

Ann. Mus. civ. Rovereto	Sez.: Arch., St., Sc. nat.	Vol. 17 (2001)	149-162	2003
-------------------------	----------------------------	----------------	---------	------

MIRKO SANTACATTARINA

CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE DELLA VAL LAGARINA E DEL FIUME ADIGE NEL TRATTO COMPRESO TRA BESENELLO E CHIZZOLA

Abstract - MIRKO SANTACATTARINA - Geomorphological characteristics of Val Lagarina and of Adige river in the part between Besenello and Chizzola.

The article presents some geomorphological characteristics of a Val Lagarina part and of Adige river. This is a preliminary work that belongs to a wider research concerned with the valley evolution from Late Glacial to today. The work was based on a careful reading of bibliographic source and on the consultation and the comparison of topographic and geological that concern to a between 1600 and today period map.

Key words: Geomorphology, Val Lagarina, Adige river, Bedrock, River-bed.

Riassunto - MIRKO SANTACATTARINA - Caratteristiche geomorfologiche della Val Lagarina e del fiume Adige nel tratto compreso tra Besenello e Chizzola.

L'articolo presenta alcune osservazioni sulle caratteristiche geomorfologiche di un tratto di Val Lagarina e del fiume Adige. Si tratta di un lavoro preliminare che fa parte di una ricerca più ampia che si è interessata dell'evoluzione della valle dal Tardiglaciale ad oggi. Il lavoro è stato portato a termine attraverso un'attenta lettura delle fonti bibliografiche, la consultazione e il confronto di carte topografiche e geologiche che si riferiscono ad un intervallo di tempo compreso tra il 1600 ed oggi.

Parole chiave: Geomorfologia, Val Lagarina, Fiume Adige, Substrato roccioso, Alveo.

1. INTRODUZIONE

La Val Lagarina rappresenta la parte inferiore del solco vallivo nel quale scorre l'Adige prima del suo sbocco nella pianura veronese. I limiti sono dati

dalla Chiusa di Ceraino a Sud, mentre per quello Nord in letteratura vi sono opinioni differenti: Calliano (DE ANTONI, 1989) o Trento (CORRÀ, 1973). Questo lavoro presenta alcune considerazioni generali sulle caratteristiche geomorfologiche di un tratto della valle e del suo fiume. Lo studio si è interessato del tratto di valle superiore, compreso fra i paesi di Chizzola a Sud e di Besenello a Nord, che si prolunga per circa 18 km (fig. 1).

Durante l'ultimo massimo della glaciazione würmiana, che nelle Alpi Orientali avvenne attorno a 24.000-16.000 anni BP (FLIRI in SURIAN, 1996), la Val Lagarina fu completamente ricoperta dal ghiacciaio atesino. È ovvio quindi che l'assetto geomorfologico attuale della valle è il risultato di una serie di processi che sono avvenuti perlopiù durante la glaciazione würmiana e dal Tardiglaciale ad oggi.

Lo studio che è presentato in quest'articolo è solo una piccola parte del lavoro che è stato fatto dallo scrivente per capire e descrivere l'assetto geomorfologico della valle. Tutte le osservazioni riportate derivano in prevalenza da un'attenta ricerca e lettura delle fonti bibliografiche esistenti e dalla consultazione di carte topografiche o geologiche di diversa età. Sono comunque stati fatti dei controlli sul terreno attraverso il rilevamento geomorfologico di campagna. Per esempio, le caratteristiche morfologiche dei meandri dell'Adige tagliati artificialmente nella seconda metà del secolo scorso si possono studiare anche sul terreno poiché nell'attuale *flood plain* sono ancora presenti le depressioni degli antichi alvei.

2. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE DELLA VALLE

Le caratteristiche geomorfologiche del segmento studiato della Val Lagarina sono ben rappresentate da un disegno presente nel testo di CASTIGLIONI del 1986 (Fig. 2). Si tratta infatti di una valle a fondo concavo costituita da sedimenti fluviali (alluvioni dell'Adige e conoidi dei torrenti laterali) e da depositi di versante (frane, accumuli detritici, *colluvium*). È quindi un sistema complesso sulla cui strutturazione sono intervenuti più fattori: il substrato roccioso, l'opera di erosione e di deposizione del ghiacciaio *würmiano*, l'azione fluviale sul fondovalle e i processi di denudazione dei versanti.

Per quanto riguarda le caratteristiche planimetriche, l'orientazione media del tratto considerato è di N23E-S23W. Tuttavia si possono comunque distinguere quattro diversi segmenti caratterizzati da direzioni differenti. Procedendo da valle verso monte, il primo tratto si estende da Chizzola fino a Mori, ha una lunghezza di 4,5 km circa ed è orientato secondo la direzione N24W-S24E. Il tratto successivo, lungo 10 km, è compreso fra Mori e Chiusole ed ha orientazione N22E-S22W. Tra Chiusole e Calliano la Val Lagarina è caratterizzata da un

