con una serie di dati abiotici suddivisi in quattro categorie (Morfologia, Pressioni puntuali e diffuse, Idrologia e Descrittori ambientali). I risultati di tali correlazioni sono riportati nelle tabelle 4 (variabili morfologiche) e 5 (pressioni antropiche): vengono riportate nella tabella le variabili più correlate ($r > 0.5$). Per aiutare l'interpretazione del secondo asse vengono inoltre riportati in tabella correlazioni anche inferiori a 0.5 (ma comunque superiori a 0.25).

È stata inoltre considerata la disposizione dei siti e dei campioni nello spazio definito dai primi due assi di variazione, sovrapponendo le categorie principali dei corpi idrici di appartenenza (fig. 6): Naturale, Reference, Artificiale, Fortemente modificato, Sito di Controllo per i fortemente modificati (vale a dire siti in cui le variabili non di designazione fossero nelle migliori condizioni possibili). Alle diverse categorie di corpo idrico si possono associare in generale differenti livelli di alterazione e di qualità delle caratteristiche fisiche e territoriali analizzate. È possibile evidenziare (Fig. 6) come il primo asse rappresenti un gradiente di alterazione, dove a destra del grafico si posizionano i siti di riferimento e i naturali del Friuli Venezia Giulia (i.e. siti che pur non essendo reference sono caratterizzati da biocenosi ben strutturate), al centro del grafico si posizionano i siti naturali del Veneto, e, proiettati verso la sinistra del grafico, rispettivamente si posizionano i siti fortemente modificati e quelli artificiali. È logico attendersi che i siti naturali, che comprendono anche siti

molto degradati sebbene non fortemente modificati, si sovrappongano in parte ai siti fortemente modificati.

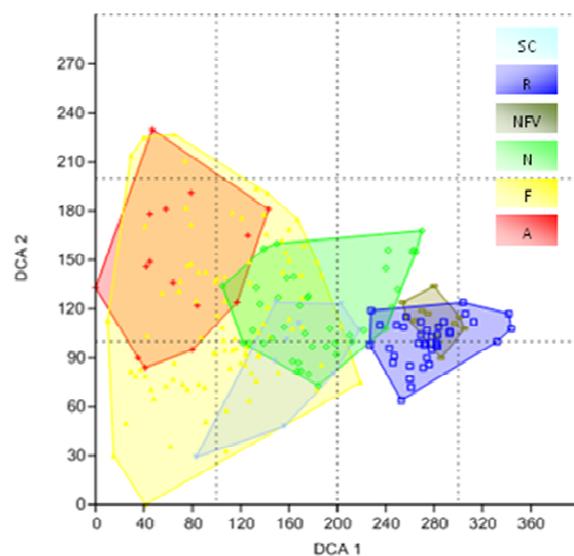


Figura 6. Raggruppamento sulla base della categoria di corpo idrico: R = siti Reference, NFV = siti Naturali Friuli, N = siti Naturali Veneto, F = siti Fortemente modificati Veneto, SC = siti controllo Veneto, A = siti Artificiali Veneto

Sulla base della disposizione dei campioni osservata in figura 6 e della correlazioni tra i valori degli assi e le variabili abiotiche (tab. 4 e 5), il primo asse (DCA1), cioè l'asse di variazione più importante, può essere interpretato come asse di variazione legato alla morfologia (siti naturali vs fortemente modificati) e alle condizioni territoriali. In dettaglio, per le variabili morfologiche (tab. 4), la correlazione più alta registrata (-0.81) si riferisce alla fascia riparia o, meglio alla sua assenza, dato che i valori dell'indice utilizzato (ARPAV, 2009) crescono al diminuire della qualità della vegetazione. Anche le arginature sul tratto e sul corpo idrico (l'isolamento dell'alveo ne è sovente una caratteristica conseguente) risultano molto correlate al primo asse. Significativo, a confermare il peso di questo fattore primario di alterazione morfologica, è che i valori di correlazione più alti sono associati all'assenza delle arginature e alla presenza di semplici sponde in terra, senza cioè elementi di artificialità sul banktop. Ciò in definitiva conferma anche dal punto di vista delle comunità del macrobenthos l'importanza e l'impatto delle arginature.

Tabella 4. Interpretazione assi di variazione biologica (DCA1, DCA2) mediante correlazione (Pearson) con le variabili abiotiche indicative di un impatto morfologico.

scala	caratteristica	DCA 1	DCA 2
Corpo idrico	Lunghezza totale sponde	-0.65	-0.22
	% Sponda in terra non arginata	0.66	-0.26
	% Arginatura	-0.55	0.33
	% Alveo isolato	-0.64	0.06
	Culvert	-0.10	-0.25
Tratto (reach di 500 m longitudinali)	% Sponda in terra non arginata	0.71	-0.21
	% Arginatura	-0.56	0.26
	Indice fascia riparia	-0.81	-0.11

Per quanto riguarda il dataset delle variabili abiotiche delle fonti di pressione legate all'uso del territorio e alla qualità di per sé (tab. 5), le correlazioni maggiori registrate in positivo e in negativo sono con l'uso del suolo all'interno del buffer longitudinale di 500 metri sul sito (50 m laterali, per sponda) e sull'intero corpo idrico (sempre 50 m laterali); si è risposto quindi all'interrogativo posto precedentemente su quale fosse la scala di analisi a cui rispondono meglio le comunità di macroinvertebrati. Tale scala, nel contesto BSL, risulta essere con notevole evidenza quella del tratto fluviale (i.e. *reach*) con 500 m longitudinali (per 50 m, lateralmente a

ciascuna sponda), nel quale il sito di campionamento è inserito. Essa, per come le informazioni sono qui state derivate in ambiente GIS, corrisponde esattamente alla scala di applicazione in campo del metodo CARAVAGGIO. Questo risultato è in linea con l'approccio di INHABIT, dove la scala per cui sono stati raccolti i dettagli relativi agli habitat fluviali corrisponde ai 500 m, anche in considerazione del fatto che numerosi lavori hanno dimostrato la rilevanza di questa scala per gli elementi biologici di qualità (Bona et al., 2008; Buffagni et al., 2009; 2010b; Erba et al., in prep; Lorenz & Feld, 2013).

Tabella 5. Interpretazione assi di variazione biologica (DCA1, DCA2) mediante correlazione (Pearson) con le variabili abiotiche (Pressioni connesse con l'uso del suolo e la qualità dell'acqua).

scala	caratteristica	DCA 1	DCA 2
Bacino di monte	Punteggio tot uso suolo	-0.55	-0.22
	Punteggio uso agricolo a forte impatto	-0.40	-0.16
	Punteggio uso artificiale	-0.55	-0.24
	% Uso naturale	0.62	0.15
	Rete stradale	-0.44	-0.16
Bacino diretto corpo idrico	Punteggio tot uso suolo	-0.58	-0.20
	Punteggio uso agricolo a forte impatto	-0.43	-0.11
	Punteggio uso artificiale	-0.41	-0.19
	% Uso naturale	0.57	0.19
	Rete stradale	-0.41	-0.12
Corpo idrico (buffer laterale 50 m)	Punteggio tot uso suolo	-0.73	-0.14
	Punteggio uso agricolo a forte impatto	-0.50	-0.07
	Punteggio uso artificiale	-0.53	-0.14
	% Uso naturale	0.74	0.09
	Rete stradale	-0.54	-0.15
Tratto (reach di 500 m longitudinali su buffer laterale di 50 m)	Punteggio tot uso suolo	-0.73	-0.07
	Punteggio uso agricolo a forte impatto	-0.42	-0.06
	Punteggio uso artificiale	-0.49	-0.04
	% Uso naturale	0.74	0.06
	Rete stradale	-0.52	0.11
Sito	LIMeco	0.50	0.12
	Temperatura	-0.08	-0.29
	Solidi Sospesi	-0.12	-0.24

4.3. Analisi delle relazioni tra metriche biologiche e pressioni antropiche

Al fine di completare il quadro di analisi volto ad investigare quali siano i fattori che influenzano maggiormente le biocenosi, soprattutto in chiave esplorativa in previsione di possibili, successivi approfondimenti, sono state analizzate le relazioni tra i valori delle metriche biologiche e alcuni fattori di pressione antropica, modo simile a quanto già fatto in INHABIT in Sardegna sui corpi idrici naturali (INHABIT D1d5.2; D1d5.3). Sono stati calcolati i coefficienti di correlazione (tab. 6) di tutte le metriche che compongono lo STAR_ICMi (CNR-IRSA, 2008) e lo STAR_ICMi stesso con le variabili che le analisi multivariate hanno rilevato essere più significative nel definire

gli assi multivariati. Si confermano i risultati secondo cui le pressioni antropiche maggiormente correlate alle metriche biologiche sono: il punteggio legato all'uso del territorio delle aree spondali, la % di uso naturale e l'indice di fascia riparia. In questo caso, si osservano solo deboli correlazioni con le percentuali di arginatura. Per quanto riguarda le scale spaziali, il corpo idrico e il tratto fluviale mostrano performance simili, mentre si osservano valori di correlazione inferiori per i confronti effettuati a scala di bacino, confermando ulteriormente la rilevanza della scala di tratto e quindi la rilevanza degli habitat.

Tabella 6. Correlazioni (Pearson) tra le metriche biologiche e le pressioni antropiche risultate più significative dalle analisi multivariate (solo HMWB BLS, 65 campioni).

scala	caratteristica	ASPT	N tot Fam	N Fam EPT	1-GOLD	Shannon	log(SelEPTD+1)	STAR_ICMi_nat
Bacino di monte	Punteggio tot uso suolo	-0.58	-0.49	-0.65	-0.42	-0.21	-0.65	-0.63
	Punteggio uso artificiale	-0.61	-0.52	-0.65	-0.48	-0.28	-0.64	-0.66
	% Uso naturale	0.58	0.49	0.69	0.40	0.17	0.73	0.67
Corpo idrico (buffer laterale 50 m)	Punteggio tot uso suolo	-0.69	-0.53	-0.73	-0.56	-0.21	-0.81	-0.78
	Punteggio uso artificiale	-0.56	-0.43	-0.52	-0.47	-0.18	-0.58	-0.60
	% Uso naturale	0.68	0.53	0.75	0.53	0.20	0.82	0.77
	% arginatura	-0.20	-0.31	-0.37	-0.18	0.02	-0.55	-0.45
Tratto (500m su buffer laterale di 50 m)	Punteggio tot uso suolo	-0.64	-0.51	-0.70	-0.56	-0.16	-0.79	-0.75
	Punteggio uso artificiale	-0.44	-0.42	-0.47	-0.35	-0.17	-0.51	-0.52
	% Uso naturale	0.64	0.51	0.73	0.55	0.17	0.81	0.76
	Indice fascia riparia	-0.71	-0.61	-0.82	-0.57	-0.16	-0.89	-0.84
	% arginatura	-0.26	-0.33	-0.38	-0.29	0.00	-0.51	-0.46
Sito	LIMeco	0.33	0.32	0.43	0.37	0.14	0.48	0.48

Vengono inoltre riportati, a titolo esemplificativo, i grafici di regressione per quelle variabili (pressione vs metrica biologica) risultate maggiormente correlate.

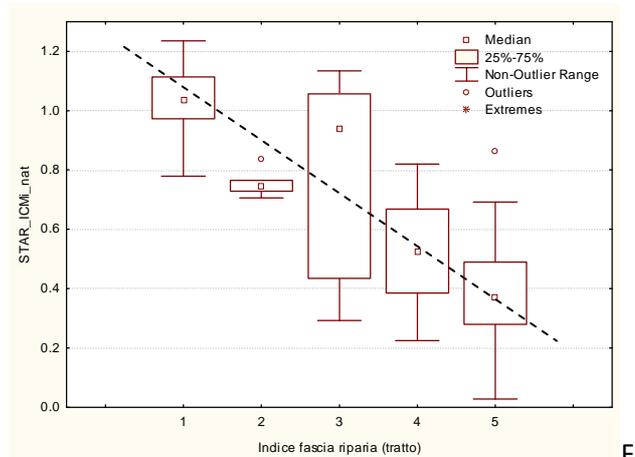


Figura 8. Esempio di relazione lineare tra STAR_ICMi_nat (calcolato con valori di riferimento dei corpi idrici naturali) e indice di fascia riparia - variabile non di designazione—(1: condizioni naturali; 5: sponde fortemente alterate).

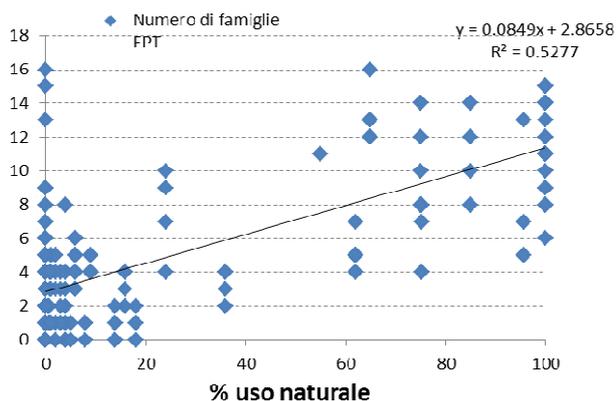


Figura 9. Esempio di relazione lineare tra numero di famiglie di EPT e % di uso naturale nel tratto fluviale.

L'analisi delle relazioni tra metriche biologiche e pressioni antropiche porta a ritenere che intervenendo su indice di fascia riparia, presenza di uso naturale nel tratto e, più in generale, se si porta l'uso del territorio verso situazioni di maggior naturalità nel tratto fluviale, le comunità biocenotiche potranno migliorare in modo significativo (Figg. 8, 9 e 10). In altre parole, si ritiene che le misure in grado di determinare miglioramenti di tali aspetti daranno risultati rilevabili (i.e. verifica dell'efficacia delle misure stesse) mediante l'analisi delle componenti biologiche e i valori osservati delle metriche di

classificazione. Tali risultati sono perfettamente in linea con quanto riscontrato nel corso di altre attività INHABIT (INHABIT, I3d2.1; INHABIT D1d5.2; INHABIT D1d5.3)

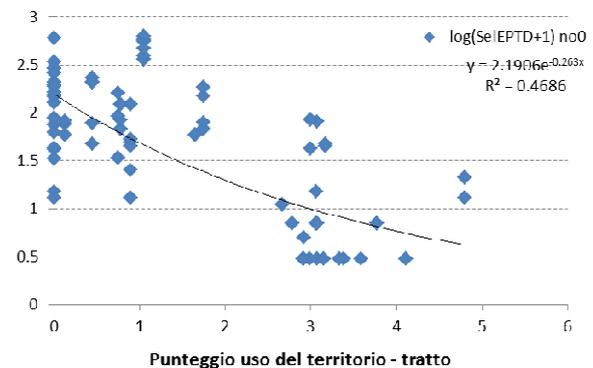


Figura 10. Esempio di relazione esponenziale tra log Sel EPTD e punteggio dell'uso del territorio nel tratto fluviale

4.4. Relazione tra metriche biologiche e caratteristiche di habitat, rilevate con l'applicazione del metodo CARAVAGGIO

L'ARPA Veneto ha effettuato il monitoraggio degli habitat secondo il protocollo CARAVAGGIO su un sotto-campione delle stazioni del bacino scolante con la finalità di raccogliere informazioni specifiche sulle condizioni di habitat da poter correlare ai campioni biologici. Il metodo è stato applicato su una selezione di 21 tratti, tra quelli considerati nel presente contributo.

I risultati, sebbene preliminari, sembrano confermare con chiarezza come la diversificazione degli habitat acquatici (HQA) sia molto importante per interpretare la variabilità delle metriche biologiche (Fig. 11) in BSL, come già evidenziato nel contesto di corpi idrici non fortemente modificati (INHABIT).

