



Parco Ticino



Rapporto tra pianificazione e qualità dell'ambiente fluviale: l'esperienza del Parco Ticino



Con il supporto di

CARREFOUR LOMBARDIA



**Reti di informazione
dell'Unione Europea**

COMMISSIONE EUROPEA

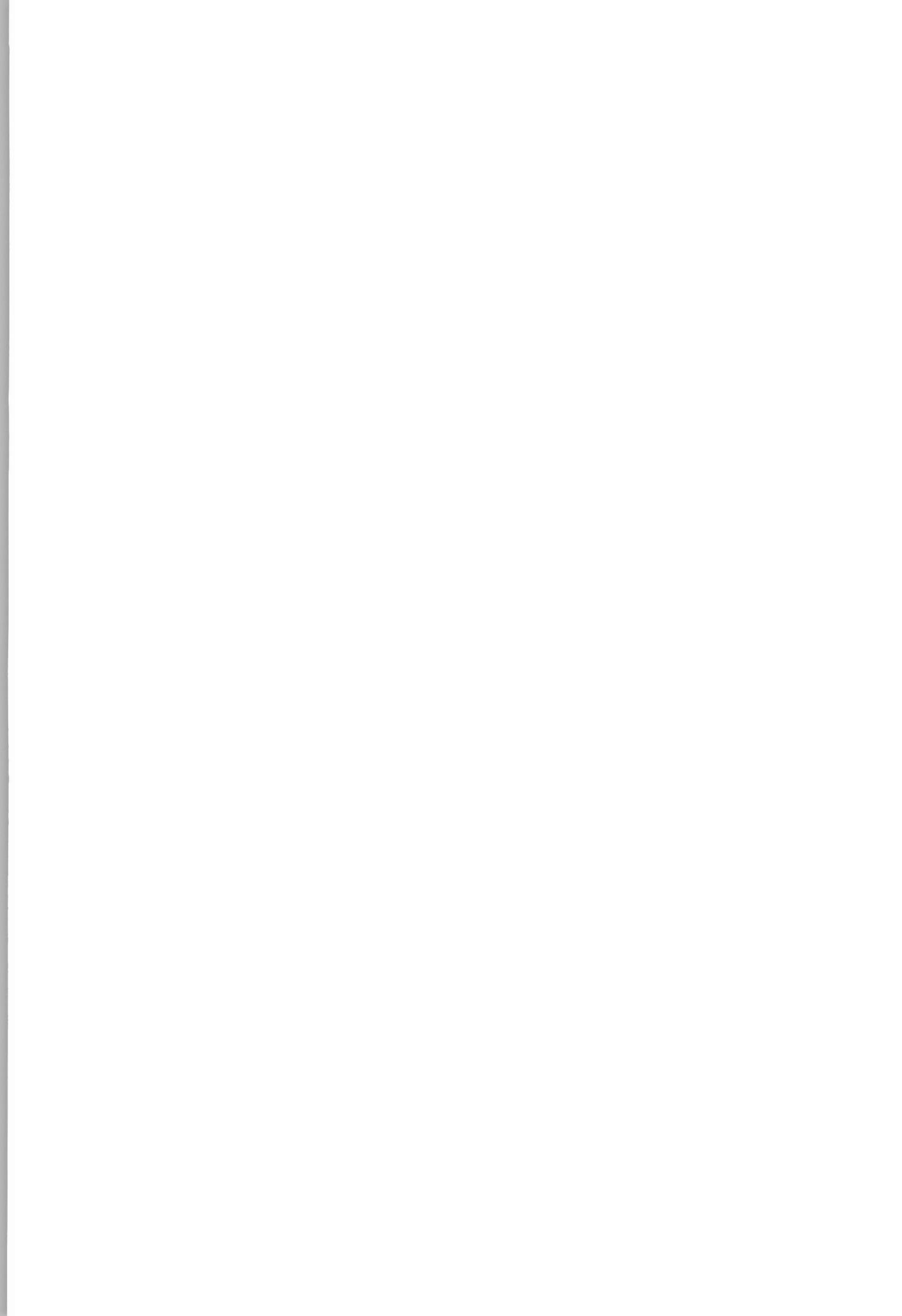


Direzione Generale XI

REGIONE LOMBARDIA



**Direzione Generale
Tutela Ambientale**



RAPPORTO TRA PIANIFICAZIONE E QUALITÀ
DELL'AMBIENTE FLUVIALE:
L'ESPERIENZA DEL PARCO TICINO

Il Ticino

*studi e proposte sull'assetto idrogeologico
e
sull'uso del territorio della valle fluviale.*

Rilievo dei fenomeni correlati alla piena dell'autunno 1993
studio dell'evoluzione storica del corso del fiume Ticino
considerazioni e proposte in merito ad una politica di gestione

Coordinamento:

Luciano Saino *architetto, presidente del Parco del Ticino*
Dario Furlanetto *biologo, direttore del Parco del Ticino*

Equipe di lavoro:

Alessandro Bianchi *forestale, Parco del Ticino*
Anna Parasacchi *architetto, libera professionista*
Claudio Peja *architetto, Parco del Ticino*

Questa pubblicazione rientra nell'ambito di un'azione di "Informazione e sensibilizzazione ambientale" dei Carrefour europei sul tema della protezione delle acque, con il coordinamento del Carrefour "Forum Franken" di Mitwitz (Germania). Il sostegno finanziario è della Commissione Europea - Direzione Generale XI e della Regione Lombardia - Direzione Generale Ambiente.

Coordinatori per la Lombardia: **Claudio De Paola e Fulvio Caronni**

*Si ringrazia la dott.ssa Franca Maraga del CNR - IRPI di Torino.
Le foto inserite nel testo sono di Norino Canovi*

Lavoro eseguito con il contributo dell'Autorità di Bacino del Po

Dicembre 1998

Indice

Prefazione	Pag.	5
1. Note e valutazioni generali sulle portate e le piene del fiume	Pag.	7
1.1 Le piene del Ticino di rilevanza storica	Pag.	7
2. La piena del Ticino dell'autunno 1993	Pag.	8
2.1 Lo studio della piena dell'autunno 1993	Pag.	8
2.2 Caratteristiche dell'alveo del Ticino	Pag.	10
2.3 Risultati del lavoro	Pag.	11
2.4 Valutazioni	Pag.	16
3. Evoluzione del corso del fiume Ticino 1846-1993	Pag.	18
3.1 Metodologia del lavoro	Pag.	18
3.2 Risultati del lavoro	Pag.	18
3.3 Comparazione tra i percorsi storici del fiume e gli effetti della piena	Pag.	19
4. Valutazioni ed interpretazione dei fenomeni studiati	Pag.	23
5. Analisi e proposte di intervento per alcuni tratti del fiume	Pag.	24
5.I Tratto del Ticino compreso fra il ponte di Turbigo ed il ponte autostradale di Bernate Ticino	Pag.	25
5.II Tratto compreso fra il canale scolmatore di nord-ovest ed il ponte di Vigevano	Pag.	27
5.III Tratto compreso fra il ponte di Vigevano e la presa della roggia Castellana	Pag.	31
5.IV Tratto compreso tra Zelata e il ponte autostradale di Bereguardo	Pag.	35
5.V Tratto del Ticino che attraversa la città di Pavia fino allo sbocco in Po	Pag.	38
6. Conclusioni e considerazioni generali	Pag.	43
6.1 La fascia di divagazione dell'alveo	Pag.	44
6.2 Le fasce esondabili con portate rispettivamente di 2.500 e 5.000 mc/sec.	Pag.	49

Prefazione

Le massicce esondazioni del fiume Ticino degli anni 1993 e 1994, oltre a costituire un test probatorio “straordinario” per tutti gli studiosi di idrologia, hanno consentito al Parco di analizzare tutti gli aspetti di un episodio comunque eccezionale ed hanno ispirato la pubblicazione di questo “Studio” a cui, credo, si debbano riconoscere caratteristiche di originalità espositiva difficilmente riscontrabili in altre pubblicazioni del settore.

L’osservazione attenta degli eventi e la loro analisi scientifica ha consentito di predisporre una serie di valutazioni e di indicazioni che dovrebbero integrare, per ciò che riguarda il Ticino, i due Piani Stralcio predisposti dall’Autorità di bacino del Po che, come noto, ha la funzione di redigere il Piano Generale del più grande bacino imbrifero d’Italia.

Senza voler nulla togliere alle autorità competenti, credo che il Parco del Ticino abbia svolto, in questo caso come in molte altre occasioni del passato, un fondamentale ruolo anticipatore di esperienze gestionali in un campo molto poco analizzato nel passato.

Quello che qui viene proposto è uno studio che ha il pregio di mettere in stretta relazione eventi concreti e valutazioni teoriche che, per ragioni diverse, accade raramente di poter mettere a confronto. Da un lato si è potuto osservare l’andamento e il comportamento della massa d’acqua in occasione di piene con un ritorno secolare, dall’altro è stata possibile la verifica sul campo della validità delle diverse teorie circolanti nel campo dell’idrologia.

La sintesi di questi due momenti ha prodotto le indicazioni progettuali di possibile intervento sul fiume contenute in questo libro che, come dicevo, hanno l’originalità di uscire dalla pura teoria, specie quando tengono nella giusta considerazione alcune realtà dell’ambiente fluviale del Ticino fortemente compromesse dalla presenza antropica.

Con questo lavoro si sono anche voluti affrontare argomenti che da tempo sono all’origine di accesi dibattiti in ordine alla funzione dell’uomo nei confronti dell’elemento naturale, giungendo a conclusioni teoriche e proposte operative molto interessanti.

Voglio sottolineare anche l’importanza del fatto che le indicazioni progettuali contenute nel testo (che affrontano argomenti per anni ritenuti improponibili) siano presentate da un Parco e non da altre istituzioni con molto più potere rispetto ad un Parco regionale e più titolate per intervenire in un’area che rimane pur sempre demanio dello Stato

Lo abbiamo fatto, oltre che per soddisfare un desiderio di conoscenza ed approfondimento di argomenti poco studiati nei decenni passati, anche per altri motivi che vanno evidenziati.

Innanzitutto per sfatare ufficialmente la leggenda secondo cui il Parco del Ticino, avendo vietato dal 1980 l’escavazione sistematica dell’alveo del fiume, tenderebbe, in un’ottica di naturalismo esasperato, ad impedire ogni operazione anche quando la stessa sia volta a regimare e a migliorare il corso delle acque.

Le schede progettuali allegate al lavoro dimostrano esattamente il contrario.

Dimostrano cioè come per il Parco sia, in molti casi, addirittura auspicabile procedere a corrette operazioni di asportazione o trasferimento di materiale ghiaioso al fine di “governare” il fiume, però dal presupposto essenziale di aumentare i suoi gradi di libertà.

Altro obiettivo che si pone questo lavoro è quello di evidenziare l'infondatezza di stravaganti teorie secondo cui sarebbe buona regola asportare grandi quantità di ghiaia che si renderebbero periodicamente disponibili in ogni fiume al fine di evitare gravi danni in caso di piene, seguendo leggi della natura che non esistono.

Chi consulta questa opera si renderà conto che la presenza di alcuni cumuli (anche di grande quantità) all'interno dell'alveo del Ticino corrispondono sempre ad abbassamenti molto consistenti dello stesso, con alcuni casi di vero e proprio “scalzamento” delle fondazioni in corrispondenza di opere murarie (come i piloni dei ponti) collocate all'interno del corso d'acqua. Si tratta quindi non di asportare a fini di lucro, ma di regimare o di riequilibrare questi movimenti di inerti generati da quelle opere murarie artificiali che, riducendo la sezione libera del fiume, aumentano la velocità naturale della corrente con le conseguenze ben evidenziate in questa pubblicazione.

Il terzo motivo è di carattere scientifico e metodologico.

Come si sa, in natura il rapporto tra causa ed effetto è alla base di tutti i fenomeni e di conseguenza ogni intervento puntuale di rigida cementificazione dovrebbe essere evitato o quanto meno messo in stretta relazione con uno scenario molto ampio.

Sul fiume è possibile intervenire ma senza improvvisazione, sulla base di progetti le cui ripercussioni devono essere attentamente valutate in termini di spazio e di tempo, possibilmente senza mai alterare quelli che nello “studio” vengono definiti “parametri idraulici”.

Questo è quanto si è cercato di dimostrare nell'ultima parte di questo lavoro dopo i capitoli riservati all'analisi degli eventi eccezionali di piena e alla trattazione storica dell'evoluzione del corso del fiume. Rimane da sottolineare come l'assetto idrogeologico del fiume sia solo uno degli elementi che interessano lo stato di salute del “sistema Ticino”, tanto importante da costituire un Parco naturale. Ci sarebbero altre questioni molto importanti da prendere in considerazione per completare il quadro, come il quantitativo minimo di acqua da garantire al fiume per la conservazione del proprio ecosistema ed il controllo sistematico e programmato della qualità delle acque del fiume stesso. Purtroppo questi sono argomenti che, per quanto correttamente regolamentati da leggi della Repubblica, risultano ancora sostanzialmente disattesi.

Il Parco, pur tra molte difficoltà e poche competenze istituzionali, sta lavorando anche in questo settore, al fine di riuscire ad imporre una regola che dovrebbe essere alla base della civile convenienza: quella del massimo rispetto della risorsa naturale più importante, l'acqua che rappresenta il bene collettivo per eccellenza e, come tale, non può essere manomesso ed inquinato da nessuno e per nessuna ragione.

1. Note e valutazioni generali sulle portate e le piene del fiume.

Le portate liquide lungo il corso del Ticino sublacuale dipendono principalmente dal deflusso dal Lago Maggiore. Gli apporti degli affluenti laterali, infatti, sono in prima approssimazione poco influenti in caso di piena, così pure come quelli imputabili al deflusso relativo alla superficie del bacino sublacuale, che ammonta a soli 800 Km².

Secondo Raffa, De Marchi ed altri, le affluenze, costituite da scarichi di centri urbani, acque di piena eccedenti le capacità di deflusso di vari bacini a nord di Milano, restituzione di acque irrigue, sorgive, possono essere considerate all'incirca pari alle acque captate dalle derivazioni.

Il rilascio dal lago Maggiore è regolato dallo sbarramento della Miorina, operativo dal 1942.

In base ai dati disponibili all' idrometro della Miorina, si può parlare, per il Ticino, di portate comprese tra i 35 ed i 1.000 - 1.500 m³/s, ed oltre, con minimi nelle stagioni invernali (febbraio) ed estive (agosto, minimi assoluti) e massimi nelle stagioni intermedie (da aprile a giugno ed, in assoluto, fra settembre ed ottobre), in corrispondenza dei periodi piovosi su tutto il bacino del fiume, che è pari a circa 7.200 Km².

Le derivazioni d'acqua, per uso agricolo od industriale, utilizzano un totale di circa 220 - 240 m³/s. La portata media annua di deflusso, nel cinquantennio 1943-1992, è stata di 279 m³/s. Gli effetti delle piene dipendono solo in parte dall'entità delle stesse, in quanto grande influenza, a parità di precipitazioni sulla superficie complessiva del bacino, hanno da una parte la capacità d'invaso del Lago Maggiore (e dunque la durata e la distribuzione delle piogge nella parte nord del bacino) e dall'altra la capacità di smaltimento da parte del Po, il cui effetto si avverte, lungo il corso del Ticino, quasi fino all'altezza di Bereguardo.

1.1. Le piene del Ticino di rilevanza storica.

La piena più grande di cui si conservi memoria storica risale al 2 ottobre 1868, anno in cui le portate del fiume, nel tratto sublacuale, raggiunsero i 5.000 m³/s (calcolo del De Marchi).

La seconda piena, per ordine di importanza, è proprio quella dell'autunno 1993, con un massimo superiore ai 2.500 m³/s (sempre misurati all'idrometro di Sesto Calende) raggiunto il 15 ottobre. Altri eventi di piena rilevanti (superiori ai 1.500 m³/s) si ebbero, nell'ordine:

2.200 m ³ /s	settembre 1981	1.676 m ³ /s	aprile 1986
2.000 m ³ /s	novembre 1951	1.630 m ³ /s	settembre 1960
1.810 m ³ /s	novembre 1963	1.570 m ³ /s	ottobre 1991
1.802 m ³ /s	maggio 1983	1.530 m ³ /s	ottobre 1976
1.770 m ³ /s	novembre 1968	1.520 m ³ /s	ottobre 1965

2. La piena del Ticino dell'autunno 1993.

La piena dell'autunno 1993 è stata la più grande di questo secolo e la più grande dal 1868: si può parlare, dunque, di tempi di ritorno dell'ordine dei 125 anni.

La piena è iniziata verso la metà di settembre, e culminata tra la fine di settembre e la metà di ottobre.

Il periodo di piena con portate superiori alla piena ordinaria (900 m³/s) è stato dal 24 settembre al 26 ottobre.

Le portate massime, superiori ai 2.000 m³/s, si sono verificate i giorni:

9 ottobre	2.360 m ³ /s	14 ottobre	2.304 m ³ /s
10 ottobre	2.275 m ³ /s	15 ottobre	2.381 m ³ /s
11 ottobre	2.058 m ³ /s	16 ottobre	2.241 m ³ /s
13 ottobre	2.325 m ³ /s	17 ottobre	2.052 m ³ /s

[nota: le misure sono effettuate alle 9.00 a.m., alla diga della Miorina. Il massimo assoluto di circa 2.500 m³/s è stato raggiunto nel corso della giornata del 15.10.93].



Piazza di Sesto Calende nell'ottobre 1993

2.1. Lo studio della piena dell'autunno 1993.

Data l'imponenza e la rilevanza storica della piena dell'autunno 1993, il Parco, d'intesa con la Regione Lombardia che ha messo a disposizione uno specifico finanziamento, ha effettuato per l'occa-

sione un rilievo aerofotogrammetrico lungo il corso di tutto il Ticino sublacuale.

Le riprese sono state eseguite dalla ditta CGR di Parma nei giorni 25 e 26 ottobre 1993, con portate nel fiume, rispettivamente, di 981 e 920 m³/s (all'idrometro della Miorina alle ore 9.00 a.m.).

Lo studio della piena è stato condotto dal personale del Parco del Ticino, a partire dalle osservazioni di campagna e dal rilievo aerofotografico.

Il lavoro ha riguardato il fiume Ticino da Sesto Calende fino alla confluenza in Po (ponte della Becca) ed ha voluto evidenziare i seguenti aspetti:

a - alveo di piena del Ticino;

b - confronto con il corso precedente del fiume, con analisi delle variazioni intercorse tra il 1991 ed il 1993;

c - area interessata da fenomeni di esondazione delle acque del fiume nel corso della piena;

d - principali effetti della piena rilevati per via aerofotografica nell'area interessata dalle esondazioni.

La definizione dell'alveo di piena è stata eseguita mediante interpretazione delle foto aeree.

Il confronto con il corso precedente del fiume è stato eseguito per comparazione con il precedente rilievo aerofotografico, eseguito sempre per conto del Parco del Ticino il giorno 20 ottobre 1991, con portata di 684 m³/s.

Più che i fenomeni dinamici che interessano barre e comunque quanto compreso all'interno dell'alveo di piena, sono stati evidenziati i fenomeni erosivi a carico delle sponde stabili, in modo da avere indicazioni sulle dinamiche in atto ed individuare le aree maggiormente interessate dall'evoluzione del fiume.

L'area interessata dalle esondazioni è stata cartografata mediante rilievo di campagna, eseguito principalmente dal personale del servizio vigilanza dei Parchi Lombardo e Piemontese. È stato rilevato il limite massimo raggiunto dalle acque nel corso della piena, e riportato su CTR 1:10.000.

Gli effetti della piena sono stati rilevati mediante interpretazione delle foto aeree: sono stati cartografati principalmente i riporti di materiali, le erosioni, la rottura di sponde dei corsi d'acqua verificatisi nei terreni allagati. I punti interessati da fenomeni particolarmente vistosi sono stati controllati mediante visite dirette.

La base cartografica utilizzata per la cartografia di analisi è la carta tecnica regionale 1:10.000 ridotta 1:25.000.

L'alveo di piena è stato cartografato sulla base del rilievo aerofotogrammetrico, interpretando come alveo di piena lo spazio delimitato dalle sponde stabili e non soggetto a sommersione durante la piena ordinaria.

