

Gli strumenti per la valutazione morfodinamica dell'alveo dei corsi d'acqua: il S.I.G. del F. Taro (Prov. di Parma, Emilia-Romagna)

Alessandro Chelli (*), Aldo Clerici (*), Giulia Magnarini (*), Susanna Perego (*),
Andrea Ruffini (**), Claudio Tellini(*)

(*) Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Parma, Viale G.P. Usberti 157/A, 43100 Parma
tel. 0521.905334, fax 0521.905303, e-mail achelli@unipr.it

(**) Servizio Pianificazione e Programmazione Territoriale, Amministrazione Provinciale di Parma
Str.^{onc} Martiri della Libertà 15/a, 43123 Parma, tel. 0521.931440, fax 0521.931960, e-mail a.ruffini@provincia.parma.it

Riassunto: è stato realizzato uno specifico Sistema Informativo Geografico (S.I.G.) sviluppato su piattaforma software ESRI – ArcMap 9.3 relativo al basso corso del F. Taro. Il S.I.G. contiene differenti *layers* informativi finalizzati alla descrizione delle variazioni planimetriche e altimetriche del tracciato e delle forme caratteristiche dell'alveo nel breve e medio termine (ultimi 200 anni) ed è uno strumento utile per il monitoraggio dei parametri morfologici in grado di delineare la sua tendenza evolutiva. I *layers* sono stati ottenuti utilizzando la cartografia storica dell'IGM dal 1881 al 1959 e le serie multitemporali di foto aeree e ortofotocarte, per gli anni dal 1954 al 2008. Il Sistema Informativo è stato anche integrato con informazioni altimetriche derivanti da diverse campagne di rilievi topografici, effettuati lungo l'asta fluviale dal 1973 al 2005 e da un rilievo LIDAR su tratti fortemente interessati da attività estrattive. L'utilizzo ed il costante aggiornamento del Sistema Informativo costituisce un importante strumento per la programmazione di azioni di riqualificazione fluviale.

Abstract: a specific Geographic Information System developed on ESRI - ArcMap 9.3 has been created for the Taro River, for its reach from Fornovo di Taro to the Po River. The G.I.S. contains several layers aimed to identify planform changes, in particular channel width variations, and bed-level changes in the short and medium period (the last 200 years) and represents a tool for monitoring the changes of the morphological indexes. The layers were obtained from analysis of historical maps of IGM from 1881 to 1959, as well from the interpretation of aerial photographs and orthophotomaps, from 1954 to 2008. The G.I.S. was also integrated with bed-level information derived from different topographic surveys carried out along the channel from 1973 to 2005, and with data from LIDAR along two areas strongly affected by gravel mining and channelization works. The use and constant updating of the G.I.S. can be considered an important cognitive framework to plan actions for river channel restoration.

Introduzione e caratteri generali dell'area di studio

Le variazioni morfologiche e le tendenze evolutive degli alvei fluviali costituiscono un quadro conoscitivo fondamentale in qualunque studio di dinamica fluviale, sia esso finalizzato all'individuazione dei possibili scenari di rischio connessi alla dinamica d'alveo (Rinaldi, 2008), che proposto come strumento di pianificazione e programmazione nella gestione dell'alveo e dei suoi sedimenti, con particolare attenzione a programmi di riqualificazione fluviale.

Gli indici e i parametri per la definizione dei caratteri morfologici degli alvei fluviali (Thorne, 1997) sono stati utilizzati a partire dalla fine del secolo scorso e soprattutto negli ultimi dieci anni per valutare in modo quantitativo le variazioni morfologiche di alcuni corsi d'acqua dell'area dell'Appennino settentrionale (Perego, 1994; Pellegrini et al., 2008 e bibliografia contenuta) e della

pianura veneto friulana (Surian et al., 2008) in risposta alla forte pressione antropica esercitata sugli alvei soprattutto tra gli anni '50 e '70 del secolo scorso.

Il presente lavoro illustra la realizzazione di un Sistema Informativo Geografico (S.I.G.), sviluppato su piattaforma software ESRI, contenente *layers* informativi finalizzati sia alla descrizione delle variazioni planimetriche del tracciato, dei processi e delle forme caratteristiche dell'alveo del F. Taro, nel tratto compreso tra Fornovo Val di Taro (158 m s.l.m.) e la confluenza con il Fiume Po, sia al monitoraggio dei parametri morfologici in grado di delineare la tendenza evolutiva del corso d'acqua. Il Fiume Taro con i suoi oltre 132 km di lunghezza totale è uno dei più importanti corsi d'acqua della Regione Emilia Romagna e il principale della Provincia di Parma. Il bacino del F. Taro possiede una superficie complessiva di circa 2030 km², il 77% dei quali in ambito montano, corrispondente al 2,9% della superficie complessiva del bacino del Po (Figura 1).