Tali analisi, seppure aventi solo carattere indicativo e descrittivo, dato l'esiguo numero di campioni, portano a ritenere che intervenendo in particolar modo sulla diversificazione degli habitat fluviali sarebbe possibile recuperare la qualità ecologica sia in contesto naturale che fortemente modificato. Ne deriva che disporre dell'informazione di habitat potrà risultare estremamente utile - se non necessario - per pianificare adeguate ed opportune misure per il raggiungimento degli obiettivi di qualità anche degli HMWB.

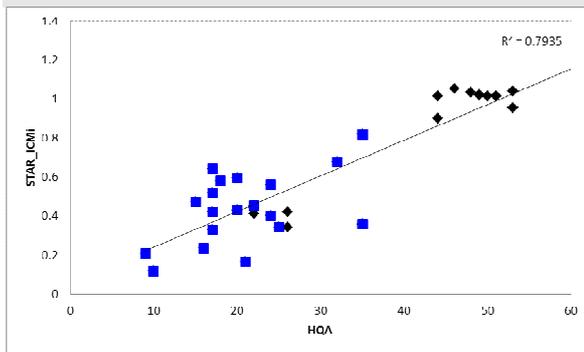


Figura 11. Relazione tra numero STAR_ICMi e HQA. In blu i siti BSL.

5. Conclusioni

Nel presente lavoro i corpi idrici fortemente modificati di una complessa realtà ambientale di pianura dell'Italia settentrionale, sono stati caratterizzati in un sistema che ne permettesse l'identificazione sulla base dell'uso di destinazione e delle alterazioni dominanti.

L'inquadramento degli HMWB in una sistematica dedicata costituisce un importante strumento utile ai fini della definizione di misure gestionali differenziate e calibrate all'interno dei limiti imposti dai vincoli delle destinazioni d'uso. In pianura tali vincoli sono per lo più correlati all'uso del suolo e nello specifico alla distribuzione del tessuto urbano a ridosso dell'alveo.

Sono state individuate le relazioni tra le comunità macrobentoniche e un cospicuo set di variabili abiotiche confermando la validità dell'approccio INHABIT anche per corpi idrici pesantemente impattati e morfologicamente degradati. Le caratteristiche fisiche maggiormente correlate al gradiente ambientale definito dalle comunità macrobentoniche sono risultate essere:

- presenza, sviluppo e qualità della fascia riparia, che migliora all'aumentare della naturalità dei siti, alla quale corrispondono maggior ricchezza e diversificazione delle biocenosi acquatiche;
- alvei isolati (più l'alveo è isolato più compromesse sono le biocenosi);
- presenza ed estensione di arginature (le comunità migliori sono legate a una minore presenza di arginatura o comunque alla presenza di argini in terra);

- l'uso del suolo alle scale di tratto (500 m) e corpo idrico, quantificato in termini di Land Use Index (LUI), mediante semplici attribuzioni di punteggio alle varie categorie d'uso del suolo. In particolare, all'aumentare dell'indice LUI (i.e. aumento percentuale di usi antropici) si registra un impoverimento nelle biocenosi;

- percentuale di aree naturali nelle stesse porzioni di territorio (una maggiore presenza di aree naturali è correlata ad una migliore comunità di invertebrati);

- inquinamento dell'acqua (LIMeco) (all'aumentare dei valori di LIMeco le comunità di invertebrati si avvicinano a quelle dei siti naturali non alterati e dei siti di riferimento);

- presenza di rete stradale e di uso artificiale sulle sponde, la cui percentuale influisce negativamente sulle biocenosi acquatiche.

È interessante notare come la scala risultata di maggior rilevanza per le comunità macrobentoniche sia quella del tratto (*reach*) di 500 m (con estensione laterale di 50 m per ciascuna sponda), seguita con correlazioni leggermente inferiori dalla scala di corpo idrico (con estensione 50 m laterale). Nell'ordine, sono poi risultate influenti le seguenti scale: bacino a monte (i.e. porzioni a monte e laterali); bacino del corpo idrico (i.e. porzioni laterali). Ciò fornisce inoltre importanti indicazioni su quale sia la scala maggiormente idonea ad un'analisi di rischio più strettamente connessa alle condizioni reali di qualità delle comunità biotiche (in particolare del macrobenthos).

L'analisi delle relazioni tra metriche biologiche utilizzate per la classificazione e pressioni antropiche, unitamente ai risultati delle analisi multivariate, confermando i risultati INHABIT sui corpi idrici naturali, portano a concludere che:

- è importante disporre delle informazioni relative agli habitat acquatici e di sponda per poter interpretare le risposte biologiche osservate, per pianificare misure di ripristino adeguate e per verificarne l'efficacia in termini quantitativi;
- in termini gestionali, il miglioramento della qualità della fascia riparia e l'aumento della percentuale di presenza di usi naturali nel tratto fluviale/corpo idrico consentirebbero, attraverso un semplice

recupero di 'naturalità', di ottenere un incremento della qualità biologica.

Queste considerazioni relative all'importanza degli habitat acquatici e di sponda per le biocenosi acquatiche sono anche supportate dall'analisi dei dati raccolti con il protocollo CARAVAGGIO, sebbene sulla base delle poche applicazioni ad oggi effettuate nell'area considerata. In termini generali, e a integrazione quindi di quanto esposto al punto precedente, è inoltre interessante evidenziare che:

- è apparso con grande evidenza come la componente biologica risponda in maniera chiara alla qualità dell'habitat acquatico e si può ipotizzare che anche il solo miglioramento degli habitat acquatici (con o senza sensibili variazioni delle caratteristiche spondali e/o di qualità dell'acqua) possa condurre a evidenti miglioramenti qualitativi del potenziale ecologico dei corpi idrici;

- in particolare nel contesto BLS, data la generale banalizzazione degli habitat fluviali presenti, il miglioramento anche puntuale e localizzato delle caratteristiche di habitat (acquatico e spondale) potrà portare a benefici rilevabili di qualità biologica, se operato/indotto su tratti sufficientemente estesi dei corpi idrici.

Ringraziamenti

Si ringrazia il personale ARPAV della Direzione Tecnica (Area Tecnico-Scientifica) - Servizio Osservatorio Acque Interne per la collaborazione. Si ringraziano inoltre i "biologici di campo" dei Dipartimenti Provinciali ARPAV per il prezioso apporto della loro conoscenza diretta dei corsi d'acqua veneti. Si ringrazia inoltre ARPA Friuli Venezia Giulia per aver messo a disposizione dati dal contesto planiziale utili a definire il gradiente ambientale investigato in questo lavoro.

BIBLIOGRAFIA

ARPAV - Servizio Acque Interne 2009. "Sintesi delle pressioni e degli impatti e valutazione del rischio di non raggiungimento degli obiettivi" documento tecnico All. C al D.G.R. n. 18 del 20/02/2012, Regione Veneto.

BONA F, FALASCO E, FENOGLIO S, IORIO L, BADINO G, 2008. Response of macroinvertebrate and diatom communities to human-induced physical

alteration in mountain streams. *River Res Appl* 24:1068–1081.

BUFFAGNI A., CIAMPITIELLO M. & ERBA S., 2005. Il rilevamento idromorfologico e degli habitat fluviali nel contesto della Direttiva Europea sulle Acque (WFD): principi e schede di applicazione del metodo CARAVAGGIO. *Notiziario IRSA dei Metodi Analitici*, Dicembre 2005 (2): 32-46.

BUFFAGNI, A., ARMANINI, D. G., ERBA, S., 2009. Does the lentic-lotic character of rivers affect invertebrate metrics used in the assessment of ecological quality? *Journal of Limnology* 68(1), 92–105.

BUFFAGNI A., ERBA S. & DEMARTINI D., 2010a. Deliverable Pd3. Indicazioni generali e protocolli di campo per l'acquisizione di informazioni biologiche e di habitat. Parte A: fiumi. Project INHABIT - LIFE08 ENV/IT/000413. 99 pp. www.life-inhabit.it

BUFFAGNI, A., ERBA, S., ARMANINI, D. G., 2010b. The lentic-lotic character of Mediterranean rivers and its importance to aquatic invertebrate communities. *Aquatic Sciences* 72, 45-60.

BUFFAGNI A., DEMARTINI D. & TERRANOVA L., 2013. Manuale di applicazione del metodo CARAVAGGIO. Guida al rilevamento e alla descrizione degli habitat fluviali. Monografie dell'Istituto di Ricerca Sulle Acque del Consiglio Nazionale delle Ricerche, 2013. 262 pp.

CNR-IRSA, 2008. Direttiva 2000/60/EC (WFD), condizioni di riferimento per fiumi e laghi, classificazione dei fiumi sulla base dei macroinvertebrati acquatici. *Notiziario dei metodi analitici*, numero speciale 2008, 88 pp.

DE GENNARO M., FOCCARDI M., GIAGGIO C., NORDIO M. (2007), Dal progetto GSE LAND alla Base di Dati di Copertura del Suolo: utilizzo delle banche dati territoriali del SIT della Regione del Veneto, Atti 11° Conferenza Nazionale ASITA, Centro Congressi Lingotto, Torino 6-9 Novembre 2007.

DEMARTINI D., ERBA S., ARMANINI D.G., DI PASQUALE D. & BUFFAGNI A. 2010. 5.4 Uso del territorio e metodo CARAVAGGIO: il descrittore LUICARA (Land Use Index). In: Buffagni A., Erba S. &

Demartini D., Indicazioni generali e protocolli di campo per l'acquisizione di informazioni idromorfologiche e di habitat. Deliverable Pd3 – Parte A: Fiumi. Project INHABIT - LIFE08 ENV/IT/000413, CNR-IRSA, 94pp.

DISTRETTO IDROGRAFICO ALPI ORIENTALI, 2010. Piano di gestione del distretto delle alpi orientali (dir. 2000/60/CE).

D.M. 260/2010. Regolamento recante i Criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo. G.U. 30 del 7 Febbraio 2011.

INHABIT I3d2.1, 2013. In: Deliverable I3d2. Project INHABIT - LIFE08 ENV/IT/000413. www.life-inhabit.it

INHABIT D1d5.2, 2013 In: Deliverable D1d5. Project INHABIT - LIFE08 ENV/IT/000413. www.life-inhabit.it

INHABIT, D1d5.3, 2013. In: Deliverable D1d5. Project INHABIT - LIFE08 ENV/IT/000413. www.life-inhabit.it

ISPRA, 2013. Procedura per la designazione dei corpi idrici fortemente modificati. Bozza. 14 pp.

KING R. S., BAKER M. E., WHIGHAM D.F., WELLER D. E., JORDAN T. E., KAZYAK P. F. & HURD M. K., 2005. Spatial considerations for linking watershed land cover to ecological indicators in streams. *Ecological Application*, 15 (1): 137-153.

LORENZ, A. W., FELD, C. K., 2013. Upstream river morphology and riparian land use overrule local restoration effects on ecological status assessment. *Hydrobiologia* 704, 489–501.

TER BRAAK C.J.F. & PRENTICE I.C., 1988. A theory of gradient analysis. *Advanced Ecological Research*, 18:271-313.

TERRANOVA L., ERBA S., CAZZOLA M. & BUFFAGNI A., 2013. I corpi idrici fortemente modificati (HMWB) nel bacino scolante della laguna di Venezia: proposta per la definizione del potenziale ecologico e approccio alla loro classificazione, ai sensi della Direttiva 2000/60/CE. Rapporto conclusivo, CNR-IRSA, 168 pp.

I3d2.7 GUIDA SINTETICA ALL'UTILIZZO DEL SOFTWARE CARAVAGGIOsoft ver. 2.0

Di Pasquale D.¹, Demartini D.^{2,3}, Erba S.³ e A. Buffagni³

¹ CNR-ITC-Istituto per le Tecnologie della Costruzione, Via Bassini 15, 20133 Milano, Italy

² Prothea Srl, Via Gran Sasso, 50, 20131, Milano, Italy

³ CNR-IRSA - Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Ricerca sulle Acque, U.O.S. Brugherio, Via del Mulino 19, 20861, Brugherio (MB)

RIASSUNTO

Il metodo CARAVAGGIO (Core Assessment of River hAbitat VAle and hydro-morphoGical cOndition) è un protocollo di raccolta dati per il rilevamento delle caratteristiche idromorfologiche e degli habitat fluviali nato come evoluzione del metodo inglese River Habitat Survey (RHS) e come suo adattamento alle caratteristiche degli ambienti fluviali dell'Europa meridionale e mediterranea.

Per l'utilizzo applicativo del metodo CARAVAGGIO è stato realizzato un software dedicato all'archiviazione dati e al calcolo degli indicatori. L'agevole archiviazione dei dati raccolti in campo è un requisito importante per un metodo che consente la raccolta di informazioni e la quantificazione di molte centinaia di caratteristiche fluviali. Il metodo CARAVAGGIO prevede infatti la possibilità di raccogliere circa 1500 singole informazioni per ogni tratto fluviale investigato e necessita, quindi, di uno strumento per l'archiviazione dell'informazione raccolta. È altresì fondamentale che i principali descrittori ottenibili da tali dati possano essere calcolati in modo corretto ed in breve tempo dopo il rilievo effettuato. A tale fine è stato sviluppato il Software CARAVAGGIOsoft che è una base dati relazionale sviluppata su piattaforma Microsoft Access, fornita di interfacce di input-output per l'inserimento, la gestione, l'elaborazione e l'esportazione dei dati prodotti mediante l'applicazione del metodo CARAVAGGIO.

Il software CARAVAGGIOsoft consente l'archiviazione dei dati e può produrre output di dati grezzi ed elaborati. Una sezione del database è espressamente sviluppata per raccogliere i dati di microhabitat fluviale e contiene, inoltre, opportune

routine per il calcolo automatico di indicatori sintetici dell'informazione raccolta (HQA Habitat Quality Assessment, HMS Habitat Modification Score, LUlc land Use Index e LRD Lentic-lotic River Descriptor).

Il software CARAVAGGIOsoft nasce sulla scia dei database sviluppati per la gestione dati del RHS britannico condividendone l'approccio metodologico e tecnico e introducendo aspetti innovativi legati all'aggiunta di nuove funzionalità (caratterizzazione di micro scala degli ambienti fluviali, calcolo di nuovi indicatori ed elaborazioni dei dati, introduzione di schematiche mappe fluviali, esportazione per l'interscambio dati, produzione di report che riproducono in forma intelligibile la scheda compilata a mano su campo) e ad una particolare attenzione alla semplicità di utilizzo. Le maschere di inserimento riproducono le schede utilizzate sul campo e tutti i campi nei quali è previsto l'inserimento dati sono provvisti di controlli a scelta multipla che presentano le opzioni ammissibili per la caratteristica da inserire in modo da limitare gli errori di battitura.

Il software è stato implementato durante il progetto INHABIT, grazie alla collaborazione di CNR-ITC, a partire dalla versione di software sviluppata nei progetti europei STAR ed Eurolimpacs. Sebbene il progetto INHABIT abbia costituito l'occasione per implementare ed aggiornare il software anche sulla base dei risultati del progetto, l'attività di sviluppo del software non ha previsto lo stanziamento di fondi dedicati. Peraltro, la base di partenza è stata il già esistente software di archiviazione predisposto per il progetto STAR, e data l'indisponibilità di un progetto dedicato allo sviluppo del software, non è stata messa a punto una piattaforma dedicata, che potesse garantire una maggiore flessibilità e interoperabilità del prodotto. Il prodotto è stato testato su diverse recenti versioni di sistemi operativi e pacchetti software Microsoft, ma non essendo stato sottoposto a processi di verifica sistematici, potrebbe presentare qualche incompatibilità con alcuni abbinamenti fra versioni di MS Windows e MS Office.

Il presente contributo fornisce quindi una descrizione del software e delle sue funzionalità.