Le sponde stabili sono, ad esempio, quelle protette da scogliere e difese spondali, oppure quelle dove è evidente un preciso salto morfologico, o dove la presenza di vegetazione stabile ed evoluta indica la scarsa influenza dei fenomeni indotti dalle dinamiche fluviali.

Nei casi dubbi, dovuti principalmente alla mancanza di un limite

morfologico preciso, la linea di riva è stata segnata mediante puntinatura.

All'interno dell'alveo di piena così definito, sono state segnate, sempre mediante puntinatura, le barre e le isole, generalmente identificate come formazioni morfologiche transitorie soggette alle alterazioni, trasporti e rimaneggiamenti dovuti all'azione del fiume.

Non è stata approfondita la stabilità nel tempo di tali formazioni, né, in generale, sono state cartografate in forma differenziata le barre boscate da quelle ghiaiose.

Ove particolarmente evidente, le isole stabili sono state segnate con linea continua, in quanto ritenute non soggette alle alterazioni causate dai movimenti del fiume e non facenti parte dell'alveo, ma da questo circondate.

Lo stesso metodo è stato applicato circa l'interpretazione del volo di ripresa del 1991: particolare attenzione è stata posta nell'identificazione dei tratti di sponda erosi durante i due anni intercorrenti tra un rilievo e l'altro.



*Confluenza Ticino - Po
al Ponte della Becca*

2.2. Caratteristiche dell'alveo del Ticino.

Le caratteristiche geomorfologiche del Ticino sono state descritte da E. Caroni ed F. Maraga nello studio "modellamenti naturali di un corso d'acqua sublacuale in assenza di contributi laterali" (Bologna 1986, seminario "modelli dei fenomeni idraulico fluviali").

Il Ticino presenta tre forme caratteristiche:

A - la forma unicursale ad anse "costrette" (all'incirca i primi 30 Km);

B - forma pluricursale (per circa 50 Km);

C - forma unicursale meandriforme.

Le forme caratteristiche dipendono dalla pendenza media del tratto considerato e, dunque, dalla relativa granulometria dei materiali presenti.

Il modello pluricursale si sviluppa entro i depositi della piana alluvionale e presenta un canale di deflusso dominante, sempre attivo, con canali secondari variamente distribuiti, attivati in condizioni di piena ordinaria.

La forma unicursale meandriforme si sviluppa negli ultimi 27 Km di percorso, con un unico canale di deflusso.



2.3. Risultati del lavoro.

2.3.1. L'alveo di piena.

La forma unicursale si sviluppa nel primo tratto (circa 30 Km) del fiume, ed è determinata essenzialmente dalla costruzione delle scarpate del terrazzo fluvioglaciale, alte in media 40 m, composte alla base da depositi argillosi molto compatti, sottostanti a depositi ghiaiosi.

Le forme pluricursale e meandriforme si manifestano invece nei depositi della piana alluvionale legata genericamente all'attuale corso d'acqua, larga in media 6 Km e limitata dalle scarpate del terrazzo fluvioglaciale alte circa 20 m.

Le dimensioni medie dell'alveo, di conseguenza, risultano essere

La diga della Miorina che regola il deflusso delle acque del lago Maggiore verso il Ticino nel periodo di magra

progressivamente crescenti, da nord verso sud, fino all'altezza di Zelata (Bereguardo).

Da questo punto, il Ticino si restringe, fino ad assumere il carattere di fiume unicursale dal Mezzanone (Carbonara Ticino) fino alla foce in Po.

Utilizzando come base la divisione di Caroni-Maraga, vengono di seguito descritte le dimensioni medie dell'alveo in tratti:

A - Ponte di Sesto Calende - presa Villorosi	222.7 m
A1 - Presa Villorosi - foce Marinone	207 m
B1 - foce Marinone - presa Sforzesco (Cuggiono)	493 m
B2 - presa Sforzesco - darsena di Motta Visconti	589 m
B3 - darsena di Motta Visconti - ponte in Barche di Bereguardo	337 m
C - ponte di Bereguardo - ponte della Becca	266 m

Nel tratto "A" il fiume è costretto in una sezione fissa a causa della conformazione morfologica del territorio attraversato e a causa degli imponenti lavori di sistemazione idraulica realizzati in occasione della costruzione delle dighe e degli sbarramenti.

Nel tratto "A1" fra lo sbarramento del Villorosi e la foce del Marinone la larghezza media dell'alveo di piena è di 207 m, uniforme per tratti significativi, con minimi di 112 m a Vizzola Castelnovate e presso Nosate, ed un massimo di 412 m in corrispondenza dell'Isola degli scout" di fronte a Vizzola Ticino.

Nel tratto "B1", fra la foce del Marinone e la presa del Naviglio Sforzesco (in Comune di Cuggiono), la larghezza dell'alveo di piena è, nella media, piuttosto ampia, cioè di 493 m per la presenza di ramificazioni che racchiudono al proprio interno ampie porzioni di territorio, soprattutto fra il Marinone e Turbigo, dove viene raggiunta la larghezza massima di 1475 m. La sezione minima, peraltro, si raggiunge al ponte di Turbigo con 187 m.

Il tratto "B2" presenta una larghezza media di 589 m, con massimi nella zona della Fagiana (Magenta), nel tratto compreso tra Cassolnovo ed il ponte di Vigevano, ed ancora presso il "bosco del Modrone" a sud di Vigevano. La larghezza media è qui di circa 1.100 m.

I minimi, per contro, si riscontrano in corrispondenza dei ponti (di Boffalora e Vigevano) e nel tratto fra Besate e Motta Visconti, con circa 250 - 300 m.

Nel tratto "B3" la larghezza media è di m 337. Le larghezze massime, di 500 - 550, sono presso la stessa darsena di Motta Visconti (bosco Maina) e Zelata, le minime, di circa 150 - 200 m, in corrispondenza del ponte di barche e a sud di Zelata.

Nel tratto "C" la larghezza media è di m 266. Le larghezze massime sono presso Canarazzo (470 m) e al Molino della Valle (1.000 m), le minime, attorno ai 100 m, nell'attraversamento di Pavia.

2.3.2. *L'area di esondazione del fiume.*

I limiti dell'esondazione (relativa alla piena di 2.500 mc/s misurati alla Miorina) vengono descritti in base alla classificazione riportata

di Caroni-Maraga.

Per lunghi tratti i limiti sono identificabili con la morfologia del territorio: è così per il tratto iniziale del corso del Ticino, che scorre incassato nella valle fluviale, per il tratto in sponda sinistra, da Besate alla foce in Po (il cui limite è dato dalla scarpata del terrazzo), per il tratto in destra, lungo l'argine "dei Roverini" che inizia appunto dall'omonimo idrometro poco a valle del ponte in barche di Bereguardo, che prosegue verso sud fino a Zerbolò, e quindi dalla Gaviola, dove inizia l'argine che si raccorda con l'argine maestro del Po. L'argine è il limite di esondazione, in quanto corso artificiale, per il tratto meridionale, in destra, del fiume.

Sono state misurate le aree allagate dalle acque di piena del Ticino, a partire dalla presa del Villorosi. A nord della presa stessa, la piena è stata, in termini planimetrici, poco significativa, anche se si segnalano l'allagamento di parte del centro storico di Sesto Calende e, parzialmente, della strada alzaia in sinistra.

Dalla presa del Villorosi fino alla foce del Marinone le aree allagate ammontano a poche decine di ha. In questo tratto, come pena dal lago fino alla presa, il Ticino scorre entro limiti fisici di elevata pendenza, che di fatto ne limitano l'area interessata dalla piena.

L'elenco delle aree allagate è il seguente:

- Tratto dal Marinone alla presa del Naviglio Sforzesco: 380 ha.
- Tratto compreso fra la presa dello Sforzesco e il Comune di Cassolnovo (escluso): 1.350 ha.
- Tratto compreso tra il Comune di Cassolnovo e la darsena di Motta Visconti: 3.352 ha.
- Tratto compreso tra la darsena di Motta Visconti ed il ponte in barche di Bereguardo: 1.227 ha
- Tratto compreso tra il ponte di Bereguardo e il ponte della Becca: 2.577 ha.

Il totale delle aree allagate a partire dalla presa del Villorosi ammonta dunque a circa 9.000 ha.

Le aree di massima esondazione sono comprese tra il ponte di Vigevano ed il ponte di Bereguardo: ciò si deve in parte alla morfologia delle zone (maggiore distanza dalla scarpata del terrazzo, quote prossime a quelle dell'alveo del fiume), in parte all'efficacia dell'argine maestro del Ticino, che ha contenuto la piena nel tratto compreso fra Bereguardo e Pavia, in parte, infine, all'azione del Po che ha smaltito con efficacia i deflussi nel corso terminale del fiume.

2.3.3. Gli effetti della piena.

Come si è detto, sono stati analizzati gli effetti rilevabili da aerofotografie, consistenti principalmente in erosioni e/o riporti di materiali solidi.

In generale, è stato possibile notare come i fenomeni principali si concentrino nella parte media del Ticino, nella zona che va da Abbiategrasso/Cassolnovo fino al confine con Pavia, con una netta prevalenza nelle zone poste a sud di Vigevano, presso Besate, nella zona tra Zelata e Bereguardo e nel Comune di Zerbolò ed infine nella zona chiamata "bosco del Mezzanone" in comune di

Carbonara.

Più a sud i fenomeni erosivi sono meno evidenti: nel tratto compreso tra Pavia ed il ponte della Becca ha avuto influenza determinante la capacità di smaltimento del Po.

Veniamo ora alla descrizione dei principali fenomeni.

Gli effetti della piena iniziano ad essere evidenti all'incirca a valle della presa del Villoresi, con intensità via via crescente da nord verso sud.

1. A valle della presa del Villoresi, in Comune di Somma Lombardo (sponda sinistra) - erosione di sponda (qualche metro), in corrispondenza del "Molino d'Arezzo".

2. In sponda sinistra, a valle del ponte di Turbigio: erosioni e riporti di materiali dal Ticino in direzione del "ramo morto del Ticino" (zona "Isolone"). È evidente, in questo caso, la tendenza della divagazione del fiume a ritornare su percorsi più o meno antichi: tendenza che poi verrà dimostrata in numerosi altri casi, anche di interesse più rilevante.

3. In sponda destra, in località "Bosco Bruciato" in Comune di Cuggiono.

Erosioni spondali in corrispondenza dell'ingresso del ramo laterale del Ticino, su cui era attestata l'antica presa del Naviglio Sforzesco. Poco più a valle, in sponda sinistra, erosioni spondali di discreta entità, probabilmente accentuate dalla chiusura (artificiale) del ramo sopra descritto, che hanno direttamente messo in pericolo il ristorante "Ticino Blu", costruito a ridosso del fiume.

4. In sponda sinistra, tra i Comuni di Robecco S/N ed Abbiategrasso, nel tratto compreso tra la foce del "ramo Delizia" e l'imbocco del "ramo Corbellino". In questo punto, si è verificata una vistosa erosione spondale (in atto, tuttavia, da alcuni anni, e che la piena ha solo accentuato) che ha portato ad un arretramento della riva di circa 80 m. Gli effetti più rilevanti sono consistiti nella perdita di superficie forestale e nella distruzione del manufatto di scarico del depuratore

5. In sponda sinistra, in Comune di Abbiategrasso, nel tratto compreso tra il canale scolmatore di nord-ovest e capanna vecchia: si sono verificate erosioni spondali, anche di qualche decina di metri, interessanti superfici boscate.

6. In sponda destra, nei Comuni di Cassolnovo e Vigevano, tra la loc. "Buccella" ed il "Molino del Longo": si sono verificate esondazioni ed erosioni superficiali su terreni agricoli, erosioni spondali di discreta entità (qualche decina di metri) allo sbocco del "ramo dei prati", a carico di terreni agricoli con problemi (essenzialmente di accessibilità) per l'insediamento ("casotte") posto immediatamente a valle del luogo. Anche in questo caso, la piena ha accentuato fenomeni già attivi da alcuni anni.

7. In sponda sinistra, immediatamente a valle del ponte di Vigevano: si sono verificate erosioni spondali ed esondazioni a carico di superfici boscate.

8. In sponda destra, a valle di Vigevano, nel tratto compreso fra il deposito della cooperativa muratori e la cascina Braghettona: si

sono verificate erosioni spondali e la distruzione del residuo del grande pennello cartografato nel 1982; inoltre sono da segnalare erosioni quantitativamente poco rilevanti ma pericolose direttamente a ridosso della cascina Braghettona.

9. In sponda destra, in Comune di Vigevano, presa della roggia Castellana: si sono verificati erosioni e riporti di materiali ed il danneggiamento dell'edificio di presa della stessa roggia Castellana.

10. In sponda sinistra, fra Abbiategrasso e Besate: si sono verificati erosioni e riporti fra il Ticino ed il "canal Nasino" e lungo lo stesso canale.

11. In sponda destra, in Comune di Vigevano, Bosco del Modrone, fra il canale Scavizzolo ed il Ticino: si è verificata la rottura della roggia "Selvatico", erosioni spondali di discreta entità (già precedentemente attive) a carico di superfici boscate; erosioni e riporti di materiali su terreni agricoli e pioppeti, di entità crescente procedendo verso sud.

12. In sponda sinistra, nei Comuni di Besate e Motta Visconti: si sono verificate erosioni e riporti su terreni boscati e pioppeti.

13. In sponda destra, Comune di Borgo S. Siro: si sono verificati erosioni e riporti su terreni forestali (bosco Salvadorino, bosco Bussolone), rottura di rogge fra lo Scavizzolo e il Canale Vecchio, con danni su terreni agricoli presso la Cascina Torricella.

14. In sponda sinistra, in Comune di Bereguardo, a valle della Zelata: verificata la rottura in più punti dell'argine presso la sponda del Ticino, e conseguente interessamento di terreni agricoli per erosioni e riporto di materiali.

15. In sponda destra, all'altezza di Parasacco: verificata la rottura di rogge secondarie con interessamento di terreni agricoli.

16. In sponda destra, Comune di Bereguardo, tra il ponte di barche ed il ponte autostradale: sono state verificate esondazioni, con riporto di materiali ed erosioni, sui terreni agricoli e pioppeti compresi tra l'argine ed il Ticino. Danneggiamento di difese spondali.

17. In sponda destra, tratto compreso tra il ponte autostradale ed il bosco San Varese. Verificate erosioni e riporti su terreni agricoli ed un fontanazzo sotto l'argine presso il canale Venara, in sponda destra.

18. In sponda destra, Comune di Carbonara al Ticino, Bosco del Mezzanone. Verificati importanti fenomeni di erosioni e riporti di materiali, danneggiamento di difesa spondale, erosioni per esondazione dei canali Venara e Mangialoca e rogge collegate. Vistosi effetti a carico di terreni agricoli.

19. In sponda destra, foce in Po del Ticino: verificate erosioni spondali, erosioni e riporti su terreni a pioppeto.

Si fa di seguito menzione di altri episodi legati alla piena del Ticino, anche se non rilevabili dalle foto aeree:

1. allagamento di parte del centro storico di Sesto Calende.

2. Attraversamento aereo del metanodotto a valle del ponte di Turbigo: crollo della struttura.

3. Ponte di Vigevano: la strada statale n. 494 è stata a più riprese allagata in Comune di Abbiategrasso, con chiusura al traffico per alcuni giorni attorno alla metà di ottobre.

4. Ponte in barche di Bereguardo: il ponte, già in condizioni non

buone, è stato chiuso per danneggiamenti dovuti alla piena. Allo stesso modo, hanno ricevuto danni di una certa entità sia la strada proveniente da Bereguardo (S.P. 185) sia i due ponti della stessa strada sul canale Tavarnello.

5. Borgo Ticino (quartiere di Pavia): è stato parzialmente allagato attorno alla fine di settembre. Non ci sono stati danni rilevanti: è interessante osservare come gli allagamenti non si siano verificati in corrispondenza dei picchi massimi della piena (ottobre) ma in un momento di massimi relativi in cui probabilmente il Po non era in grado di smaltire l'afflusso dal Ticino.

2.4. *Valutazioni.*

Uno degli scopi delle osservazioni testé descritte è quello di definire una fascia di terreni a rischio idraulico: dove, cioè, la presenza delle attività dell'uomo è influenzata dai fenomeni legati alle dinamiche del fiume.

Uno dei dati immediatamente percepibili rispetto all'uso dei suoli in questa fascia è la destinazione forestale: destinazione determinata sicuramente dalla natura dei suoli stessi (ghiaiosi, poveri, molto drenati, acidi), dal regime di proprietà (spesso antiche riserve di caccia), ma sicuramente anche dalla facile inondabilità durante le piene del Ticino. La conservazione della foresta, dunque, può trovare una giustificazione razionale quale forma di uso del territorio compatibile con i rischi legati alla vicinanza con il fiume: i boschi, infatti, conservano perfettamente la loro funzionalità anche se periodicamente inondati e per contro impediscono il dilavamento e la distruzione dei suoli.

L'agricoltura, entro la fascia inondabile del Ticino, è stata resa possibile solo in quanto i terreni risultano protetti da opere di difesa, quali l'argine della Zelata (che pare risalga all'epoca dei monaci Cistercensi), l'argine dei Roverini e lo stesso argine maestro che parte dalla Gaviola e si collega all'argine del Po.

Si può rilevare, come vedremo più avanti, come l'uso del territorio sia stato condizionato, e programmato, nella storia, anche in funzione dei fenomeni legati alle dinamiche del fiume. Le cascate storiche, cartografate nel 1884 (prima carta IGM del Regno d'Italia), nella zona compresa tra Vigevano e Bereguardo sono poste esattamente al di fuori della linea di esondazione tracciata dalla piena del 1993, seguendo un allineamento molto regolare.

D'altro canto, cercare di descrivere la complessità dei fenomeni dinamici che si verificano durante una piena vuol dire considerare un numero piuttosto alto di variabili, su parte delle quali, peraltro, non possediamo dati sufficientemente approfonditi.

Nel citato lavoro di Caroni - Maraga, si afferma come l'alveo del Ticino, date le caratteristiche idrologiche uniformi (per l'assenza di consistenti contributi laterali da un lato, e dall'altro per l'azione regolatrice del lago), possa essere descritto attraverso parametri semplici quali la pendenza del fondo e le dimensioni medie dei materiali trasportati.

I modellamenti avvengono durante le piene: in 1.200 mc/s è stata fissata la soglia teorica delle portate oltre le quali avvengono signifi-

cative modificazioni dell'alveo (portata formativa, portata dominante o "bankfull" sec. Lamberti, 1984), portate che per il Ticino possono essere assimilate come costanti lungo tutto il suo corso.

Date queste premesse, ci sembra lecito ipotizzare che siano rimaste costanti in periodi storici (dell'ordine del 150 - 200 anni) le caratteristiche fondamentali dell'alveo, quali la pendenza del fondo e le dimensioni medie dei materiali di fondo, così pure come il regime idrologico (portate di magra e di piena). La forma del fiume, dunque, dovrebbe tendere ad una morfologia caratteristica che, pur in forma dinamica, tende a rimanere invariata in condizioni naturali.

È stata pure considerata, ai fini di questo lavoro, l'influenza degli attraversamenti stradali e ferroviari. È stato ipotizzato pure che tali opere, per le loro caratteristiche strutturali e, per parte di esse, per la preesistenza rispetto al periodo considerato, non esercitassero influenze determinanti ai fini di questa analisi. Vere e proprie traverse di consolidamento (punti fissi, cioè, che hanno diretta influenza sul profilo d'equilibrio dell'alveo) esistono solo ai ponti di Boffalora e al ponte di Vigevano, ma in quest'ultimo caso l'opera è stata realizzata, o perlomeno modificata, recentemente, come avremo modo di dire più avanti.

Lo studio dell'influenza degli attraversamenti, comunque, come pure la ricostruzione della storia delle sistemazioni idrauliche sul Ticino, può essere oggetto di approfondimenti puntuali da effettuare successivamente.

