

CAPITOLO 5 - CHAPTER 5

IDROGRAFIA - HYDROGRAPHY

MARCO BONDESAN

con il contributo di - *with a contribution by* D. CASTALDINI

Il disegno, in azzurro, del reticolo idrografico (*corsi d'acqua e canali*), e delle linee di costa costituisce, assieme alle città e alle isoipse, la base topografica della *Carta*. Il colore azzurro è sostituito dal nero per le opere artificiali, come *dighe, argini, opere di stabilizzazione in alveo ecc.* Per una più completa trattazione dell'evoluzione idrografica del territorio e delle forme artificiali o di particolare rilevanza agli effetti applicativi, si rimanda ai Capitoli 9, 10, 12, 14 e 15.

5.1 Linea di costa marina e delle lagune

La fascia costiera è distinta in tre ben differenziati settori: a costa lineare quello meridionale (pianura costiera della Romagna), ormai quasi del tutto privo di zone umide; a costa articolata il settore centrale, dominato dai delta antichi e attuali del Po e con vari stagni costieri, ancora a costa articolata il settore nord-orientale, per la dominanza di lagune (lagune di Venezia, Càorle, Marano e Grado).

La posizione della costa marina e lagunare nell'Emilia-Romagna e nel Veneto è stata aggiornata mediante immagini da satellite (Landsat 5 TM - 22 Agosto 1985 - banda 7); quella del Friuli-Venezia Giulia mediante rilievi diretti del 1985, controllati con rilievi aerofotogrammetrici del 1990.

Dall'Atlante delle Spiagge Italiane (C.N.R., 1985) sono stati tratti dati sulle tendenze evolutive attuali, che sono stati poi verificati o aggiornati.

Sulla base delle fonti già precisate o di altri specifici rilievi aerofotografici è stata definita la posizione della linea di riva degli altri specchi d'acqua interni.

La *Carta* segnala inoltre i maggiori canali lagunari, tratti dalle carte dell'Istituto Idrografico della Marina, dalle Carte Tecniche Regionali, da recenti carte nautico-turistiche e da carte tecniche specifiche per zone di parti-

Blue lines indicating rivers and canals, together with cities and contour lines, and the coastline, make up the topographic basis for the Geomorphological Map. Blue is replaced by black for artificial works such as dams, levees, works controlling riverbed stability, etc.. For more complete details of the hydrographic evolution of the territory and the artificial forms, or ones of particular relevance for applicational purposes, see Chapters 9, 10, 12, 14 and 15.

5.1 Sea and lagoon coastlines

The coastal belt has three clearly separate sectors: the straight coastline to the South (coastal plain of Romagna), now almost completely devoid of wetlands; the irregularly shaped coast of the central sector, dominated by the ancient and present-day deltas of the Po, with brackish ponds; and the again irregular coast of the north-eastern sector, where lagoons mainly prevail (lagoons of Venice, Càorle, Marano and Grado).

The position of the sea and lagoon coastlines in Emilia-Romagna and Veneto has been updated using satellite images (Landsat 5 TM - August 22, 1985 - band 7); in Friuli-Venezia Giulia direct surveys of 1985 were used, and checked against the aerial survey photographs of 1990.

Data on current evolutionary trends are taken from the Atlas of Italian Beaches (C.N.R., 1985), further verified or updated.

According to the above-mentioned sources or other specific aerial surveys, the position of the shoreline of the other, internal, bodies of water is defined.

The Map also shows the main lagoon channels, taken from maps of the Istituto Idrografico della Marina, Carte Tecniche Regionali, recent nautical maps made for tourist purposes, and specific technical maps for areas of particular