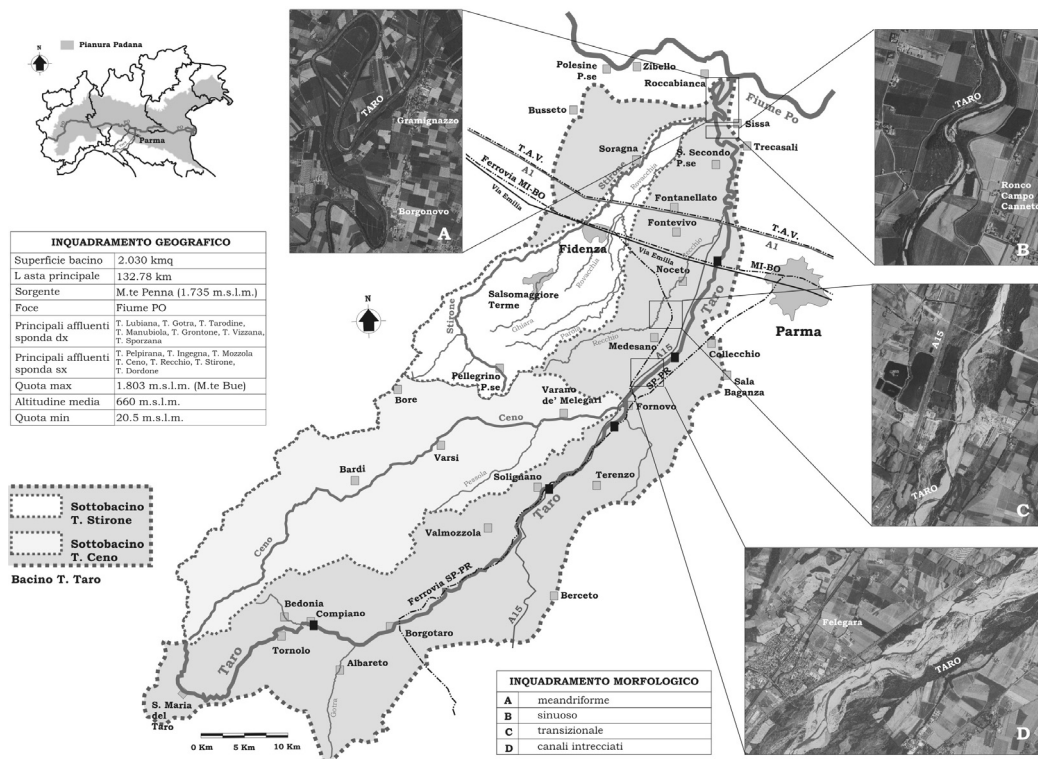


Figura 1 – Inquadramento geografico e morfologico del bacino idrografico del F. Taro.

Il substrato geologico che caratterizza la porzione medio-alta del bacino del F. Taro è costituito da rocce torbiditiche calcareo-marnose e arenacee appartenenti alle formazioni flyschiodi dell'Appennino settentrionale con particolare riferimento alle Unità Liguri e alla Successione Epiligure (Bettelli, De Nardo, 2001). La fascia di pianura è caratterizzata da depositi alluvionali terrazzati e attuali.

Materiali e metodi

Per il presente studio sono state utilizzate la cartografia storica, rappresentata dalle tavolette alla scala 1:25000 dell'IGM dal 1881 al 1959 (Figura 2), e serie multitemporali di fotografie aeree e ortofotocarte, acquisite dal 1954 al 2008 con differenti scopi. Il Sistema Informativo è stato anche integrato con informazioni altimetriche derivanti da diverse campagne di rilievi topografici, effettuati lungo l'asta fluviale dal 1973 al 2005 e da un rilievo LIDAR su tratti interessati da attività