I fenomeni innescati dalla piena, dunque, possono essere studiati in funzione della dinamica storica dell'alveo del Ticino, comparando lo stato del fiume in diversi periodi e studiandone l'evoluzione. Per questo motivo, è stato studiato il percorso del Ticino negli ultimi 150 anni, in modo da ricercare le possibili correlazioni con i fenomeni attuali e ricercare le cause principali delle modificazioni del corso del fiume non dovute a cause naturali.

*Allagamento
di area boscata
presso Bereguardo*



3. Evoluzione del corso del fiume Ticino 1846 - 1993.

3.1. Metodologia del lavoro.

Per lo studio dell'evoluzione dei percorsi storici del fiume sono stati adottati come base cartografica i seguenti rilievi:

- "Prospetto delle isole ed alluvioni lungo il fiume Ticino tra gli stati Sardo ed Austriaco verificatesi nell'ottobre e novembre 1845 ed aprile 1846 a sinistra ed a destra del canale principale o prevalente..." scala 1:16.000.
- Carta d'Italia 1:25.000 dell'Istituto Geografico Militare, anni 1880 - 1884.
- Carta d'Italia 1:25.000 dell'Istituto Geografico Militare, rilievi dal 1880 al 1921, con vari aggiornamenti.
- Rilievo dell'alveo di piena 1993, Parco del Ticino, su rilievo aerofotografico in scala 1:20.000 circa. Base cartografica: C.T.R. 1:10.000 ridotta 1:25.000 (1982).

Sono stati inoltre consultati i rilievi del Genio Civile (fiume Ticino 1:5.000 del 1967). Dalla cartografia scelta è stato estrapolato l'alveo del fiume Ticino, insieme con i principali rami o canali secondari. La successione delle soglie storiche è stata dunque rappresentata graficamente come sovrapposizione dei differenti percorsi del fiume (tavola 1).

3.2. Risultati del lavoro.

L'interpretazione dei percorsi storici del fiume può essere esaminata sotto differenti punti di vista. Uno riguarda lo studio delle dinamiche che hanno portato a variazioni del corso del fiume e la formulazione di ipotesi sulle cause di tali variazioni. Dati gli intervalli di tempo considerati e la ovvia carenza di informazioni circa i periodi più lontani dall'attualità, questo è un aspetto che verrà esaminato nelle schede di dettaglio di cui si è parlato in precedenza, e soprattutto in relazione ai periodi più recenti di cui si posseggono dati più abbondanti e precisi (ad esempio, rilievi aerofotografici).

È inoltre possibile studiare quali e quante siano state le variazioni relative alla superficie di competenza del fiume, intesa come area occupata dalle acque nelle condizioni cartografate. Anche in questo caso, rimandiamo alle schede di dettaglio per una valutazione più approfondita di questo aspetto.

Uno dei risultati principali che scaturiscono da questo studio riguardano la definizione dell'area interessata dall'evoluzione del percorso del Ticino. Tale area viene definita: ambito di divagazione del fiume, ed è intesa come area ricompresa fra i rami attivi del fiume nelle differenti soglie storiche.

È stata dunque prodotta una carta, su base CTR 1:10.000 ridotta 1:25.000, in cui viene identificato L'AMBITO DI DIVAGAZIONE DEL FIUME TICINO così come sopra definito (tavola 1).

Nei primi 30-40 Km di percorso, così come osservato per l'esondazione, la divagazione del fiume è piuttosto limitata. La morfologia della valle fluviale costituisce un limite difficilmente modificabile in tempi brevi, cosicché l'andamento del Ticino non presenta significative variazioni nel corso degli ultimi 100 anni.

Le modificazioni iniziano ad essere evidenti a valle di Tornavento: è indicativo il fatto che la carta del 1846, compilata al fine della ricognizione dei confini tra Lombardia e Piemonte dopo un'alluvione, parta appunto da Tornavento.

Da tale quota, pur senza assumere l'ampiezza riscontrata più a valle, le variazioni planimetriche assumono significatività.

Tra la foce del Marinone e la presa dello Sforzesco, in linea di massima, l'area di divagazione coincide con l'area esondata durante l'autunno 1993, e più avanti la linea di massima esondazione si mantiene, generalmente, all'interno dell'ambito di divagazione.

Ciò però non è del tutto valido per il primo tratto del fiume: dai ponti di Boffalora fino quasi all'altezza di Villareale (Cassolnovo) dove la linea di esondazione rimane all'interno dell'ambito di divagazione.

Tuttavia è lecito supporre che siano sopraggiunte condizioni (ad es. lavori sistematori) che hanno modificato in maniera più o meno forte i limiti di esondazione del fiume: fra Cassolnovo e Cerano, per esempio, sono evidenti radicali modifiche dell'uso del territorio (vasche per la piscicoltura) e, per un certo tratto, ciò appare confermato dalla regolarità della linea di esondazione.

Nella maggior parte del percorso del Ticino, e cioè nel tratto che va dal limite comunale nord di Abbiategrasso fino a Pavia, la linea di massima esondazione si mantiene all'esterno dell'ambito di divagazione.

In alcuni casi le due linee coincidono: è il caso, ad esempio, del tratto in destra che va da Villareale fino ad oltre la cascina Braghettona, ove è evidente la presenza della scarpata morfologica, ed in sinistra dal confine nord di Abbiategrasso fino a Motta Visconti; ed ancora nella parte sud nella zona "Bosco del Mezzanone".

Appare dunque possibile definire una porzione di territorio entro cui è lecito aspettarsi una particolare rilevanza dei fenomeni legati alle dinamiche fluviali, dunque, dove ogni attività dell'uomo viene necessariamente condizionata dalla presenza del fiume.

Questo discorso può, come vedremo in seguito, essere approfondito attraverso lo studio dell'uso del suolo, storico ed attuale, identificando le località ove insistono gli insediamenti e le attività produttive.

Infine, mediante la comparazione della carta dei percorsi storici con lo studio della piena dell'autunno 1993, è possibile ricercare le eventuali relazioni tra i fenomeni innescati dalla stessa piena con l'evoluzione storica del tracciato del fiume.

3.3. Comparazione tra i percorsi storici del fiume e gli effetti della piena.

In relazione ai punti osservati (v. par. 2.3.3.) sono state formulate alcune ipotesi, che passiamo qui di seguito ad illustrare.

1. Sponda sinistra, "Molino di Mezzo". In questo tratto, il corso del fiume appare piuttosto stabile nel tempo. In merito all'area di divagazione, tuttavia, si riscontra una parziale riduzione dell'ampiezza media: non è da escludersi che fenomeni erosivi, pur in questo caso forse legati alla normale attività delle dinamiche fluviali, possono essere collegati ad opere sistematorie che tendono a incanalare e ridurre la sezione dell'alveo del fiume.

2. Sponda sinistra, a valle del ponte di Turbigo. È evidente, in questo caso, la tendenza del Ticino a riallacciarsi, almeno in fase di piena, al ramo morto, abbandonato peraltro, in periodi non molto lontani. Il sistema di ramificazione più complesso dell'attuale, appare infatti in parte cartografato nella tavoletta IGM del 1962 (rilievi 1958), ed ancora assai sviluppato fra la fine dell'800 ed i primi del '900.

3. Sponda destra, Comune di Cuggiono. Il semplice confronto fra il tracciato di fine '800 e l'attuale evidenzia in maniera molto chiara la presenza di due rami del Ticino: l'uno, il principale, ottocentesco ora ridotto ad un canale di scarsa ampiezza, l'altro, viceversa, assai poco sviluppato nell'ottocento ed ora corso principale.

È indicativo il fatto che la presa del Naviglio Sforzesco originariamente attestata sul ramo "ottocentesco" (ponte della Binda), e che il progressivo spostamento in sinistra del corso principale abbia reso necessario lo scavo di un canale artificiale di derivazione che, tra l'altro, deve essere costantemente mantenuto.

4. In sponda sinistra, tra i Comuni di Robecco S/N ed Abbiategrasso, nel tratto compreso tra la foce del ramo Delizia e l'imbocco del ramo Corbellino.

È notevole lo spostamento verso sinistra del ramo principale del Ticino, iniziato probabilmente a fine ottocento, ma particolarmente accentuatosi negli ultimi anni. Elementi da approfondire: l'influenza delle difese spondali costruite in sponda destra, a monte del tratto considerato.

È peraltro ben visibile il percorso di metà ottocento del ramo principale del Ticino, corrispondente all'attuale ramo Delizia: si nota, in generale, una cospicua riduzione dell'area interessata dai rami del fiume nel lungo tratto a monte della zona considerata.

5. Sponda sinistra, in Comune di Abbiategrasso, nel tratto compreso tra il canale scolmatore di nord-ovest e capanna vecchia. Situazione simile alla precedente.

6. In sponda destra, nei Comuni di Cassolnovo e Vigevano, tra la loc. Buccella ed il Mulino del Longo.

Si nota un marcato spostamento verso la sponda destra del corso del Ticino, assieme ad una cospicua riduzione dell'ampiezza dell'alveo. Allo stesso modo, si potrebbero supporre modificazioni della morfologia del fondo (forse legate ai lavori di costruzione e consolidamento del ponte), vista la presenza attuale di specchi d'acqua non cartografati in passato. La cosa richiede approfondimenti.

20 | 7. In sponda sinistra, immediatamente a valle del Ponte di Vigevano.

I fenomeni qui osservati parrebbero legati ad una complessiva modificazione del tronco considerato, in relazione quindi con quanto avvenuto a monte del ponte.

8. In sponda destra, a valle di Vigevano nel tratto compreso fra il deposito della cooperativa muratori e la cascina Braghettona.

È evidente la forte semplificazione del corso del fiume, e quindi la riduzione dell'area interessata da rami attivi. È pure evidente lo spostamento verso la destra dell'alveo principale, molto marcato, e le cui cause si possono probabilmente ipotizzare nell'intensa attività di escavazione in alveo svoltasi proprio sotto Vigevano, in queste zone, nella seconda metà del '900.

Si nota come la larghezza del fiume si sia ridotta ad $1/3$ circa negli ultimi 70 anni, passando dai 1.500 metri del 1921 agli attuali 580.

La Cascina Braghettona è già presente nella carta del 1846 e, con ogni probabilità, fu edificata in luoghi all'epoca non direttamente interessati dai fenomeni delle dinamiche fluviali.

9. In sponda destra, in Comune di Vigevano, presa della Castellana.

Si nota una marcata riduzione del primo tratto della stessa roggia.

10. In sponda sinistra, fra Abbiategrasso e Besate.

È stato cartografato come ramo principale del Ticino dal 1884 al 1921.

11. In sponda destra, in Comune di Vigevano, Bosco del Modrone, fra il canale Scavizzolo ed il Ticino.

È evidente la riduzione, in quantità ed in dimensioni, dei rami attivi del Ticino. Nel 1846, all'interno dell'attuale "bosco della lite" furono cartografati numerosi canali secondari di considerevole sviluppo e ramificazione.

A valle della cascina del Modrone la larghezza media del Ticino passa dai 1.050 metri del 1884/1921 agli attuali 475.

12. In sponda sinistra, nei Comuni di Besate e Motta Visconti.

Esistevano rami laterali, ora ridotti a lanche che non ricevono acque dal fiume.

13. In sponda destra, Comune di Borgo San Siro.

La situazione è simile a quanto descritto al punto 8. La larghezza media passa dai 1.350 metri del 1921 agli attuali 250.

14. In sponda sinistra, in Comune di Bereguardo.

L'argine viene cartografato già nel 1846.

15 e 16. In sponda destra all'altezza di Parasacco e in Comune di Bereguardo, tra il ponte di barche ed il ponte autostradale.

In questo tratto è particolarmente evidente l'estrema semplificazione del corso del Ticino, ancora variamente ramificato intorno ai primi del '900, ora ridotto a fiume unicursale, più o meno fortemente canalizzato. Si ricorda che, a causa degli effetti della piena del 1993, questa è stata la zona economicamente più colpita, specialmente per i danni riportati dai ponti sulla strada provinciale e per il disagio causato ai pendolari.

Le larghezze medie del Ticino variano nel seguente modo (in metri):

<i>località</i>	<i>1884-1921</i>	<i>1993</i>
Zelata	1.200	550
C.ne Orsine	325	180
ponte di barche	320	200
ponte autostradale	500	250

Allo stesso modo, nei punti a nord di Zelata e a monte del ponte autostradale, il fiume raggiungeva i 1.800 metri nel 1884 e nel 1921, nel 1993 la massima larghezza è ridotta a soli 750 m alla Zelata.

L'area occupata dai rami attivi del Ticino, e da essi ricompresa, è ugualmente stata ridotta nella proporzione (in ettari):

1846	ha 726
1884/1921	ha 576
1993	ha 254

(le misurazioni sono state eseguite tra la linea Zelata - cascina Torricella e la linea Molino della Valle - Cascina Arpasanta).

La rottura della difesa spondale a valle del ponte in barche, in destra, si è verificata in corrispondenza dell'alveo cartografato fino al 1921.

17. In sponda destra, tratto compreso tra il ponte autostradale ed il bosco San Varese.

Si è verificato in corrispondenza dell'alveo cartografato nel 1846 e nel 1884.

18. In sponda destra, Comune di Carbonara Ticino, "Bosco del Mezzanone".

Il canale Mangialoca, su cui si sono verificate numerose rotture, era attivo fino al 1846. "Mezzanone", infatti, è toponimo ricorrente sul Ticino, così pure come "Mezzano, Mezzanino" anche su altri fiumi padani, e sta a significare isolone.

L'evidenza dei danni in questa località è pure imputabile all'estrema semplificazione, e riduzione, del Ticino presso Pavia, ove scorre incanalato, e costretto, per alcuni chilometri. Non si può fare a meno di pensare a cosa sarebbe potuto succedere nel caso che in concomitanza della piena del Ticino anche il Po si fosse trovato in una situazione critica: sono molto evidenti le preoccupazioni già espresse dall'ing. Mortoni, allora funzionario del Genio Civile di Pavia (1984) in merito all'estrema riduzione dei gradi di libertà del fiume nel suo tratto terminale.

19. In sponda destra, foce in Po del Ticino.

La morfologia dei luoghi è profondamente cambiata nel corso degli anni. Il Ticino è "avanzato" verso il Po, attraverso un cospicuo riporto di materiali. Le erosioni verificatesi potrebbero rientrare in normali dinamiche fluviali, su terreni, considerati in effetti a rischio idraulico, visto l'andamento degli argini.

4. Valutazioni ed interpretazione dei fenomeni studiati.

Alla luce dei dati raccolti durante la piena, è evidente come la gran parte dei fenomeni osservati si siano verificati in corrispondenza di sensibili riduzioni dell'area occupata da rami attivi del Ticino. La riduzione dell'alveo - inteso nella sua forma caratteristica a "treccia" - può portare alla tendenza, da parte del fiume, a occupare aree attualmente utilizzate a vario titolo che in passato erano state interessate dalle divagazioni dei rami attivi, con fenomeni la cui gravità va posta in relazione con l'uso che l'uomo ha stabilito sopra queste porzioni di territorio (terreni agricoli, insediamenti abitativi e per tempo libero).

In alcuni casi, i fenomeni osservati, siano essi stati innescati dalla piena o semplicemente da essa accentuati, non sono direttamente interpretabili attraverso questo modello: è però osservabile una generale modificazione del tronco del fiume nei tratti esaminati, ed una tendenza allo spostamento in una direzione o nell'altra che indicano come sia necessario approfondire l'analisi e ricercare le cause delle variazioni in primo luogo nei lavori eseguiti per la regimazione idraulica del Ticino. È possibile, inoltre, secondo questo modello, individuare un'area di rischio idraulico entro la quale l'uso del territorio deve essere verificato in funzione dell'evoluzione delle dinamiche del fiume. A livello pianificatorio, dunque, questi dati sono utili per stabilire quella "fascia di competenza del Ticino" entro cui il mantenimento delle condizioni naturali è vantaggioso sia per evitare danni economici a cose ed infrastrutture dell'uomo sia per mantenere aree di espansione del fiume che salvaguardino i terreni esterni da fenomeni imprevedibili e distruttivi.

Attraverso questo schema interpretativo è inoltre possibile elaborare modelli previsionali circa l'evoluzione del corso del fiume e lavorare dunque a livello pianificatorio per la programmazione delle opere di regimazione idraulica.

Secondo questo schema, tuttavia, le opere sistematorie devono necessariamente tenere conto delle caratteristiche naturali del fiume: nel futuro, a nostro giudizio,

dovranno essere realizzate quelle opere che invece di diminuire l'ambito di divagazione del Ticino tenderanno ad eliminare vincoli stabiliti nel passato. Si tratterà dunque di "togliere" o di "lasciar fare" invece di costruire nuove opere.



Erosione di sponda presso Torre d'Isola (Pv)

5. Analisi e proposte d'intervento per alcuni tratti del fiume.

Per una più approfondita comprensione dei fenomeni in atto in zone di particolare interesse del Ticino, il lavoro prosegue con l'esame di alcuni tratti significativi del fiume. Questo esame prenderà in considerazione sia l'evoluzione storica del percorso dell'alveo (ultimi 100 - 150 anni), sia i fenomeni studiati in seguito alla piena dell'autunno 1993, sia l'evoluzione recente, negli anni compresi tra il 1976 ed il 1993.

Verranno fatte considerazioni relative alle dinamiche in atto e possibili interpretazioni dei fenomeni osservati. Verranno infine formulate proposte di gestione dei tratti di fiume considerati.

Parte dei materiali disponibili per lo studio risulta dall'"indagine sull'assetto idrogeologico e la regimazione del fiume Ticino", (TEI s.r.l. 1982): ciò riguarda lo studio dell'evoluzione dell'alveo nel periodo 1880 - 1980 attraverso i rilievi IGM, Genio Civile (1967) e regionali (1980). L'evoluzione dell'alveo nel periodo 1976 - 1993 è stata studiata anche in base alla documentazione aerofotografica disponibile presso il Parco del Ticino: si è fatto riferimento ai voli 1976; 1984; 1991 e 1993. Lo studio è stato infine completato mediante osservazioni dirette, con rilievi e sopralluoghi di campagna; infine mediante informazioni elaborate sulla documentazione disponibile presso il Parco del Ticino. Circa l'impostazione dell'analisi del fiume e soprattutto riguardo le proposte gestionali, è stato fatto riferimento alle elaborazioni ed ai dati contenuti nel "piano di settore acque" del Parco del Ticino lombardo, compilato nel 1986, con il coordinamento dell'ing. G. Civati.

Il metodo seguito è stato quello dell'analisi dell'evoluzione planimetrica dell'alveo nei tratti considerati, nella raccolta di dati circa le possibili cause dei movimenti del fiume (costruzione o modifica di infrastrutture, cave in alveo, difese spondali), nell'identificazione di erosioni, rischi o comunque dei principali problemi conseguenti a tali variazioni del corso; nella formulazione, infine, di ipotesi circa le cause dei fenomeni osservati.

I tratti che verranno esaminati nel corso del lavoro saranno:

- I. Tratto compreso fra il ponte di Turbigo e il ponte autostradale di Bernate Ticino.
- II. Tratto compreso fra l'attuale canale scolmatore di nord ovest ed il ponte di Vigevano.
- III. Tratto compreso tra il ponte di Vigevano e la presa della roggia Castellana.
- IV. Tratto compreso tra Zelata e il ponte autostradale di Bereguardo.
- V. Tratto del Ticino che attraversa la città di Pavia, fino allo sbocco in Po.

Nella parte del fiume tra il lago Maggiore e il Ponte di Turbigo, i fenomeni registrati risultano di lieve entità, viste le caratteristiche morfologiche dell'alveo fortemente incassato e caratterizzato da un corso unicusale obbligato anche da opere artificiali.

5.1. Tratto del Ticino compreso fra il ponte di Turbigo ed il ponte autostradale di Bernate Ticino.

Si fa riferimento alle tavole:

- **serie storica**
- **uso del suolo**
- **assetto idraulico**
- **interventi**

È piuttosto evidente la mancata semplificazione del corso del Ticino, avvenuta in gran parte nella metà superiore del tronco di Ticino in esame, presumibilmente nella prima metà di questo secolo.