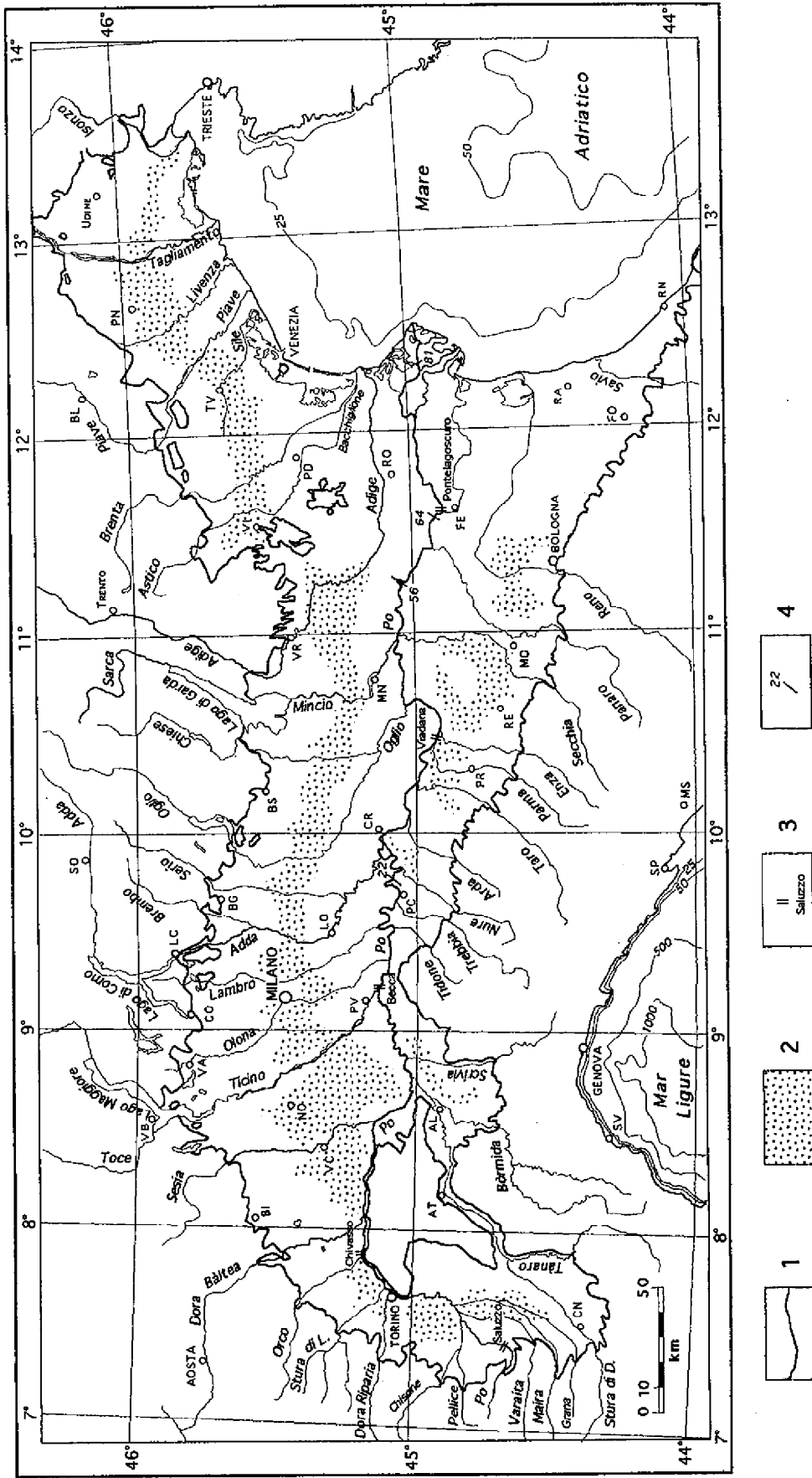


FIG. 5.1 - Carta idrografica della Pianura Padana. 1 - limite delle aree rappresentate nella *Carta Geomorfologica*; 2 - aree a risorgive; 3 - ubicazione delle sezioni di misura delle portate del Po presentate nelle figure da 5.2 a 5.6; 4 - ubicazione delle sezioni trasversali dell'alveo del Po («Sezioni Brioschi») presentate nella fig. 5.7.