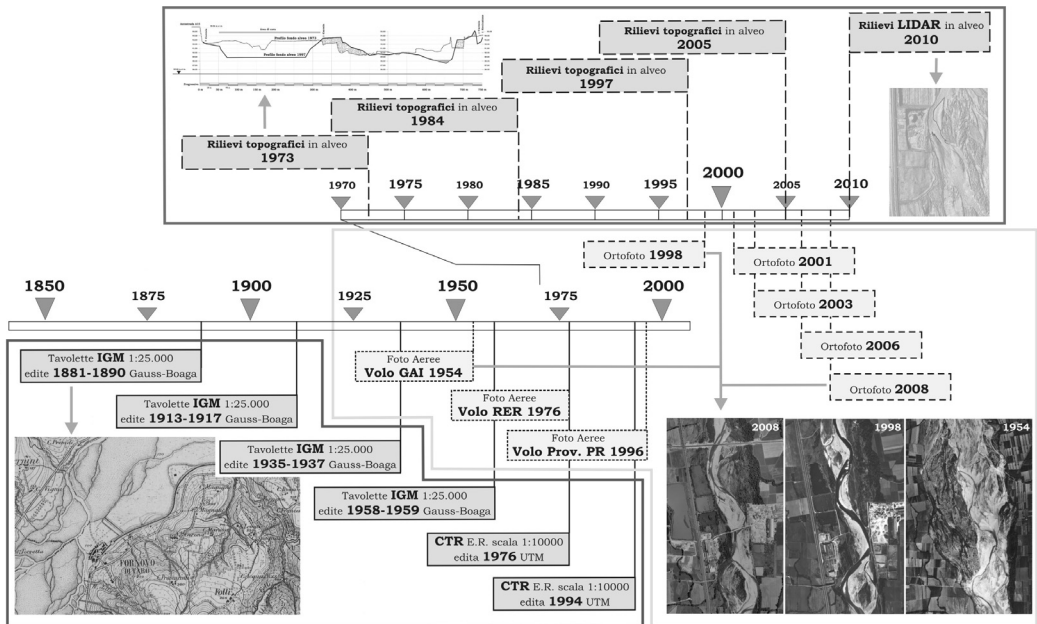


Figura 2 – La struttura dati del S.I.G. (il profilo in alto a sinistra è quello di Figura 4).

estrattive. Le informazioni attinenti i caratteri morfologici dell'alveo del F. Taro sono state estratte, dopo l'acquisizione e georeferenziazione del materiale fotografico e cartografico, digitalizzando i limiti delle sponde, delle barre e delle isole fluviali, restituiti in formato vettoriale .shp in ambiente software ESRI – ArcMap 9.3 (Figura 3).

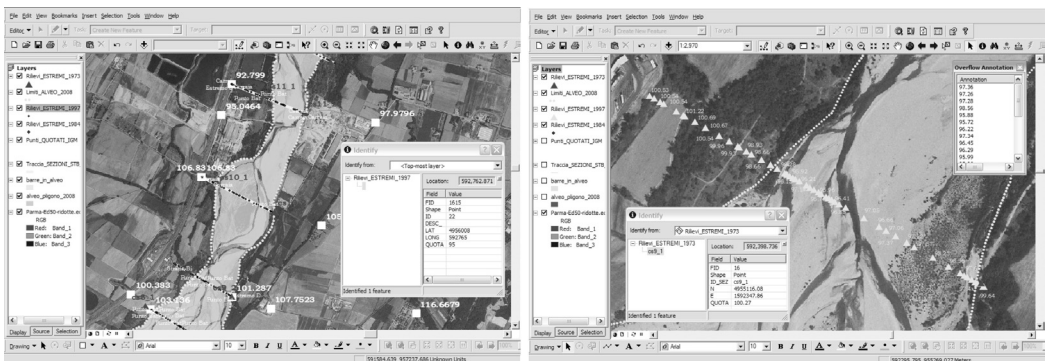


Figura 3 – Il Sistema Informativo Geografico del F.Taro.

Successivamente sono state acquisite le informazioni derivanti dalle campagne di rilevamento topografico, procedendo alla vettorializzazione dei punti quotati acquisiti lungo la sezione dell'alveo. Questa operazione è stata fatta importando nel progetto i dati topografici sottoforma di files in formato .csv (file di testo). I dati altimetrici sono stati integrati utilizzando un rilevamento eseguito mediante tecnologia LIDAR e restituito attraverso la modellazione della superficie d'alveo e la creazione di un Modello Altimetrico Digitale (DEM).

Applicazioni del S.I.G.