Le variazioni consistono nella riduzione ad un solo alveo principale a valle del ponte di Turbigo: scompaiono, quali alveo attivo, i rami in sponda lombarda, ridotti oggi a coli di scarsa importanza idraulica, e probabilmente anche per effetto di tali modificazioni scompare più a valle il canale principale di destra del fiume, mentre viene attivato (ed ora costituisce l'unico corso) il ramo di sinistra.

Si forma, sempre nei primi decenni del '900, la "lanca di Bernate", che poi per oggetto di lavori di sistemazione a fini venatori oggi naturalistici, in gran parte alimentata da risorgive al piede della scarpata del terrazzo fluviale. Le forti modificazioni avvenute in questo tratto del Ticino sono assai evidenti nelle vicende della presa del Naviglio Sforzesco. Questa, una volta attestata in località "ponte della Binda" in sponda destra, si è progressivamente spostata verso la sinistra idraulica, cosicché a tutt'oggi esiste un lungo canale artificiale che prende acqua dal corso principale del fiume e che permette la derivazione.

Traccia dell'antico corso del fiume permane almeno in un tratto dello "scaricatore Ticinazzo" (del Naviglio Langosco), che tuttavia ora non presenta collegamenti diretti con il Ticino.

Ancor prima della piena del 1993 si era notato l'insorgere di fenomeni erosivi, non trascurabili dal punto di vista planimetrico ma a carico di aree di notevole divagazione del fiume, dunque senza la creazione di rischi a carico di infrastrutture e insediamenti, specialmente in sponda destra, nella zona del "Bosco Bruciato" in Comune di Cuggiono. Tale tendenza (contrastata, forse non del tutto a proposito, dalla costruzione di opere di difesa spondale) si è pienamente manifestata in occasione della piena, dove l'erosione in questo punto si è notevolmente accentuata, ed a cui è seguita una corrispondente erosione più a valle, in sinistra, in corrispondenza del ristorante "Ticino Blu" sempre in Comune di Cuggiono.

Se sommiamo a tali fenomeni quelli accaduti immediatamente a valle del ponte di Turbigo, già descritti in precedenza, e rilevando pure il crollo dell'attraversamento aereo del metanodotto di Turbigo, possia-

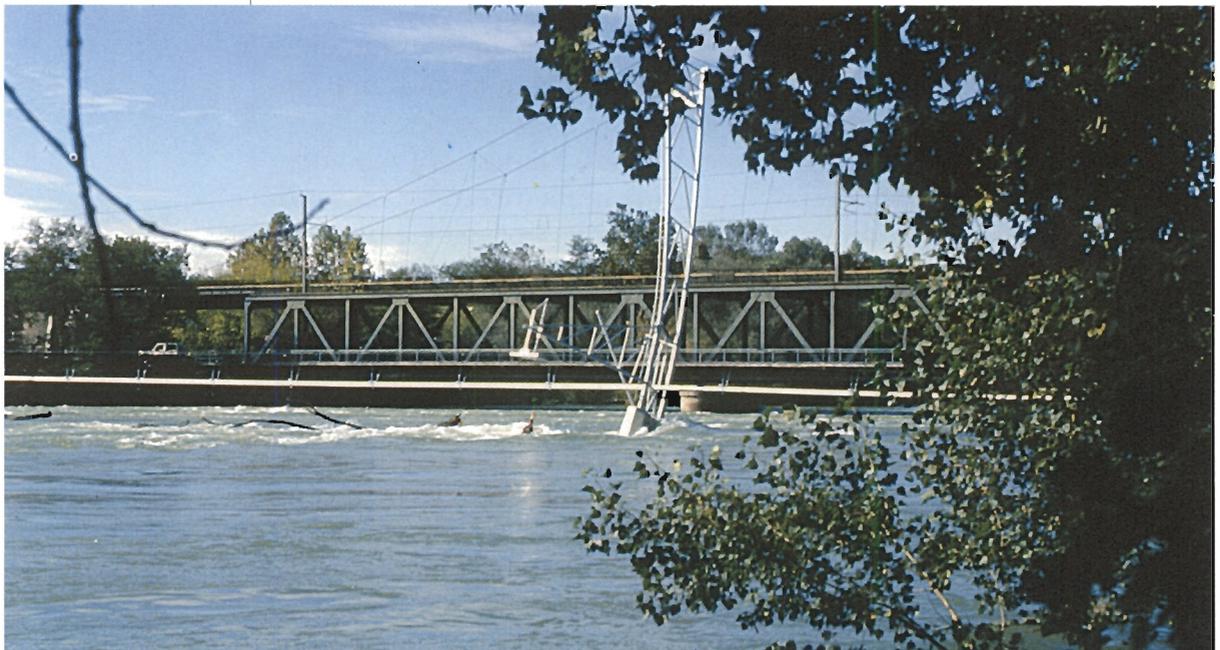
mo formulare alcune ipotesi d'interpretazione.

È evidente come in condizioni di portate eccezionali si manifestino condizioni di insufficienza idraulica di questo tronco del fiume, *ma è molto interessante verificare come in tali situazioni di crisi il Ticino tenda ad occupare in primo luogo i percorsi di rami abbandonati*. Ciò è ben verificabile sia nella zona dell' "Isolone" a monte sia nel tratto medio presso il "Bosco Bruciato": riteniamo che altri fenomeni osservati (crollo del metanodotto, erosione al "Ticino Blu") siano spiegabili anche con l'influenza delle opere di sistemazione, che impediscono l'allargamento della sezione idraulica e dunque costringono le acque a scaricare la propria energia cinetica o sul fondo (a valle del ponte di Turbigo) o sulle sponde (Bosco Bruciato, "Ticino Blu"). Se infatti le sponde del Ticino, nel tratto considerato, appaiono per lunghi tratti ancora relativamente libere da opere di sistemazione, a seguito della piena 1993 il tronco centrale è oramai canalizzato, in quanto è stata artificialmente impedita ogni forma di divagazione del Ticino.

Proposte di interventi.

Gli interventi proponibili in questo tratto del fiume riguardano essenzialmente la ricostruzione della forma tipica dell'alveo del Ticino, attraverso sia interventi di pianificazione sia di vero e proprio ripristino di rami, anche artificialmente, abbandonati. Circa gli interventi pianificatori, si propone una fascia di divagazione del Ticino che comprende i rami storici cartografati da fine ottocento. Si propone altresì lo smantellamento delle più recenti difese in sponda destra ("Bosco Bruciato") e contemporaneamente la riattivazione del ramo (ora "Ticinazzo") dell'originaria presa dello Sforzesco. In sponda sinistra, mentre da un lato appaiono giustificate le opere di difesa spondale (la sponda è alta, il Ticino non presenta divagazioni storiche in tale tratto) per la presenza di ben 3 luoghi di notevole afflusso turistico, è evidente come le tipologie costruttive di parte di tali opere (quelle più recenti) non presentino un adeguato inserimento paesaggistico ed ambientale. Sarebbe pertanto opportuno un intervento su tali opere, che produca una rinaturalizzazione delle stesse con utilizzo di tecniche di bioingegneria.

*Ponte di Turbigo -
Attraversamento aereo
Metanodotto*



5.II. Tratto compreso fra il canale scolmatore di nord ovest ed il ponte di Vigevano.

Si fa riferimento alle tavole:

5.II.1 Serie storica

5.II.2 Uso del suolo

5.II.3 Assetto Idraulico

5.II.4 Interventi

Dal 1883 al 1980 si verifica una marcata e drastica semplificazione del corso del fiume. Dalla presenza di due rami principali in sponda sinistra nel 1883, di numerose diramazioni e rami secondari in destra, si arriva al 1976 con la riduzione a due soli rami, che si uniscono a circa due chilometri a monte del ponte.

Dopo il 1976, si assiste ad una ulteriore semplificazione: vengono in parte eliminati i primi due chilometri del ramo di sinistra, il "ramo dei prati" presenta una soluzione di continuità sempre più marcata nella parte a monte rispetto al tronco principale del Ticino.

La situazione al 1993 presenta la riattivazione del canale di sinistra a valle dello scolmatore e la tendenza all'allargamento del canale di destra in parallelo al "ramo dei prati", con concomitanti notevoli fenomeni erosivi a carico della zona del Molino del Longo e della Riserva "La Buccella".

Le difese esistenti coprono un tratto di 4 Km^m in sinistra e 2 Km in destra, su una lunghezza delle sponde pari a 7 Km in sinistra ed altrettanti in destra. Il 43% delle sponde risulta quindi protetto.

Parte dei fenomeni recenti osservati si verificano dopo la costruzione dello sbocco del canale scolmatore: è evidente, tra il 1976 ed il 1980 la forte riduzione del ramo di sinistra subito a valle del canale e, per il gioco di battute e controbattute (è molto indicativa la disposizione delle difese spondali) la trasformazione in alveo principale del ramo di sinistra in corrispondenza della loc. "Capanna vecchia".

Può essere in parte spiegata con questo schema anche la forte erosione presso il molino del Longo.

Intorno ai problemi di tipo idraulico che interessano la zona, è stata formulata l'ipotesi che lavori piuttosto recenti (1990) di consolidamento della traversa del ponte abbiano indotto modificazioni planoaltimetriche del profilo del Ticino sia a monte sia a valle del ponte stesso.

Non siamo in questo momento in grado di esaminare i dati relativi alle sezioni del fiume e della traversa: è dunque impossibile stabilire l'ordine di grandezza delle variazioni del profilo dell'alveo prima e dopo l'esecuzione dei lavori. È tuttavia evidente l'erosione della sponda sinistra immediatamente a valle del ponte, così pure

come l'effetto di trattenuta, dato il notevole salto, operato dalla traversa stessa. Effetto secondario, di importanza locale, è l'impossibilità di transito con le barche.

Altro effetto, seppur di importanza locale, di tali lavori è l'inibizione della navigabilità del fiume. I principali problemi di gestione del tratto considerato riguardano attualmente:

- le erosioni di sponda e il rischio legato alle esondazioni del fiume su terreni agricoli nel tratto immediatamente a valle del canale scolmatore, in sponda sinistra;
- la gestione dell'uso pubblico e privato presso "capanna vecchia", in sponda sinistra, e quindi la darsena sul ramo Portichetto;
- le erosioni spondali nella riserva "la Buccella" e specialmente nella sponda presso il Molino del Longo, in sponda destra;
- l'esistenza di insediamenti edilizi spontanei ("casotte") fra lo stesso Molino del Longo e il Taraplino, in sponda destra, con annesse darsene.

Proposte di intervento.

Gli interventi proponibili in questo tratto del fiume riguardano:

- 1 - interventi pianificatori.
- 2 - interventi volti a ripristinare situazioni di maggiore libertà del fiume.
- 3 - interventi volti a difendere opere ed infrastrutture dell'uomo messe a rischio dall'evoluzione delle dinamiche fluviali.

1 - Gli interventi che riguardano la pianificazione consistono nella delimitazione dell'area di divagazione e delle fasce potenzialmente interessate dalle esondazioni.

L'area di divagazione del Ticino, individuata così come risulta in cartografia, consiste in 698.3 ha, di cui l'1,1% attualmente coltivata a pioppeto (7,8 ha) e lo 0,4% agricolo (3 ha), il resto occupato dal fiume e dal bosco. All'interno di quest'area è presente una costruzione (casino "Bosco Ochetto"). I vincoli principali sono costituiti dal canale scolmatore, dalle costruzioni di Capanna vecchia, dai manufatti scaricatori dello Sforzesco e dal ponte di Vigevano.

All'interno di questa area deve essere consentita ogni modificazione morfologica ad opera delle dinamiche fluviali. Gli unici interventi possibili riguardano la correzione di situazioni locali mediante la semplice movimentazione di materiale in alveo.

2 - Circa il ripristino di situazioni di maggiore libertà del fiume, proponiamo interventi:

a - di ripristino di collegamenti, ora ridotti o scomparsi, con rami laterali o canali del Ticino: all'imbocco del "ramo dei prati" e poco a monte del ponte.

b - di asportazione di difese spondali non funzionali al mantenimento dell'assetto naturale del fiume: poco a monte di "capanna vecchia" e poco a monte del ponte, in corrispondenza dell'apertura del ramo di cui al punto precedente.

c - di valutazione, attraverso studi approfonditi, della situazione

determinata dai due vincoli principali del tratto: lo sbocco del canale scolmatore e la traversa del ponte. Queste opere sono state progettate senza una valutazione approfondita degli effetti idraulici sul regime del Ticino, determinando così modificazioni anche notevoli dell'assetto dell'alveo. Si potrà arrivare ad una ristrutturazione delle opere, prevedendo una modificazione sostanziale della forma.

Con questa ipotesi per Canale Scolmatore è prevedibile l'attenuazione dell'effetto di brusca deviazione del filone principale della corrente del Ticino, mentre, nel caso del ponte, è indispensabile la modifica del livello (e probabilmente della forma generale) della traversa.

3 - Il terzo livello di intervento riguarda le interferenze delle dinamiche fluviali con le attività dell'uomo.

La fascia occupata dalle acque con piene di 2.500 m³/s occupa un totale di 840 ha, di cui 142,1 ha esterni alla fascia di divagazione. In tale area di 142 ha attualmente il 12% è coltivato a pioppeto (17,4 ha), il 26% è agricolo (37,2 ha).

Le strutture presenti all'interno della fascia di esondazione, oltre a quelle citate in precedenza, consistono in costruzioni poste fra il canale scolmatore e ramo Portichetto e della "capanna nuova".

In primo luogo analizziamo le esondazioni, avvenute in caso di piena, sui terreni posti a sud del canale scolmatore, in sinistra. Tali esondazioni dipendono da fenomeni di evoluzione dell'alveo che hanno origine più a monte, nella zona presso la foce del Delizia. Il tratto relativo non è stato considerato in questa scheda, ma da osservazioni dirette è stato dedotto come risulti essere decisiva l'influenza di una difesa spondale presente in sponda destra, in Comune di Cerano (No), che ha indirizzato il filone principale della corrente in sinistra e causato la notevole erosione di un consistente tratto di sponda (foce del Delizia, bosco Scagno, ramo Corbellino). Il sistema complessivo composto da Ticino e rami laterali (ramo Corbellino, ramo Portichetto) è stato pesantemente alterato sia dalle opere di regimazione poste sulle sponde sia dalla costruzione del canale scolmatore, che in pratica taglia in due la fascia di divagazione del fiume.

A ciò si aggiunga la costruzione, relativamente recente, di cascate e la messa a coltura dei terreni della zona, che hanno reso piuttosto fragile e complessa la situazione idrogeologica del luogo. Questo a conferma del fatto che ogni singolo intervento deve essere valutato nell'ottica complessiva dell'assetto idrogeologico della fascia di influenza del fiume e che la somma di tanti piccoli interventi fra loro sconsiderati rischia di compromettere in maniera anche molto pesante la situazione generale.

Il secondo tratto che presenta problemi di gestione è la zona attorno a "Capanna vecchia", zona di valore turistico-ricreativo (ristorante, spiaggia e darsena). In questo luogo sono state costruite due difese spondali: una a monte del ramo Portichetto ed una presso la stessa "Capanna vecchia".

La prima difesa è stata costruita su di un ghiaione, in pratica sottraendo alle dinamiche del fiume una barra mobile. La seconda è

stata probabilmente motivata dal valore sociale delle infrastrutture presenti, che costituiscono il "lido" di Abbiategrasso.

La situazione generale della zona va ripensata con attenzione, valutando l'opportunità e la forma migliore per conservare le strutture della zona ed eliminando ciò che non ha ragione di esistere rispetto alle dinamiche del fiume. In particolare, la linea di difesa dovrà attestarsi al di fuori dei rami storici del fiume (ramo Portichetto), che debbono rimanere a disposizione della fascia di divagazione del Ticino.

Il terzo "nodo" della zona riguarda la riserva "Buccella" e la zona del Molino del Longo. Abbiamo visto la complessa serie di modificazioni del tratto del Ticino che parte dal canale scolmatore, modificazioni che hanno contribuito ad interessare nell'evoluzione dell'alveo aree che storicamente non ne facevano parte (Molino del Longo). Per questo motivo appare giustificabile un intervento di difesa spondale dell'area del Molino del Longo. La zona della Buccella, invece, costituisce un'isola, più o meno stabile, all'interno della fascia di divagazione del fiume, ed anche se è possibile identificare cause antropiche nei fenomeni descritti, non è opportuno pensare a consolidamenti della situazione attuale, al fine di non creare ulteriori vincoli ed effetti indesiderati.

Altro problema della zona, che qui trattiamo solo marginalmente, è costituito dalle costruzioni definibili più o meno come "tradizionali" (casotte), che pur facendo parte del colore locale sono legate ad una serie di problemi, quali il vincolo che hanno finito per diventare per l'evoluzione dell'alveo del Ticino, l'impatto paesaggistico, la situazione igienico sanitaria, la irregolarità rispetto alle vigenti normative edilizie. Si tratta inoltre di aree esondabili, dove la costruzione e il mantenimento di infrastrutture fisse è a rischio idraulico.

*Strada S.S. 494
"Vigevanese"
nell'ottobre 1993*



5.III. Tratto compreso tra il ponte di Vigevano e la presa della roggia Castellana.

Si fa riferimento alle tavole:

5.III.1 Serie Storica

5.III.2 Uso del suolo

5.III.3 Assetto idraulico

5.III.4 Interventi

Anche in questo tratto è evidente la marcata semplificazione del corso del Ticino. Il fiume presenta una forma piuttosto complessa e ramificata ancora nei rilievi del 1883, 1903 e 1922, mentre nel 1967 i primi 2,5 Km dell'alveo sono ridotti ad un solo ramo. L'ampiezza media dell'alveo passa da circa 1 Km a circa 200 - 250 m.

Il canale "del fortino" ed il canale "Nasino" (in sinistra) venivano alimentati direttamente dal fiume circa 2 Km a valle del ponte. Tale continuità viene interrotta nel periodo tra il 1922 ed il 1967.

La riduzione dell'area occupata dall'alveo prosegue fino ad oggi: dal 1976 il tratto compreso tra ponte e presa della Castellana è interamente unicursale, e presenta un marcato e vistoso spostamento in destra in corrispondenza delle numerose cave in alveo che operavano in questa zona.

Particolarmente vistoso è il fenomeno di erosione in corrispondenza delle cave poste in destra 2 Km a valle del ponte: i laghi di cava del 1976 diventano alveo del fiume, con la distruzione del lungo pennello nel periodo tra il 1980 ed il 1993.

Questo spostamento dell'alveo ha posto a rischio la stessa cascina Braghettona, in destra, a circa 2,3 Km a valle del ponte, cascina cartografata già nel 1843 e situata allora a più di 300 m dall'alveo del fiume.

Le difese oggi esistenti sono ubicate pressoché totalmente in sponda destra, e coprono una lunghezza complessiva di 3500 m su 4500 totali di sponda. In sinistra, esiste una difesa in massi di qualche decina di metri a difesa della traversa di consolidamento del ponte ferroviario e stradale, esistono pure resti di una vecchia difesa subito a valle del ponte, ora in centro all'alveo attivo. Circa il 40% delle sponde risulta dunque difeso.

Attualmente, i problemi maggiori di gestione di questo tratto del fiume interessano la sponda vigevanese, sia perché interessata dai fenomeni erosivi più rilevanti sia perché intensamente, ed in varie forme, urbanizzata. La causa principale dei fenomeni in atto è da imputarsi principalmente alla presenza, fino al 1980, di ben quattro cave in alveo, e dunque alla prolungata e notevole estrazione di materiale.

A ciò aggiungasi la realizzazione recente dell'opera di consolidamento del ponte stradale e ferroviario, che esercita la funzione di

trattenuta del materiale solido proveniente da monte e dunque impedisce il naturale riequilibrio dei "buchi" creati dalle cave.

La gestione di questo tratto del fiume si presenta piuttosto complessa, in quanto sono da tenere in considerazione:

- I fenomeni erosivi attivi, concentrati prevalentemente nel tratto in destra a monte della C.na Braghettona e sotto la stessa cascina. Da ricordare la scopertura, causata dall'evoluzione dell'alveo del fiume, di una vecchia discarica probabilmente di rifiuti urbani posta presso le cave "Natale", e l'erosione del piazzale di un insediamento produttivo.