SUMMARY

The CARAVAGGIO method (Core Assessment of River hAbitat VALue and hydro-morpholoGical cONdition) is a field protocol for the collection of river habitat and hydromorphological information. It was developed starting from the UK River Habitat Survey method (RHS), in particular, keeping RHS approach and developing the survey protocol in relation to South European rivers features.

In combination to the CARAVAGGIO method a software (the CARAVAGGIOsoft) for the storage and elaboration of the collected information was developed.

The CARAVAGGIO method allows the collection of over 1500 single information for each surveyed site and needs, thus, a storage facility for the information retrieved. CARAVAGGIOsoft is a relational database for data storing with many interfaces to access data, both in input and in output as raw or elaborated data. The choice in maintaining the English language for software interfaces makes the use from foreign countries easy.

Automated routines are present to calculate synoptic indices and indicators from entered data (HQA Habitat Quality Assessment, HMS Habitat Modification Score, LUI land Use Index, IQH Habitat Quality index and LRD Lentic-lotic River Descriptor). CARAVAGGIOsoft was developed upon the database used in the STAR Project to store RHS data and shares its technical and methodological approach to data managing, introducing new aspects and new functionalities (micro-habitat characterization, calculation of new descriptors and data elaboration, introduction of schematic fluvial maps, data export facilities and report production) and a special focus on user friendliness. Each input field provides a multiple choice control that shows all and only the admissible entries, in order to minimize data mismatching and mistakes. A detailed description of the software and its functionalities is presented.

The software was implemented during the INHABIT (LIFE08 ENV/IT/000413) project in close collaboration with CNR-ITC, starting from the software version available since EU STAR and Eurolimpacs projects. INHABIT project provided the conceptual framework inside which developing the software, in relation to the definition of the final version of field forms for the CARAVAGGIO method and with the publication of the manual for the

application of the CARAVAGGIO method. The software was developed as a subsidiary activity of INHABIT project, not involving dedicated resources, not originally planned, thus the original structure, dating 2004, of the software was kept, not providing a full re-organization of the software. The largest effort was put on the definition of the automated routines for the calculation of the newly developed indicators and on the updating of the ones at the basis of the original indicators.

This contribution is thus dedicated to the presentation of the software and its functionalities.

IL METODO CARAVAGGIO E IL SOFTWARE CARAVAGGIOsoft

Il metodo CARAVAGGIO (Core Assessment of River hAbitat VALue and hydro-morpholoGical cONdition, Buffagni et al., 2013) è un protocollo di raccolta dati per il rilevamento delle caratteristiche idromorfologiche e degli habitat fluviali. Il metodo consente il rilevamento di un'ampia gamma di caratteristiche idromorfologiche e di habitat, soddisfacendo i requisiti della Direttiva Quadro europea sulle Acque (WFD: EC, 2000/60) e dei recepimenti nazionali (e.g. DM 260/2010). È prevista infatti, la registrazione di informazioni che variano dalla tipologia vegetazionale e di uso del territorio, alla tipologia di substrato e flusso rilevati nel canale, alle caratteristiche di deposito/erosione di alveo e sponde, alla presenza di specifiche alterazioni morfologiche (e.g., rizezionamento rive e canale, ponti, briglie). Il metodo deriva dal *River Habitat Survey* britannico (Raven et al., 1998), di cui conserva l'approccio generale, che è stato specificatamente implementato e modificato al fine di rappresentare più compiutamente la realtà fluviale sud europea in modo da raccogliere le informazioni idromorfologiche richieste dalla Direttiva Quadro. Le informazioni vengono rilevate lungo un tratto fluviale di 500 m lungo 10 transetti trasversali (*spotcheck*), equidistanti. Il rilevamento viene completato da una sezione che considera il totale del tratto analizzato (*sweep-up*).

Il metodo prevede la possibilità di raccogliere circa 1500 singole informazioni per ogni tratto fluviale campionato, cui possono essere sommati insiememente opzionali di dati riguardanti le caratteristiche di micro-habitat che possono portare a qualche centinaio di informazioni aggiuntive per ogni tratto caratterizzato.

Un metodo analitico di tali caratteristiche necessita di uno strumento per l'archiviazione dell'informazione raccolta. Il software CARAVAGGIO è una base dati relazionale che archivia i dati e può produrre output di dati grezzi ed elaborati, ad esempio fornendo frequenze di occorrenza delle caratteristiche riscontrate nei siti.

Con lo sviluppo del metodo RHS da parte dell'Environment Agency britannica è stata resa disponibile, nel 1997, una prima versione di base dati per la gestione dei dati prodotti. Nel 2002 è stata sviluppata una nuova versione semplificata del

database dal Centre for Ecology & Hydrology of Dorchester (UK) nell'ambito del progetto europeo STAR, esplicitamente dedicato alla costituzione di un archivio internazionale di dati idromorfologici e di habitat per l'applicazione della WFD. Nel 2004 e 2005 sono stati rilasciati aggiornamenti per il software con i quali sono state introdotte nuove caratteristiche proposte dai vari partner scientifici coinvolti nel progetto; fra queste, in particolare, una serie di approfondimenti descrittivi volti ad adattare il metodo alle caratteristiche dei corsi d'acqua del sud Europa (Buffagni et al., 2005). Dal termine del progetto STAR, il CNR-IRSA ha proseguito lo sviluppo del metodo CARAVAGGIO e con esso il software CARAVAGGIOsoft dedicato alla gestione dei dati. Esso nasce sulla scia dei precedenti database condividendone l'approccio metodologico e tecnico e introducendo aspetti innovativi legati all'introduzione di nuove funzionalità (e.g. caratterizzazione di micro scala degli ambienti fluviali, calcolo di nuovi indicatori ed elaborazioni dei dati, introduzione di mappe fluviali schematiche) e ad una particolare attenzione alla semplicità e velocità di utilizzo.

Nel contesto del progetto INHABIT, che pone l'accento sugli habitat come elemento chiave per la comprensione della funzionalità e dello stato ecologico dei sistemi acquatici, si è potuto ulteriormente affinare il software, sulla base dei risultati ottenuti in INHABIT e in relazione alla redazione del manuale di applicazione del metodo CARAVAGGIO. Il software quindi nasce dall'esigenza di gestire ed elaborare i dati raccolti con il metodo CARAVAGGIO, come strumento ausiliario al metodo e per il quale, sebbene sia stata dedicato un notevole sforzo per renderlo uno strumento funzionale, facilmente e da subito utilizzabile, non è stato previsto lo stanziamento di risorse dedicate né un progetto ad hoc che potesse curare tutti gli aspetti di inter-operatività del sistema e che curasse l'effettiva e completa adeguatezza delle maschere di inserimento dati. Non era infatti tra gli obiettivi del progetto INHABIT mettere a punto il software CARAVAGGIO, ma INHABIT ha fornito lo spunto comunque per aggiornarne alcune funzionalità.

L'interfaccia del software ha mantenuto la lingua inglese per motivi di continuità con i precedenti database ma soprattutto per un'ampia applicabilità del metodo in ambito europeo anche al di fuori dei

confini nazionali. Le schede di campo sono infatti già disponibili sia in italiano che in inglese.

Il software è stato compiutamente presentato e descritto in tutte le sue funzionalità in Di Pasquale & Buffagni (2006), nella versione 1.0. La versione attuale (figura 1) del software (2.0) ne rappresenta un'implementazione in cui in particolare sono stati curati gli aggiornamenti conseguenti alla predisposizione delle nuove schede di raccolta dati

(si veda Buffagni et al., 2013) e dei nuovi descrittori sintetici (i.e. Land Use Index).



Fig. 1 - Menu principale del software CARAVAGGIOsoft.

UTILIZZO DEL SOFTWARE

Le diverse funzionalità del software e le procedure di inserimento dati, interrogazione, esportazione delle informazioni grezze ed elaborate sono dettagliatamente descritte in Di Pasquale & Buffagni (2006) e tale documento rappresenta, anche per la versione 2.0, la guida di riferimento per orientarsi nell'utilizzo del software.

Si ricorda brevemente che il software CARAVAGGIOsoft presenta un'interfaccia in lingua inglese associata alla versione inglese delle schede di campo del metodo CARAVAGGIO, che riproduce.

Sebbene il software sia stato aggiornato, in modo da rispettare nei limiti delle risorse disponibili le novità introdotte con INHABIT, lo sforzo maggiore è stato indirizzato alla verifica delle routine di calcolo dei descrittori di habitat e alla messa a punto del calcolo di nuovi indicatori, non previsti dalle precedenti versioni. Per alcune sezioni, per le quali si riportano i dettagli nel seguito, non è stato possibile introdurre alcune delle specifiche ora presenti nelle schede CARAVAGGIO, quindi in pochi casi è venuta meno la

fedele riproduzione schede/interfaccia software. Per tutti i casi in cui dovesse mancare l'apposito campo nel software per l'inserimento di una specifica informazione l'indicazione generale è di riportare queste informazioni nei campi 'note'. Si segnala comunque che il mancato inserimento come informazione specifica non pregiudica in alcun modo, allo stato attuale, il calcolo dei descrittori di habitat.

Si segnala che il software, oltre a disporre di interfacce che consentono l'archiviazione dei dati raccolti nelle 4 pagine che costituiscono il form di campo, contiene anche una sezione espressamente sviluppata per raccogliere i dati di microhabitat secondo un modulo accessorio sviluppato in relazione alle attività del progetto europeo Euro-limpacs (www.eurolimpacs.ucl.ac.uk/). Per i dettagli su questa sezione si rimanda a Di Paquale & Buffagni (2006).

Il software contiene, infine, opportune routine per il calcolo automatico di descrittori sintetici dell'informazione raccolta e cioè: HQA - Habitat

Quality Assessment; HMS - Habitat Modification Score; LUI - Land Use Index; IQH – Indice di Qualità dell’Habitat e LRD - Lentic-lotic River Descriptor, in modo da poter esprimere in forma numerica alcuni aspetti dello stato dell’habitat di un ambiente fluviale (anche *sensu* DM 260/2010).

Si elencano quindi nel seguito le principali modifiche rispetto a quanto contenuto in Di Pasquale & Buffagni (2006), anche conseguenti le attività di INHABIT.

Le maschere di inserimento dati sono state modificate affinché continuassero a rappresentare, in linea generale, le schede di campo, così come riportate in Buffagni et al. (2013) e scaricabili al sito <http://www.life-inhabit.it/it/download/public-reports-guidelines>.

È stata semplificata la sezione relativa alla stampa delle informazioni archiviate nel software che possono ora essere stampate come file pdf premendo il pulsante print (figura 2) o direttamente inviate alla stampante installata sul proprio pc (Fig 2).

Le routine di calcolo degli indicatori HMS e HQA sono state aggiornate al fine di rappresentare le modalità di calcolo descritte in Buffagni et al. (2010). Sono inoltre state approntate le routine di calcolo dell’indicatore LUI (anche chiamato LUIr e LUI cara) sempre descritto in Buffagni et al. (2010)., mentre si rimanda in toto a Di Pasquale & Buffagni (2006) per quanto riguarda il descrittore LRD.

Calcolo LUI

Alcune informazioni numeriche che sono considerate nel calcolo del LUI sono indispensabili per il corretto funzionamento della routine di calcolo. È necessario verificare di avere opportunamente riempito i seguenti campi (i.e. è necessario non rimangano dei ‘-9’): altezza della sommità di sponda, estensione della sponda, larghezza totale dell’alveo. Qualora l’operatore abbia dimenticato di registrare in qualche *spot-check* una di queste informazioni, si suggerisce di inserire al posto del ‘-9’ un numero medio, basato su quanto registrato negli altri *spot-check*. La mancanza di informazione, per queste categorie si traduce nel blocco del software.

Se rimangono dei ‘-9’ negli usi del territorio, questi non interferiscono con le routine di calcolo (ma vengono trascurati, in qualità di informazioni mancanti).

Il calcolo di questo indicatore, può richiedere qualche minuto.

Per gli indicatori HQA, HMS e LUI sono disponibili le routine per il calcolo dei Rapporti di Qualità Ecologica (RQE o EQR in inglese), sulla base del tipo fluviale indicato nell’apposito campo di inserimento dati.

Tipo fluviale

Per ciascun rilevamento (tratto per cui sono stati raccolti i dati CARAVAGGIO) è necessario indicare il tipo fluviale cui quel tratto appartiene. Nell’elenco del menù a tendina per i tipi fluviali, è data indicazione di una serie di tipi presenti in Europa che sono stati studiati nel corso dei progetti AQEM e STAR. Di fatto non sono riportati i tipi fluviali italiani, ma sono indicati i macrotipi del processo dell’intercalibrazione. La scelta del macrotipo è un’informazione necessaria al calcolo degli EQR degli indicatori sintetici (vedi DM 260/2010) che è possibile derivare dall’applicazione del CARAVAGGIO.

Calcolo EQR

Prima di procedere all'utilizzo della routine 'calcolo EQR' è necessario avere prima provveduto al calcolo di HQA/HMS e LUI tramite gli appositi 'pulsanti'.

Sulla base dei valori di EQR di HQA, HMS, e LUI sono state definite le routine di calcolo dell'Indice di Qualità dell'Habitat - IQH (si veda Buffagni et al., 2010 e DM 260/2010). Il risultato relativo al calcolo dell'indicatore IQH è disponibile nell'output relativo al calcolo degli EQR.

Come nella precedente versione, una volta inseriti i dati relativi ad un rilevamento, è possibile cliccando

il tasto 'Indices', nella schermata iniziale, accedere alla maschera di calcolo di tutti gli indicatori (Figura 3).

Dalle schermate dei singoli indicatori, è possibile esportare i risultati visualizzati in un file Excel, premendo il pulsante "Export to Excel" (figura 4). I risultati relativi ai singoli descrittori possono anche essere esportati accedendo, dalla schermata principale alla schermata 'export data to excel' (Fig. 5).

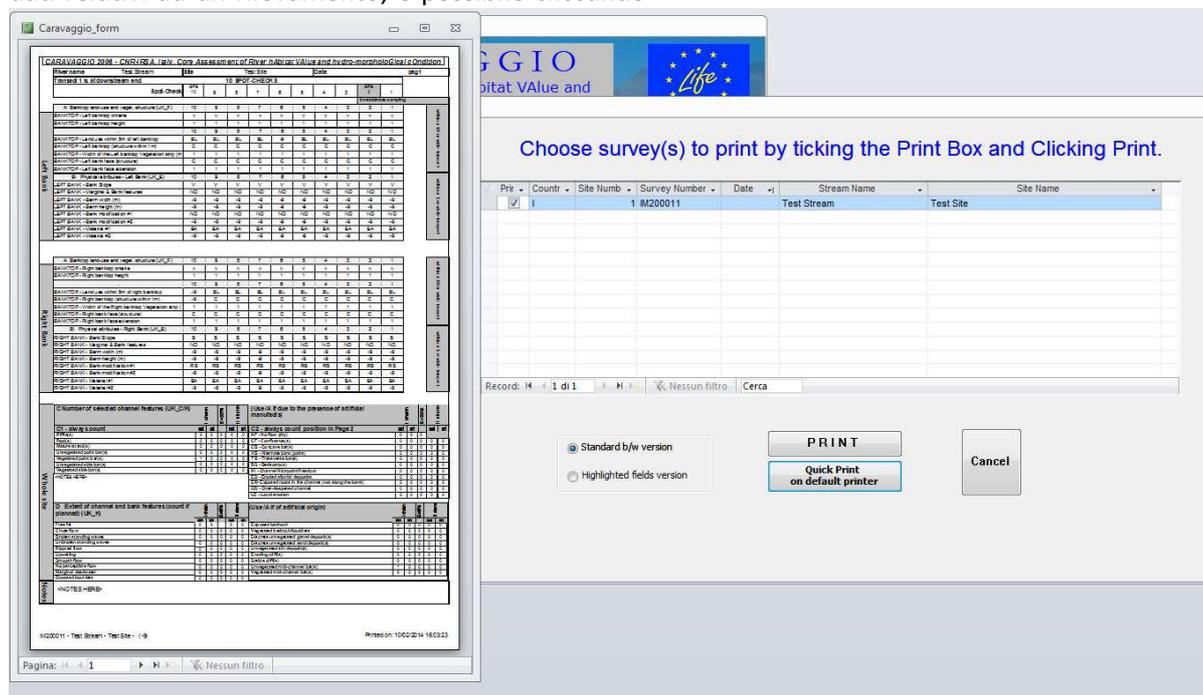


Fig.2 – Schermata per la stampa delle informazioni archiviate.