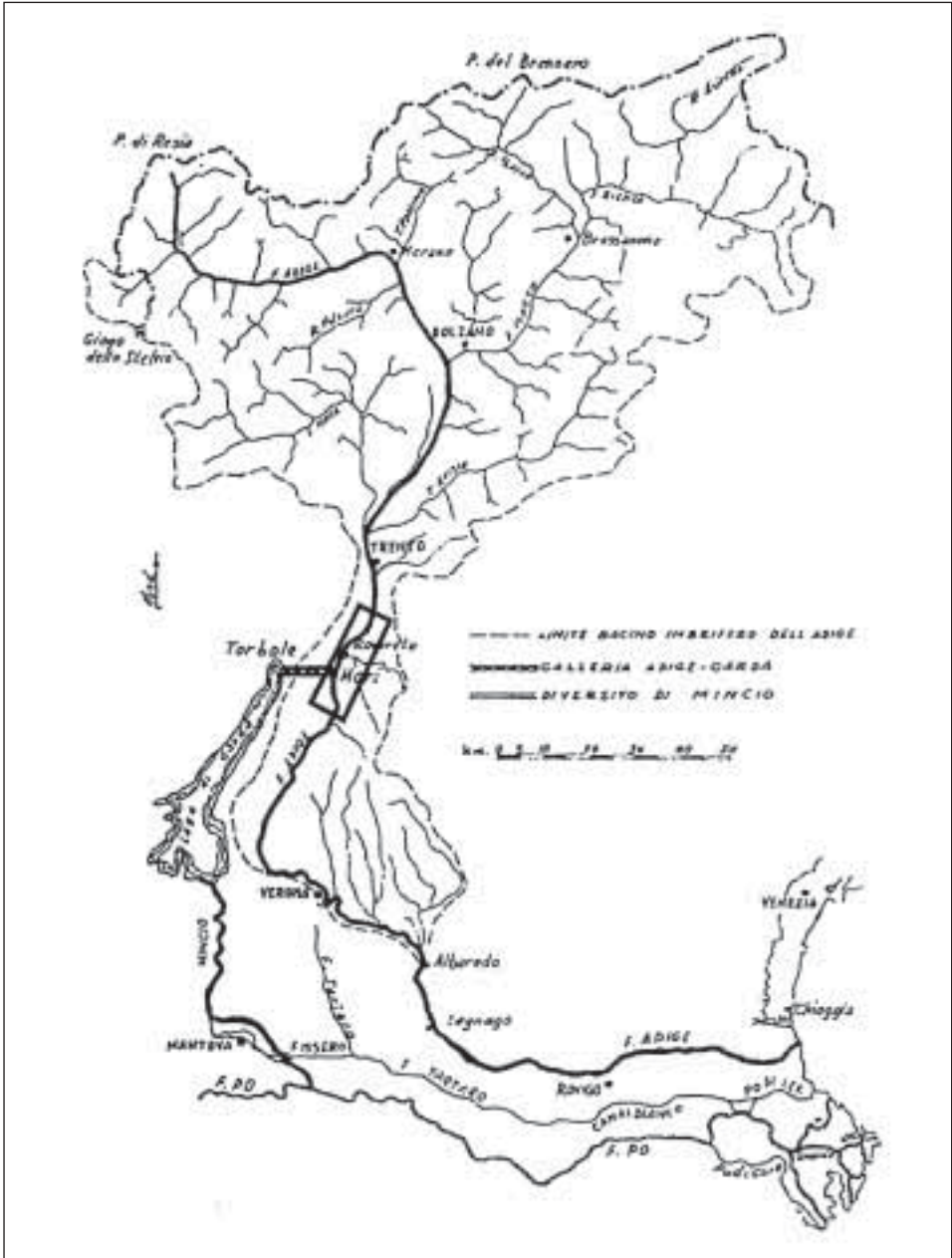


Fig. 1 - Corso dell'Adige dalla sorgente in prossimità del lago di Resia fino al suo sbocco nel mare Adriatico a S di Chioggia; è raffigurato il bacino imbrifero del fiume che ha un'estensione di 11.954 km² e che si chiude nella pianura veronese presso il paese di Albaredo; il rettangolo indica l'ubicazione dell'area in esame. Modificata da DE ANTONI, (1989).

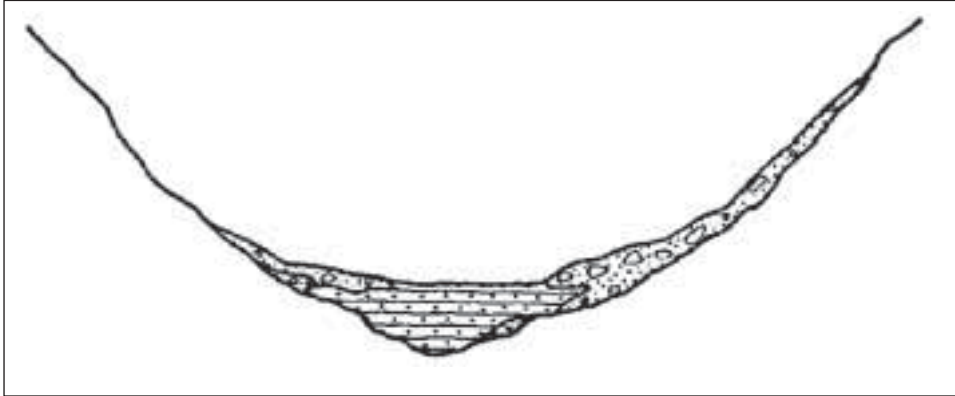


Fig. 2 - Un tipo di valle studiato in sezione trasversale: valle a fondo concavo risultante da depositi alluvionali e da depositi di versante; il disegno descrive con precisione le caratteristiche geomorfologiche della Val Lagarina. Modificato da CASTIGLIONI, 1986.

brusco cambiamento di direzione che diventa quasi normale a quella generale (CADROBBI, 1930). Questo tratto è molto corto, solo 1,2 km, ed è orientato secondo N86E-S86W. Infine l'ultimo segmento si estende tra Calliano e il limite Nord dell'area rilevata. È lungo quasi 4 km e la sua orientazione è N26E-S26W. Come si può vedere il secondo e il quarto segmento sono praticamente paralleli alla direzione media di tutto il tratto considerato.