Esistono altri problemi di carattere erosivo in sponda sinistra, ma sia la destinazione d'uso dei terreni del luogo (forestale - naturalistica) sia il fatto che tali terreni fanno parte dell'alveo del Ticino e dunque sono naturalmente sottoposti all'influenza delle divagazioni del fiume, fanno sì che non si debbano prevedere particolari interventi.

- La derivazione delle acque del Ticino alla roggia Castellana, che presenta ogni anno un periodo fortemente critico nei mesi estivi.

- La presenza di numerose infrastrutture per il tempo libero (darsene, ristoranti) disposte lungo la sponda vigevanese nel tratto immediatamente a valle del ponte e presso la presa della Castellana (lanca dell'Ayala).

Proposta di interventi.

Gli interventi riguardano:

1 - interventi pianificatori.

2 - interventi volti a ripristinare situazioni di maggiore libertà del fiume.

3 - interventi volti a difendere opere ed infrastrutture dell'uomo messe a rischio dall'evoluzione delle dinamiche fluviali.

1. Indicazioni circa l'uso del territorio.

La delimitazione della fascia di divagazione del fiume interessa le aree poste in sinistra del Ticino per tutto il tratto considerato.

La fascia di divagazione interessa complessivamente 541 ha, di cui attualmente lo 0,4% agricoli (4,1 ha).

Per ragioni morfologiche e storiche questo appare il naturale ambito di divagazione del fiume: anche l'uso attuale del suolo è naturalmente indirizzato verso una gestione naturalistico-forestale. La sponda destra, al contrario, è morfologicamente al di fuori dell'alveo, ed interessata da una parziale urbanizzazione (più o meno ordinata e razionale).

Allo stesso modo, la fascia esondabile interessa in larga misura la sponda sinistra, per cui appare indispensabile mantenere l'attuale uso quale più razionale per lo stato dei luoghi.

La fascia esondabile interessa complessivamente 588 ha, di cui attualmente lo 0,2% coltivato a pioppeto (1 ha) ed il 2,2% agricolo (13,2 ha).

poste immediatamente a ridosso del Ticino sulla sponda destra: a questo riguardo, può essere valutata l'opportunità del mantenimento di queste strutture (visto che le aree occupate non sono state storicamente interessate dall'evoluzione dell'alveo).

2. Interventi di ripristino di condizioni naturali dell'alveo.

Anche in questo caso gli interventi possibili riguardano principalmente la sponda sinistra. L'estrema riduzione delle ramificazioni del Ticino nel territorio abbiatense porta ad ipotizzare opere volte a ripristinare la continuità tra il fiume ed il canale del fortino, ed il canale Nasino a valle. Può essere progettato un canale di alimentazione che contribuisca ad alleggerire la pressione idraulica in sinistra, attivabile solo oltre un limite di portata corrispondente alle piene ordinarie. Il materiale di risulta sarà utilizzato per accelerare il riequilibrio, del tratto del fiume.

Inoltre, deve essere valutata la possibilità di risolvere il problema di derivazione della Castellana anche attraverso l'asportazione della consistente difesa in macerie e calcestruzzo che protegge l'impianto di lavorazione inerti posto a monte della stessa presa. Questa difesa, oltre all'indiscutibile impatto negativo sul paesaggio, contribuisce ad allontanare la corrente dall'opera di presa e causando l'erosione del fondo impedisce sia mantenuto un livello delle acque compatibile con la captazione.

Recentemente è stata costruita una filarola (più o meno provvisoria) in corrispondenza dell'opera di presa, che produce effetti negativi sulle dinamiche del fiume, in quanto, se consolidata, può interferire in maniera assai pesante sui parametri idraulici dell'alveo. Limitare al massimo i materiali non movimentabili dalla corrente (massi di fondazione) attenua questo tipo di effetti negativi.

La filarola produce inoltre un impatto di una certa importanza sulla navigazione da diporto, limitando il passaggio in corrispondenza della strozzatura creata dall'opera.

In ogni caso, interventi di questo tipo devono sempre ricevere un'attenta valutazione, in modo da causare minime interferenze con le dinamiche del fiume.

3. Interventi di difesa delle infrastrutture.

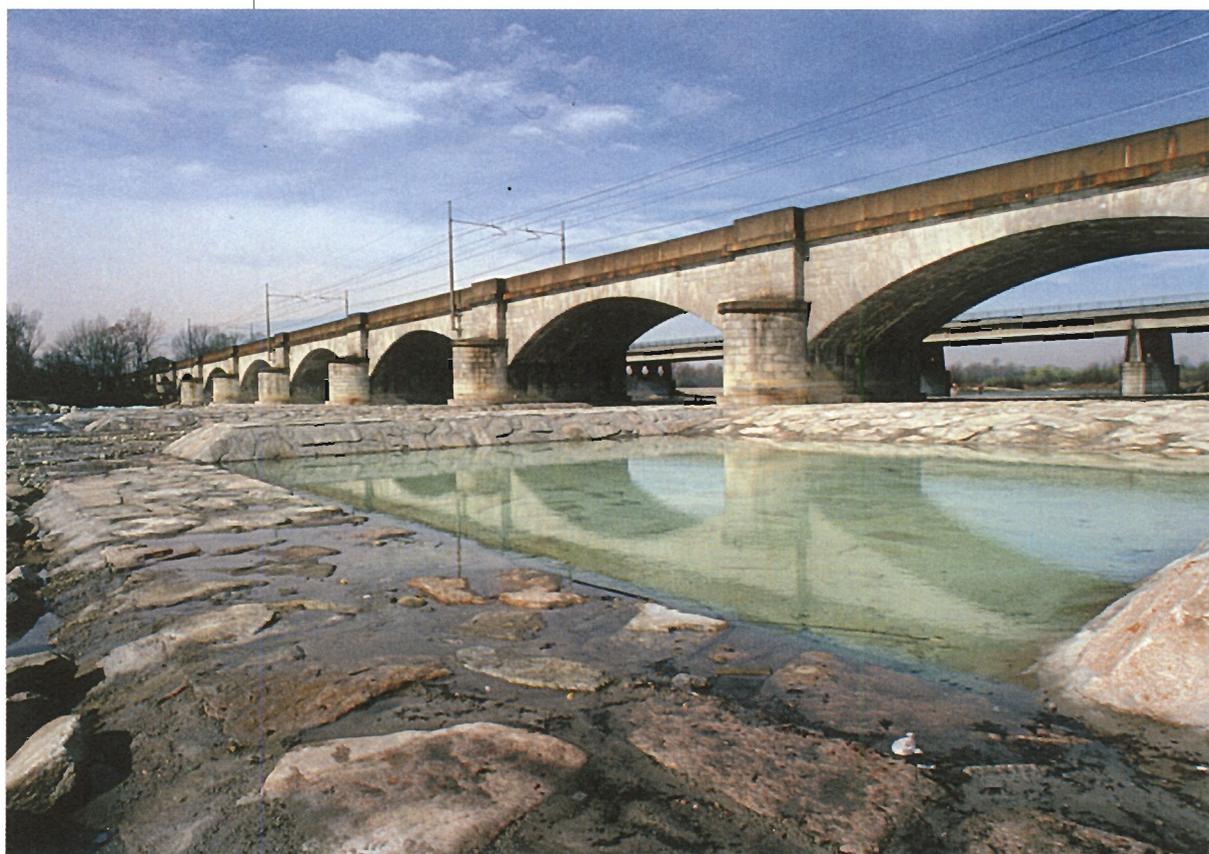
Potrebbe essere opportuno proseguire con le opere di sistemazione spondale per tratti abbastanza consistenti della sponda vigevanese. Si tratta generalmente di ripristino di opere esistenti, giustificato dal fatto che sono estranee alla delimitazione storica dell'alveo.

È invece il caso di progettare interventi volti a risolvere problemi di ordine paesaggistico e di igiene ambientale. S'è accennato alla discarica scoperta dalle erosioni del fiume, lunghi tratti di sponda, inoltre, sono stati interessati in passato dallo scarico disordinato di inerti e macerie.

La sponda destra costituisce un luogo turistico di grande importanza locale: il "lido" di Vigevano merita una sistemazione ambientale consona al forte flusso turistico. Al proposito, sono da prevedere sistemazioni che facciano ampio uso di materiale verde, oltre che l'asportazione degli inerti e la bonifica della discarica.

S'è detto delle numerose darsene (quattro) disposte in questo tratto del Ticino. In questo caso, come del resto in tutte le darsene presenti sul fiume, il problema di sempre è quello di regolare il flusso delle acque, la cui portata non deve essere né troppo scarsa, per permettere la circolazione delle barche, né troppo elevata, per impedire fenomeni erosivi ed allagamenti. La cosa è in pratica difficilmente risolvibile su fiumi come il Ticino le cui portate variano dai 40 - 50 mc/s estivi ai 1.000 di media delle piene primaverile ed invernale, a meno di complicati e costosissimi interventi (oltretutto di grande impatto ambientale) non giustificati dall'uso delle aree. La linea adottata dal Parco per risolvere il problema che prevede periodiche movimentazioni di materiale all'interno dell'alveo risulta alla fine la meno rischiosa e la più compatibile con lo stato dei luoghi.

*Ponte della S.S. 11
La soglia troppo alta
impedisce il passaggio
del materiale
trasportato dal fiume*



5.IV. Tratto compreso tra Zelata e il ponte autostradale di Bereguardo.

Si fa riferimento alle tavole:

5.IV.1 Serie storica

5.IV.2 Uso del suolo

5.IV.3 Assetto idraulico

5.IV.4 Interventi

In questo tratto, la riduzione della superficie occupata dall'alveo del fiume appare molto marcata. Le opere di contenimento e di regimazione hanno ristretto l'area occupata dai rami attivi del Ticino dai 720 ha della seconda metà dell'800 agli attuali 270 (diminuzione del 60%), l'ampiezza media del fiume è passata dai 1.100 m agli attuali 400, diminuendo dunque l'area disponibile alle divagazioni ed alle esondazioni, aumentando la rapidità del deflusso e creando strozzature di cui quella presso il ponte in barche è il caso più evidente.

La zona è stata interessata dalla costruzione di numerose e notevoli opere idrauliche: dagli argini alle difese spondali, "comprimendo", per così dire, il Ticino in un letto di esigue dimensioni e favorendo il verificarsi di fenomeni non desiderati in occasione delle piene maggiori. La relativamente recente costruzione del ponte autostradale non ha fatto che accentuare tale tendenza, costituendo una vera e propria barriera al deflusso delle acque.

A fine '800 la parte nord del tratto in questione era divisa in tre rami principali, per una larghezza massima di 2 Km, che si riunivano per formare un canale unico all'altezza delle cascine Orsine. Nella carta del 1884 non sono più evidenti i collegamenti, ancora attivi nel 1846, con le lanche della sponda sinistra (canale Tavarnello, Bosco bruciato, lanca del Moriano).

Tra il 1921 ed il 1967 si assiste alla progressiva riduzione, fino alla completa separazione dal Ticino, del canale di destra, alimentato dal canale Scavizzolo. Il canale centrale scompare in parte, il canale di sinistra è molto ridotto, ed alimenta la lanca di Zelata.

Dal 1967 al 1976 il corso del Ticino si semplifica ulteriormente, con il taglio del meandro all'altezza di Zelata e la riduzione a tratto unicursale fino al ponte autostradale.

In tempi recenti la situazione appare consolidata: negli ultimi vent'anni non sono evidenti rilevanti fenomeni evolutivi, anche sotto l'azione di una piena rilevante come quella del 1993.

In questo tratto del fiume, pressoché tutte le sponde appaiono difese. A partire dalla darsena di Motta Visconti (bosco Maina), fino al ponte autostradale, in sinistra sono difesi 7 Km di sponda su 8 (90%), in destra 6 Km su 8,5 Km (pari al 70%).

Le altre opere idrauliche importanti sono costituite dagli argini: dal più antico, che corre lungo il Ticino per circa 2.500 m tra Zelata e le C.ne Orsine, all'argine dei Roverini, che inizia proprio in corrispondenza del ponte di barche.

I problemi gestionali più rilevanti del tratto in esame riguardano:

- La presenza del ponte in barche,
- il frequente (quasi annuale) allagamento dei terreni a nord ovest, tra il canale Vecchio e lo Scavizzolo,
- la gestione del flusso turistico nella zona del ponte di barche.

Proposte di intervento.

Gli interventi proponibili in questo tratto del fiume riguardano essenzialmente la definizione dei limiti della fascia di divagazione e della fascia esondabile. Interventi di ripristino di situazioni preesistenti appaiono allo stato attuale delle conoscenze dell'area difficilmente valutabili, in quanto le modifiche dell'assetto idraulico della zona sono state talmente pesanti e radicali da richiedere valutazioni molto approfondite e di carattere complessivo. Il criterio fondamentale dovrà essere quello di permettere un'evoluzione naturale delle dinamiche del fiume. La fascia di divagazione del fiume occupa un'area di 598 ha. Al suo interno, attualmente l'1,8% dei terreni hanno destinazione agricola (10,8 ha), il 10,9 è pioppeto (65,1 ha).

L'area di esondazione occupa una superficie di 1.051 ha. Nell'area di esondazione, e fuori dalla fascia di divagazione, il 39,6% dei terreni ha destinazione agricola (179 ha), l'8,4% è a pioppeto (38 ha).

Da notare, rispetto ai tratti precedenti, la maggiore superficie di terreni a rischio occupati dall'agricoltura.

L'inondazione periodica dei terreni posti a nord ovest ed a sud est è fondamentale nel mantenimento degli equilibri dell'alveo: queste aree svolgono la funzione di casse di espansione naturale delle piene del fiume. La destinazione d'uso forestale garantisce la massima protezione dei suoli esondabili: il bosco è dunque da mantenere, migliorare ed estendere attraverso tutti quegli interventi colturali che saranno necessari.

È indispensabile tenere presente l'esondabilità delle aree in questione nella progettazione o nel miglioramento delle opere presenti: un caso molto evidente è fornito dalla s.p. 185 Bereguardo-Carlasco, che deve essere riprogettata, per questo tratto, rendendola compatibile con la funzione relativa al deflusso idrico che svolge la zona tra il canale Tavarnello ed il Bosco bruciato.

Limitati interventi possono essere ipotizzati a nord del tratto in esame: ripristinare migliori condizioni di deflusso del "canale vecchio"; recuperare il bosco e incentivare la trasformazione dell'uso (da agricolo a forestale) dei terreni di questa stessa zona. Anche nella fascia in destra compresa tra il ponte in barche ed il ponte autostradale, dove esistono tracce di un antico ramo del fiume oramai ridotto e parzialmente interrato, si può ipotizzare il ripristino del collegamento originario del piccolo ramo laterale del fiume e la trasformazione all'uso forestale della zona.

Più complesso appare affrontare i problemi legati al mantenimento del ponte in barche. Questa struttura, importante dal punto di vista viabilistico, ha valore storico indiscutibile e fornisce una nota molto caratteristica nel paesaggio della zona.

D'altro canto, la riduzione della sezione dell'alveo nella zona dell'attraversamento causa notevoli accumuli di materiale ghiaioso: il ponte, poggiando sulla ghiaia, risente di un deterioramento piuttosto rapido

delle proprie strutture. I costi di manutenzione sono piuttosto alti e prevedono la periodica sostituzione dei barconi del ponte.

A parte la riduzione della sezione, molto evidente e ben definita anche dall'esame della cartografia storica, sarebbe opportuno verificare altri aspetti della questione, poco studiati. Ad esempio, la morfologia tipica dei luoghi, e la stessa esistenza dell'attraversamento, indicano come i fondali siano naturalmente di scarsa profondità: il galleggiamento delle barche può essere garantito solo con continui e costanti interventi di rimozione del materiale ghiaioso. La difesa presente in destra, peraltro, causa la deviazione del filone principale della corrente, approfondendo il fondo del fiume e restringendo la sezione di deflusso. Potrebbe essere opportuno ricostruire la "storia" del ponte, risalendo al progetto originale e, se possibile, rintracciare le vicende dello stesso nel suo - circa - secolo di vita, in modo da verificare se gli attuali problemi siano dovuti a modificazioni insorte più o meno recentemente.

È certo, comunque, che la presenza del ponte costituisce un vincolo piuttosto forte per le dinamiche del fiume, vincolo che contrasta con l'opportunità di mantenere, o di ricostruire, forme naturali dell'alveo.

Deve essere in primo luogo valutata l'ipotesi di minore alterazione dei parametri idraulici e dei valori naturalistici e morfologici dell'area, attraverso, cioè, interventi che prevedano la manutenzione del bacino di galleggiamento mediante la sola movimentazione dei materiali presenti nell'alveo. Ciò naturalmente implica una manutenzione costante delle opere dopo ogni piena che modifichi significativamente le sezioni di deflusso.

Terzo ed ultimo punto critico della situazione è costituito dall'uso turistico-ricreativo dell'area, che riveste grande importanza locale.

L'uso ricreativo non può divenire premessa per la riduzione e la regimazione dell'alveo del Ticino, riduzione e regimazione che, oltretutto, verrebbero a detrimento di quei valori naturalistici ed estetici che sono la prima motivazione del flusso turistico. Al proposito, è assai discutibile

l'ubicazione dei vari bar - ristoranti sorti lungo le rive del fiume: si tratta di strutture che rischiano di essere portate via ad ogni piena superiore alla norma e che costituiscono un vincolo non giustificato rispetto alle dinamiche del fiume. Oltre ad una improcrastinabile sistemazione estetico-paesaggistica, sarà necessario

per queste strutture, che comunque saranno da considerare precarie, una volta verificata l'impossibilità della ricollocazione, prevedere modifiche che attenuino od eliminino il rischio di interferenze con l'evoluzione dell'alveo.

Ponte di barche di Bereguardo nell'ottobre 1993



5.V. Tratto del Ticino che attraversa la città di Pavia, fino allo sbocco in Po.

Si fa riferimento alle tavole:

5.V.1 Serie storica

5.V.2 Uso del suolo

5.V.3 Assetto idraulico

5.V.4 Interventi

La situazione idraulica del tratto pavese del Ticino è stata descritta molto puntualmente dal dr. Mortoni, nel 1982, allora funzionario del Genio civile per la provincia di Pavia, relazione che riportiamo, nei contenuti, pressoché integralmente.

“L’andamento del Ticino in Pavia è, rispetto alle caratteristiche naturali, assai anomalo: in corrispondenza della città il fiume si restringe, alla sezione del ponte coperto l’alveo subisce anche un’accentuata strozzatura, tale da ridurre drasticamente la sezione libera di deflusso. Ancora maggiore appare la riduzione della sezione a valle del ponte coperto, ove l’alveo si riduce a circa 75 m di larghezza.

L’esame dell’andamento planimetrico dell’arginatura in sponda destra del Ticino pone forti interrogativi circa la compatibilità di queste opere con l’efficacia dei deflussi in occasione delle piene, indicando una riduzione della sezione libera di deflusso a valori incompatibili con le portate relative.

Tali condizioni idrauliche causano un incremento dei processi erosivi di sponda e del fondo, come viene osservato dai Pavesi che osservano la scopertura delle palificate di fondazione dei bastioni medioevali e delle altre strutture, antiche o recenti.

Per una migliore comprensione delle condizioni del Ticino in Pavia, viene compiuta un’analisi storica dell’evoluzione delle sistemazioni idrauliche del fiume.

Il vecchio ponte coperto (ricostruito dopo la seconda guerra mondiale) fu edificato nel 1351, sui resti del preesistente ponte romano. Questo attraversava il ramo del Ticino, considerato principale, ma non unico quale è oggi. Secondo lo storico pavese Siro Comi al “ponte vecchio” in muratura, esistente già nel 1315, corrispondeva un ponte in legno più recente, poco più a valle, ed a questi due ponti corrispondevano altri due ponti sul ramo Gravellone, sec. Comi “non minore e forse maggiore del Ticino”.