Fig. 3 – Schermata per il calcolo degli indicatori e dei rispettivi EQR ottenibili dall'applicazione del metodo CARAVAGGIO.

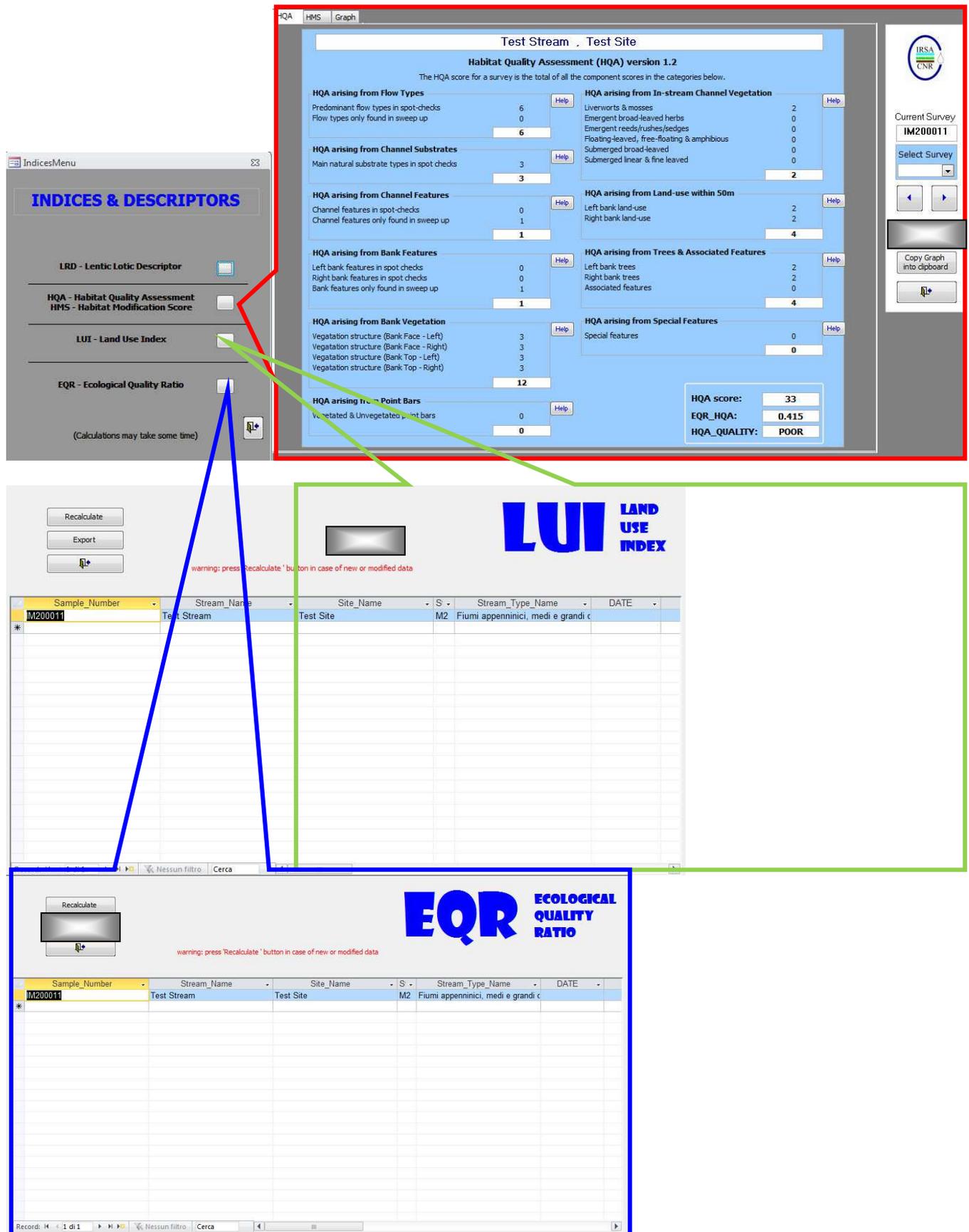


Fig. 4- Output di HQA-HMS, LUI e EQR, con possibilità di esportare i risultati visualizzati in excel.

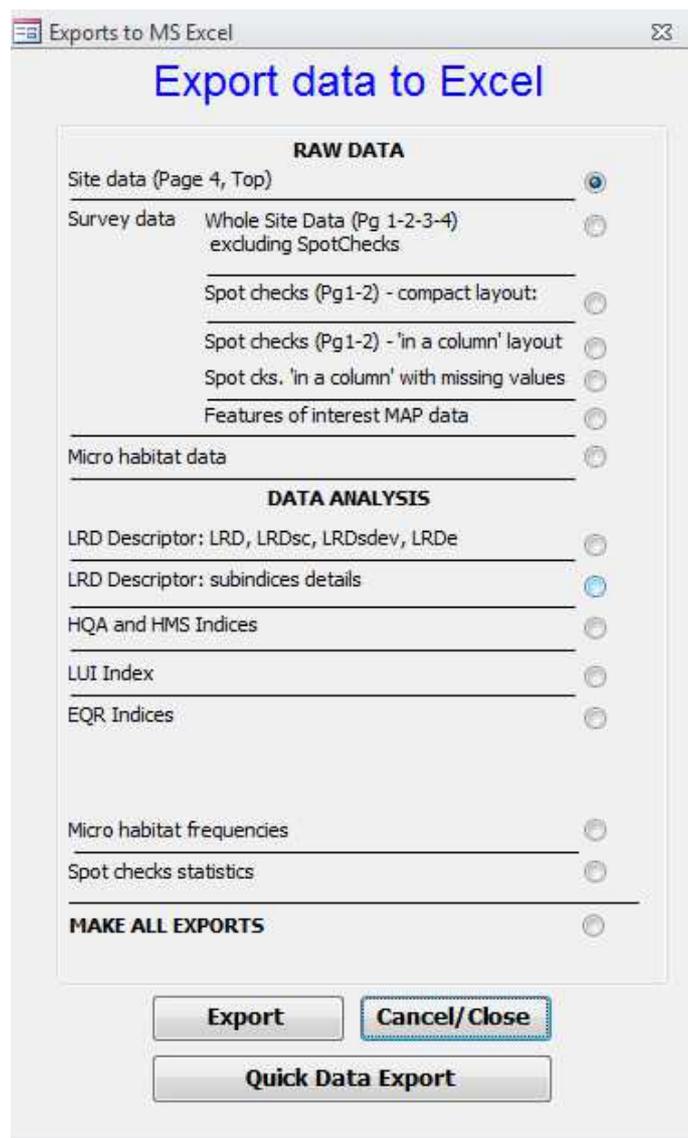


Fig. 5. Menu di esportazione dei dati in Excel

POSSIBILI ERRORI DI VISUALIZZAZIONE DELLE MASCHERE DI INSERIMENTO DATI

Con alcune combinazioni di sistemi operativi e versioni di office il software può non visualizzare correttamente le maschere di inserimento dati e potrebbe sembrare manchino alcuni campi di

inserimento. La figura 6 mostra un esempio di quello che potrebbe accadere. Se l'utente dovesse verificare di trovarsi in una situazione simile, deve procedere come indicato in figura 6.

Trascinare questa divisione verso sinistra

CARAVAGGIO 2007 - CNR-IRSA, Italy **10 Spot-checks**

PHYSICAL ATTRIBUTES OF BANKS AND CHANNEL (UK_E) **Transect 1 is at downstream end**

Description | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1

within a 10 m wide transect

E Erosion/Deposition features **Ring EC, SC or EB if composed of sandy substrate**

Left Bank (and close to)

Description	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
LEFT BANK - Erosion/Habitat #1	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9
LEFT BANK - Erosion/Habitat #2	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9
LEFT BANK - Deposition	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9

Right Bank (and close to)

Description	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
RIGHT BANK - Erosion/Habitat #1	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9
RIGHT BANK - Erosion/Habitat #2	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9
RIGHT BANK - Deposition	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9

Main Channel (highest discharge)

Description	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
MAIN CHANNEL - Deposition, mid-channel	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9
MAIN CHANNEL - Deposition #2 or Deposition possible cause										
MAIN CHANNEL - Wet channel position: Left, Centre, Right (LCR)	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9
MAIN CHANNEL - Water width (m)	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9
MAIN CHANNEL - Maximum water depth (m)	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9

Secondary Channel (most dissimilar from I)

Description	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
SECONDARY CHANNEL - Deposition, mid-channel										

Right sidebar: IRSA CNR logo, Main Menu, Current Site: 1, Current Survey: IM200011, Select Survey: IM200011, Sort: Survey, New, Delete, Clone, Rename, Page 1, Page 2, Page 3, Page 4, Print Current.

Fig. 6- Non corretta visualizzazione della maschera di inserimento dati di pagina 2, dove in alto non si riescono a visualizzare i campi per inserire il numero di canali bagnati e la sinuosità. Nella figura viene indicato come procedere per correggere la visualizzazione

DISCREPANZE TRA SCHEDE DI CAMPO E SOFTWARE

Pagina 1 – Sezione A

L'elenco degli acronimi per l'uso del suolo riporta l'indicazione di fare riferimento alla pagina 2 della chiave applicativa ('spot check key page 2') che è un errore legato alla precedente versione. È ora necessario fare riferimento alla pagina 1 della chiave.

Nell'elenco a tendina tra gli usi naturali è presente RS: *rock & scree* che una ripetizione rispetto all'acronimo corretto RD: *rock, scree or dunes*.

Pagina 1 – Sezione B

Nella maschera di inserimento dati per le misure di altezza ed estensione della berm/piana inondabile è riportata per semplicità la sola dicitura 'berm'.

Pagina 1 – Sezione C2

L'acronimo riportato per la *bedscarp* nel software è errato, poiché fa riferimento a una precedente versione. Quello corretto è BC e non BS, ma il fatto che ci sia un acronimo errato non compromette l'uso del software.

Pagina 1 – Sezione D

Le caratteristiche del lato destro della sezione D nel database hanno un ordine diverso rispetto alla scheda. Prestare molta attenzione durante l'inserimento dati.

Pagina 2 – Sezione E

Nel software c'è la possibilità di segnalare quale forma di deposito sia responsabile della separazione tra canale principale e secondario. Questa informazione può essere eventualmente registrata, sebbene al momento non ci sia indicazione di come fare, anche nella scheda

cerchiando la forma di deposito. Questa informazione è del tutto opzionale e per questo nella versione attuale delle schede non è indicata.

Pagina 2 – Sezione F

Nell'elenco dei flussi nel software manca l'acronimo NV. Qualora rilevato su campo, lasciare le celle vuote nel software.

Pagina 2 – Sezione G

Nella maschera di inserimento non si fa distinzione tra i gruppi di opere trasversali H (Briglie e manufatti a forte impatto) e W (Briglie/soglie) come viene richiesto nella scheda; è mantenuta invece la precedente impostazione che utilizzava un'unica categoria W (*Weir/Sluices/Dams*) includendovi anche le dighe. Non è quindi presente la categoria H. L'inserimento dei dati deve necessariamente procedere come nel sistema semplificato antecedente la revisione della scheda avendo però l'accortezza di registrare in nota la categoria di dettaglio rilevata che potrà essere così recuperata in un secondo momento. In particolare poi, nella scheda l'informazione sulla presenza di una diga viene adesso registrata in sezione Q, cosa che il

software al momento non consente, per cui nel software la si deve inserire ancora nella casella W di questa sezione, ma specificandolo chiaramente nelle note.

Riportiamo quindi un esempio pratico per chiarire meglio la corrispondenza tra software e schede per la sezione G.

Se su campo si registra, in accordo alla versione attuale della scheda, 1 Wa(i) e 1 H(s), per archiviare queste informazioni nel software si indicherà: W con '1' in intermediate e '1' in minor, specificando nel campo note di pagina 4 che la W intermediate è in verità una Wa(i) e la W minor è una H(s).

Pagina 3 – Sezione I

Le ultime due righe del gruppo di usi artificiali solo lasciate 'vuote' nel software. Se su campo si registra come da scheda l'uso 'Uso artificiale della sponda' segnalarlo in una delle due righe vuote, provvedendo a ricopiare nel software la corrispondente definizione (Fig. 7).

Agriculture				Urban					
	Top	Face	Face	Top		Top	Face	Face	Top
Broadleaf/mixed plantation/ceduo intensivo - BP	0	0	0	0	Urban - UR	0	0	0	0
Coniferous plantation - CP	0	0	0	0	Industry - IN	0	0	0	0
Eucalyptus plantation - EU	0	0	0	0	Sparse houses (Suburban development) - SU	0	0	0	0
Populus plantation - PO	0	0	0	0	Water treatment plan - WT	0	0	0	0
Orchard - OR	0	0	0	0	Main road - MR	0	0	0	0
Olive trees - OL	0	0	0	0	Road - SR	0	0	0	0
					te road/large footway - WR	0	0	0	0
					Railway - RA	0	0	0	0
					Quarrying - QU	0	0	0	0
					Parkland or gardens - PG	0	0	0	0
					Artificial open water - AW	0	0	0	0
						0	0	0	0
						0	0	0	0
J BANK PROFILES (UK_I) Use P (present), E (> 33% banklength) or W (whole stretch)									
Natural/ Unmodified			Left		Right		Artificial/modified		
Vertical /Undercut	0		0		Resectioned (reprofiled)	0		0	
Vertical with toe	0		0		Reinforced - whole	0		0	

Fig. 7 – Pagina 3. Usi del territorio. Indicazione dell'inserimento della dicitura 'Uso artificiale della sponda'.

Pagina 3 – Sezioni K L M

Nel software è riportato un '*' per indicare che la caratteristica deve essere registrata se presente con una percentuale superiore a 1. Si considera ora invece che tutte le caratteristiche riportate siano sempre da registrare, a prescindere dalla loro % di presenza, di conseguenza ignorare l' '*'.

Pagina 3 – Sezione L

Mancano alcune piante. Segnalarle in nota.

Pagina 4 – Sezione K

Mancano nel software le domande: Presenza di scale di risalita per pesci; É presente una diga/grande sbarramento?; Si è nel tratto

sotteso di una presa di derivazione? È presente una diga a monte? ** e la casellina per inserire i km per la distanza dalla diga o dalla cava di monte.

Indicare queste informazioni in nota se registrate come presenti per il tratto investigato.

Pagina 4 – Sezione R

Come indicato per le sezioni K, L e M, ignorare gli ‘*’

Nella maschera di inserimento è rimasta la possibilità di inserire le voci ‘braided channel’ e ‘very larg boulders (>1m)’ che nella versione attuale delle schede sono state tolte. In fase di inserimento dati, ignorare quindi queste voci.

La voce ‘natural cascade(s)’ è da intendersi analoga alla dicitura in scheda di ‘scivoli o gradinate di roccia’.

La voce ‘Aree sorgive in alveo o sponde’ deve essere inserita in corrispondenza di ‘Flush’.