Nella parte centrale, nel tratto compreso tra Mori e Chiusole, la valle risulta asimmetrica. L'asimmetria è legata a cause strutturali. Sul versante destro sono presenti ripide pareti dove affiorano le testate degli strati dei rilievi monoclinali che formano la dorsale monte Baldo - monte Biaena - monte Stivo. Il versante opposto, nel tratto centrale, è formato invece dalle superfici strutturali del monte Zugna e di Dos di Gardole che scendono regolarmente con pendenze comprese tra 25 e 30°. È in questo segmento che la valle presenta la larghezza maggiore che in media varia tra 2 e 2,5 km. A Sud di Mori il fondovalle risulta molto più stretto presentando una larghezza che è compresa tra 1 e 1,2 km. A Nord di Rovereto, da Chiusole fino all'altezza di Calliano, oltre al brusco cambiamento di direzione, la valle risulta anche molto stretta. Il restringimento massimo è riscontrabile in prossimità del paese di Chiusole (toponimo originato dalla morfologia) dove il fondovalle ha una larghezza di 0,9 km, ed è determinato dal prolungamento verso Nord delle pendici di Dos di Gardole e da uno sperone secondario della catena Bondone - Stivo, il quale si protende verso Est e termina con la cima Bastonarda. A Nord di Calliano, la valle tende ad allargarsi nuovamente ma si mantiene su valori di larghezza compresa fra 1,2 e 1,5 km. Quindi la parte di Val Lagarina che è stata presa in considerazione è costituita da due aree abbastanza strette separate da un tratto

centrale molto più largo che si estende attorno a Rovereto. Il profilo di una valle a fondo concavo, citato in precedenza, si adatta soprattutto a questo segmento centrale, che comunque è quello più lungo, ed è compreso fra i paesi di Mori e Marco a Sud e di Volano e Pomarolo a Nord.

È molto probabile che il solco vallivo sia impostata lungo importanti lineamenti tettonici. A rafforzare quest'ipotesi concorrono anche la differente distribuzione delle litologie sui fianchi e le diverse caratteristiche della tettonica dei due versanti. Infatti, mentre lungo la dorsale monte Baldo - monte Bondone si trovano in prevalenza strutture ad andamento giudicariense (N10-40E), il versante opposto è percorso in particolare da strutture a direzione scledense (N20-60W). È possibile ipotizzare quindi che sotto il fondovalle vi siano degli importanti svincoli cinematici.

3. PROFONDITÀ DEL SUBSTRATO ROCCIOSO

Gli unici dati disponibili e utili a conoscere la profondità della roccia sopra la copertura quaternaria provengono da due perforazioni eseguite a Rovereto in località Navicello. Le due perforazioni fanno parte di un progetto di integrazione dell'approvvigionamento idrico condotto dall'Azienda dei Servizi Municipali di Rovereto. I due pozzi distano l'uno dall'altro solo 300 m. Nonostante questo vi è una gran differenza nella profondità dal piano campagna alla quale è stato trovato il substrato roccioso. In un pozzo la profondità è di 195 m mentre nell'altro è di solo 151 m (GASPARRI, tesi di laurea inedita, AA 92-93). Si tenga presente che la differenza di quota del piano campagna dei due luoghi dove sono state eseguite le perforazioni è minima.

I dati sopra riportati indicano che la profondità del *bedrock* è molto variabile con aree in cui aumenta lo spessore della copertura quaternaria. Queste differenze possono essere dovute alla presenza di lineamenti che definiscono un'alternanza di alti e bassi strutturali, oppure si può anche pensare all'effetto dell'erosione glaciale che può aver creato ampie conche di sovraescavazione.

Una situazione simile è presentata in un articolo di ANTONELLI *et al.* (1995) che si riferisce alla parte terminale della Val Lagarina prima del suo sbocco nella pianura veronese. Mediante sondaggi elettrici è stato messo in evidenza che all'altezza del paese di Ceraino, sotto l'attuale alveo dell'Adige, lo spessore della copertura quaternaria raggiunge gli 80 m. Poco a Nord esiste un'altra area sotto la quale la roccia è posta ad una profondità di 90 m dal piano campagna. A circa 1 km da quest'area, ma soprattutto a meno di 200 m da quella precedente l'alveo dell'Adige è scavato nella roccia.

Poiché il piano campagna della zona di Navicello sta ad una quota di 175 m, la profondità di 195 m indica che la roccia è posta anche sotto l'attuale livello del

mare. Situazioni simili si riscontrano anche a Trento. VENZO (1979) ha studiato la stratigrafia di un pozzo ubicato a Nord di Trento che raggiunge la profondità di 193 m dal piano campagna senza raggiungere la roccia. Sempre dallo stesso autore è stato determinato attraverso una ricerca geofisica che a Sud di Trento lo spessore dei depositi quaternari è di 269 m, e questi ultimi quindi si trovano anche al di sotto dell'attuale livello del mare. FUGANTI *et al.* (1996) hanno preso in considerazione un pozzo ubicato alla confluenza fra il Fersina e l'Adige che ha raggiunto la profondità di 423 m ma non ha incontrato il substrato roccioso. Valori di questo tipo sono comunque eccessivi per la zona di Rovereto almeno che la parte più incisa e profonda del *bedrock* non si trovi molto spostata verso Est sotto l'attuale conoide del torrente Leno.