L'impiego della metodologia illustrata ha permesso di creare il S.I.G. del tratto d'alveo considerato. Il confronto tra le foto aeree del Volo GAI 1954 e le successive ortofoto, derivate sia dal Volo IT2000 (riprese 1998/1999 Compagnia Generale di Riprese aeree-Parma) sia dal Volo Regione Emilia Romagna-2008, messo a disposizione dall'Amministrazione Provinciale di Parma, mette in evidenza, chiaramente, una diminuzione progressiva della larghezza dell'alveo pari a circa il 50%. La sequenza multi temporale di riprese aeree mette inoltre in luce la progressiva variazione della morfologia dell'alveo. Nel 1954 si rileva una morfologia a canali intrecciati (*braided*), mentre nelle annate successive si rileva una variazione verso una morfologia a carattere transizionale (*wandering*) (Rosgen, 1994) (Figura 4 in alto).

Oltre alle variazioni planimetriche è stato possibile valutare l'approfondimento dell'alveo. Per il tratto rappresentato in Figura 4, si vede come tra il 1973 e il 1997 si registrino valori di abbassamento compresi tra 3 e 4 metri (Figura 4 in basso).

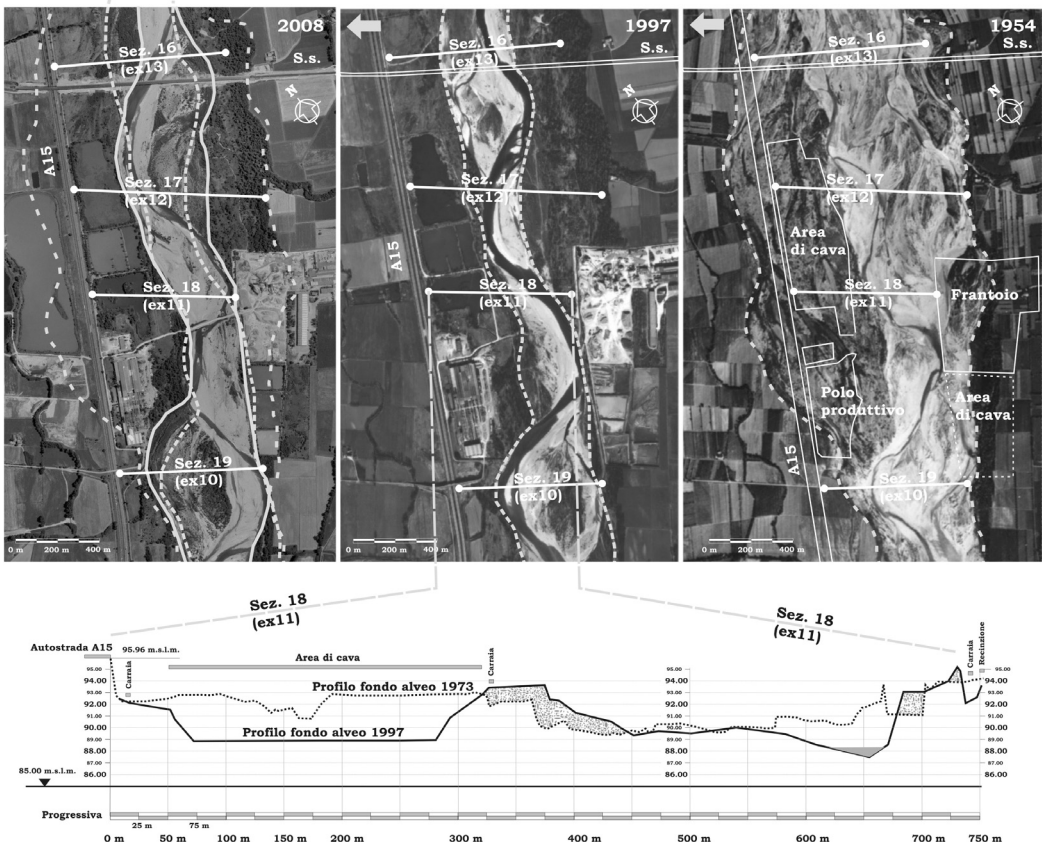


Figura 4 – In figura sono mostrate le variazioni morfologiche avvenute nel periodo 1954-2008 per il tratto d'alveo indicato con C in Figura 1. E' inoltre mostrata l'ubicazione delle sezioni topografiche che hanno permesso di valutare le variazioni altimetriche. Nel dettaglio in basso è riportato l'esempio delle variazioni occorse in corrispondenza della sezione n. 18 nel periodo 1973-1997.