Per quanto riguarda gli ambienti umidi, nella versione attuale della scheda è stata effettuata una semplificazione tra le diverse sfumature degli ambienti umidi utilizzati originariamente nell’RHS (*Fen*, *Bog*, *Marsh*). Nonostante i termini non siano del tutto equivalenti, la compilazione deve seguire questo schema: Ambienti di area umida = *Fen*, Aree di torbiera = *Bog*, Prati umidi = *Marsh*, Marcite = *Water meadow*.

Si riporta per chiarezza una tabella di corrispondenza tra scheda e database per la sezione R.

Canali laterali/Lanche	<i>Side channel(s)</i>
Cascate naturali < 5 m	<i>Natural waterfall(s) < 5m</i>
Cascate naturali > 5 m	<i>Natural waterfall(s) < 5m</i>
Scivoli o gradinate in roccia	<i>Natural cascade(s)</i>
Sbarramenti di detrito veg.	<i>Debris dam(s)</i>
Accumulo di foglie	<i>Leafy debris</i>
Canneti di riva	<i>Fringing reed-bank(s)</i>
Zattere di vegetazione	<i>Quaking bank(s)</i>
Inghiottitoi	<i>Sink hole(s)</i>

Ampie aree di backwater	<i>Backwater(s)</i>
Marcite	<i>Water meadow</i>
Ambienti di area umida	<i>Fen</i>
Area di torbiera (<i>Sphagnum</i>)	<i>Bog</i>
Foresta umida	<i>Wet woodland(s)</i>
Prati umidi	<i>Marsh (es)</i>
Aree sorgive in alveo e sponde	<i>Flush (es)</i>
Sorgenti pietrificanti	<i>Petrifying springs</i>
Specchi d’acqua naturali	<i>Natural open water</i>
Marmitte dei Giganti	<i>Giant couldrons</i>
Massi nella piana inondabile	<i>Floodplain boulder deposits</i>

In fondo all’elenco compaiono infine una serie di campi lasciati vuoti che possono essere utilizzati per caratteristiche specifiche ritenute di interesse.

Ringraziamenti

Il presente lavoro è stato realizzato, nell’ambito delle attività del progetto cofinanziato dalla Comunità Europea LIFE08 ENV/IT/000413 INHABIT. Si ringraziano Mike Furse e John Davy-Bowker, ricercatori del Centre for Ecology & Hydrology di Dorchester (UK), autori del database “STAR Hydromorphology Database”, per l’iniziale sviluppo del software per l’archiviazione dati del metodo RHS, sul quale il CARAVAGGIOsoft è basato. Si ringraziano infine Marcello Cazzola e Laura Terranova per il supporto dato nel testare il software.

Bibliografia

- BUFFAGNI A., ERBA S., CIAMPITIELLO M., 2005. Il rilevamento idromorfologico e degli habitat fluviali nel contesto della Direttiva europea sulle acque (WFD): principi e schede di applicazione del metodo CARAVAGGIO. *Notiziario dei Metodi Analitici IRSA* 12:32–46.
- BUFFAGNI A., ERBA S., DEMARTINI D., 2010. Deliverable Pd3. Indicazioni generali e protocolli di campo per l’acquisizione di informazioni idromorfologiche e di habitat. Parte A: FIUMI. Project INHABIT-LIFE08 ENV/IT/000413 145 pp. www.life-inhabit.it
- BUFFAGNI A., D. DEMARTINI & L. TERRANOVA, 2013. Manuale di applicazione del metodo

CARAVAGGIO - Guida al rilevamento e alla descrizione degli habitat fluviali. Monografie dell'Istituto di Ricerca Sulle Acque del C.N.R., Roma, 1/i, 262 pp.

DI PASQUALE D. & BUFFAGNI A., 2006. Il software CARAVAGGIOsoft: uno strumento per l'archiviazione e la gestione di dati di idromorfologia e habitat fluviale. IRSA-CNR Notiziario dei Metodi Analitici, Dicembre 2006: 39-64.

I3D2.8 DEFINIZIONE DELLO STATO ECOLOGICO DEI FIUMI SULLA BASE DEI MACROINVERTEBRATI BENTONICI PER LA 2000/60/EC (WFD): GUIDA ALL'UTILIZZO DEL SOFTWARE MACROPER.ICM – VERSIONE 1.0.5

Buffagni A.¹, Cazzola M.¹, Erba S.¹ & C. Belfiore^{2,1}

¹ CNR-IRSA - Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Ricerca sulle Acque, U.O.S. Brugherio, Via del Mulino 19, 20861, Brugherio (MB)

² DEB, Università della Tuscia, largo dell'Università s.n.c., 01100 Viterbo

Riassunto

Sono presentate le istruzioni d'uso della versione 1.0.5 del software MacrOper.ICM che consente di calcolare in automatico l'indice multimetrico per la definizione dello stato ecologico delle acque correnti italiane per la componente dei macroinvertebrati bentonici, in accordo con il sistema di classificazione MacrOper.

Il sistema di valutazione, concepito per il monitoraggio operativo, soddisfa le condizioni normative previste dalla WFD e considera le informazioni relative alla tipologia nazionale, i valori di riferimento specifici per tipo fluviale delle 6 metriche che costituiscono l'indice e i valori limite tra le classi di qualità definiti nel processo di intercalibrazione europea.

Il software utilizza file di input in formato .txt e consente l'export dei risultati ottenuti, utilizzabili in formato Excel. Il MacrOper.ICM fornisce la classificazione di qualità ecologica di corpi idrici sia su campioni singoli che su campioni multipli e consente di calcolare i valori delle singole metriche che costituiscono l'indice finale.

Summary

Software MacrOper.ICM, allowing the automatic calculation of the multimetric index in use in Italy for the definition of ecological status of running waters

according to benthic macroinvertebrates, is presented in its version 1.0.5.

The assessment system, devised for the aims of operational monitoring, fulfill the WFD regulatory requirements and considers information related to national typology, type-specific reference values for the 6 component metrics and quality class boundaries defined in the European intercalibration process.

The software requests data to be input in .txt files and allows to export of obtained results in an MS Excel-readable format. MacrOper.ICM software provides ecological quality classification for water bodies both on single and multiple samples and allows the calculation of raw value of the single metrics forming the final index.

1. FUNZIONALITÀ GENERALI DEL SOFTWARE

Il software MacrOper.ICM è stato sviluppato con lo scopo di effettuare la classificazione di qualità ecologica sulla base dei Macroinvertebrati bentonici in tutti i tipi fluviali italiani. La classificazione fornita è conforme alle normative comunitarie e nazionali, in particolare per quanto riguarda i requisiti indicati dalla Direttiva Quadro sulle Acque (WFD: EC 2000/60), dal DM 260/2010 ("Decreto Classificazione"), dal DM 56/2009 ("Decreto Monitoraggio") e dal DM 131/2008 ("Decreto Tipizzazione").

Il software MacrOper.ICM costituisce l'applicazione informatica del Sistema di Classificazione MacrOper descritto nel dettaglio in Buffagni et al. (2008) e consente di ottenere i seguenti risultati:

- calcolo delle metriche basate sui macroinvertebrati bentonici necessarie per la classificazione;
- classificazione di qualità per siti fluviali appartenenti a tutti i tipi italiani sulla base dei macroinvertebrati bentonici direttamente confrontabile con quella ottenibile negli altri paesi europei;
- effettuare la classificazione sia su singoli campioni sia su siti che comprendono campioni differenti;
- importare liste tassonomiche ed esportare le informazioni ottenute in formato di uso comune;

- eseguire se necessario un aggiustamento tassonomico sulle liste tassonomiche in ingresso.

Per il corretto calcolo delle metriche e la conseguente classificazione è necessario:

- che il campione biologico sia raccolto secondo una procedura standard (si veda Buffagni & Erba, 2007 e Buffagni et al., 2007);
- che liste tassonomiche contengano informazioni sull'abbondanza dei taxa raccolti;
- che le liste tassonomiche siano importate in formato testo;
- che l'identificazione dei taxa sia condotta a livello di Famiglia, o di Famiglia/Unità Operazionali (Efemerotteri) per i fiumi campionati con substrati artificiali;
- che il corpo idrico in esame sia attribuito ad un tipo nazionale (si veda Buffagni et al., 2006).

Lo scopo della presente guida è quello di fornire le informazioni necessarie per il corretto utilizzo del software in tutte le sue fasi.

VERSIONI DEL SOFTWARE

Alla data attuale (gennaio 2014) il software è rilasciato nella Versione 1.0.5.

A partire dal suo primo sviluppo, nel 2009, il MacrOper.ICM è stato realizzato in molteplici versioni, distribuite nel corso degli anni in diverse occasioni e, successivamente, dal sito web del progetto INHABIT, date le finalità del progetto in termini di supporto all'aggiornamento e alla diffusione di metodi per la WFD.

La realizzazione di versioni aggiornate ha consentito di rifinire progressivamente le routine di calcolo e di eliminare le imprecisioni eventualmente rinvenute nelle versioni precedenti. A fronte di tali affinamenti, la modalità di funzionamento e la struttura generale dell'interfaccia risultano pressoché invariate in tutte le versioni. In tal senso, pur riferendosi all'ultima versione disponibile, le indicazioni contenute nella presente guida consentono, sostanzialmente, il corretto utilizzo di tutte le versioni.

Il processo di aggiornamento del MacrOper.ICM è in continuo svolgimento e l'eventuale disponibilità di versioni aggiornate del software è comunicata sul

sito del progetto INHABIT www.life-inhabit.it e via e-mail agli utenti registrati.

2. STRUTTURA SINTETICA DELL'INDICE MULTIMETRICO E CLASSIFICAZIONE

In accordo con le indicazioni della normativa nazionale e comunitaria la classificazione per i corpi idrici fluviali è effettuata mediante l'indice STAR_ICMi, un indice multimetrico costituito da sei metriche che prendono in considerazione differenti aspetti della comunità bentonica. Le sei metriche che compongono lo STAR_ICMi sono: ASPT, $\text{Log}_{10}(\text{sel_EPTD}+1)$, 1-GOLD, Numero di Famiglie di EPT, Numero totale di Famiglie e indice di diversità di Shannon-Wiener. La descrizione delle metriche è riportata sinteticamente in tabella 1.

Tabella 1. Descrizione delle metriche che compongono lo STAR_ICMi (da Buffagni et al., 2008).

Tipo di informazione	Tipo di metrica	Metrica	Descrizione e taxa considerati	Peso
Tolleranza	Indice	ASPT	Intera comunità (livello di Famiglia)	0.333
Abbondanza/ Habitat	Abbondanza	$\text{Log}_{10}(\text{Sel_EPTD} + 1)$	Log_{10} (somma delle abbondanze di Heptageniidae, Ephemeridae, Leptophlebiidae, Brachycentridae, Goeridae, Polycentropodidae, Limnephiliidae, Odontoceridae, Dolichopodidae, Stratiomyidae, Dixidae, Empididae, Athericidae e Nemouridae +1)	0.266
	Abbondanza	1-GOLD	1 - (abbondanza relativa di Gastropoda, Oligochaeta e Diptera)	0.067
Ricchezza /Diversità	Numero taxa	Numero totale di Famiglie	Somma di tutte le famiglie presenti nel sito	0.167
	Numero taxa	Numero di Famiglie di EPT	Somma delle famiglie di Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera	0.083
	Indice Diversità	Indice di diversità di Shannon-Wiener	$D_{3-w} = - \sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{.A} \right) \cdot \ln \left(\frac{n_i}{.A} \right)$ (sull'intera comunità)	0.083

I valori ottenuti per le sei metriche sono normalizzati, dividendo il valore osservato nel campione in esame per il valore mediano atteso nei campioni di riferimento nel tipo fluviale di appartenenza, e ponderati, moltiplicando il valore normalizzato per un 'peso', fisso per ogni metrica (tab. 1). Combinando le 6 metriche, cioè sommando i sei valori normalizzati e ponderati, si ottiene il valore finale dell'indice espresso in Rapporto di Qualità Ecologica con valori compresi tra 0 e 1+. Il livello di identificazione richiesto è la Famiglia o, per i fiumi campionati con substrati artificiali, Famiglia/Unità Operazionali (Efemerotteri).

L'indice STAR_ICMi è descritto nel dettaglio in Buffagni et al. (2008). A Buffagni et al. (2006) si rimanda per la descrizione del sistema tipologico nazionale.

3. OPERAZIONI PRELIMINARI: DOWNLOAD E INSTALLAZIONE DEL SOFTWARE

Il file di installazione del software è disponibile sulla pagina di download all'indirizzo: <http://www.life-inhabit.it/cnr-irsa-activities/it/download/software/macopericmsoft/macopericm-software-download>. La pagina è contenuta all'interno del sito del Progetto INHABIT – LIFE08 ENV/IT/000413 www.life-inhabit.it.

A tale pagina (o comunque a sezioni del sito LIFE+ INHABIT immediatamente riconducibili ad essa) si può pervenire anche effettuando una ricerca sull'internet digitando la parola 'macoper.icm' sul motore di ricerca google.it. La pagina di download è riportata in figura 1.

Per poter scaricare il file è necessario registrarsi all'area download, cui si accede accettando i termini e le condizioni della licenza e selezionando l'icona evidenziata (1.67 MB).

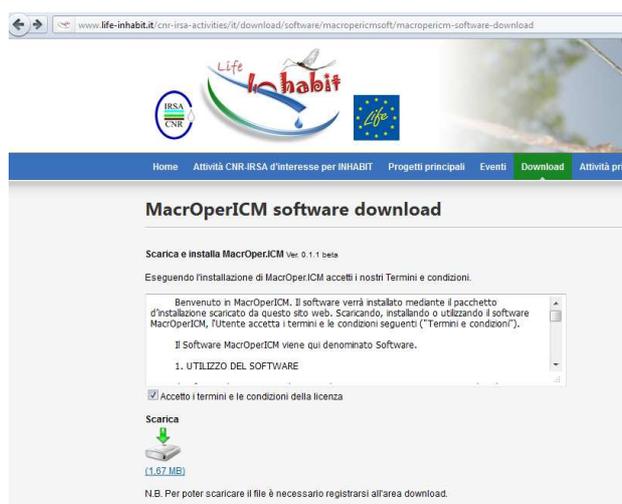


Figura 1. Pagina di download del programma.

Si è da qui indirizzati alla pagina di *login* dove è possibile inserire il proprio indirizzo email e la password oppure, se si accede per la prima volta, effettuare la registrazione. Nella pagina di registrazione è chiesto all'utente di riportare il nominativo, l'indirizzo, l'ente di appartenenza e un indirizzo email. Nota: Al momento sono abilitati al download del software solo gli utenti appartenenti ad enti pubblici. I soggetti privati potranno usufruire del software in seguito alla partecipazione ad un breve corso di formazione dedicato al sistema MacrOper, oppure sottoponendo un curriculum

viteae che possa dimostrare l'avvenuta formazione o esperienza in merito alla classificazione dello stato ecologico ai sensi della WFD; le specifiche sono riportate all'interno della pagina di registrazione.

Qualora si sia in possesso delle necessarie credenziali, immediatamente dopo la registrazione si ricevono all'indirizzo email fornito due messaggi: il primo comunica, insieme al 'nome utente' che corrisponde all'email stesso, la password da utilizzare per accedere al download, il secondo contiene in allegato il file di licenza per l'utilizzo del software 'moper.lic' che deve essere copiato nella directory una volta installato il programma sul proprio PC.

Il pacchetto di installazione comprende due file .zip, uno denominato 'MacrOper105exe' contenente il setup del programma e uno denominato 'MacrOperICM_IN_OUTfiles' che contiene alcuni esempi di file di input e di output. Una volta scaricato il pacchetto, il software può essere installato su qualsiasi PC semplicemente avviando il file di 'setup' presente nel primo .zip file.