Riassumendo si può dire che il *bedrock* della valle risulta molto irregolare, con variazioni di quota anche ampie che si realizzano anche su brevi distanze. Nei punti più profondi esso si trova anche al di sotto dell'attuale livello marino. Per quanto riguarda l'area attorno a Rovereto, per i dati che si hanno attualmente, il substrato roccioso si trova a profondità comprese tra 150 m e 200 m dal piano campagna.

4. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE DELL'ADIGE

Oggi lungo la Val Lagarina scorre l'Adige, ma vi sono autori che ritengono che la paleoidrografia sia stata diversa e che si sia evoluta secondo stadi successivi fino all'assetto attuale. Infatti dalla zona di Mori si dirama verso Ovest la «valle morta Mori - Torbole», che congiunge la Val Lagarina alla depressione Sarca - Garda. Questa valle è talora denominata «Sella di Loppio» (dalla presenza del lago di Loppio), e interrompe la continuità della catena monte Baldo - monte Stivo. Molti autori hanno espresso l'opinione che essa rappresenti un tratto dell'antico percorso dell'Adige e che l'attuale tracciato della Val Lagarina, che prosegue da Mori - Marco verso Sud, sia più recente. Nella questione può essere inserita anche l'ipotesi di un percorso dell'Adige ancora più antico, attraverso la Sella di Terlago, situata ad Ovest di Trento, sempre con direzione verso la depressione Sarca-Garda. CORRÀ (1973, 1974) ritiene che queste variazioni dell'idrografia furono causate dall'azione di erosione delle lingue glaciali che smantellarono gli ostacoli del rilievo orografico permettendo all'Adige prima di raggiungere il bacino di Rovereto ed infine il tratto terminale della Val Lagarina. Secondo ZANFERRARI *et al.* (1982) il riassetto della paleoidrografia che inizialmente prevedeva un «paleo - Adige» che percorreva la Sella di Terlago, potrebbe essere stato determinato dall'evoluzione della scarpata tettonica Trento-Fai-Cles che avrebbe facilitato, in un'epoca precedente alle ultime glaciazioni la cattura dell'Adige da parte di un corso d'acqua che scorreva in una «paleo - Val Lagarina».

È stato eseguito uno studio dell'evoluzione dell'alveo dell'Adige attraverso il confronto di carte geografiche o geologiche di età differenti. Le più antiche sono riportate in un testo di CUCAGNA del 1985 e sono:

- *Veronae urbis territorium a Bernardo Brognolo descriptum*, di B. BRUGNOLI, anno 1579, scala 1:337.000 circa;
- ...*TERRITORIO VERONESE ET VICENTINO...*, di C. SORTE, anno 1591, scala 1:74.000 circa;
- *TERRITORIO DI TRENTO*, di G. A. MAGINI, anno 1620, scala 1:420.500 circa.

Presso la biblioteca del Museo Civico di Rovereto sono state trovate anche la seguenti carte:

- *Tyrol gegen Süden (Atlas tirolensis)*, di P. ANICH e B. HUEBER, anno 1774, scala 1:100.000 circa;
- *F. n° 36 Schio*, ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE, anno 1902, scala 1:100.000;
- *F. N° 36 SCHIO*, ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE, anno 1909, scala 1:100.000;
- *F. N° 36 SCHIO (Carta Geologica d'Italia)*, anno 1968, scala 1:100.000.

Per quanto riguarda le carte presenti nel testo di CUCAGNA, le scale delle immagini che le raffigurano sono state ricavate utilizzando numerose misure delle distanze fra i paesi segnati e confrontandole con quelle ricavate dal Foglio n° 36 Schio del 1968. In questo modo sono state ottenute per ogni immagine una serie di scale, con dei valori che in alcuni casi mostravano grandi differenze l'uno rispetto all'altro, dalle quali è stato ricavato un valore medio. Questa operazione ha permesso di poter riprodurre tutte le immagini alla scala approssimativa di 1:150.000, e di ricavare da esse il tracciato del fiume Adige e l'ubicazione dei vari paesi che sono stati riportati in Fig. 3. Nella stessa è stato riportato anche il corso dell'Adige ottenuto dalla carta di ANICH e HUEBER della quale si conosceva la scala (1:100.000 circa) che è stata ridotta fino ad 1:150.000.

La Fig. 4 mostra invece il percorso dell'alveo ottenuto dai Fogli n° 36 Schio del 1902, del 1909 e del 1968. La scala originale dei fogli è 1:100.000, tuttavia nella figura tutti i tracciati sono stati riportati alla scala di 1:150.000. In questo modo anche quest'ultimi sono confrontabili con quelli di Fig. 3.

Va detto inizialmente che l'analisi e lo studio di carte antiche deve comunque sempre tenere conto della ridotta precisione e grossolanità del disegno. Un esempio che può essere qui riportato riguarda la posizione della confluenza nel fiume Adige del Rio Cameras rispetto all'ubicazione dell'abitato di Marco. Nel tracciato n° 1 di Fig. 2 sta a Sud di Marco (freccia A), mentre nel n° 3 le due posizioni sono invertite (freccia B). Attualmente questa confluenza è posta circa 600m a Nord del nucleo principale e più antico del paese di Marco. In base alla morfologia attuale dei luoghi, la situazione presentata nella carta di

BRUGNOLI del 1579 appare poco verosimile e può essere attribuita ad un errore del disegno.

