

## **Alla ricerca della pax idraulica. L'utilità della cartografia per la prevenzione del rischio idrogeologico. Il progetto ETSCH 2000**

Davide Allegri <sup>(a)</sup>, Vittoria Scorpio <sup>(b)</sup>, Elena Dai Prà <sup>(c)</sup>,  
Francesco Comiti <sup>(d)</sup>, Guido Zolezzi <sup>(e)</sup>

<sup>(a)</sup> Università degli studi di Trento, Dipartimento di Lettere e Filosofia,  
[davide.allegri@unitn.it](mailto:davide.allegri@unitn.it)

<sup>(b)</sup> Università libera di Bolzano, Facoltà di Scienze e Tecnologie, [vittoria.scorpio@unibz.it](mailto:vittoria.scorpio@unibz.it)

<sup>(c)</sup> Università degli studi di Trento, Dipartimento di Lettere e Filosofia, [elena.daipra@unitn.it](mailto:elena.daipra@unitn.it)

<sup>(d)</sup> Università libera di Bolzano, Facoltà di Scienze e Tecnologie, [francesco.comiti@unibz.it](mailto:francesco.comiti@unibz.it)

<sup>(e)</sup> Università degli studi di Trento, Dipartimento di Ingegneria Civile Ambientale e Meccanica, [guido.zolezzi@unitn.it](mailto:guido.zolezzi@unitn.it)

**Titolo:** Alla ricerca della pax idraulica. L'utilità della cartografia per la prevenzione del rischio idrogeologico. Il progetto ETSCH 2000.

**Abstract:** Sin dall'antichità l'elemento acqua ha rappresentato per gli essere umani una fonte di sostentamento primario ed una necessità imprescindibile per la costruzione di comunità territoriali stabili. Allo stesso tempo però mari, laghi e fiumi hanno costituito anche dei potenziali elementi di rischio per la sicurezza delle popolazioni a causa di molteplici fattori. Il rapporto con i corsi d'acqua è stato nel corso del tempo particolarmente travagliato, specialmente in un contesto ambientale complesso come quello della regione alpina. A partire almeno dall'età romana le popolazioni locali hanno cercato di "piegare" le acque ai propri bisogni con l'obiettivo di minimizzare gli aspetti negativi della presenza di abbondanti sorgenti d'acqua: frane, alluvioni e smottamenti ma anche paludi, marcite ed emergenze sanitarie. La presente comunicazione intende mostrare il ruolo che può avere la cartografia storica nell'offrire una propedeutica conoscitiva del sovrapporsi di interventi apportati dall'uomo ai corsi d'acqua, in particolare al fiume Adige. Tramite un approccio multidisciplinare la geografia storica può dialogare proficuamente con la geomorfologia fluviale e l'idraulica.

Il fiume Adige è stato canalizzato e rettificato durante la seconda metà del 19° secolo, attualmente presenta un pattern sinuoso ed una larghezza media di 70 m.

L'uso di 7 serie di carte storiche datate tra gli inizi del 1800 e gli inizi del 1900, ha permesso di ricostruirne la morfologia nei decenni precedenti la rettifica e di caratterizzare come questa si sia modificava durante la realizzazione delle opere. I risultati mostrano che agli inizi del 19° secolo,

L'Adige presentava una morfologia di tipo sinuoso a barre alternate, con tratti multicanali a valle delle confluenze con i principali tributari. La larghezza media variava tra i 100m ed i 300m. Con l'avanzare delle canalizzazioni l'ambiente fluviale ha subito una progressiva semplificazione fino alla configurazione attuale. Lo studio ha rappresentato un esempio di come l'interazione tra diverse discipline fornisca informazioni utili per una ricostruzione dettagliata dell'evoluzione nel passato e per una futura progettazione e gestione sostenibile del corridoio fluviale che miri sia a garantire la protezione dalle alluvioni sia ad incrementare la qualità morfologica del corso d'acqua.