Dopo l'installazione è sempre necessario prima del primo avvio del programma copiare il file di licenza nella directory del software, tipicamente ubicata sul disco fisso nella cartella dei Programmi. Una volta copiata la licenza (i.e. sostituendo il file già esistente nella cartella con quello ricevuto via email) è possibile avviare il programma ed iniziarne l'utilizzo.

Il software MacrOper.ICM è compatibile con i sistemi operativi WindowsXP, Windows Vista e Windows 7. Si noti tuttavia che qualora il sistema operativo sia Windows XP o non siano stati installati i necessari aggiornamenti su sistemi più recenti è necessario installare l'applicazione Framework .NET (circa 48 Mb nella più recente versione 4), scaricabile gratuitamente dal sito di Microsoft. L'eventuale necessità dell'installazione di tale applicazione è comunque segnalata da un messaggio di errore che verrà evidenziato al primo tentativo di avvio del programma. Al momento Microsoft .NET Framework 4 (programma di installazione autonomo) è rinvenibile online con il seguente nome: dotNetFx40_Full_x86_x64.exe .

4. PROCEDURA SINTETICA PER IL CALCOLO

1. Avviare la procedura di calcolo premendo 'Avvia MacrOper.ICM' dalla schermata iniziale
2. Selezionare l'Idroecoregione
3. Selezionare l'Area Regionale
4. Selezionare il Tipo
5. Caricare il file di input
6. Salvare il file di output
7. Ottenimento schermata con risultati classificazione.

5. STRUTTURA DEL FILE DI INPUT

Il file contenente le liste tassonomiche dei campioni considerati deve essere importato nel programma in formato testo (.txt). È possibile creare facilmente un file di testo con un programma di calcolo quale Microsoft Excel. Tipicamente il file sarà creato prima in formato Excel e successivamente salvato in versione testo dopo il salvataggio definitivo.

In figura 2 è presentato un esempio di file di input in formato Excel. La figura 6 mostra un ulteriore esempio di file di input che è possibile visualizzare da un collegamento ipertestuale nella schermata iniziale del programma (si veda sezione successiva 'Schermata iniziale ed informazioni introduttive').

Il file deve possedere una struttura standard. Nella prima riga è possibile inserire informazioni generali relative ai dati considerati, quali: tipo fluviale, area di raccolta, metodo di campionamento, origine dei dati ecc. La seconda riga è utilizzata per l'inserimento delle intestazioni delle colonne.

I taxa sono inseriti a partire dalla quinta colonna ('E') in avanti, mentre nelle prime quattro ('A'-'D') si riportano informazioni relative ai siti/campioni. In particolare, nella quarta colonna ('D') è necessario riportare il mesohabitat nel quale il campionamento è stato effettuato, Riffle ('R'), Pool ('P'), Generico ('G') o Substrato Artificiale (A). In una qualsiasi delle prime tre colonne ('A', 'B' o 'C') è necessario inserire la denominazione del campione considerato che può essere indifferentemente il nome reale del sito o un codice numerico o alfanumerico.

Come menzionato in precedenza, è possibile utilizzare il MacrOper.ICM sia su singoli campioni sia su siti che comprendono diversi campioni. In questo caso è necessario inserire nella seconda colonna ('B') un nome unico per ciascun sito. Le informazioni utili a distinguere i diversi campioni per sito (e.g.: data di campionamento, stagione ecc.) possono essere inserite indifferentemente nella prima o nella terza colonna.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	
1	Sorgenti, pianura, Campione in Generico, 1m2, Sistema MacrOper																						
2	STAGIONE	DATA	PRG	ACROLOXI	AESHNIDA	ANCYLIDA	ASELLIDAE	BAETIDAE	BERAEDIA	BITHYNIID	CAENIDAE	CALOPTER	CERATOPC	CHIRONOI	COENAGR	DENDROC	DIXIDAE	DRYOPIDA	DUGEXIID	DYTISCAID	ELMIDAE	HYDROBII	EM
3	p	1 NN	G	6	0	0	222	452	0	14	0	0	37	203	0	4	0	0	7	0	0	1056	
4	i	1 NN	G	0	0	0	33	39	0	0	0	0	23	25	0	0	0	0	2	0	0	491	
5	e	2 NN	G	0	0	0	10	15	0	55	0	0	24	20	0	6	0	0	0	0	0	90	27
6	e	2 NN	G	0	0	0	73	21	0	15	1	0	22	8	0	6	0	0	0	0	0	59	12
7	e	2 NN	G	0	0	0	2	60	0	16	0	0	13	25	0	0	0	0	0	0	0	150	201
8	e	2 NN	G	0	1	0	114	11	0	62	5	3	16	39	0	23	0	0	0	0	2	94	26
9	a	2 NN	G	0	0	0	3	39	0	49	0	0	8	11	0	0	0	3	0	0	97	143	
10	a	2 NN	G	0	0	0	102	89	0	120	1	0	3	74	0	4	0	0	0	1	71	74	
11	p	3 NN	G	0	0	0	0	3	0	0	0	10	29	229	0	0	0	0	0	0	109	159	
12	p	3 NN	G	0	0	0	0	9	0	0	0	14	9	166	0	0	1	0	0	0	15	13	
13	e	3 NN	G	0	0	0	1	32	0	0	0	1	18	331	0	0	0	3	0	0	89	497	
14	e	3 NN	G	0	0	0	15	3	0	0	0	64	44	310	0	0	1	0	0	0	18	19	
15	a	3 NN	G	0	0	0	0	6	0	0	0	1	2	10	0	0	0	0	1	0	100	270	
16	a	3 NN	G	0	0	0	6	2	0	0	0	76	44	47	0	0	0	0	0	0	40	12	
17	p	4 NN	G	0	0	0	27	1	0	0	0	4	5	9	0	0	5	0	0	0	0	30	
18	p	4 NN	G	0	0	0	16	3	0	0	0	7	5	5	0	0	8	0	0	0	2	21	
19	a	4 NN	G	0	0	0	5	9	0	0	0	3	15	10	0	0	0	0	0	0	0	9	
20	a	4 NN	G	0	0	0	10	9	0	0	0	11	4	7	1	0	1	0	0	0	3	164	
21	e	5 NN	G	0	0	0	2	230	0	0	0	5	5	22	0	3	0	0	0	0	5	2	
22	e	5 NN	G	0	0	0	5	4	1	0	0	3	4	0	2	1	0	0	0	0	8	0	
23	i	5 NN	G	0	0	1	0	16	0	0	0	27	4	0	4	0	0	0	0	0	16	2	
24	i	5 NN	G	0	0	0	9	35	0	0	0	0	9	10	0	0	3	0	0	0	1	0	

Fig. 2. Esempio di file di input in formato Excel.

Il file di esempio, riportato in figura 2 e allegato al pacchetto di installazione, presenta un caso di campioni multipli. Sono considerati 5 siti (stazioni) per ciascuno dei quali è stato raccolto un numero variabile di campioni in diverse stagioni. L'indicazione della stagione è riportata nella prima colonna 'A' (lettere iniziali di inverno, primavera, estate e autunno). Il nome (in questo caso un codice numerico 1-5) della stazione è riportato nella seconda colonna 'B'. La terza colonna 'C' non contiene informazione (riempita con NN). La quarta 'D' presenta l'informazione relativa al mesohabitat di raccolta, in questo caso effettuata in generico (G).

Delle quattro colonne iniziali è necessario pertanto completare almeno due colonne: la seconda con la denominazione del campione e la quarta ('D') che deve contenere l'informazione del mesohabitat Riffle, Pool, Generico o Substrato Artificiale. Se non utilizzate, le rimanenti colonne devono essere lasciate in bianco o riempite con un'indicazione nulla (e.g. 'NN'), i.e. non devono essere eliminate.

Dalla quinta colonna in avanti sono inseriti i taxa. I nomi dei taxa possono essere digitati nella seconda riga indifferentemente in carattere maiuscolo, come riportato nel file di esempio, o minuscolo. Se i nomi sono digitati in maniera non corretta, un sistema di correzione che si attiva al momento dell'importazione del file può suggerire un nome corretto, consentendo di sostituire speditamente la denominazione errata (si veda esempio in paragrafi successivi). Si ricorda che il livello tassonomico previsto dal sistema MacrOper è Famiglia, escluso il caso di campionamento mediante substrati artificiali in cui il livello è Famiglia/Unità Operazionali (Efemerotteri). Nel software MacrOper.ICM è opportuno procedere ad archiviare i taxa al livello tassonomico richiesto per la classificazione, è possibile tuttavia includere taxa identificati anche a livello più dettagliato che possono essere corretti in fase di importazione mediante il già citato sistema di correzione. Inoltre, è importante segnalare che il software è in grado di aggiustare in automatico a livello di Famiglia i taxa indicati al livello previsto in passato dall'indice IBE ed Unità Operazionali per gli Efemerotteri. In tal modo è possibile non effettuare manualmente l'aggiustamento tassonomico ed un successivo reinserimento, qualora le identificazioni siano condotte ad un livello tassonomico più approfondito (ulteriori indicazioni sono rinvenibili

nei paragrafi successivi). Il sistema di correzione è brevemente descritto in seguito nella sezione dedicata all'importazione del file di input.

I dati di abbondanza sono inseriti come numero di individui per metro quadrato. Si raccomanda di prestare attenzione e riportare le abbondanze a questa dimensione qualora il campione sia stato raccolto in idroecoregioni che prevedono il campionamento su superfici inferiori (tipicamente 0.5 m²).

Una volta creata in Excel la matrice di importazione della lista tassonomica dei campioni in esame è necessario salvarne la versione .txt, formato richiesto per l'input nel MacrOper.ICM. Per il salvataggio è sufficiente selezionare da File\Salva con nome l'opzione 'Testo (con valori delimitati da tabulazione)' (Figura 3). Si seleziona quindi l'opzione 'SI' quando viene chiesto se si vuole mantenere il formato scelto e successivamente 'No' quando si chiude il programma e viene chiesto se si vogliono salvare le modifiche.

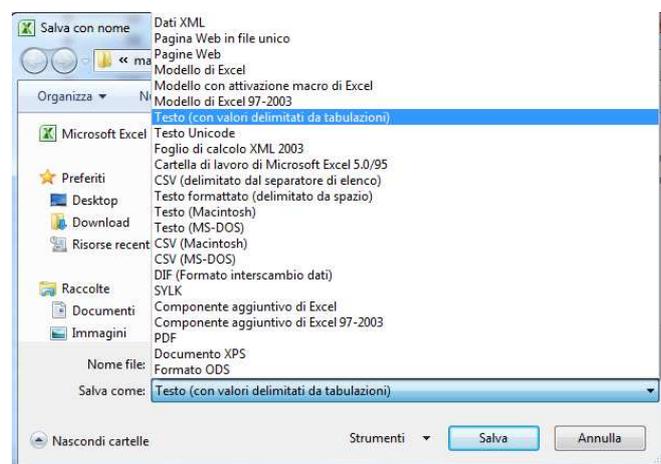


Fig. 3. Salvataggio del formato .txt da file Excel.

6. SCHERMATA INIZIALE E INFORMAZIONI INTRODUTTIVE

Aperto il MacrOper.ICM si perviene alla schermata iniziale del programma.

Nell'angolo in alto a sinistra è possibile in qualsiasi schermata visualizzare la guida all'utilizzo (icona 'GUIDA'), le informazioni relative agli autori con i dettagli della versione utilizzata e la licenza d'uso (icona 'INFO') e il sito web del progetto INHABIT dal quale è possibile il download del software (icona 'WEB').

Dalla schermata iniziale è possibile azionare tre pulsanti. Agendo sul primo dall'alto 'COSA SERVE PER UTILIZZARLO' è visualizzato un elenco dei cinque requisiti necessari per il calcolo.

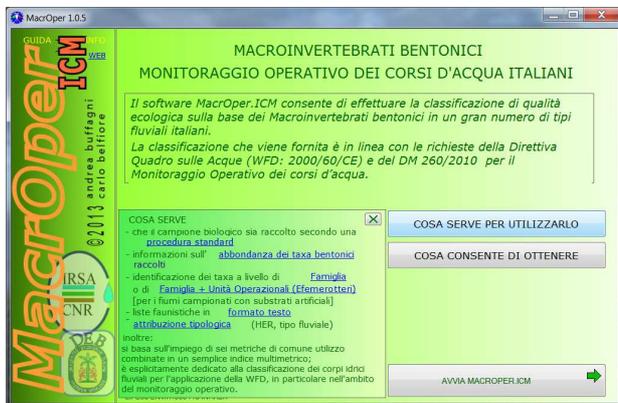


Fig. 4. Schermata iniziale: cosa serve per utilizzare il programma.

Per ciascuno dei requisiti sono inclusi dedicati collegamenti ipertestuali.

Il collegamento relativo alla 'procedura standard' rimanda alla pagina web <http://www.life-inhabit.it/cnr-irsa-activities/it/download/notiziari-irsa/notiziario-marzo-2007> dalla quale è scaricabile gratuitamente il 'Notiziario IRSA dei Metodi Analitici – marzo 2007' contenente sei contributi che descrivono nel dettaglio il metodo di campionamento.

Il collegamento relativo all' 'abbondanza dei taxa bentonici' apre una finestra che ricorda la necessità di inserire le liste faunistiche considerando le abbondanze degli individui rinvenuti relative al metro quadrato.

Per quanto riguarda il livello di identificazione richiesto, i relativi collegamenti aprono una finestra che contiene la lista tassonomica completa cui il MacrOper_ICM si conforma (in figura 5, esempi di Famiglie e Unità Operazionali). Un taxon è ricercabile nella lista digitando il nome nella cella 'TROVA', mentre premendo sul pulsante 'COPIA' è possibile copiare ed incollare la lista completa (per esempio in formato .xls). Si raccomanda di attenersi alla nomenclatura di tale lista, prestando attenzione in particolare alla terminologia utilizzata per le Unità Operazionali.

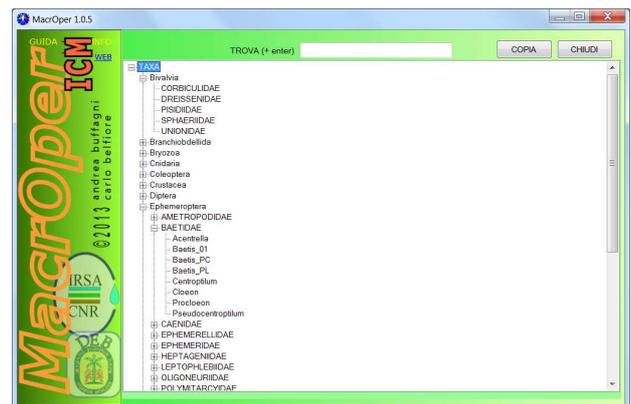


Fig. 5. Porzione della lista tassonomica – esempi di Famiglie e Unità Operazionali.

Il collegamento relativo alle liste faunistiche in formato testo apre la finestra riportata in figura 6 che presenta un esempio di come strutturare un file di input con una descrizione dettagliata dei parametri necessari ed opzionali che devono essere inclusi.

Fig. 6. Esempio di struttura del file di input.

Infine, per l'attribuzione tipologica il collegamento mette a disposizione la lista completa di tutti i tipi fluviali (tipizzazione di livello 2) disponibili nelle 21 idroecoregioni italiane in accordo con la tipologia nazionale (Figura 7). Si ricorda che l'attribuzione tipologica dei siti in esame non rientra tra le funzioni del MacrOper.ICM e che è necessario disporre della definizione tipologica del sito prima di effettuare la classificazione di qualità.