La Fig. 2 mostra che nelle quattro carte considerate non esistono grandi differenze nel corso dell'Adige. Oltretutto si deve considerare che le prime tre coprono un intervallo di soli 40 anni. Si nota molto bene la presenza del meandro di Nomi (freccia C), mentre meno accentuato e visibile è quello di Besenello - Calliano posto più a N (freccia D). Una grande differenza fra i primi tre tracciati e il quarto, si ha nell'area compresa tra Marco e la foce del torrente Sorne. Infatti mentre nelle carte di BRUGNOLI, SORTE e MAGINI si nota la presenza di un meandro con concavità rivolta verso Est (freccia E), in quella di ANICH e HUEBER invece è stato disegnato un meandro con concavità opposta (freccia F). Se per quest'ultimo ancor oggi esiste un'evidenza morfologica molto chiara in prossimità dell'abitato di Marco con la presenza di un paleoalveo ben visibile (SANTACATTARINA, tesi di laurea inedita, Tav. 4, AA '98-'99), non altrettanto si può dire per quello con concavità ad Est. Gli unici indizi della sua esistenza si possono riscontrare nella presenza a Nord del paese di Chizzola di una scarpata di forma arcuata, oggi fortemente modellata dall'azione antropica e sulla quale passa la strada provinciale Destra Adige. La scarpata limita ad Est il terrazzo di Chizzola e inoltre potrebbe avere come sua continuazione naturale una piccola scarpata di circa 4m di altezza che taglia il conoide del torrente Sorne nel suo tratto Nord-Est.

Nel periodo intercorso fra le carte del 1500-1600 e quella più recente del 1700 si inserisce un evento molto importante per l'evoluzione dell'alveo dell'Adige. Infatti pare che attorno al 1600 i Principi Vescovi di Trento abbiano fatto abbassare il letto del fiume con cariche esplosive in corrispondenza della Chiesa di Ceraino per prosciugare il fondo paludoso della valle e migliorare la viabilità (VENZO in CORRÀ, 1973).

È importante confrontare i tracciati di Fig. 4 e quello della carta di HANICH e HUEBER. Infatti fra la pubblicazione di quest'ultima e quella del Foglio Schio del 1902 si ebbe un periodo, compreso fra il 1850 e la fine del secolo, nel quale furono eseguiti numerosi lavori di sistemazione del letto dell'Adige, la gran parte dei quali furono collegati alla costruzione della ferrovia Bolzano - Verona. Fra questi, molto importanti furono i tagli artificiali di alcuni meandri le cui date di esecuzione sono le seguenti (MICHELI, 1981):

- taglio di Nomi (freccia A in Fig. 5): 1850-1860;
- taglio di Marco (freccia B in Fig. 5): 1850-1860;
- taglio di Chiusole: 1880;
- taglio di Besenello-Calliano (freccia C in Fig. 5): 1882.

Il foglio Schio del 1902 mette ben in evidenza i tagli di Marco e di Nomi, mentre non è ancora segnato quello di Besenello - Calliano che comunque, viste le date riportate sopra, doveva già essere stato eseguito. Su questa carta si può