## **Introduzione**

L'utilizzo regolato da parte dell'uomo della risorsa-fiume ha favorito, nel mondo occidentale ma non solo, l'espandersi delle attività agricole, commerciali, manifatturiere e turistiche. Pochi altri elementi geografici come le vie d'acqua hanno rappresentato per l'essere umano una risorsa ed una opportunità per lo sviluppo di processi di territorializzazione peculiari e specifici di ogni regione. Appare d'altro canto innegabile quanto i corsi d'acqua abbiano anche rappresentato, per le popolazioni stanziatesi in corrispondenza degli alvei fluviali, un potenziale rischio ed una minaccia concreta alla propria sicurezza. Da qui la progettazione, nel corso dei secoli, di una serie di interventi di gestione e regolarizzazione che fossero in grado di consentire sufficienti margini di sicurezza nei confronti della pericolosità rappresentata dagli eventi di piena. Si è ormai concordi nel rintracciare, quantomeno per i principali fiumi e corsi d'acqua italiani, i primi interventi di sistemazione idraulica ancora nell'età romana, con una ripresa degli stessi a partire almeno dal Basso Medioevo per poi divenire via via più efficaci e numerosi con l'avvicinarsi dell'età moderna e contemporanea. Ma è solo con l'Ottocento che i paesaggi perifluviali subiscono modifiche sistematiche, persistenti e durature che si rispecchiano negli assetti attuali (Bevilacqua, Rossi-Doria, 1984). I piani di bonifiche e rettifiche 'geometriche' realizzati tra Otto e Novecento hanno consentito la messa a coltura di nuovi terreni e una forte espansione urbana sui territori di fondo valle, diminuendo nel contempo le problematiche igienico-sanitarie. Ciononostante, la sempre maggiore impermeabilizzazione del suolo e l'eccessivo consumo di superficie ai fini speculativi, insieme ad un'estremizzazione dei fenomeni atmosferici, hanno messo in luce i limiti di queste operazioni di "normalizzazione" di molte aste fluviali (Cavallo, 2011). La presente ricerca vuole mostrare l'utilità di un utilizzo combinato delle fonti cartografico-storiche con quelle archivistico-documentarie per contribuire ad una pianificazione sostenibile nel campo della regolazione e della gestione dei sistemi idraulici fluviali (Commissione UE, 2007). Le fonti cartografico-documentarie infatti consentono di rintracciare e geo-localizzare gli eventi di piena storici e di

ricostruire l'andamento dei corsi d'acqua, in modo da poter calcolare con maggiore precisione i tempi di ritorno degli eventi alluvionali. Grazie a questi dati, è possibile ricostruire una stratigrafia degli interventi di regimazione e regolarizzazione del fiume in modo da individuare, grazie ad un approccio multidisciplinare, l'andamento dei paleoalvei e poter quindi elaborare modelli morfodinamici di analisi predittiva del rischio ambientale, estremamente credibili ed affidabili (Zen, Zolezzi, Toffolon et al., 2013). Ciò consente di pianificare degli interventi sulla risorsa-fiume che mettano da parte l'approccio tradizionale per proporre modelli di riqualificazione ambientale capaci di 'rinaturalizzare' gli alvei fluviali "geometrici", esito delle operazioni idrauliche di fine Ottocento-inizio Novecento (Scotton et al., 2004).

## **Il problematico rapporto con le acque**

La problematica del rischio idraulico connesso alla presenza di fiumi, laghi, torrenti, fin dagli albori dell'umanità ha generato la produzione di documenti scritti e carte geografiche (Dai Prà, Gemignani, Tanzarella, 2013). Anche con un semplice passaggio in qualsiasi archivio ci si rende conto di come le comunità umane fin dai tempi antichissimi abbiano sempre speso ingenti risorse ed energie per poter arrivare alla tanto sospirata pax idraulica (Barsanti, Rombai, 1986). Si pensi che addirittura il 90% del reticolo idrografico delle aree alpine è in qualche misura antropizzato (CIPRA, 1992). Naturalmente non sempre si tratta di interventi importanti e geometrizzanti, visto che questo dato comprende anche semplici opere di captazione e di incanalamento. Ciononostante appare abbastanza evidente quanto gli esseri umani abbiano voluto e dovuto incidere su questi particolari oggetti geografici che hanno costituito nel corso della storia una risorsa ed un rischio (Boulanger, Trochet, 2005). Naturale dunque che gli archivi conservino una traccia significativa di questi fenomeni (Dai Prà, Gemignani, Tanzarella, 2013). Proprio partendo da questo presupposto, riteniamo che possa essere importante sfruttare questa mole imponente di documentazione per poter elaborare delle strategie di pianificazione territoriale che non considerino lo spazio vissuto dalle comunità umane semplicemente come una tabula rasa, un approccio che in passato ha mostrato tutti i suoi limiti, ma che invece tengano presente le specificità ambientali locali per raggiungere una pianificazione e uno sviluppo realmente sostenibile. Un approccio territorialista dunque che indaghi l'intima correlazione che si instaura in un determinato spazio tra la comunità umana che lo abita e le specificità ambientali. (Raffestin, 1984, Magnaghi, 2011) Questa scelta si rivela essere impellente alla luce dell'espansione notevole delle attività umane e nell'impetuoso processo di urbanizzazione riscontrato negli ultimi 50-60 anni, ma soprattutto si rivela essere una necessità in conseguenza dell'estremizzazione dei fenomeni meteorologici. Sono già attive alcune sperimentazioni in questo campo, come per esempio il progetto Etsch 2000,