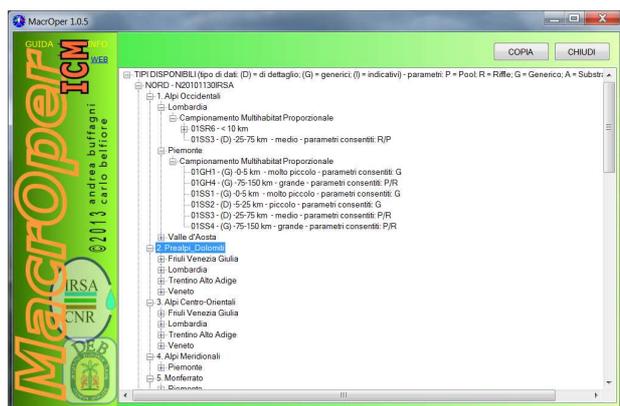


Fig. 7. Porzione dell'elenco tipi fluviali.

Il pulsante 'COSA CONSENTE DI OTTENERE' apre una tendina con l'elenco dei risultati ottenibili (figura 8). Analogamente a quanto descritto in precedenza, un collegamento ipertestuale è presente in corrispondenza del punto 'siti comprendenti diversi campioni' ed apre una finestra che descrive come è possibile distinguere i diversi campioni nel file di input (figura 8).

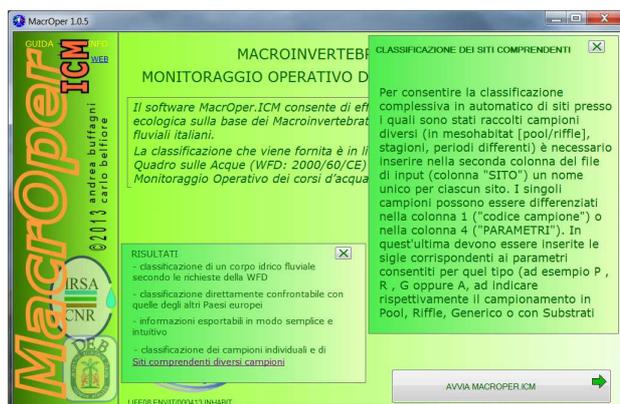


Fig. 8. Finestra risultati: Classificazione siti con diversi campioni.

7. SCHERMATE PER SELEZIONE TIPO FLUVIALE E CALCOLO INDICE STAR_ICM

SELEZIONE HER, AREE REGIONALI E TIPI FLUVIALI

Attivando il pulsante 'AVVIA MACROPER.ICM' si dà inizio alla procedura di calcolo. La prima schermata cui si perviene dopo l'avvio è mostrata in figura 9 e consente di selezionare l'idroecoregione cui i siti in esame appartengono.



Fig. 9. Schermata per la selezione dell'idroecoregione.

La selezione dell'idroecoregione può avvenire sia dalla mappa sia dall'elenco nel riquadro a destra. Una volta effettuata la scelta si attiva la freccia di destra nella parte in alto a destra del riquadro per proseguire alla schermata successiva. In tutte le schermate è possibile tornare alla fase precedente attivando la freccia di sinistra.

Nella schermata seguente (figura 10) viene selezionata l' 'area regionale' che consiste nella porzione di regione ricompresa nella idroecoregione, quando questa include più di una regione (la maggior parte dei casi). Nell'esempio di figura 10 è presentata la HER 6 – Pianura Padana che si estende entro le regioni Piemonte, Lombardia, Veneto, Friuli-Venezia Giulia ed Emilia-Romagna.

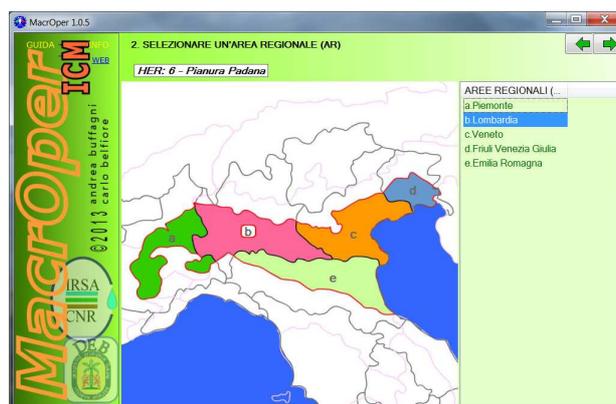


Figura 10. Schermata di selezione dell'Area regionale (esempio per HER 6 – Pianura Padana).

Anche in questo caso la selezione si effettua indifferentemente dalla mappa o dall'elenco e si

passa alla schermata successiva agendo sulla freccia in alto a destra.

Nella schermata presentata in figura 11 è selezionato il tipo fluviale. Il tipo può appartenere alla tipologia nazionale, identificato da un codice alfanumerico riportato a destra, oppure essere parte dei macrotipi come riportato nel decreto classificazione DM 260/2010.

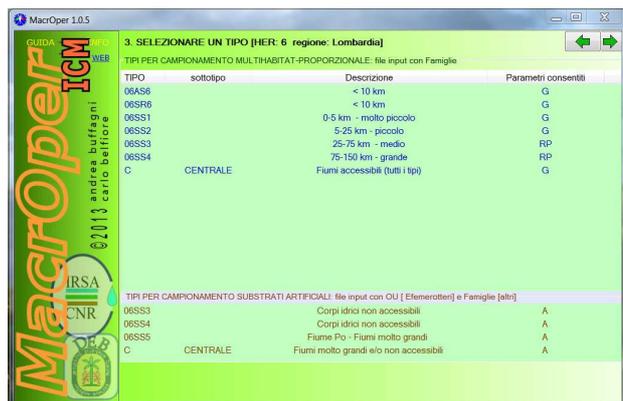


Figura 11. Schermata di selezione del tipo fluviale (esempio per HER 6 – Pianura Padana). Sono presenti 6 tipi nazionali ed un macrotipo ('centrale').

INPUT LISTA TASSONOMICA E SISTEMA DI CORREZIONE NOMENCLATURA TAXA

Premendo la freccia per la schermata successiva si apre una finestra (figura 12) che consente di importare il file di input, preventivamente compilato in accordo con le specifiche descritte sopra.

Il file è ricercato nella relativa cartella di archiviazione e importato mediante il pulsante 'Apri'.

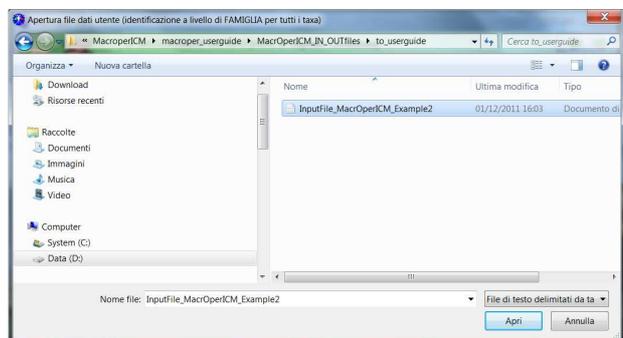


Figura 12. Finestra per l'importazione del file di input.

Qualora il file importato contenga all'interno della lista tassonomica uno o più taxa la cui nomenclatura non sia conforme a quella contenuta nel MacrOper.ICM, tale taxon è riconosciuto dal programma e viene evidenziato come 'Taxon ignoto' in una finestra. Sulla base della somiglianza con un nome noto il software può suggerire un taxon corretto. L'utente può effettuare 4 scelte: 1) accettare il suggerimento azionando il pulsante 'OK', 2) selezionare manualmente il taxon corretto dalla lista nella colonna a sinistra, 3) ignorare il taxon (pulsante corrispondente), 4) annullare l'operazione. La correzione manuale, l'esclusione del taxon o l'annullamento è possibile in ogni caso anche qualora il programma non fornisca alcun suggerimento.

In figura 13 è riportato il caso di un taxon ignoto per un errore di digitazione (Dugexiidae anziché Dugesidae). In questo caso il programma non fornisce suggerimenti e la famiglia corretta è selezionata manualmente.

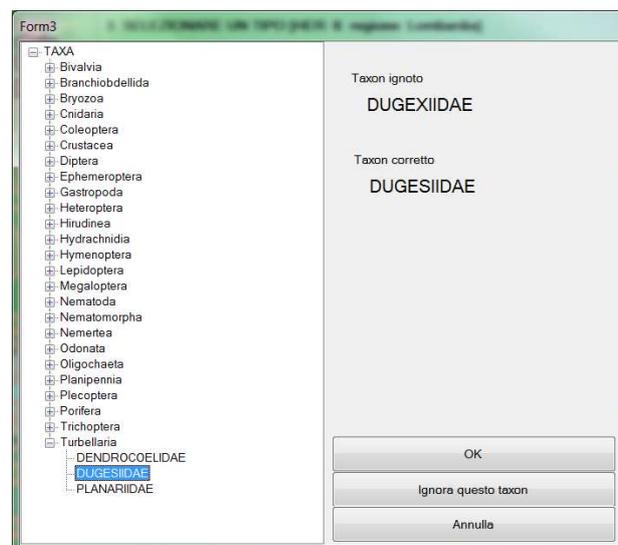


Figura 13. Esempio di correzione manuale di un taxon ignoto per errore di digitazione.

Analogamente a quanto appena descritto, è possibile correggere un taxon presente ad un livello di identificazione più di dettaglio rispetto a quello richiesto. Nel caso presentato in figura 14 il genere *Hydropsyche* è sostituito con la Famiglia corrispondente Hydropsychidae, suggerita in automatico dal programma.

Come già indicato in precedenza, si ricorda che il software effettua in automatico, senza cioè che

venga mostrato tale riquadro di correzione, l'aggiustamento a livello di famiglia degli individui riportati a livello di IBE e Unità Operazionali per Efemerotteri.

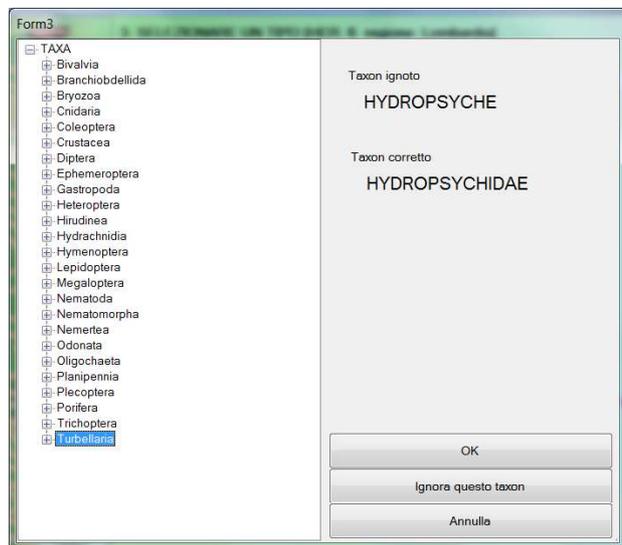


Figura 14. Esempio di correzione automatica di un taxon ignoto identificato a livello di genere.

Una volta effettuate le correzioni necessarie il programma crea in automatico un file con i nomi corretti ('adjusted') salvandolo nella cartella che contiene il file di input. Al termine del salvataggio una finestra avvisa l'utente dell'avvenuta operazione.

VISUALIZZAZIONE RISULTATI E FILE DI OUTPUT

MacrOper.ICM produce a questo punto la schermata contenente il valore finale di indice STAR_ICMi e la classificazione di qualità per i siti considerati.

La schermata contiene tre pagine visualizzabili dalla barra in alto. La pagina 'CAMPIONI' (figura 15) viene visualizzata dopo il calcolo e riporta l'elenco di siti e campioni con il relativo valore di indice e classificazione. La pagina 'SELEZIONE CAMPIONI' (figura 16) consente di selezionare i campioni spuntando le celle a sinistra e ricalcolare l'indice sulla nuova selezione. Infine la pagina 'MEDIA SIT' (figura 17) visualizza il valore medio di indice STAR_ICMi per i diversi campioni nei siti considerati. Si ricorda che il valore medio dei valori dell'indice ottenuti per i singoli campioni è quello adottato nel sistema MacrOper per derivare la classe di qualità del sito fluviale. Per tutte e tre le pagine è possibile

mediante il pulsante dedicato effettuare una copia che può essere incollata in forma di tabella in un documento di testo o foglio di calcolo.



Figura 15. Pagina di visualizzazione della classificazione dei campioni.



Figura 16. Pagina per la selezione dei campioni ed il ricalcolo dell'indice.



Figura 17. Pagina di visualizzazione dei valori medi dell'indice per i diversi campioni per sito e la relativa classificazione.

Al termine della procedura di calcolo il MacrOper.ICM genera un file di output contenente informazioni di dettaglio sui risultati ottenuti. La directory di archiviazione del file di Output è indicata in una dicitura in basso a sinistra e coincide con quella in cui è stato archiviato il file di input. Aprendo il collegamento ipertestuale si apre il programma word e viene chiesto di selezionare la codifica testo da utilizzare per caricare il file. Si mantiene il suggerimento predefinito (Windows) e si preme 'OK' per aprire il file (figura 18). Più comodamente il file di output può essere letto in formato .xls caricando il file dal programma Excel, ovvero avviando prima il programma e aprendo il file .OUT.

Figura 18. Finestra per la selezione della codifica per caricare il file di output in formato .doc.