Un primo utilizzo qualitativo del S.I.G. ha permesso, oltre ad una razionale organizzazione della grande mole di dati raccolta, di operare una sintesi degli scenari evolutivi del F. Taro. Il tratto fluviale oggetto dello studio ha subito, in particolar modo a partire dagli anni '50, marcate modificazioni: l'alveo è stato interessato da approfondimento e restringimento, quest'ultimo fino al valore massimo del 71% raggiunto nel 2000. Contemporaneamente la morfologia dell'alveo ha presentato variazioni di tipologia da *braided* a *wandering* sino a geometrie semplici monocursali. Queste profonde modificazioni sono riconducibili alla forte antropizzazione subita dall'area di studio. Essa è consistita nell'estrazione di sedimenti direttamente dall'alveo e dalle limitrofe zone terrazzate e nella costruzione di infrastrutture e aree industriali a immediato ridosso dell'alveo stesso, come evidenziato nel tratto di Figura 4.

Negli ultimi dieci anni, sembra essere iniziata un'inversione di tendenza rispetto alla fase di restringimento avvenuta fino al 2000. Nel 2002 il tratto di alveo investigato risultava caratterizzato da un incremento dei valori di larghezza rispetto all'anno precedente, questi si sono mantenuti circa costanti negli anni 2006 e 2008. Questo scenario potrebbe rappresentare un iniziale tentativo di ripristino da parte del corso d'acqua di una tipologia *braided* in conseguenza della minore intensità delle attività estrattive. In tal senso, l'aggiornamento continuo del S.I.G., nonché lo sviluppo delle potenzialità d'analisi derivanti dall'informatizzazione dei dati, rappresenta un importante strumento di verifica dell'eventuale trend evolutivo sopra descritto.

La realizzazione del S.I.G. del F.Taro ha permesso di delineare il quadro conoscitivo relativo alle variazioni morfologiche occorse nel periodo tra la fine del secolo XIX e oggi. Da queste emergono analogie di comportamento con altri corsi d'acqua dell'Italia settentrionale (Surian, Rinaldi, 2003). Significative variazioni planimetriche e altimetriche degli alvei fluviali possono comportare modificazioni nella propagazione delle onde di piena con alterazione dei tempi di sfasamento delle stesse e con relativo aumento del rischio idraulico per i presidi di difesa non più correttamente dimensionati. In tal senso il S.I.G. presentato può essere uno strumento utile per la corretta gestione e valorizzazione territoriale delle aree di pertinenza fluviale.

Riferimenti bibliografici

- Bettelli G., De Nardo M.T. (2001), "Geological outlines of the Emilia Apennines (Italy) and introduction to the rock units cropping out in the areas of the landslides reactivated in the 1994-1999 period", *Quaderni di Geologia Applicata*, 8(1), Pitagora Editrice, Bologna, Italia, 1-26
- Pellegrini L., Maraga F., Turitto O., Audisio C., Duci G. (2008), "Evoluzione morfologica di alvei fluviali mobili nel settore occidentale del bacino padano", *Il Quaternario-Italian Journal of Quaternary Sciences*, 21(1B): 251-266
- Perego S. (1994), "Evoluzione naturale ed antropica del medio e basso corso del F. Taro (Prov. di Parma)", *Acta Naturalia de "L'Ateneo Parmense"*, 30(1/4): 5-27
- Rinaldi M. (2008), "Schede di rilevamento geomorfologico di alvei fluviali", *Il Quaternario-Italian Journal of Quaternary Sciences*, 21(1B): 353-366
- Rosgen D. L. (1994), "A classification of natural rivers", *Catena*, 22: 169-199
- Surian N., Rinaldi M. (2003), "Morphological response to river engineering and management in alluvial channels in Italy", *Geomorphology*, 50 (4): 307-326
- Surian N., Ziliani L., Cibien L., Cisotto A., Baruffi F. (2008), "Variazioni morfologiche degli alvei dei principali corsi d'acqua veneto-friuliani negli ultimi 200 anni", *Il Quaternario-Italian Journal of Quaternary Sciences*, 21(1B): 279-290
- Thorne C.R. (1997), "Channel types and morphological classification", *Applied Fluvial Geomorphology for River Engineering and Management*, John Wiley & Sons Ltd, 175-222