coordinato dall'Università di Trento, e l'esperienza di Sandra Vantini e Lucia Masotti (Vantini, Masotti, 2015). Il progetto di Trento e Bolzano che qui illustriamo prevede un approccio multidisciplinare con la collaborazione tra diverse professionalità (geografi, ingegneri idraulici e geomorfologi, archeologi) per l'elaborazione di un modello morfodinamico del fiume Adige (Zolezzi et al., 2009). Tale modello, realizzato sulla base dei dati provenienti dalla cartografia storica e dalle analisi svolte punta a ricostruire l'evolversi del tracciato del fiume Adige per poterne prevedere gli sviluppi e le criticità future. Si tratta certo di un progetto ambizioso, specialmente nel tentativo di individuare l'evoluzione del fiume Adige negli ultimi due millenni, ma esso

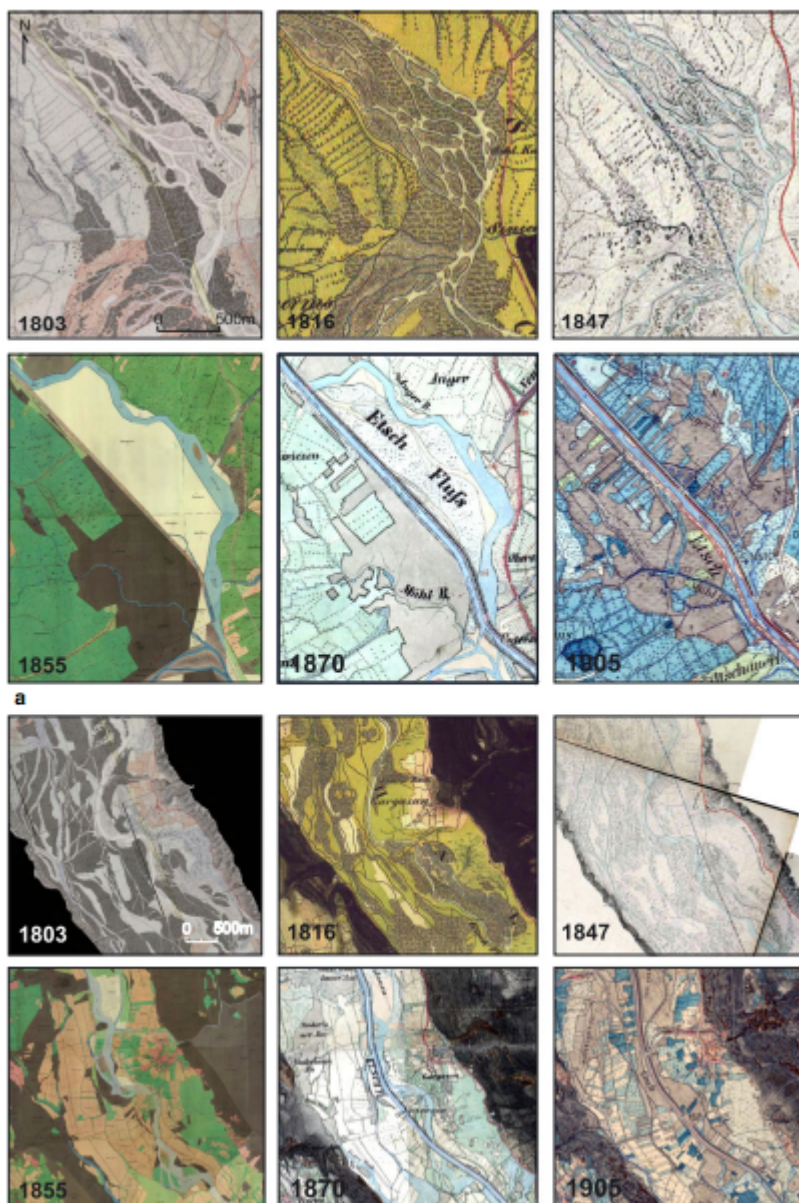


Figura 1- Esempi di carte storiche usate per l'analisi multitemporale.

cerca di adottare un approccio innovativo ad un problema che ha radici millenarie.