FIG. 5.1 - Hydrographic map of Po Plain. 1 - boundary of areas shown on Geomorphological Map; 2 - spring areas; 3 - location of Po gauging stations shown in figs. 5.2 to 5.6; 4 - location of cross-sections in Po riverbed, shown in fig. 5.7 («Brioschi sections»).

nali ed estivi (fig. 5.6); il fatto che dei due minimi divenga più accentuato quello estivo, oltretutto all'influenza dei fiumi appenninici, all'infiltrazione e all'evaporazione, è appunto riconducibile ai suddetti prelievi, sia dal Po sia dagli affluenti.

Il Po è l'unico fiume che raggiunge il mare attraverso più rami:

- il Po di Pila, che ha la portata maggiore (oltre il 50% delle acque che arrivano al delta) e che a sua volta defluisce attraverso tre foci: la Busa Dritta, la Busa di Tramontana e la Busa di Scirocco;
- il Po di Tolle, che ha una foce propria, diretta a Sud, una accessoria verso Nord-Est detta Busa del Bastimento (ora parzialmente chiusa), e una foce artificiale recentemente realizzata attraverso la Laguna del Bastimento e diretta a Sud-Est; nel 19° secolo, prima dell'apertura del Po di Pila, era il ramo maggiore; oggi convoglia circa il 20% delle acque;
- il Po di Donzella (detto anche Po di Gnocca), diretto a Sud-Est, che si biforca in due foci, delle quali la più occidentale è attualmente chiusa; la portata si aggira sul 15%;
- il Po di Goro, pure diretto a Sud-Est; è il più antico dei rami di foce attivi, rappresenta il confine fra l'Emilia e il Veneto e convoglia poco più del 10%;
- il Po di Maistra, diretto a Nord-Est, che era il ramo maggiore fino all'inizio del 19° secolo, e che è stato quasi totalmente chiuso alla sua biforcazione dal Po di Venezia, nel 1828; la portata attuale si aggira sul 4% (Dal Cin, 1983).

5.4 Gli alvei fluviali

Nonostante il mascheramento operato dall'azione dell'uomo, in genere i fiumi, lungo il loro corso, presentano caratteristiche morfologiche abbastanza ben differenziate.

Dal punto di vista altimetrico, si possono distinguere i tratti in cui i fiumi (specialmente i maggiori) corrono incassati nella pianura, creandosi talora una specie di valle calibrata e dando luogo ad uno o più ordini di terrazzi: ciò avviene in genere nella fascia dei conoidi e/o della piana di sandur per i fiumi alpini, o nella sola parte apicale dei conoidi per i fiumi appenninici. Non mancano però le eccezioni, come i conoidi non incisi al piede delle Alpi Cozie meridionali e delle Alpi Marittime (Ajassa & alii, 1990). Nella bassa pianura la situazione si inverte: la prevalenza dell'attività di sedimentazione porta gli alvei ad elevarsi sulla pianura circostante e a divenire pensili (si dirà nel Capitolo 12 del ruolo giocato in questa evoluzione dall'intervento antropico).

Per quanto riguarda la forma dei tracciati, procedendo dal margine montano al mare, si incontrano dapprima i letti a canali intrecciati (braided) presenti sui conoidi e nella piana antistante, fin dove la sedimentazione in alveo vede prevalere le granulometrie maggiori (ciottoli e ghiaie grossolane); poi tracciati a meandri (letto a fondo mobile per prevalenza di sabbie), con parametri geometrici ancora correlati in modo assai simile alle condizioni naturali;