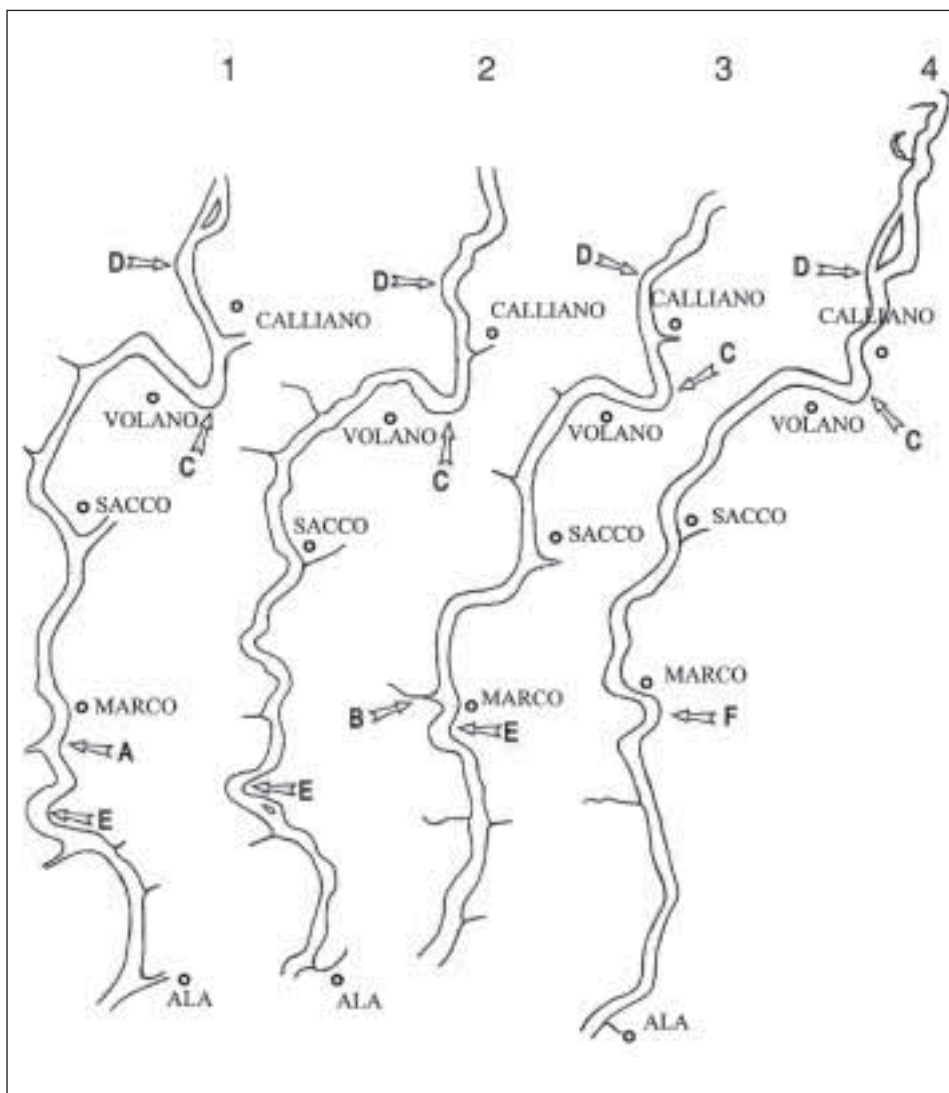


Fig. 3 - Tracciati del corso del fiume Adige raffigurati alla scala 1:150.000 ricavati dalle seguenti carte:

1. *VERONAE URBS TERRITORIUM a Bernardo Brognolo descriptum*, di B. BRUGNOLI, anno 1579, scala 1:337.000 circa;
2. *...TERRITORIO VERONESE ET VICENTINO...*, di C. SORTE, anno 1591, scala 1:74.000 circa;
3. *TERRITORIO DI TRENTO*, di G. A. MAGINI, anno 1620, scala 1:420.500 circa;
4. *TYROL GEGEN SUDEN (ATLAS TIROLENSIS)*, di P. ANICH e B. HUEBER, anno 1774, scala 1:100.000 circa.

Le lettere e le frecce si riferiscono alla descrizione dei tracciati presente nel testo.

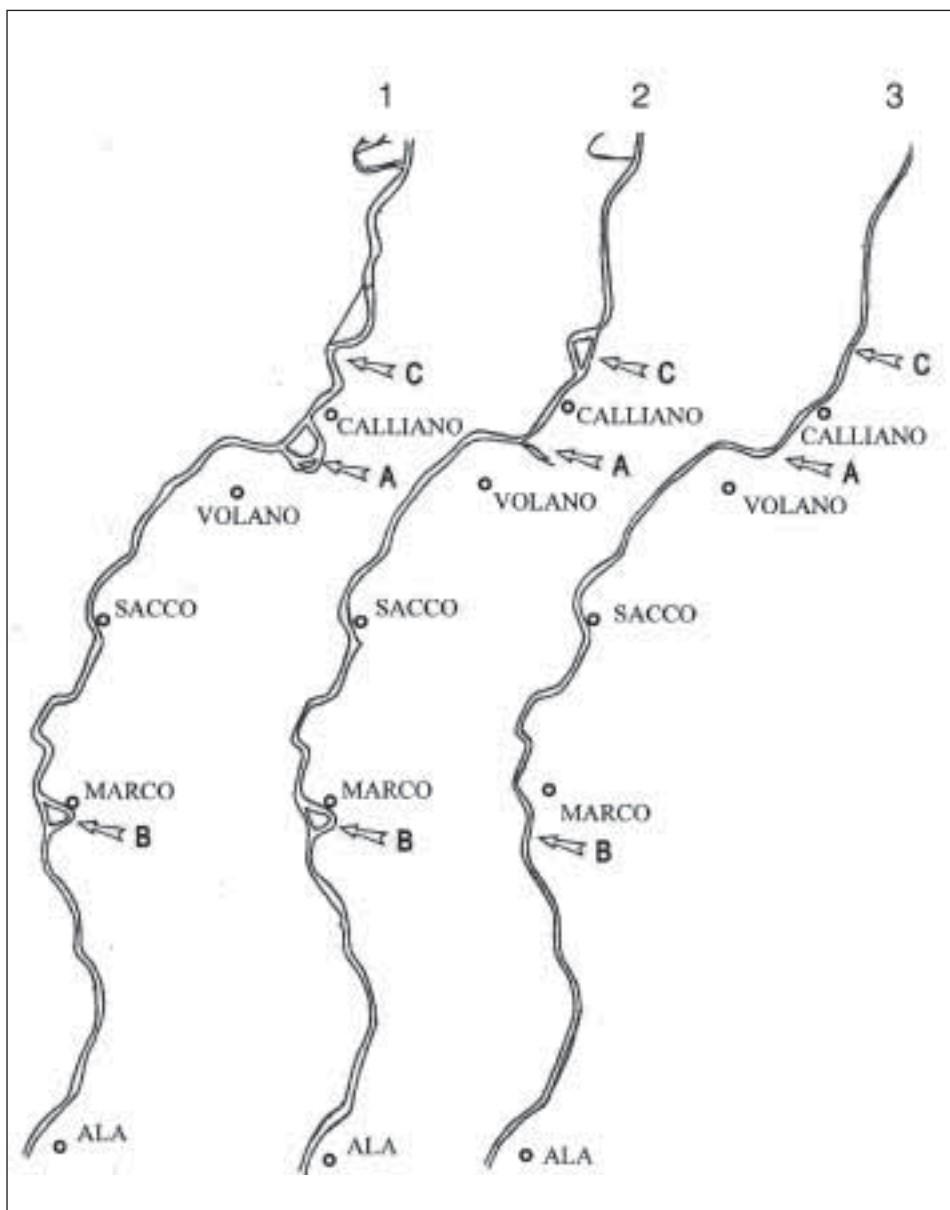


Fig. 4 - Tracciati del corso del fiume Adige presentati alla scala 1: 150.000 ricavati dalle seguenti carte:

1. F. N° 36 SCHIO, anno 1902, scala 1:100.000;
2. F. N° 36 SCHIO, anno 1909, scala 1:100.000;
3. F. N° 36 SCHIO (geologico), anno 1968, scala 1:100.000.