Per quanto riguarda la base cartografico-storica si è cercato di recuperare le fonti geostorico-cartografiche che fossero in grado sia di inquadrare l'area oggetto di studio (il corso del fiume Adige nel tratto facente parte del territorio della Regione Trentino-Alto Adige), sia di restituire con adeguata accuratezza geometrica l'area presa in esame. Le carte utilizzate sono state realizzate tra la seconda metà del XVIII e il XX secolo ed hanno una provenienza piuttosto eterogenea. Nonostante ciò si può dire che si è fatto ricorso perlopiù a cartografia frutto di committenza pubblica e molto utili si sono state le molteplici rilevazioni topografico-militari condotte a partire dal 1903 fino alla Grande Guerra dall'Imperial Regio istituto geografico militare austroungarico (Mastronunzio, 2016). Oltre a ciò si è fatto uso anche della cartografia catastale della metà dell'Ottocento (catasto Franceschino) e di alcune fotografie aeree realizzate durante la Prima Guerra Mondiale (Figura 1).

## Il caso del fiume Adige

Il tratto analizzato, presenta una lunghezza di 115km e si estende tra gli abitati di Merano (Provincia Autonoma di Bolzano) e Calliano (Provincia Autonoma di Trento). Tra la seconda metà e la fine del 19° secolo è stato soggetto ad un intervento di canalizzazione e rettifica, realizzato da parte dell'amministrazione Austriaca (Impero Asburgico) nel contesto del progetto di bonifica dell'intero fondovalle da Merano fino a Rovereto.

Le fonti cartografiche utilizzate si riferiscono al periodo tra il 1803 ed il 1917 (Tabella 1), tutte le carte sono state georiferite, per ogni annata sono state definite le morfologie d'alveo e sono stati mappati l'alveo, le barre e le isole. I principali risultati indicano che la morfologia del fiume Adige è notevolmente cambiata dagli inizi del 19° (Scorpio et al., 2018).

Anno	Titolo	Autore	Archivio	Scala	Numero di mappe georeferenziate	RMSE
<b>1803-1805</b>	Oeconomische Karte des Etschstromes und der umligenden Gegend in der Grafschaft Tirol [...] ( <i>alias</i> : Nowack-Plan)	Nowack	TLA	1:3,456	131	1-9
<b>1816-1821</b>	Zweite Militär-Landesaufnahme (Franziseische Landesaufnahme)	Reininger-Geppert/ KuK Militär-Geographisches	KA	1:28,800	15	10-17

	( <i>alias</i> : Reininger-Geppert Karte)	Institut				
<b>1847-1848</b>	Karte der Etschregulierung in 14 Blaettern von Meran bis Borghetto suedliche Rovereto	Claricini Dornpacher	TLMF	1:20,736	14	6-27
<b>1856-1861</b>	Cadastral map (Franzisceischer Kataster/Austrian Land Cadastre)	KuK Generaldirektion des Grundsteuerkaster	PAT/South Tyrol	1:2,880	>300	1.5-4.5
<b>1870-1871</b>	Dritte Militar-Landesaufnahme (Franzisco-Josephinische Landesaufnahme/Neue Aufnahme)	KuK Militar-Geographisches Institut	BEV	1:25,000	14	10-17
<b>1904-1912</b>	Vierte Militar-Landesaufnahme (Präzisionsaufnahme)	KuK Militar-Geographisches Institut	BEV	1:25,000	14	10-21
<b>1915-1927</b>	IGM serie 25v ( <i>alias</i> : "Tavolette")	IGM (Istituto Geografico Militare)	UniTN	1:25,000	24	10-13

*Tabella 1. Modificata da Scorpio et al., 2018. Lista degli acronimi: RMSE = errore RMS; TLA = Tiroler Landesarchiv (Innsbruck, Austria); KA = Kriegsarchiv (Vienna, Austria); TLMF = Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum (Innsbruck, Austria); PAT: Catasto, Provincia Autonoma di Trento;; South Tyrol = Catasto, Provincia Autonoma di Bolzano Cadastre Dept., Autonomous Province of Bolzano (Italy); BEV = Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (Vienna, Austria); UniTN = Dept. of Humanities, University of Trento (Italy)*