Questa notizia, che trova poco riscontro nella tradizione cittadina, è tuttavia suffragata da numerosi documenti nei quali i pavesi richiedono fondi per ridurre le bocche del Gravellone, in modo da ridurre la tendenza del Ticino a spostare il proprio filone principale verso, appunto, il Gravellone. Ciò dimostra pure la funzione assolta in passato dal canale Gravellone, nel complesso sistema idraulico del basso Ticino.

che: così la carta del Ballada del 1654, la carta del Deline (1656), che riporta le bocche del Gravellone: una di fronte all'abbazia di S. Lanfranco, una di fronte alla chiesa di S. Salvatore. Nella carta del barone di Anghelartdt (1752) il ramo di monte del Gravellone costituiva il confine tra il Regno sardo e l'Impero austro ungarico. Risulta così confermata l'esistenza di un sistema idraulico assai complesso insediato sulla piana terminale del Ticino, fortemente influenzato dalle complesse interazioni dei due regimi fluviali che poco a valle si riuniscono. Le piene del Ticino fino al XVIII secolo defluivano attraverso un complesso sistema di canali ed un ampio territorio di libera espansione (il Siccomario: dal latino sicut mare, N.d.R.).

La situazione è rimasta tale fino ai primi anni del secolo scorso, quando iniziarono le imponenti opere di arginatura e regimazione dell'alveo. Già nel 1849, tuttavia, il Lombardini testimonia come tali opere, realizzate nel 1813, non indussero che apparenti mutamenti nel sistema idraulico e labili limitazioni alla libera espansione delle acque di piena. Vengono infatti descritti i continui lavori di riparazione e sopralzo degli argini, più volte distrutti dalle piene del Ticino, così pure come le opere di difesa dell'imboccatura del Gravellone (largo, allora, 60 m).

La piena del 1868 sopraggiunse a situazione pressoché immutata rispetto al 1846: con argini sommergibili, il Gravellone attivo in caso di piena, ma con l'esistenza della ferrovia Pavia - Torreberetti. Le acque della piena (la massima conosciuta) sormontarono gli argini di Campomaggiore e Canarazzo, travolsero ogni ostacolo, compreso il rilevato ferroviario, e dilagarono nel consueto territorio di espansione, fino al piede del terrazzo. In seguito a questi eventi, disastrosi e di forte impatto sull'opinione pubblica, venne creata una commissione ad hoc, che tuttavia non seppe valutare appieno le conseguenze della chiusura del Gravellona, individuando fra le principali cause dei danni la troppa limitata luce libera di deflusso al ponte coperto (950 mq). Non fu data invece alcuna importanza all'elevata turbolenza delle acque di piena, dovuta alla successione di sezioni trasversali molto variabili (condizione ancora attuale), ed al fatto di aver realizzato le arginature in destra con andamenti dettati da ragioni difformi tra loro, riferibili prevalentemente alla difesa di interessi locali non sempre omogenei.

Il saliente del Borgo Ticino, costruito per evidenti motivi di difesa militare, in seguito all'innesto su di esso dell'argine continuo che ne impedisce l'aggiramento anche da parte delle acque di piena, ha determinato quella strozzatura ed eccessiva costrizione d'alveo tuttora in atto.

Nel periodo successivo fu realizzato l'argine "attraversante" (1873), che congiungeva il saliente del ponte coperto (spalla destra) con l'arginatura "Rottino - Rottone" (da notare quanto siano indicativi tali toponimi. N.d.R.) e quella del basso Siccomario, con la chiavica del Gravellone furono poi completate le opere che ne attuavano la chiusura definitiva (1876).

La piena del 1907 ruppe l'argine destro a monte della ferrovia, e le acque del fiume si insaccarono nell'antica valle di espansione a ridosso dell'argine "attraversante". Per far defluire tali acque, l'argi-

ne venne tagliato: ma nell'ottobre successivo le acque del Ticino rifluirono nella zona, per effetto del rigurgito di una piena del Po. Allo stesso modo, nel 1917 il rigurgito di una piena del Po causò di nuovo la rotta dell'argine destro fra il ponte ferroviario ed il ponte coperto. Si ripeté, in sostanza, quanto verificatosi dieci anni prima. I successivi lavori di sistemazione idraulica videro l'impermeabilizzazione dell'argine, la costruzione dei nuovi assi stradali lungo il Ticino, con la conseguente linea di muraglioni e scarpate a fiume e l'avanzamento in alveo della nuova linea di sponda a monte ed a valle del ponte coperto, complessivamente più avanzata rispetto al profilo delle preesistenti mura spagnole.

Nel 1950 fu ricostruito il ponte coperto, con arcate aventi luci libere di deflusso più ampie ed adeguate a consentire il passaggio di portate maggiori. Con quest'opera si completarono le strutture più significative dell'assetto dell'alveo del Ticino a Pavia

La grande piena del novembre 1951 si formò come piena di rigurgito del Po combinata con una piena del Ticino dell'ordine dei 1700-1800 mc/s. Le strutture si dimostrarono adeguate al contenimento di una piena di portate non eccezionali, con velocità di deflusso limitate, ma eccezionalmente prolungate nel tempo. Per la prima volta il sistema arginale resse, ed i rigurgiti misurati a monte del nuovo ponte coperto rimasero contenuti in valori prossimi ai 15 cm.

Negli anni sessanta furono eseguite ulteriori riduzioni dei territori sottoposti all'espansione del fiume con la realizzazione dell'arginatura e la sopraelevazione della depressione del Ticinello compresa tra il ponte della ferrovia ed il ponte della libertà, in sinistra e ad ovest della città, per consentirvi l'espansione dell'abitato di Pavia.

Nella primavera del 1981 si verificò l'ultima piena significativa del Ticino (superata poi dalla piena dell'autunno 1993 e, più ancora, dalla piena di rigurgito del novembre 1994. N.d.R.). Si trattò di una piena propria del Ticino con portate dell'ordine dei 2.000 mc/s, caratterizzata da elevate velocità di deflusso e livelli idrometrici relativamente contenuti. Fu una piena molto severa per le opere di difesa a fiume del basso Ticino, che risultarono tutte gravemente danneggiate. Sembra possibile riferire a quell'evento il cospicuo incremento dell'attività erosiva di fondo con ulteriore abbassamento dei profili di fondo dell'alveo così evidente in questi anni.

Da questa rassegna, è possibile stabilire che l'alveo del Ticino entro la città di Pavia si è venuto a costituire prevalentemente dopo il 1813. Fino ad allora il Ticino defluiva prevalentemente attraverso due rami anche in regime di magra, mentre in piena si espandeva liberamente nel Siccomario. Dopo le imponenti sistemazioni della fine del secolo scorso, dopo i gravi danni del 1907, nessuna grande piena, posto il riferimento dei 2.500 mc/s, ha potuto verificare la tenuta delle opere di sistemazione successiva. Per contro, l'aver aggravato il compito dell'unico residuo ramo attivo del Ticino, ulteriormente ristretto dalle opere citate, concentrandovi tutte le portate del fiume, non sembra estraneo alla straordinaria accelerazione dell'attività erosiva e di fondo esercitata dal fiume, specialmente a Pavia. Ciò dimostra il processo di abbassamento dell'alveo, così dinamico dopo la piena del 1981".

Abbiamo voluto riportare in maniera estesa la relazione del Mortoni, perché, oltre alla descrizione accurata, ci pare possa adeguatamente dimostrare la validità circa le funzioni dell'assetto idraulico naturale del corso del Ticino, tanto più importante quanto più sono notevoli gli insediamenti e le infrastrutture costruite a ridosso del fiume. Tra l'altro, la relazione è aggiornabile con i dati delle due recenti piene: è molto indicativo il confronto fra i relativamente modesti danni seguiti alla piena del 1993 e la straordinaria pericolosità della piena di rigurgito del novembre 1994. È molto importante sottolineare che la piena del 1993, massimo del secolo e punto di riferimento, circa le portate, per tutte le opere idrauliche progettate per il corso del Ticino, ha potuto scaricare gran parte della propria energia attraverso l'allagamento dei terreni posti nel medio corso del fiume: le eccezionali inondazioni tra Vigevano e Bereguardo hanno per così dire "salvato" Pavia, che si è invece trovata indifesa rispetto ad un sistema ben più complesso, ma sicuramente più artificializzato, quale quello del Po nel 1994.

La piena del Ticino del 1993, caratterizzata da portate elevate ma da deflussi relativamente rapidi, ha tempi di ritorno dell'ordine del secolo. La piena del Po del 1994 ha tempi di ritorno molto minori, dell'ordine dei 40 anni: eppure la crisi del bacino è stata, di fronte ad un evento meno eccezionale, di ben più ampia portata, con danni ed inondazioni gravissimi. È inevitabile il confronto fra i due fiumi: il Ticino conserva quelle fasce di espansione (di cui abbiamo sottolineato l'importanza anche con il presente lavoro) funzionali alla messa in sicurezza dei centri abitati; la stessa permanenza di un'area di divagazione del fiume garantisce un rallentamento del percorso delle acque di piena oltre che sezioni ben maggiori di deflusso. Ancora una volta si vuole così sottolineare l'importanza di una visione globale del bacino del fiume, visto come un corpo unico di cui devono essere conservate, e dove possibile ricostruite, le caratteristiche di varietà e di complessità, e dove ogni intervento deve essere progettato tenendo in conto le influenze possibili sulle restanti parti del sistema.

Proposte di intervento.

La piena dell'autunno 1993 non ha causato gravi crisi nell'assetto idraulico del basso Ticino, crisi, tuttavia, innescate od innescabili a causa delle piene del Po, in relazione sia al rigurgito sia alla capacità di ricezione delle acque del Ticino.

Appare difficile, allo stato attuale delle cose, ipotizzare interventi volti a rimettere a disposizione del fiume aree di una certa consistenza attorno alla città di Pavia: preoccupano, tuttavia, le pressioni verso la costruzione di nuovi insediamenti in fregio al fiume o verso l'occupazione delle aree golenali residue. Ci sembra molto importante quanto meno mantenere l'attuale assetto territoriale: saranno anzi da ricercare tutte le aree di cui è possibile il recupero all'uso naturalistico e forestale (anche in funzione di un uso pubblico ricreativo) e garantirne la conservazione quali spazi di espansione delle piene del Ticino.

Trattare del problema del Po esula dalle nostre conoscenze: ci sentiamo in grado, tuttavia, di proporre che il problema della regima-

zione dei fiumi venga affrontato con l'approccio che abbiamo in questa sede proposto

Nel caso del Ticino pavese, gli interventi proposti sono essenzialmente di due tipi:

1 - di carattere pianificatorio, volti al mantenimento, od al recupero, dell'uso estensivo, naturalistico-forestale, dei terreni posti a monte ed a valle della città.

2 - di tipo paesaggistico, volti alla sistemazione delle sponde cittadine con progetti congrui con il valore culturale, estetico e storico del Ticino in relazione a Pavia. Il carattere naturalistico di questi progetti sarà più accentuato nelle zone periferiche della città, fino a fondersi senza interruzioni con il paesaggio fluviale tipico di questo tratto del fiume.

Nell'ambito degli interventi del primo tipo, devono essere ricercate tutte le soluzioni volte a rendere disponibili al fiume le aree rivierasche. In particolare, esiste una linea di difesa realizzata negli ultimi anni (in parte in seguito agli effetti della piena 1993) nel tratto terminale del Ticino, in sponda destra, che contrasta la tendenza del fiume a rioccupare aree che una volta facevano parte dell'alveo. Riguardo a tale difesa, deve essere valutata la risistemazione della sponda destra, in modo che i processi erosivi del Ticino possano interessare quella fascia di terreni posti attualmente fra gli alvei dei due fiumi e gli argini (del Ticino e del Po).

*Ponte Vecchio di Pavia
nell'ottobre 1993.*



6. Conclusioni e considerazioni generali.

Questo lavoro costituisce la sintesi delle analisi tecniche e dell'esperienza condotte dal Parco del Ticino in 15 anni di lavoro sull'area del fiume.

La piena -eccezionale- del 1993 è diventata un'ulteriore occasione per l'approfondimento delle analisi dei fenomeni legati alle dinamiche fluviali, almeno per un tratto significativo, così pure come per studiare alcune aree campione mediante osservazioni specifiche atte a formulare le relative proposte d'intervento.

Il bacino del Ticino sublacuale ha la particolarità di ricevere apporti laterali molto bassi: lo studio del regime idrologico può con sufficiente approssimazione riferirsi alle portate in uscita dal lago Maggiore.

Anche gli apporti solidi, per lo stesso motivo, sono relativi alle sponde ed al fondo del fiume: è lecito, dunque, considerare il Ticino sublacuale come un sistema semplificato, entro cui i fenomeni legati alle dinamiche fluviali possono essere studiati prendendo in considerazione i fattori interni al sistema.

Questi fattori sono dunque:

- apporto liquido, pari ai deflussi dal lago Maggiore;
- trasporto solido, legato alla pendenza media del fondo ed alle caratteristiche dimensionali dei materiali del fondo e delle sponde.

Poiché è lecito presumere che tali fattori non abbiano risentito di notevoli variazioni nel corso degli ultimi 100 - 150 anni (fino a quando, cioè, sono disponibili documenti cartografici), è stato studiato l'attuale assetto planimetrico del fiume in relazione ai percorsi storici degli ultimi 150 anni, evidenziandone le variazioni.

Ne risulta un ambito piuttosto ben definito, limitato anche dalla presenza di elementi morfologici, entro cui il Ticino tende a spostarsi, ed entro il quale è possibile identificare una zona di stretta pertinenza del fiume. Anche sulla base di altri studi, attraverso la valutazione degli effetti della piena dell'autunno 1993 è stata identificata una certa prevedibilità dei movimenti dell'alveo entro questa fascia, a meno di sostanziali modificazioni planoaltimetriche indotte da attività ed opere dell'uomo.

Gli effetti della piena del 1993 forniscono un sostanziale apporto giustificativo alla definizione della fascia fluviale di pertinenza del Ticino. Lo studio ha evidenziato una serie di elementi che confermano la fondatezza delle ipotesi fatte in base all'analisi delle divagazioni storiche.

La definizione di questa fascia appare essenziale in quanto identifica la porzione di territorio di stretta pertinenza fluviale, entro cui è possibile mantenere da un lato le sole infrastrutture di interesse generale (attraversamenti) e dall'altro favorire lo sviluppo degli ecosistemi naturali quale destinazione d'uso ottimale dei suoli dell'area così sottoposta a minor rischio di degrado in relazione ai movimenti del fiume.

L'identificazione di manufatti che sottraggono "gradi di libertà" al fiume viene eseguita anche per potere operare scelte progettuali di mantenimento o ripristino di caratteristiche di naturalità e libera

espressione delle dinamiche connesse al regime idrologico.

Queste scelte devono anche tenere conto del costo economico e sociale per il mantenimento di tali manufatti.

Lo studio della piena 1993 porta anche alla definizione di una fascia inondabile attorno al Ticino, fascia interessata da esondazioni relative a portate del fiume prossime ai $2.500 \text{ m}^3/\text{s}$, portate che hanno tempi di ritorno dell'ordine del secolo.

La definizione di questa fascia permette di valutare correttamente la compatibilità delle attività dell'uomo con il rischio, ad esempio erosivo, legato alle dinamiche fluviali.

Lo studio dei fenomeni citati e l'analisi dell'evoluzione dell'alveo del fiume hanno evidenziato come una corretta politica pianificatoria finalizzata al mantenimento del massimo grado di naturalità dell'ambito del fiume è una condizione indispensabile per garantire:

- un alto grado di sicurezza rispetto agli eventi idrologici anche di portata eccezionale;
- il mantenimento della complessità ecologica del sistema.

Le linee di intervento ispiratrici di una corretta pianificazione territoriale nell'area del fiume, intesa nel senso più ampio, devono essere:

- la determinazione della fascia di divagazione dell'alveo;
- la determinazione della fascia di territorio interessata da portate di piena di $2.500 \text{ m}^3/\text{s}$;
- la determinazione della fascia di territorio interessata dalle piene di massima portata conosciuta, pari a $5.000 \text{ m}^3/\text{s}$.

È forse superfluo ricordare che, in questo senso, l'uso ottimale del suolo in queste fasce è la destinazione forestale, anche non meramente protettiva: nell'autunno 1993 è stato ampiamente dimostrato come i boschi non siano stati danneggiati dagli allagamenti provocati dal Ticino, al contrario delle aree agricole o, ancora, delle aree urbanizzate.

6.1 La fascia di divagazione dell'alveo.

L'alveo del fiume è inteso come superficie a disposizione delle divagazioni dello stesso (talweg), entro cui è da ricercarsi la massima espressione possibile delle dinamiche fluviali.

Ogni intervento volto a modificare i parametri fondamentali dell'alveo (pendenza, sezione, resistenza dei materiali) deve essere motivato ed attentamente valutato attraverso un bilancio ambientale in cui siano evidenziati i rischi di modificazione dei parametri citati a monte ed a valle del tratto oggetto degli interventi, delimitato in base a criteri oggettivi.

La delimitazione dell'alveo così inteso risulta dall'analisi delle divagazioni storicamente documentate del Ticino (curva di inviluppo) per un periodo di 100 - 150 anni.

L'espressione delle dinamiche del fiume si traduce in pratica nella porzione di territorio entro cui agiscono due tipi di forze, fra loro legate: quelle che provocano continue evoluzioni nell'assetto planimetrico dell'alveo, con una continua modificazione delle forme delle barre e delle sponde, quelle che inducono modificazioni nel profilo altimetrico, mediante l'erosione, il trasporto ed il deposito del materiale solido,

sia del fondo che delle sponde.

Il paesaggio risultante dall'azione di queste forze è estremamente vario, sia nello spazio che nel tempo. All'interno dell'alveo esiste lo spazio per una continua evoluzione e modificazione degli ecosistemi caratteristici, tanto è vero che è forse più corretto parlare di un'unica "grande unità" ecosistemica costituita da formazioni distinte, fra di loro collegate ed interdipendenti. Non è dunque giusto parlare, ad esempio nel caso di piene che inducono consistenti modificazioni nell'assetto planoaltimetrico dell'alveo, di "distruzione" di formazioni forestali, ma bensì di evoluzione dentro un sistema nel quale coesistono i vari elementi della successione ecologica. Insieme di biocenosi che, tra l'altro, considerati nel loro complesso, hanno caratteristiche di stabilità maggiori che non formazioni omogenee e dunque posseggono un maggior grado di resistenza agli stress ed a fattori turbativi esterni.

Il concetto può, a nostro giudizio, essere esteso per descrivere TUTTO il sistema del fiume come un grande ecosistema, in cui le singole parti ed i singoli fattori sono interdipendenti ed interagenti. La formazione di nuove isole, la modificazione di barre esistenti, le erosioni ed il trasporto solido, l'erosione dei querceti come la formazione dei saliceti e l'evoluzione degli stessi verso forme forestali più complesse, sono tutti elementi di diversità e di varietà, con un elemento comune di "stabilità dinamica" insito nelle caratteristiche e negli elementi costitutivi dell'ecosistema fluviale. Questo concetto di "climax dinamico", tuttavia, è naturalmente influenzato, in misura molto rilevante, dalle attività dell'uomo, che agisce sia sui fattori abiotici che su quelli biotici dell'ecosistema.

I fattori abiotici geomorfologici vengono modificati, talvolta in misura rilevante ed irreversibile, in tempi brevi mediante tutte le opere che causano variazioni nel trasporto solido e dunque nella pendenza media del fondo, e da tutte le opere volte a limitare la libertà di movimento delle acque.

Le opere di difesa spondale e di regimazione idraulica in generale hanno il fine di consolidare un assetto planimetrico la cui variazione ha una diretta interferenza con gli interessi dell'uomo, ma se da un lato impediscono l'erosione delle sponde, dall'altro causano un incremento della velocità della corrente aumentando l'erosione del fondo ed il trasporto solido.

Queste opere, inoltre, impediscono la divagazione dell'alveo, limitando, od addirittura annullando, il processo di trasformazione delle sponde e delle barre fluviali.

L'altra grande categoria delle opere idrauliche comprende gli argini, la cui funzione è quella di limitare l'area golenale (esondabile) del fiume. Nell'alveo non sono presenti argini, né naturalmente è possibile pensare di stabilirne.