Le lettere e le frecce si riferiscono alla descrizione dei tracciati presente nel testo.

anche osservare che il meandro di Nomi era formato, nel suo tratto centrale, da due rami distinti e separati da un'ampia barra centrale. Questa situazione è riscontrabile sul terreno ancor oggi (SANTACATTARINA, tesi di laurea inedita, Tav. 1, AA '98-'99).

Sul Foglio Schio del 1909 è stato segnato per la prima volta il taglio Besenello-Calliano. Il meandro di Marco non ha subito modificazioni, mentre per quanto riguarda quello di Nomi, è rimasto solo un breve tratto terminale. Quest'ultimo a tutt'oggi non è ancora completamente interrato, ma è rimasta una ristretta area paludosa nella quale è stato mantenuto un biotopo.

Il Foglio geologico del 1968 mostra infine la situazione attuale dell'alveo dell'Adige che risulta fortemente modificato e rettificato rispetto al precedente andamento naturale osservabile nei tracciati di Fig. 3.

Al tratto considerato dell'alveo dell'Adige è stata applicata la classificazione di RUST (in ORI, 1988) (Fig. 5). La classificazione è basata su una combinazione dell'indice di sinuosità e dell'indice di intrecciamento (*braiding index*). Il primo indice è definito dal rapporto fra la lunghezza dell'alveo del fiume e quella della valle, mentre il *braiding index* è il rapporto fra il doppio della somma delle lunghezze delle barre e la lunghezza del segmento fluviale misurata a mezzo le rive. La lunghezza dell'alveo attuale dell'Adige nel tratto compreso fra Chizzola e Besenello è di 22 km circa, mentre la lunghezza della valle misurata lungo la direzione media N23E - S23W è di 18 km. Il rapporto fra i due valori definisce un indice di sinuosità di 1,22. Lungo il fiume è presente un'unica barra posta poco a Nord di Chizzola e lunga 300 m circa. Il *braiding index* di questo tratto è quindi di 0,03. Secondo lo schema di Fig. 5 l'Adige, nel segmento considerato, è quindi un fiume rettilineo (*straight*). Tuttavia se nella lunghezza dell'alveo si considerano anche i paleoalvei tagliati nella seconda metà dell'800 (taglio di Nomi, taglio di Marco, taglio di Chiusole, taglio di Besenello-Calliano), quest'ultima aumenta di 7,7 km, l'indice di sinuosità diventa di 1,65, mentre quello di intrecciamento assume il valore di 0,02. Quindi in realtà, in base all'alveo naturale, l'Adige sarebbe classificato come un fiume meandriforme (*meandering*) (Fig. 5).

La netta variazione dell'indice di sinuosità tra l'alveo naturale dell'Adige e quello attuale caratterizzato da numerosi tagli artificiali di meandro, evidenzia chiaramente come oggi il comportamento di questo fiume sia fortemente controllato dall'uomo. Tutto il percorso è stato regolato e raddrizzato e alcune sponde sono state rinforzate. L'alveo ha una larghezza che risulta praticamente costante lungo tutto il tratto considerato che si mantiene attorno a valori di 80-90 m. Solo alcuni segmenti hanno una sezione leggermente più stretta (40-50 m).

Inoltre, vi sono delle opere idrauliche che controllano e hanno controllato le portate dell'Adige. Esse sono la diga dell'ENEL posta all'altezza di Mori, e la Galleria Adige-Garda il cui imbocco sta a Nord del paese di Ravazzone. Il pro-



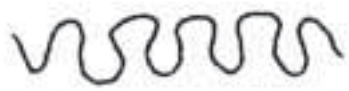

CLASSIFICAZIONE DEI CANALI		
	SECONDO RUST 1979	
	Canale singolo (parametro braided < 1)	Pluri-canalizzato (parametro braided > 1)
BASSA SINUOSITÀ < 1.5	RETTILINEO (Straight) 	INTRECCIATO (Braided) 
ALTA SINUOSITÀ > 1.5	MEANDRIFORME (Meandering) 	ANASTOMOSATO (Anastomosing) 

Fig. 5 - Classificazione dei canali secondo RUST; la classificazione si basa sull'indice di sinuosità definito dal rapporto fra la lunghezza dell'alveo del canale e la lunghezza della valle, e sul *braiding index* che si ottiene dividendo il doppio della somma delle lunghezze delle barre per la lunghezza del canale. Da ORI, 1988.

getto della galleria fu approvato già nel 1939 ma i lavori, sospesi durante lo stato di guerra, furono ultimati solo il 18 marzo 1959. La galleria funzionò durante la piena del 1966, durante la quale fra Trento e Rovereto e si verificarono ben 11 rotte. Il suo funzionamento permise di sottrarre circa 67 milioni di m³ d'acqua e di deprimere così l'onda di piena a valle (DE ANTONI, 1989). La galleria è stata utilizzata dopo numerosi anni anche durante le piene autunnali del 2000 dando però dei problemi al bacino del Garda dove parte delle acque dell'Adige sono state convogliate.