Tali modifiche sono state fortemente influenzate dagli interventi antropici ed in particolare dalle rettifiche. All'inizio del 19°, ovvero immediatamente prima delle opere di canalizzazione, l'Adige presentava soprattutto morfologie di tipo sinuoso, sinuoso a barre alternate e meandriformi (per una lunghezza pari al 73% del tratto analizzato) (Scorpio et al., 2018). I tratti multicanali erano poco diffusi e si estendevano solo immediatamente a valle delle confluenze con i più importanti affluenti (Passirio, Valtura, Isarco Noce, Avisio) (Scorpio et al., 2018). La larghezza media di alveo era di 100m nei tratti monocursali e 170m in quelli multicanali. Variazioni più consistenti si sono verificate a partire dai primi decenni del 19°, con l'inizio delle canalizzazioni. L'alveo ha subito importanti restringimenti (fino al 70% della

larghezza agli inizi del 19°), semplificazioni della morfologia, che divenne prevalentemente rettilinea o sinuosa e la totale scomparsa delle barre e delle isole. Molti meandri, tra cui ad esempio quello che attraversava la città di Trento, vennero rettificati. Attualmente la morfologia è di tipo rettilineo o sinuosa, la larghezza media varia tra i 60 e gli 80m e le barre sono quasi completamente assenti ad eccezione di pochi casi a valle delle confluenze con alcuni tributari.

L'occorrenza di fenomeni di piena e di processi gravitativi (colate detritiche sui tributari) ha avuto un ruolo fondamentale nello sviluppo delle morfologie di alveo, nel periodo precedente alla canalizzazione. In diversi punti della valle, sono stati rinvenuti meandri abbandonati a seguito di fenomeni di piena che hanno causato avulsioni e la stabilizzazione di nuovi tracciati fluviali. A seguito delle canalizzazioni, nonostante un incremento delle piene di elevata magnitudo sul finire del 19° secolo (Marchese et al., 2017), nessun evento ha causato sostanziali modifiche morfologiche, in quanto le sponde risultavano fortemente stabilizzate.

## Bibliografia

**aggio G., Aprile C. (2006), Titolo del libro, Edizioni Pallino, Roma, 55-69**

- Baldacci O., *Censimento e conservazione del patrimonio geocartografico, Cartografia e istituzioni in età moderna*, Atti del Convegno, Genova – novembre , Società Ligure di Storia Patria, Genova, pp. 629-646.
- Barsanti D., Rombai L., *La "Guerra della acque" in Toscana. Storia delle bonifiche dai Medici alla Riforma Agraria*, Firenze, 1986.
- Bevilacqua P., Rossi-Doria M., *Le bonifiche in Italia dal '700 ad oggi*, Laterza, Roma-Bari, 1984.
- Bevilacqua M., *Geometri e catasti nell'Italia del Settecento*, in Cantile A. (a cura di), *La cartografia in Italia: nuovi metodi e nuovi strumenti dal Settecento ad oggi*, Istituto Geografico Militare, Firenze, 2007, pp. 17-28.
- Boulanger P., Trochet J.R. (a cura di), *Où en est la Géographie Historique? Entre économie et culture*, Paris, 2005.
- Cavallo F.L., *Terre, acque, macchine. Geografie della bonifica in Italia tra Ottocento e Novecento*, Reggio Emilia, 2011.
- CIPRA, *Gli ultimi fiumi naturali delle Alpi*, CIPRA, Vaduz, 1992.
- Commissione UE, *Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo e al Consiglio. Verso una gestione sostenibile delle acque nell'Unione Europea. Prima fase dell'attuazione della direttiva quadro sulle acque (200/60/CE)*, Bruxelles, 2007.
- Dai Pra E. (a cura di), *APSAT 9 Cartografia storica e paesaggi in Trentino. Approcci geostorici*, Società Archeologica Padana, 2013.

Magnaghi M., *Congresso fondativo: il territorio bene comune. Relazione introduttiva*, Firenze 1– 2 dicembre 2012, Società dei territorialisti/e, pp. 1–12.

Raffestin C., *Territorializzazione, deterritorializzazione, riterritorializzazione e informazione*, in Turco A. (a cura di), *Regione e regionalizzazione*, Milano, 1984, pp. 69–82.

Vantini S., Masotti L. (a cura di), *Acque di Terraferma: il Vicentino*, Marsilio, Padova, 2015.

Marchese E, Scorpio V, Fuller I, McColl S, Comiti F. 2017. *Morphological changes in Alpine rivers following the end of the Little Ice Age*. *Geomorphology* 295: 811–826.

Scorpio V., Zen S., Bertoldi W., Surian N., Mastrorunzio M., Dai Prá E., Zolezzi G., Comiti, F., 2018. *Channelization of a large alpine river: what is left of its original morphodynamics?* *Earth Surface Processes and Landforms*, 43(5): 1044-1062. Doi: 10.1002/esp.4303