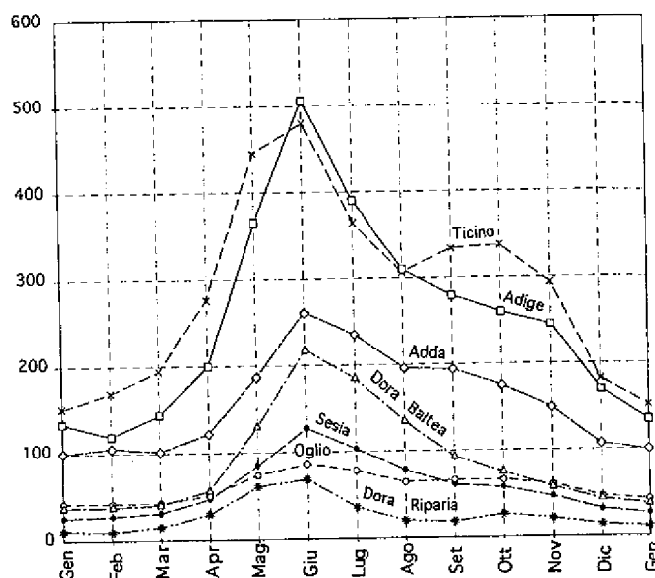


FIG. 5.3 - Diagrammi di portata dei principali fiumi a regime nivoglaciale (m³/sec). I dati sono riferiti all'uscita dal bacino montano; per l'Adige è riferito ad una stazione di bassa pianura (Boara Pisani presso Rovigo, a 51 km dalla foce).

FIG. 5.3 - Discharges of main rivers with nivo-glacial regime (m³/sec). Data refer to the exit from mountain basins; for Adige refer to a station in the low plain (Boara Pisani near Rovigo, 51 km from the river mouth).

- Po di Pila, which has the largest discharge (more than 50% of water reaching the Delta) and which, in turn, flows through three mouths: Busa Dritta, Busa di Tramontana and Busa di Scirocco;
- Po di Tolle, which has its own, southward mouth, an accessory mouth to the North-East called Busa del Bastimento (now partially closed), and an artificial mouth recently constructed through the Laguna del Bastimento, with a South-East direction. In the 19th century, before the opening of the Po di Pila, this was the largest branch; today it conveys about 20% of water;
- Po di Donzella (also called Po di Gnocca), subdivided into two mouths, of which the westernmost is now closed; flow is about 15%;
- Po di Goro, the oldest of the active mouth branches, represents the boundary between Emilia-Romagna and Veneto, and conveys slightly more than 10%;
- Po di Maistra, flowing to the North-East. This was the largest branch until the beginning of the 19th century and was almost totally closed at its bifurcation by the Po di Venezia, in 1828; current flow is about 4% (Dal Cin, 1983).

5.4 Riverbeds

Although partly masked by anthropic activities, the rivers generally have very different morphological features along their courses.

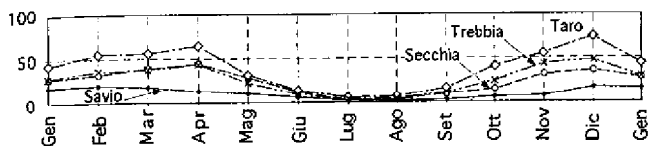


FIG. 5.4 - Diagrammi di portata dei principali fiumi a regime pluviale, all'uscita dal bacino montano (m^3/sec).

FIG. 5.4 - Discharges of main rivers with pluvial regime, at the exit from mountain basins (m^3/sec).

più a valle si hanno tracciati irregolari (a parte le rettifiche artificiali); falsi meandri si incontrano spesso nei tratti terminali, a causa della presenza delle sabbie litoranee e dell'influenza della dinamica costiera nello sviluppo degli apparati di foce.

Per vari fiumi questa differenziazione non è completa, o perché il loro corso di pianura è troppo breve, o per altre cause, talora antropiche: manca, ad esempio, il tratto a meandri nell'Isonzo, come pure in vari fiumi appenninici della pianura romagnola meridionale, specialmente nel Marecchia e nel Conca.

I più caratteristici tracciati tipo *braided* sono presentati, fra gli affluenti del Po,

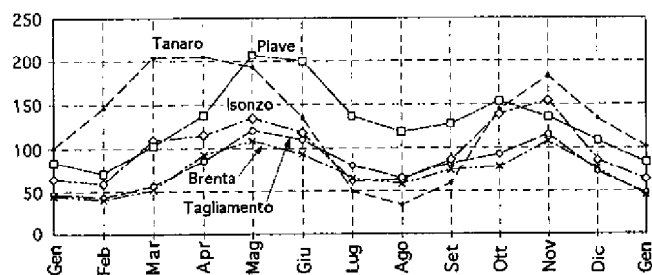


FIG. 5.6 - Variazione delle portate e del regime del Po dall'uscita dal bacino montano alla foce (m^3/sec).