La costruzione delle opere idrauliche corrisponde, di fatto, al tentativo di conquistare territori al fiume, limitandone l'area di competenza e "correggendone" il corso. Questo processo di conquista e di bonifica, che tra l'altro ha nei secoli reso possibile la coltivazione si può dire di tutta la pianura padana, incontra un limite quando l'esecuzione delle opere di regimazione e regolazione idraulica ha effetti su fattori non prevedibili (o meglio: non previsti) con la conseguenza che, in caso soprattutto di eventi eccezionali, vengono scatenati processi non con-

trollabili. Dunque, la “colonizzazione” del territorio incontra un punto d’equilibrio, ed un limite invalicabile, laddove la compressione degli spazi disponibili alle dinamiche fluviali scatena una serie di effetti non controllabili, che si traducono poi direttamente in una gran quantità di danni, non solo economici e spesso non recuperabili.

L’attuazione di un intervento su di un tratto del fiume ha, come abbiamo visto, effetti a volte molto imponenti a monte ed a valle. La semplificazione del sistema comporta la diminuzione del grado di complessità dello stesso e dunque un aumento del rischio di alterazioni irreversibili. A questo è collegato il rischio, effettivo, di modificazioni non prevedibili che hanno una diretta influenza con gli interessi dell’uomo.

Per questi motivi crediamo che tutti gli interventi di regimazione e regolazione idraulica vadano valutati sotto questa luce e secondo i principi di:

a - conservazione, o meglio aumento, del grado di complessità ambientale;

b - minimizzazione delle modificazioni dei parametri fondamentali (morfologici, idraulici) del fiume.

Nei casi in cui gli interventi siano ritenuti necessari e ne sia dimostrata la compatibilità con le caratteristiche del fiume, bisogna prevedere le opere di minor impatto possibile.

Si è stabilita una graduatoria di opere, partendo da quelle a minor impatto:

1. opere che prevedono la movimentazione di materiali in alveo;
2. opere che tendono a rendere non disponibili al fiume i materiali costituenti le sponde;
3. opere di radicale modifica dei parametri idraulici.

1. Opere che prevedono la movimentazione di materiali in alveo.

Le opere che prevedono la soluzione dei problemi di ordine idraulico mediante la movimentazione dei materiali appaiono quelle a minore rischio di impatto negativo, in quanto generalmente tendenti ad indirizzare forme naturali, senza introdurre od asportare materiali dall’alveo. I parametri fondamentali del fiume vengono influenzati solo in minima parte: non vengono causate alterazioni, almeno per tratti significativi, nelle forme caratteristiche, l’area delle sezioni può rimanere invariata, i materiali del fondo e delle sponde rimangono gli stessi.

2. Opere che tendono a rendere non disponibili al fiume i materiali costituenti le sponde.

Le opere del secondo gruppo comprendono le difese di sponda (le scogliere, ad esempio), radenti o sporgenti. Parte dell’impatto è determinato dai materiali usati: una difesa costruita prevalentemente con tecniche a verde, che sfrutta l’effetto consolidante degli apparati radicali delle piante, oltre che ad aumentare di per se stessa il grado di complessità e di varietà del sistema per l’introduzione di forme biologiche, presenta il vantaggio di costituire un’opera costruita con materiali che naturalmente si trovano nel luogo, od in luoghi simili. Questo tipo d’intervento è anche, entro certi limiti, meno rigido e potenzialmente meno stabile (dunque meno vincolante) rispetto ai fenomeni delle

dinamiche fluviali.

Difese radenti in materiali rigidi (massi ciclopici, pietrame o, nel peggiore dei casi, calcestruzzo), difese sporgenti costruite con gli stessi materiali o limitate escavazioni hanno un impatto più forte, in quanto pongono un vincolo piuttosto duraturo all'interno dell'alveo e tendono a modificarne permanentemente l'assetto planoaltimetrico.

È molto importante valutare, nella fase di progettazione di queste opere, l'effetto a valle (ed, in certi casi, a monte): le scogliere, con l'incremento della velocità della corrente, tendono ad accentuare gli effetti di una curva, causando generalmente uno spostamento del filone principale della corrente e dunque scatenando processi erosivi nella sponda opposta, a valle dell'opera. La costruzione di difese pone le premesse, nella maggior parte dei casi, per la costruzione di altre difese. Per questo, a lungo andare, la tendenza è quella di consolidare lunghissimi tratti del fiume, con una graduale ma irreversibile modifica dei parametri idraulici fondamentali e dunque con lo stravolgimento delle forme naturali dell'alveo. Effetti più rilevanti sono causati dai pennelli, in modo direttamente proporzionale alle loro dimensioni ed alla profondità con cui si spingono nell'alveo.

3. Opere di radicale modifica dei parametri idraulici.

La terza classe di opere riguarda quelle che prevedono una radicale modifica dei parametri idraulici.

Si tratta, ad esempio, della costruzione di traverse, delle escavazioni in alveo, delle rettifiche. Interventi di questo tipo hanno quasi sempre effetti a medio e lungo termine che non sono prevedibili: è con esse connaturato un alto grado di rischio. Le modificazioni indotte nell'alveo del fiume possono avere conseguenze di dimensioni amplissime a grandi distanze ed anche dopo molto tempo: ad esempio, possono accadere avvenimenti altamente distruttivi in occasione di piene anche non di portata storica.

Gli interventi di questo tipo devono essere in generale vietati lungo il corso del Ticino, sia per l'inevitabile influenza legata ad elementi non controllabili del sistema sia per l'imprevedibilità dei fenomeni che possono essere scatenati dall'attuazione di queste opere.

Il Ticino, come noto, non presenta in pratica apporti solidi né da monte né laterali. Tutto il materiale trasportato e depositato proviene dal fondo e dalle sponde del fiume: è logico aspettarsi che ad ogni estrazione di materiale corrisponda un incremento delle erosioni a monte (ed entro certi limiti a valle) del tratto interessato dagli scavi.

L'asportazione di ghiaia causa dunque la rottura di un equilibrio fra scavi e depositi, con un conseguente aumento degli scavi. In questo modo vengono interessate in misura rilevante le sponde del fiume, e vengono messe a rischio tutte le infrastrutture (ad es: i ponti) fondate all'interno dell'alveo.

Altra conseguenza molto rilevante dello scavo in alveo è l'abbassamento delle falde, e di conseguenza il degrado di tutti quegli ecosistemi che si instaurano lungo il fiume in corrispondenza di particolari condizioni geopedologiche. Un aspetto poco considerato in questo ambito è l'apporto di materiale solido nel grande bacino del Po: crediamo sia importante inquadrare anche in un'ottica più vasta gli equilibri di cui il Ticino è parte, in cui questo fiume svolge una funzione rilevante in

termini qualitativi e quantitativi.

L'escavazione causa un'alterazione drastica delle forme naturali, e tende a rendere unicursale il Ticino anche dove questi presenterebbe la caratteristica forma a treccia (il tratto a sud del ponte di Vigevano è molto indicativo). Opera dunque una semplificazione del sistema generale, una riduzione del grado di complessità e di diversità ambientale. Un altro elemento che induce a considerare questo tipo di interventi con estrema prudenza è la carenza di dati specifici circa le condizioni del fiume. Sono poco conosciute le evoluzioni del profilo altimetrico di fondo, sono poco studiati i fenomeni correlati alle dinamiche del fiume nel bacino del Ticino.

Può essere considerata sotto un differente punto di vista la questione delle escavazioni ai fini di regimazione idraulica. Tali escavazioni, anche se di modesta entità, devono essere attentamente valutate al fine di stabilire gli effetti delle stesse nei tratti a monte ed a valle del luogo interessato dai lavori. In generale, ci sono forti riserve sull'attuazione di tali interventi all'interno dell'alveo del fiume, almeno fino a quando non saranno sufficientemente studiati i dati relativi all'evoluzione dell'assetto morfologico. In casi particolari, in presenza di forti vincoli non risolvibili al momento in maniera diversa, può essere ammesso un intervento di regimazione mediante escavazione, fermo restando il fatto che si tratta di interventi temporanei, non risolutivi, che non devono diventare, almeno per il Ticino, forma abituale di regimazione idraulica. Può essere invece ammissibile un intervento di riattivazione di antichi percorsi del fiume, attentamente valutato e compreso in progetti di ampia portata, volto a risolvere problemi idraulici attraverso il recupero di condizioni morfologiche ed ambientali secondo i due principi sopra enunciati: la ricostruzione delle forme naturali del fiume e l'aumento del grado complessivo di varietà e complessità.

Per fare un esempio concreto, può essere opportuno scavare materiale ove sia stato chiuso, anche mediante l'intervento dell'uomo, un ramo del fiume, o dove sia stata eliminata una lanca od una diramazione.

*Diga del Panperduto
nell'ottobre 1993.*



6.2 Le fasce esondabili con portate rispettivamente di 2.500 e 5.000 mc/s.

La fascia di esondazione corrispondente a portate di 2.500 mc/s è stata cartografata mediante il rilievo dell'autunno 1993. Eventi di questo genere hanno tempi di ritorno dell'ordine del secolo.

La fascia che può essere interessata da esondazioni assolutamente eccezionali, dell'ordine dei 5.000 mc/s è da considerarsi puramente teorica. Eventi di questa portata hanno probabilmente tempi di ritorno dell'ordine di qualche secolo: l'unica piena storicamente documentata, e la cui portata è stata ricostruita per via teorica, è avvenuta nel 1865.

La previsione di tale fascia è tuttavia uno studio molto importante, soprattutto se posto in relazione con i valori ambientali ancora presenti nel paesaggio del bacino del Ticino. Essa sottolinea, e valorizza, l'importanza delle fasce forestali e naturalistiche presenti lungo il fiume, mantenutesi nel corso della storia e conservate fino ai giorni nostri.

È chiaro che la previsione dei limiti di piena fornisce un'indicazione fondamentale sul grado di rischio all'esondazione delle strutture ed attività presenti nelle aree circostanti il fiume, o che la previsione delle divagazioni del Ticino fornisce elementi di supporto alla pianificazione urbanistica territoriale. Tali informazioni, prevalentemente di tipo idraulico, possono essere arricchite da studi particolareggiati in differenti settori, in modo da arrivare a stabilire quale è la destinazione d'uso ottimale, ed anche economicamente più conveniente, delle fasce interessate dai fenomeni legati alle dinamiche fluviali.

Nella fascia interessata dalle piene fino a 2.500 mc/s si deve gradualmente giungere all'uso forestale, anche in senso produttivo, mentre l'attività agricola deve essere posta in relazione con il rischio di esondazione e di erosione.

Parte dei terreni posti lungo il fiume, tra l'altro, posseggono caratteristiche chimico-fisiche tali da rendere talora sconsigliabili alcuni sistemi di coltivazione: così, mentre può essere compatibile la coltura industriale del pioppo, o talvolta il prato stabile, o comunque delle colture che garantiscono una copertura permanente del suolo, il seminativo è in alcuni casi economicamente non conveniente, se non con adeguate ed attentamente valutate opere di difesa (argini). Sono possibili, peraltro, attività di tipo ricreativo che prevedano strutture leggere, preferibilmente temporanee, progettate anche in funzione di possibili esondazioni.

Nella fascia che può essere interessata da piene di portata eccezionale (5.000 mc/s) può essere valutata l'opportunità del mantenimento dell'attività agricola, sottoposta ad un rischio periodico che ha però tempi di ritorno superiori al secolo. *In nessun caso, comunque, vanno previsti insediamenti di tipo urbano od industriale.*

Le valutazioni espone in questa sede, tuttavia, vanno necessariamente arricchite e confrontate con analisi di altro tipo: la pedologia descrive accuratamente i tipi di suolo presenti nelle fasce ipotizzate e prevede distinte classi di capacità d'uso, le scienze forestali forniscono un supporto per la valutazione delle classi colturali e dei tipi di bosco più idonei a vegetare, ed a produrre, nelle fasce di competenza fluviale.

Il mantenimento di fasce fluviali, e di zone in cui vengono conservati i tipici ecosistemi perifluviali, garantisce l'esistenza di casse di espansione naturali destinate ad accogliere le acque di piena in caso di eventi non comuni. È stato ricordato come, nell'autunno 1993, le acque abbiano inondato una vasta porzione di territorio compresa tra Vigevano e Carbonara al Ticino: è facile immaginare quale sarebbe stato il volume d'acqua che avrebbe investito Pavia nel caso il Ticino non avesse scaricato parte delle proprie portate in questa zona.

Anche per questi motivi, crediamo non debbano essere costruite opere di contenimento delle piene (argini) al di qua della linea di massima esondazione.

Ogni intervento pianificatorio, in ogni caso, deve essere ricompreso nella valutazione a più vasta scala che ricomprende l'intero bacino del fiume Ticino e considerato nella visione globale e nella complessità delle relazioni con gli altri fattori. Anche questa scala può essere talvolta insufficiente: si è visto, ad esempio, come nell'analisi del tratto terminale del fiume non sia possibile, e non solo per quanto riguarda gli aspetti idraulici, prescindere dalle influenze determinate dal Po.

Allo stesso modo deve essere tenuto presente il fatto che il mantenimento o la ricostruzione della complessità ambientale è funzionale al raggiungimento di quell'equilibrio che garantisce la maggiore stabilità del sistema. L'influenza del fiume sul livello delle falde, la serie di biocenosi che si stabiliscono in corrispondenza di ogni tipo geomorfologico e microclimatico; la rete idrica superficiale costituita dal fiume, dai propri rami attivi od in via di abbandono, dalle lanche, dai rami laterali e dalle risorgenze; le aree di espansione delle piene ed i materiali trasportati, erosi o depositati dalle acque, sono alcuni degli elementi, qui presi in considerazione, che fanno parte di questa complessità. Ogni intervento volto a modificare questi elementi ha una diretta influenza sugli altri e le modificazioni indotte sono nella maggior parte dei casi irreversibili.

La conservazione delle caratteristiche ambientali del Ticino, qui affrontata principalmente dal punto di vista della regolazione idraulica e della pianificazione territoriale, deve essere comunque valutata anche in funzione del mantenimento o, dove possibile, del recupero dei valori ambientali e di tutte quelle caratteristiche che contribuiscono in maniera sostanziale a formare il paesaggio fluviale: gli ecosistemi legati al fiume, le formazioni vegetali e le comunità animali che fanno parte di questi ecosistemi; le acque, anche in funzione del mantenimento e del miglioramento delle caratteristiche quantitative e qualitative; infine le attività umane, intese come forma migliore e più lungimirante di uso e godimento dell'ambiente.

Per costruire uno schema di analisi ed interpretazione dei fenomeni fluviali e per definire il quadro degli interventi possibili sono stati adoperati alcuni concetti elaborati dalle scienze dell'ecologia. Varietà e diversità, a partire dalle caratteristiche fisiche dell'ambiente, sono i principi fondamentali su cui confrontare ogni intervento progettato nell'ambito del fiume e del bacino.

Ciò implica, come abbiamo visto, anche il mantenimento ed il recupero di quegli habitat tipici del Ticino: dai saliceti che colonizzano i ghiaioni alle brughiere in equilibrio con le condizioni pedologiche

delle sponde del fiume, agli ontaneti tipici della fascia dei fontanili e delle sorgenti della scarpata del terrazzo, ai quercocarpinieti tipici dei suoli più evoluti, nelle differenti forme corrispondenti alle diverse fasi evolutive. Ogni formazione vegetale ed ogni settore del paesaggio presenta proprie e caratteristiche comunità animali, che a loro volta stabiliscono reti di relazioni e di rapporti fra di loro e con gli altri componenti dell'ecosistema.

È inoltre molto importante considerare l'influenza determinante di riequilibrio svolta dagli ecosistemi naturali sulle modificazioni negative indotte dall'uomo: basti pensare al grandissimo potenziale autodepurante dei corsi d'acqua, potenziale direttamente proporzionale alla complessità ed alle varietà geomorfologiche e degli ecosistemi correlati. La semplificazione del percorso delle acque (ad esempio con l'eliminazione di rami laterali, o con l'aumento della velocità della corrente) riduce gli scambi con l'esterno del corpo liquido, diminuendone gli scambi gassosi e la facies di contatto con il terreno. Ciò causa pure la diminuzione dell'attività biologica e dunque delle forme di vita che vi si possono stabilire, diminuendo in questo modo la capacità di autodepurazione. Il peggioramento della qualità delle acque, quindi, provoca un ulteriore impoverimento biologico delle stesse. È difficile valutare l'influsso di un singolo intervento (ad esempio di una difesa spondale) su questi parametri: la somma di tutte le opere, tuttavia, e la frequenza con cui vengono realizzate, ha finito per causare alterazioni profonde e radicali nell'alveo del Ticino, modificandone drasticamente le caratteristiche.

La rinaturalizzazione del Ticino non deve essere intesa come un obiettivo che ha riflessi positivi soltanto sull'ambiente naturale, ma come un metodo di corretta gestione del corso d'acqua, tale da rendere prevedibili alcuni fenomeni eliminandone, nella maggior parte dei casi, la pericolosità e quindi garantendo certezze a chi opera e vive intorno al fiume.

*Il Ticino presso Torre
d'Isola nell'ottobre 1993*



BIBLIOGRAFIA

E. Caroni - F. Maraga

Modellamenti naturali di un corso d'acqua sublacuale in assenza di contributi laterali.
da "Seminario dei fenomeni idraulici fluviali"
Bologna 17-18 giugno 1986.

Consorzio Parco Lombardo della Valle del Ticino - TEI

Indagine sull'assetto idrogeologico e la regimazione del fiume Ticino - 1982 -

Consorzio Parco Lombardo della Valle del Ticino - DAGH WATSON

Piano Acque del Parco del Ticino - 1982.