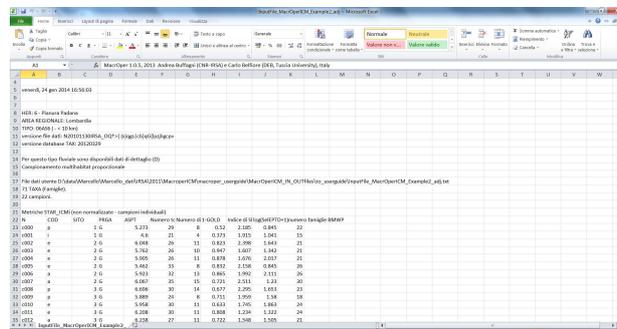


Fig. 19. Porzione del file di output visualizzato in formato .xls



```

MacrOper 1.0.5, 2013 Andrea Buffagni (CNR-IRSA) e Carlo Belfiore (DEB,
Tuscia University), Italy

Classificazione dello Stato Ecologico dei fiumi sulla base dei
Macroinvertebrati acquatici per la Direttiva 2000/60/CE

venerdì, 24 gen 2014 16:56:03

|
| HER: 6 - Pianura Padana
| AREA REGIONALE: Lombardia
| TIPO: 06AS6 (- < 10 km)
| versione file dati: F20101130IRSA_Q07>1:b|gms|cb|g|lr_x|hgcpv
| versione database TAX: 20120323 -

Per questo tipo fluviale sono disponibili dati di dettaglio (D)
Campionamento multihabitat proporzionale

File dati utente
D:\data\Marcello\Marcello_data\IRSA\2011\MacrOper\ICM\macrOper_userguide\M
acrOper\ICM_ID_OUTPUT\macrOper\inputFile_MacrOper\ICM_Example2_adj.txt
t
71 TAXA (Famiglie).
22 campioni.

Metriche STAR_ICMi (non normalizzate - campioni individuali)
N COD SITO PKM ASPT Numero totale di Famiglie Numero di
famiglie EPT 1-GOLD Indice di Shannon log(SeLEPFD+1) numero
famiglie BWP
c000 p 1 G 5.27323 8 0.5202185 0.84522
c001 i 1 G 4.60021 4 0.3731915 1.04115
c002 e 2 G 6.04826 11 0.5432398 1.44321
c003 e 2 G 5.76226 10 0.9471607 1.34221
c004 e 2 G 5.90526 11 0.8781676 2.01721
c005 e 2 G 5.46233 9 0.5922159 0.94526
c006 a 2 G 5.32332 13 0.8651952 2.11126
c007 a 2 G 6.06735 15 0.7212511 1.23030
c008 p 3 G 6.69630 14 0.6772295 1.65323
c009 p 3 G 5.85924 9 0.7111369 1.58018
c010 e 3 G 5.95830 11 0.6381745 1.86324
c011 e 3 G 6.20830 11 0.8081234 1.32224
c012 a 3 G 6.23827 11 0.7221548 1.50521
c013 a 3 G 5.33322 6 0.8241898 0.30318
c014 p 4 G 5.76524 7 0.8672016 2.16117
c015 p 4 G 5.12521 5 0.8211645 1.79216
c016 a 4 G 5.88222 7 0.7922104 1.98717
c017 a 4 G 4.85025 5 0.4231360 2.10420
c018 e 5 G 5.33318 5 0.8641313 0.84515
c019 e 5 G 5.53319 7 0.9880226 1.11415
c020 i 5 G 5.12522 5 0.9500752 1.79216
c021 i 5 G 4.50021 4 0.3880697 1.43114

Pesi delle metriche:
ASPT 0.334
Numero totale di Famiglie 0.167
Numero di famiglie EPT 0.083
1-GOLD 0.067
Indice di Shannon 0.083
log(SeLEPFD+1) 0.246

Valori usati per la normalizzazione delle metriche e dello STAR_ICMi:
PARAMETRO ASPT Numero totale di Famiglie Numero di famiglie EPT 1-
GOLD Indice di Shannon log(SeLEPFD+1) STAR_ICMi
G 5.76129.75 11.50 0.855 1.804 2.044 0.591

Soglie delle classi (macrotipo IC: R-C)
ELEVATO/BUONO BUONO/MODERATO MODERATO/SCARSO SCARSO/CATTIVO
0.960 0.720 0.480 0.240

LA CLASSE 'MODERATO' CORRISPONDE ALLA CLASSE 'SUFFICIENTE' DEL DECRETO
26/2010
NEGLI ATTI UFFICIALI SI CONSIGLIA L'USO DEL TERMINE 'SUFFICIENTE' AL
POSTO DI 'MODERATO'

Classificazione dei campioni individuali
N COD SITO PKM STAR_ICMi Stato Ecologico Classe
c000 p 1 G 0.770 BUONO 2
c001 i 1 G 0.637 MODERATO 3
c002 e 2 G 0.983 ELEVATO 1
c003 e 2 G 0.884 BUONO 2
c004 e 2 G 0.990 ELEVATO 1
c005 e 2 G 0.833 BUONO 2
c006 a 2 G 1.067 ELEVATO 1
c007 a 2 G 1.008 ELEVATO 1
c008 p 3 G 1.071 ELEVATO 1
c009 p 3 G 0.898 BUONO 2
c010 e 3 G 0.982 ELEVATO 1
c011 e 3 G 0.823 BUONO 2
c012 a 3 G 0.940 BUONO 2
c013 a 3 G 0.737 BUONO 2
c014 p 4 G 0.971 ELEVATO 1
c015 p 4 G 0.813 BUONO 2
c016 a 4 G 0.946 BUONO 2
c017 a 4 G 0.836 BUONO 2
c018 e 5 G 0.679 MODERATO 3
c019 e 5 G 0.711 MODERATO 3
c020 i 5 G 0.787 BUONO 2
c021 i 5 G 0.667 MODERATO 3

Classificazione: valori medi per sito
N SITO STAR_ICMi Stato Ecologico Classe
M000 1 0.704 MODERATO 3
M001 2 0.861 ELEVATO 1
M002 3 0.925 BUONO 2
M003 4 0.891 BUONO 2
M004 5 0.711 MODERATO 3

La versione attuale del software MacrOper.ICM.gi.sta sviluppata nel
corso del progetto LIFE+ INHABIT -- LIFE08 ENV/IT/00413 INHABIT
http://www.life-inhabit.it/

Fine dell'output

```

Fig. 20. File di output visualizzato in formato .doc.

Il file di output contiene una serie di informazioni qui di seguito riportate in ordine di apparizione nel file:

- data nella quale il calcolo è stato effettuato;
- idroecoregione, Area regionale e tipo fluviale dei siti investigati;
- versione file dati e versione database. Sebbene non comprensibili per l'utilizzo pratico, tali codici sono molto importanti al fine di identificare univocamente la versione utilizzata del database e, quindi, poter verificare gli eventuali, avvenuti aggiornamenti;
- livello di dettaglio delle informazioni disponibili per il tipo fluviale considerato;
- percorso completo per la directory di archiviazione del file;
- numero di taxa e campioni presenti;
- tabella con i valori non normalizzati delle singole metriche che compongono l'indice STAR_ICMi;
- pesi attribuiti alle singole metriche (uguali per tutti i tipi fluviali);
- valori utilizzati per la normalizzazione delle singole metriche e dell'indice finale (specifici per tipo fluviale);

- valori limite tra le 5 classi di qualità;
- tabella con i valori di STAR_ICMi e classi di qualità per i singoli campioni;
- tabella con la classificazione dei diversi siti utilizzando il valore medio dei campioni per sito.

8. TERMINI E CONDIZIONI E INFORMAZIONI GENERALI

Si riporta qui di seguito copia della licenza del MacrOper.ICM v. 1.0.5., al momento mutuata dalla versione 0.1.1 (che sarà a breve aggiornata). Scaricando, installando o utilizzando il software MacrOper.ICM, l'Utente accetta i termini e le condizioni seguenti ("Termini e condizioni"). Il Software MacrOper.ICM viene qui denominato Software. 1. UTILIZZO DEL SOFTWARE Il Software deve essere utilizzato esclusivamente a scopi non commerciali. Salvo autorizzazione scritta degli Autori, non è consentito utilizzare il Software per attività svolte a fini di lucro. Inoltre, salvo autorizzazione scritta degli Autori, non è possibile utilizzare il software per attività di formazione, all'interno di corsi e a fini dimostrativi. È fatto esplicito divieto di trasferire il software a terzi. In

particolare, Utenti registrati dipendenti, collaboratori interni, borsisti di Enti pubblici non sono autorizzati a distribuire il software al di fuori del proprio Ente di appartenenza. Collaboratori esterni, società, cooperative, imprese individuali, professionisti, etc. che svolgano attività di supporto, consulenza, subappalto o altro per Enti pubblici non sono autorizzati ad utilizzare il software fuori dalle sedi degli Enti per i quali svolgono tale attività né ad installare le copie registrate a nome di dipendenti di Enti pubblici sui propri computer. Tali soggetti potranno ottenere il software mediante registrazione e download diretto, previa partecipazione ad un corso di formazione dedicato al sistema di classificazione MacrOper oppure sottoponendo un proprio *curriculum vitae* che possa dimostrare l'avvenuta formazione o esperienza in merito a tale sistema. Le specifiche per entrambe le modalità saranno disponibili sul sito web <http://www.life-inhabit.it/cnr-irsa-activities/it>. In ogni caso il software è concesso in uso a tali soggetti esclusivamente per attività di collaborazione con Enti pubblici e, obbligatoriamente, a condizione di trasmettere a tali enti i file di Input ed Output utilizzati e prodotti dal software.

3. DIRITTI PROPRIETARI L'Utente prende atto che (a) il Software contiene informazioni proprietarie e riservate, protette dalle leggi sulla proprietà intellettuale applicabili e da altre leggi e (b) qualunque diritto, titolo e interesse in relazione al Software e al software fornito tramite o insieme ad esso, compresi, tra l'altro, tutti i Diritti di proprietà intellettuale insiti e inerenti, sono di proprietà di Buffagni A. & C. Belfiore. Per "Diritti di proprietà intellettuale" si intendono tutti i diritti sanciti dalle leggi sui brevetti, sul copyright, sul segreto commerciale, sui marchi e sulla concorrenza sleale, così come ogni altro diritto proprietario e qualsivoglia applicazione, rinnovo, estensione e reintroduzione degli stessi, in vigore attualmente o in futuro in tutto il mondo. L'Utente si impegna a non eseguire per conto proprio e a non consentire a terzi di eseguire quanto segue: copiare, vendere, concedere in licenza, distribuire, trasferire, modificare, adattare, tradurre, preparare materiale correlato, decompilare, decodificare, disassemblare o comunque tentare di estrarre il codice sorgente dal Software senza previa autorizzazione scritta degli Autori.

4. AGGIORNAMENTI Successivamente al

download e all'installazione di MacrOper.ICM potranno rendersi disponibili aggiornamenti del Software e dei parametri numerici (e.g. valori di riferimento delle metriche biologiche, limiti di classe di stato ecologico) utilizzati dal Software stesso. Sarà compito dell'utente verificare la disponibilità di nuove versioni del Software e di dati a supporto e non verrà effettuato alcun aggiornamento automatico del Software.

7. CONFORMITÀ ALLA LEGGE L'Utente si impegna a conformarsi a tutte le leggi e le normative locali in materia di download, installazione e/o utilizzo del Software.

8. RISOLUZIONE È possibile recedere dai presenti Termini e condizioni in qualsiasi momento eliminando il Software in modo definitivo e completo. I diritti dell'Utente decadono automaticamente e con effetto immediato senza preavviso in caso di mancata ottemperanza a quanto disposto nei presenti Termini e condizioni. In questo caso, l'Utente è tenuto a eliminare immediatamente il Software.

9. RISARCIMENTO L'Utente si impegna a manlevare e risarcire Buffagni A. & C. Belfiore, CNR-IRSA, DEB UniTuscia e i relativi funzionari e dipendenti per ogni e qualsivoglia rivendicazione o azione giudiziaria derivante o connessa all'utilizzo del Software o alla violazione dei presenti Termini e condizioni, ivi comprese eventuali responsabilità o spese derivanti da rivendicazioni, perdite, danni, azioni legali, sentenze, spese processuali e legali di qualsiasi genere e natura.

10. ESCLUSIONE DI GARANZIA L'utente prende espressamente atto di quanto segue: a) l'utilizzo del software è a proprio esclusivo rischio. Il software viene fornito "così com'è" senza garanzia di alcun tipo. Nella misura massima consentita dalla legge, viene qui esclusa espressamente ogni garanzia e condizione, esplicita o implicita, ivi comprese le garanzie e le condizioni implicite di commerciabilità, idoneità per uno scopo particolare e non violazione di diritti altrui. b) Buffagni A. & C. Belfiore non garantiscono in alcun modo (i) che il software soddisferà i requisiti dell'utente, (ii) che il software sia esente da errori o difetti, (iii) la sicurezza, l'affidabilità, la tempestività o le prestazioni del software e (iv) che eventuali errori nel software verranno corretti. c) tutti i risultati ottenuti tramite l'utilizzo del software (valori delle metriche, classi di stato ecologico, medie per sito, etc.) vengono utilizzati a

discrezione e a rischio dell'Utente, il quale sarà l'unico responsabile per un'eventuale erronea o non conforme classificazione dello stato ecologico. d) l'Utente sarà l'unico responsabile qualora l'utilizzo del software dovesse arrecare danni al computer o ad altri dispositivi. e) nessuna informazione o consulenza, sia essa orale o scritta, fornita da Buffagni A. & C. Belfiore, CNR-IRSA, DEB UniTuscia o altre le terze parti, o ottenuta tramite il software o dal sito web, darà luogo a garanzie non espressamente indicate nei presenti termini e condizioni. 11. LIMITAZIONE DI RESPONSABILITÀ L'Utente riconosce e accetta espressamente la propria unica responsabilità in merito all'uso del Software per danni diretti, indiretti, incidentali, speciali, consequenziali o esemplari, compresi, tra l'altro, i danni derivanti da erronea interpretazione dei risultati, uso improprio delle informazioni fornite dal Software, impossibilità di utilizzo, perdita di dati o altre perdite intangibili (anche nel caso in cui Buffagni A. & C. Belfiore, CNR-IRSA o DEB UniTuscia siano stati informati del possibile verificarsi di tali danni) derivanti da: (i) utilizzo o mancato utilizzo del software; (ii) impossibilità di utilizzare il software per accedere a contenuti o dati; (iii) costo di approvvigionamento per servizi sostitutivi; (iv) qualunque altra circostanza inerente il software. 12. DISPOSIZIONI VARIE a) Legge applicabile e foro competente. I presenti Termini e condizioni saranno disciplinati in base alle leggi Italiane, senza riguardo alle disposizioni sui conflitti di leggi. Il presente accordo e le obbligazioni da esso derivanti sono interamente soggette alla legge Italiana anche se eseguite in tutto o in parte all'estero. Per qualsiasi controversia inerente alla interpretazione o esecuzione del presente contratto è competente il Foro di Roma. b) ID Utente e informazioni personali identificabili. Come parte dell'installazione o dell'utilizzo di MacrOper.ICM, all'Utente è richiesto di registrare un ID utente e fornire alcune informazioni personali identificabili a CNR-IRSA. Scegliendo di effettuare la registrazione e fornendo tali informazioni personali identificabili, l'Utente accetta che (a) CNR-IRSA colleghi l'ID Utente alle informazioni personali identificabili per fornire all'Utente, ove ritenuto utile, segnalazioni, pubblicazioni e aggiornamenti software in relazione al sistema MacrOper e sistemi collegati e che (b)

CNR-IRSA fornisca all'Utente importanti informazioni relative ai medesimi argomenti.

COME CITARE IL PROGRAMMA

La citazione suggerita per il MacrOper.ICM v. 1.0.5 è:

Buffagni A. & Belfiore C., 2013. MacrOper.ICM software, v. 1.0.5. CNR-IRSA & UniTuscia DEB, Roma, 2013.

RICHIESTA DI INFORMAZIONI E HELPLINE

Per informazioni o richieste di chiarimenti è attivo un indirizzo email dedicato:

MacrOper@irsa.cnr.it

presso

Sistema MacrOper

CNR-IRSA Istituto di Ricerca Sulle Acque – Consiglio Nazionale delle Ricerche

Via del Mulino, 19 – 20861 Brugherio (MB)

Tel. 039 216941

BIBLIOGRAFIA

BUFFAGNI A. & ERBA S. (2007): Macroinvertebrati acquatici e Direttiva 2000/60/EC (WFD) - Parte A. Metodo di campionamento per i fiumi guadabili. IRSA-CNR Notiziario dei metodi analitici. 1 marzo 2007: 2-27.

BUFFAGNI A., ERBA S. & PAGNOTTA R. (2008): Definizione dello stato ecologico dei fiumi sulla base dei macroinvertebrati bentonici per la 2000/60 EC (WFD): il sistema di classificazione MacrOper. IRSA-CNR Notiziario dei metodi analitici. Numero speciale 2008: 24-46.

BUFFAGNI A., ERBA S., AQUILANO G., ARMANINI D., BECCARI C., CASALEGNO C., CAZZOLA M., DEMARTINI D., GAVAZZI N., KEMP J.L., MIROLO N. & RUSCONI M. (2007): Macroinvertebrati acquatici e Direttiva 2000/60/EC (WFD) - Parte B. Elementi di dettaglio a supporto del campionamento in ambienti fluviali. IRSA-CNR Notiziario dei metodi analitici. 1 marzo 2007: 28-52.

BUFFAGNI A., MUNAFÒ M., TORNATORE F., BONAMINI I., DIDOMENICANTONIO A., MANCINI L., MARTINELLI A., SCANU G., & SOLLAZZO C. (2006): Elementi di base per la definizione di una

tipologia per i fiumi italiani in applicazione della Direttiva 2000/60/EC. IRSA-CNR Notiziario dei metodi analitici. Dicembre 2006: 2-19.

DM 260/2010. DECRETO 8 novembre 2010 , n. 260: Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo. GU n. 30 del 7-2-2011 - Suppl. Ordinario n. 31.

DM 56/2009. DECRETO 14 aprile 2009, n. 56: Regolamento recante "Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo". GU n. 124 del 30-5-2009. Suppl. Ordinario n. 83.

DM 131/08. DECRETO 16 giugno 2008, n. 131: Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante: «Norme in materia ambientale», predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 4, dello stesso decreto. GU n. 187 del 11-8-2008 - Suppl. Ordinario n. 189.

EC 2000/60: Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. Official Journal of the European Communities L 327, 22.12.2000, 1–72.