FIG. 5.6 - Variations in discharges and regime of Po, from exit from mountain basin to mouth (m^3/sec).

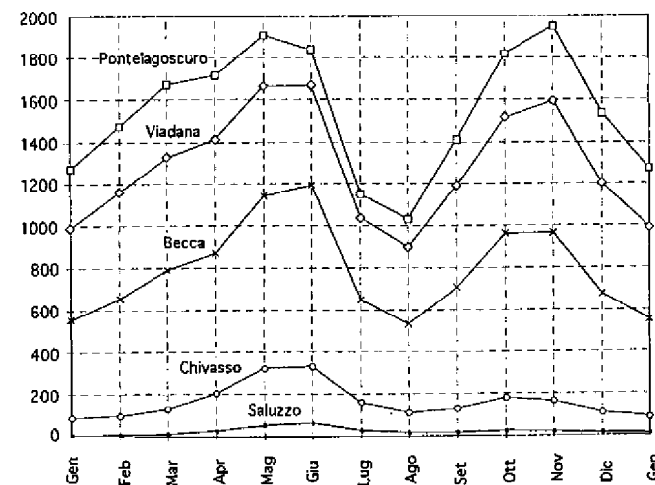
From the altimetric viewpoint, we may distinguish those stretches in which the rivers (especially the larger ones) flow embedded in the plain, sometimes creating a sort of calibrated valley and giving rise to one or more levels of terraces. In the case of the Alpine rivers, this is generally observed in the alluvial fan belts and/or sandurs, or only in the apical part of the fans for the Apennine rivers. However, there are exceptions, like the unterraced fans at the foot of the southern Cozie Alps and the Maritime Alps (Ajassa & alii, 1990). The opposite occurs in the low plain: prevailing sedimentation means that the riverbeds are elevated with respect to the surrounding plain, giving rise to hanging rivers (the role played by man in this evolution is described in Chapter 12).

As regards the shape of the various river patterns, proceeding from the mountain margins to the sea, first are the braided beds, down to where riverbed sedimentation reveals coarse grain sizes (pebbles and coarse gravels); then meandering beds (mainly sandy bottom), with geometric parameters still closely related to natural conditions; further downstream are irregular patterns (apart from artificial straightening). False meanders are often found in terminal stretches, due to the presence of beach sands and the influence of coastal dynamics in the development of mouth structures.

This differentiation is not complete for some rivers, either because their plain courses are too short, or for other

FIG. 5.5 - Diagrammi di portata dei principali fiumi a regime misto (pluvio-nivale), all'uscita dal bacino montano (m^3/sec). La conformazione fisica del bacino conferisce al Tanaro delle caratteristiche peculiari.

FIG. 5.5 - Discharges of main rivers with mixed (pluvio-nival) regimes, at the exit from mountain basins (m^3/sec). The Tanaro river has peculiar characteristics, due to the morphology of its basin.



mavo che, dopo brevissimo corso, sfocia nel Golfo di Trieste.

Sono da ricordare, sebbene non trovino espressione nella *Carta*, anche i flussi sotterranei che alimentano le falde acquifere della pianura e che derivano dalla circolazione carsica di molti gruppi montuosi delle Prealpi calcaree. Tra gli esempi più singolari si può citare la risalita delle acque termali di Abano, che si spiega ammettendo la circolazione profonda di acque assorbite sulle montagne dell'alto Vicentino.

At the foot of the Karst, near Monfalcone, there are the large springs of the Timavo which, after a very short course, debouches into the Gulf of Trieste.

Although not shown on the Map, there are also underground waterflows feeding the watertables of the plain and deriving from karstic circulation in many mountain groups of the calcareous Prealps. One of the most singular examples is the uprise and outflow of thermal waters at Abano, due to deep circulation of waters infiltrating in the mountains North of Vicenza.