5. BIBLIOGRAFIA E CARTOGRAFIA

5.1. Bibliografia

- ANTONELLI R., CAMPAGNONI A., MARCOLONGO B., SURIAN N., ZAMBRANO R. (1995), *Una ricerca integrata tra l'alta pianura veronese e l'anfiteatro morenico del Garda per il riconoscimento di risorse idriche alternative e della loro vulnerabilità*, Quaderni di Geologia Applicata, CNR - GNDICI, vol. 2, pp. 58-76, fig. 11, tab. 1.
- CADROBBI M. (1930), *La stretta di Calliano. Rilievo stratigrafico – tettonico*, LV^a Pubblicazione della Società Museo Civico di Rovereto, 1 carta geologica (scala 1:50.000) , 1 carta profili, Rovereto.
- CASTIGLIONI G. B. (1986), *Geomorfologia*, UTET, Torino.
- CORRÀ G. (1973), *L'evoluzione morfologica della Valle Lagarina*, Natura Alpina, XXIV, n°1; pp. 3-19, fig. 10, Trento.
- CORRÀ G. (1974), *Il ruolo delle glaciazioni quaternarie nelle vicende dell'idrografia atesina*, Natura Alpina, XXV, n° 4, pp. 177-193, fig. 12, Trento.
- CUCAGNA A. (1985), *Mostra cartografica del Trentino meridionale (1440 - 1620) con un'appendice di disegni relativi al roveretano*, Biblioteca Civica di Rovereto, Rovereto.
- DE ANTONI G. (1989), *Regime del fiume e difesa dalle piene*, in *Il fiume Adige*, atti del convegno di Verona 6,7,8 aprile 1989.
- FUGANTI A. (1969), *Studio geologico di sei grandi frane di roccia nella regione Trentino - Alto Adige*, Mem. Museo Trident. Sc. Nat., anno XXXI-XXXII, fasc. 3, pp.: 1 - 72, fig. 30, Trento.
- FUGANTI A., BAZZOLI G., MORTEANI G. (1996), *The Quaternary evolution of the Adige Valley near the city of Trento (Northern Italy) as deduced from wells and radiocarbon dating. Preliminary results*, St. Tr. Sc. Nat., Acta Geol., v. 73, pp. 93 – 97, fig. 1, tab. 2, Trento.
- GASPARINI P. (A.A. 1992-93), *Studio del sottosuolo in località Navicello (Rovereto) con tecniche geofisiche e minerarie*, Tesi di laurea inedita, relatori prof. ILLICETO V., JOBSRAIBIZER P., correlatore dott. FINOTTI F., Università degli Studi di Padova, Dipartimento di Mineralogia e Petrografia.
- MICHELI P. (1981), *Sul conoide dell'Arione: Aldeno*, 2 vol., Grafiche Istituto Artigianelli, Trento.
- ORI G. G. (1988), *Facies e geometrie deposizionali dei sedimenti fluviali*, in a cura di ORI G. G., CREMONA R., *I depositi continentali*, Giornale di Geologia, serie 3^a, Vol. 50, n° 1-2, pp. 15-26, fig. 38, tab. 1, Bologna.
- SANTACATTARINA M. (AA 1998-99), *Geomorfologia del fondovalle della Val Lagarina nei dintorni di Rovereto*, Tesi di laurea inedita, relatore prof. CASTIGLIONI G. B., correlatore dott. FINOTTI F., Università degli studi di Padova, Dipartimento di Geografia «G. Morandini».
- VENZO G. A. (1979), *Glaziale Übertiefung und postglaziale Talverschüttung im Etschtal*

im Raum von Trient (Italien), Eiszeitalter und Gegenwart, vol. 29, pp. 115 - 121, fig. 3, Hannover.

ZANFERRARI A., BOLLETTINARI G., CAROBENE L., CARTON A., CARULLI G. B., CASTALDINI D., CAVALLIN A., PANIZZA M., PELLEGRINI G. B., PIANETTI F., SAURO U. (1982), *Evoluzione neotettonica dell'Italia Nord - Orientale*, Mem. Sc. Geol., 35, pp. 355 - 376, fig. 9, 3 carte 1:400.000.

2.2. Cartografia

Carte topografiche:

- «*Veronae urbis territorium a Bernardo Brognolo descriptum*», di B. BRUGNOLI, anno 1579, scala 1:337.000 circa.
- «*...TERRITORIO VERONESE ET VICENTINO...*», di C. SORTE, anno 1591, scala 1:74.000 circa.
- «*TERRITORIO DI TRENTO*», di G. A. MAGINI, anno 1620, scala 1:420.500 circa.
- «*Tyrol gegen Süden (Atlas tirolensis)*», di P. ANICH e B. HUEBER, anno 1774, scala 1:100.000 circa.
- *F. n° 36 Schio, CARTA TOPOGRAFICA D'ITALIA*, ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE, anno 1902, scala 1:100.000.
- *F. N° 36 SCHIO, CARTA TOPOGRAFICA D'ITALIA*, ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE, anno 1909, scala 1:100.000.

Carte geologiche:

- *FOGLIO N° 36 SCHIO, CARTA GEOLOGICA D'ITALIA*, anno 1968, scala 1:100.000.

Indirizzo dell'autore:

Mirko Santacattarina - via Benacense, 46/c - I-38068 Rovereto (TN)