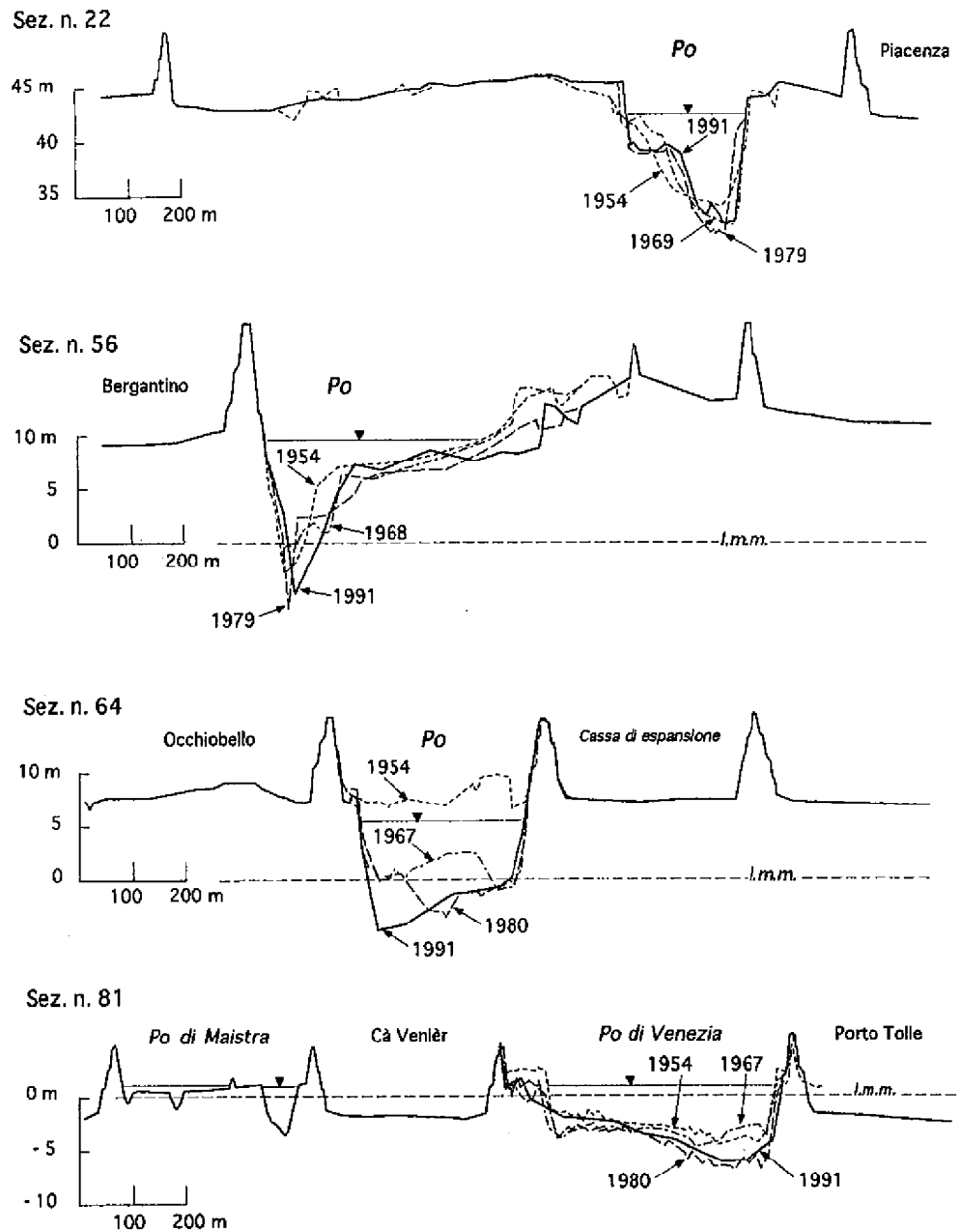


FIG. 5.7 - Esempi di sezioni trasversali dell'alveo Po nel tratto medio e inferiore («Sezioni Brioschi»); si può osservare la tendenza all'approfondimento dell'alveo manifestatasi dopo il 1954. Per l'ubicazione delle sezioni vedi fig. 5.1.

FIG. 5.7 - Examples of cross-sections of middle and lower stretches of Po («Brioschi sections»); note tendency to riverbed downcutting after 1954. For section locations, see fig. 5.1.