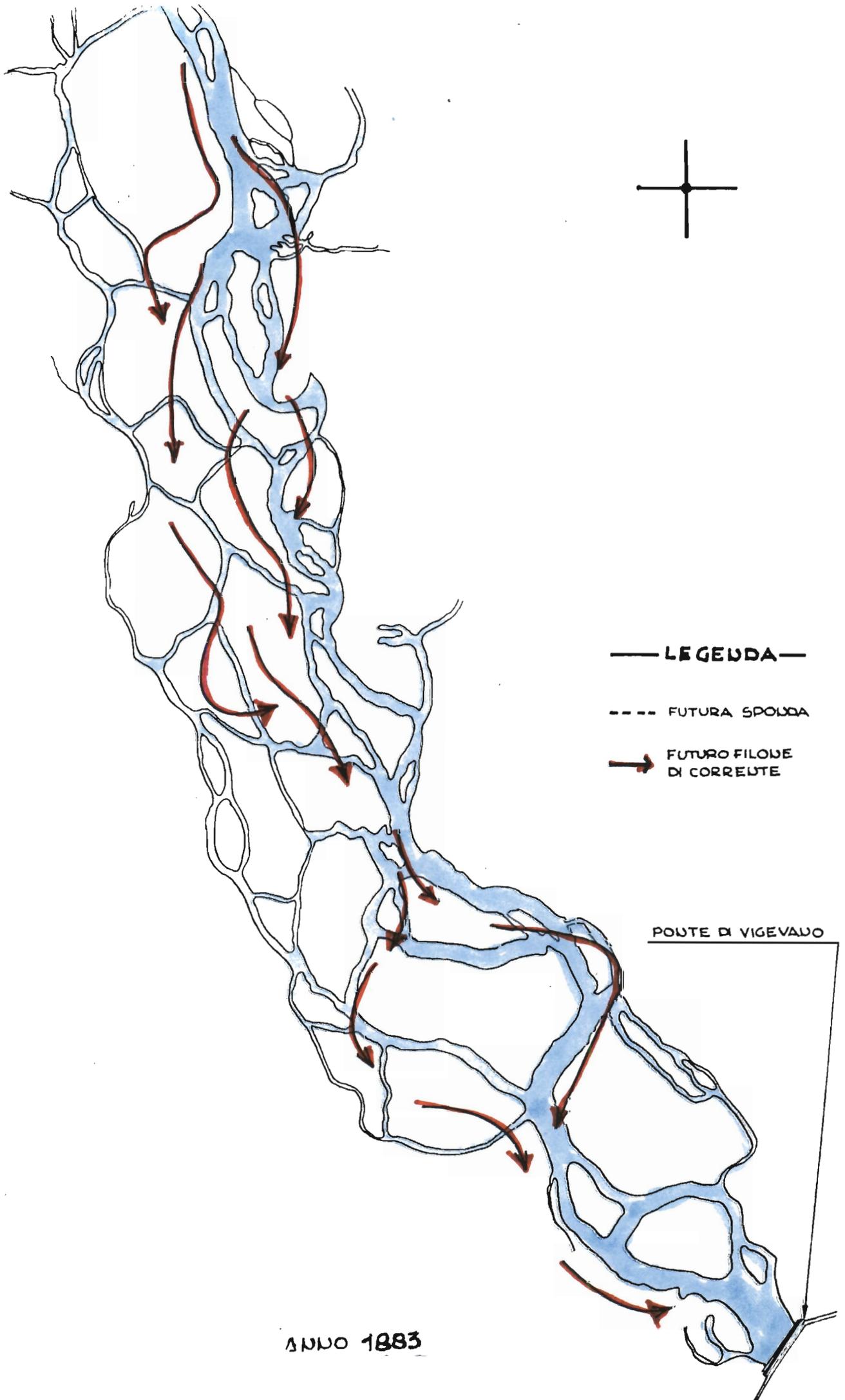
Consorzio Parco Lombardo della Valle del Ticino

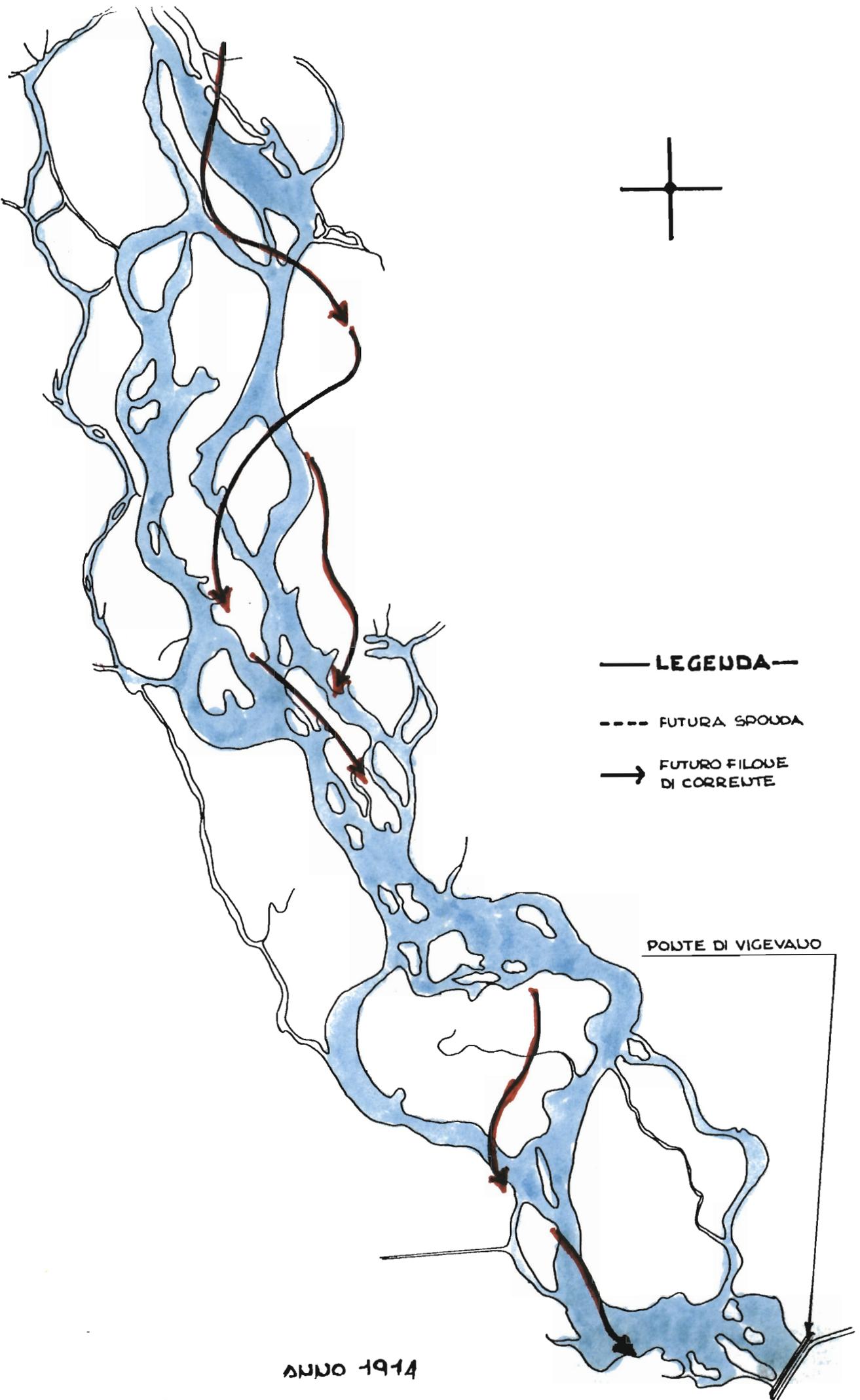
Piano di settore idrogeologico - Magenta, 1986.

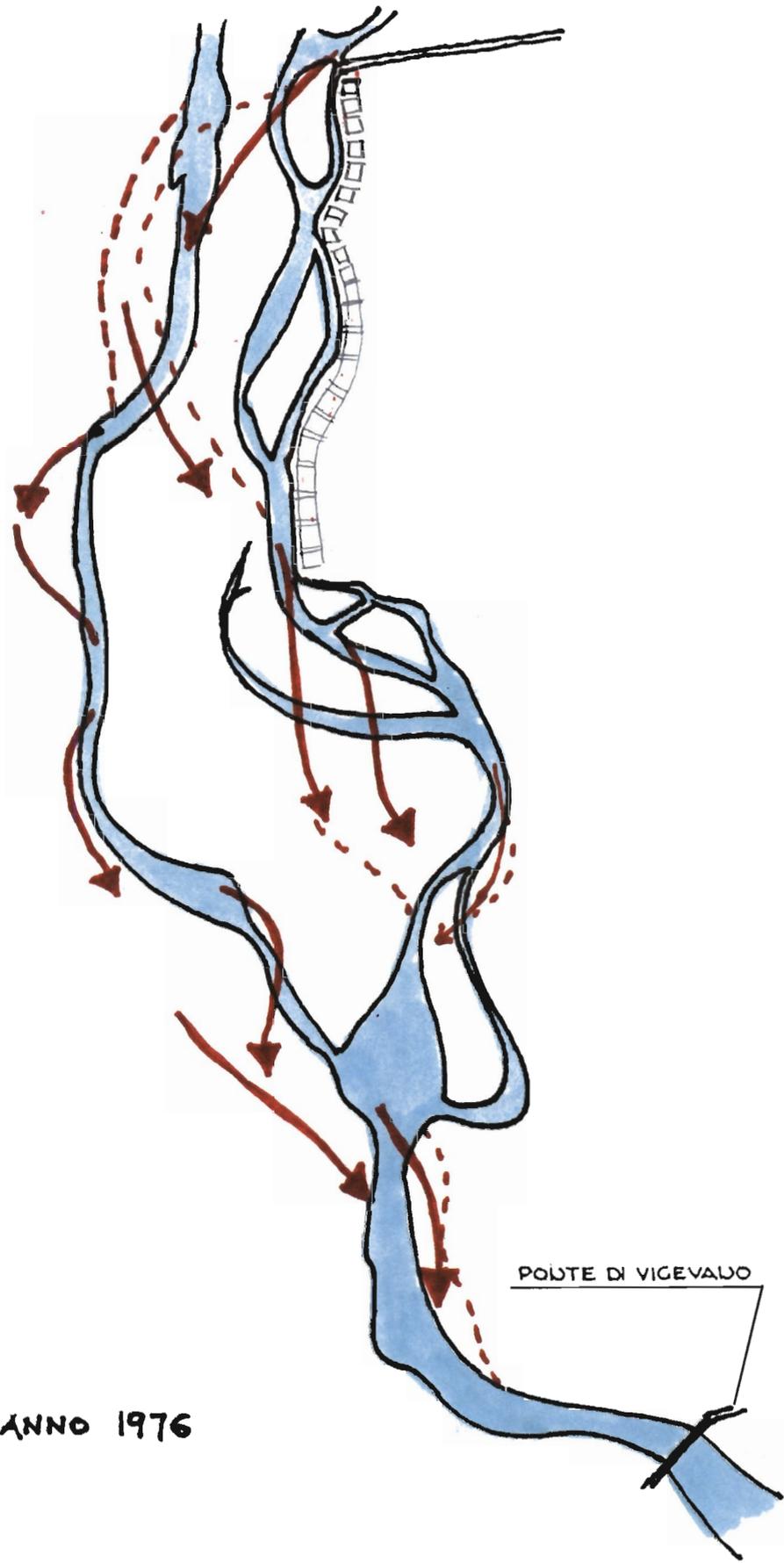
Tratto del Ticino
compreso fra
il canale scolmatore
di nord-ovest
ed il ponte di Vigevano

*dinamica del fiume
nell'arco di un secolo*

5.1

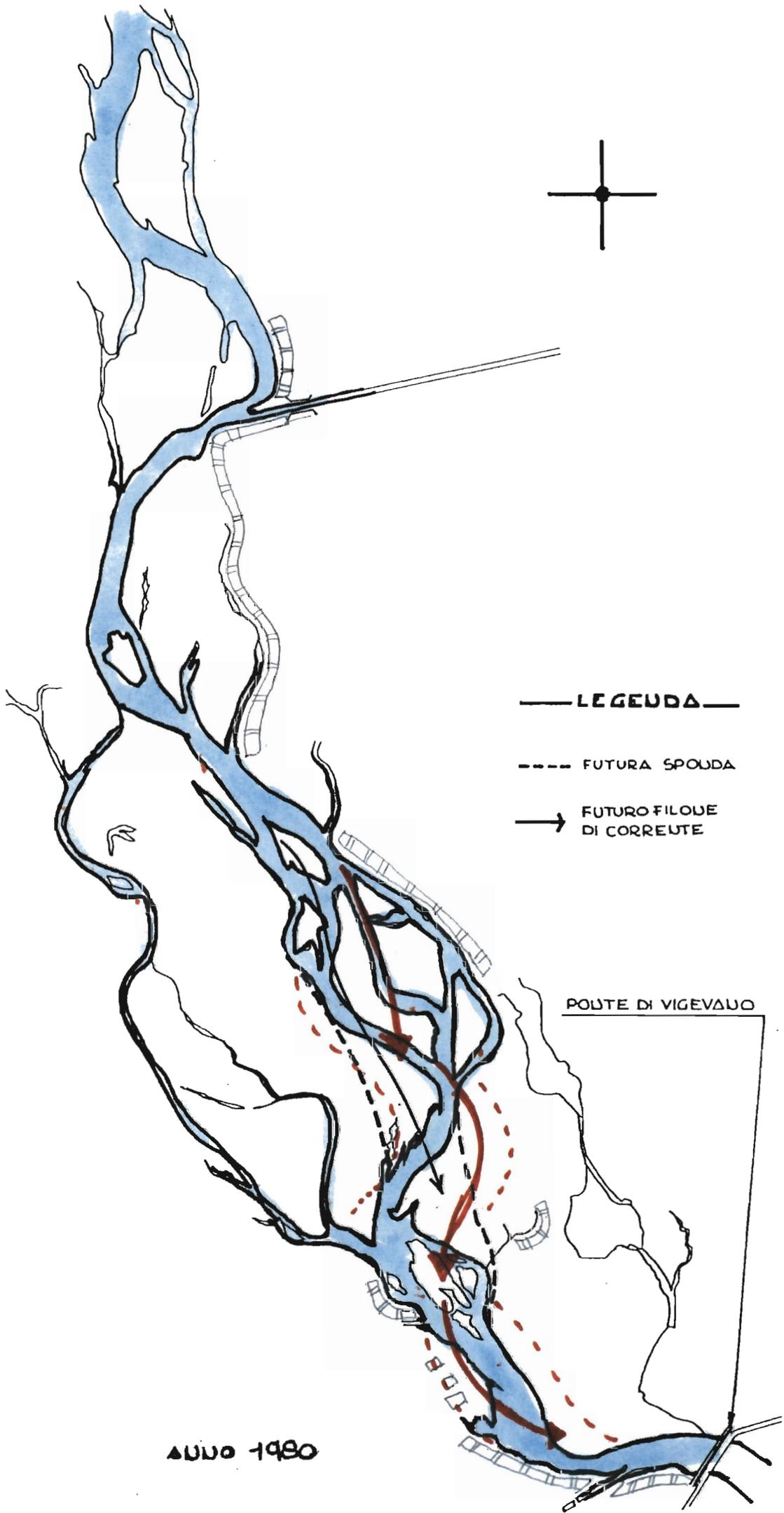


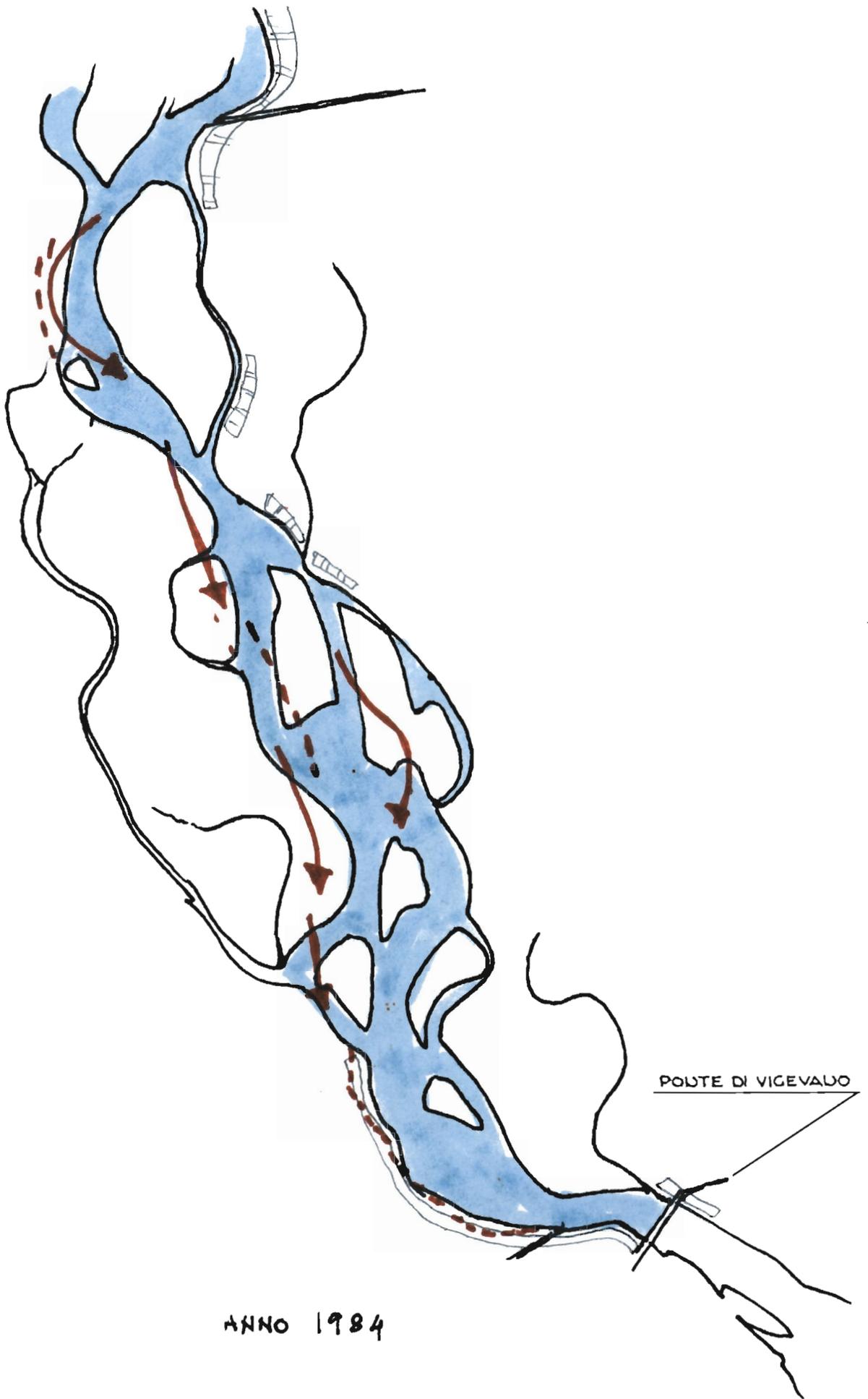


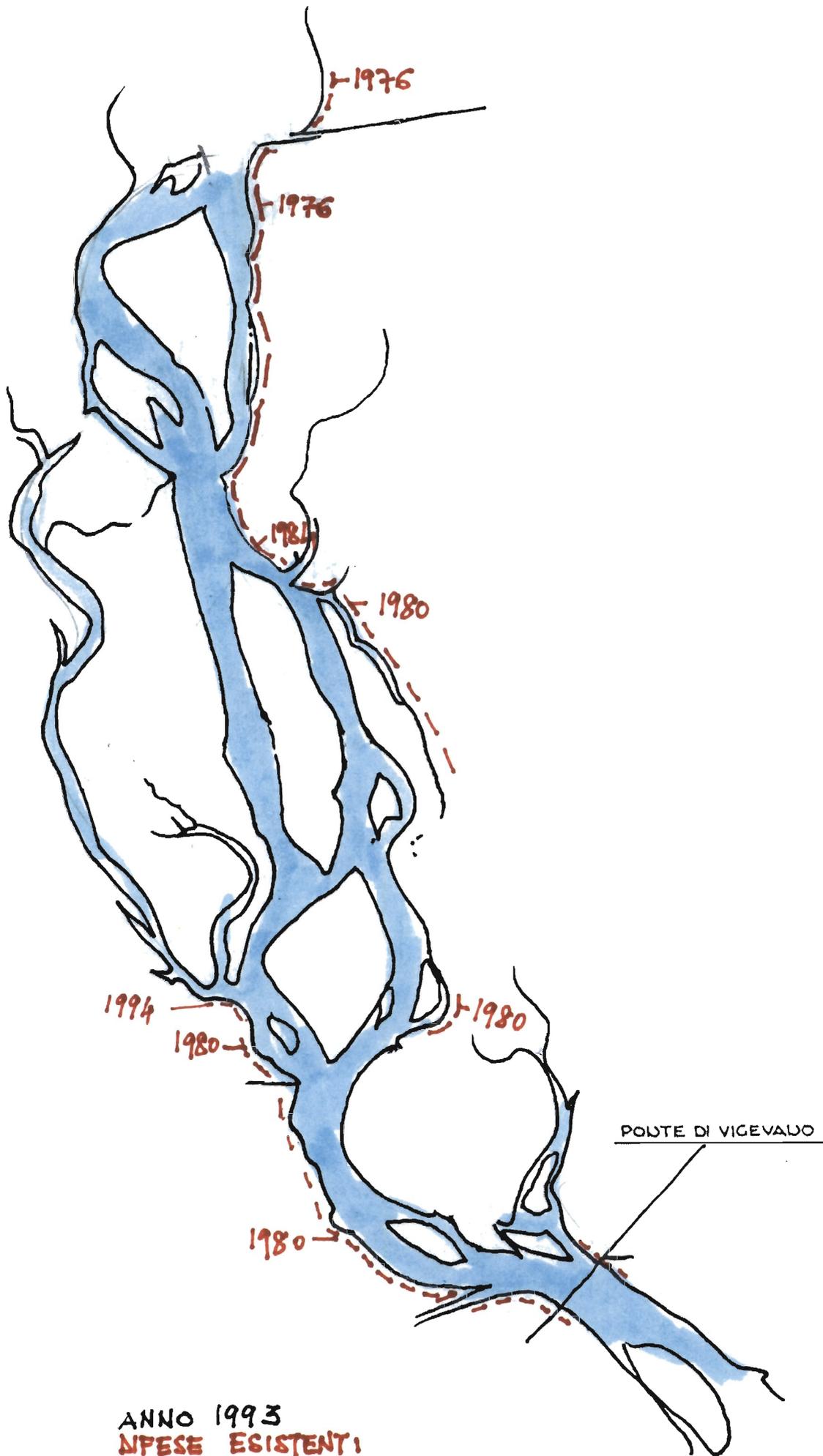


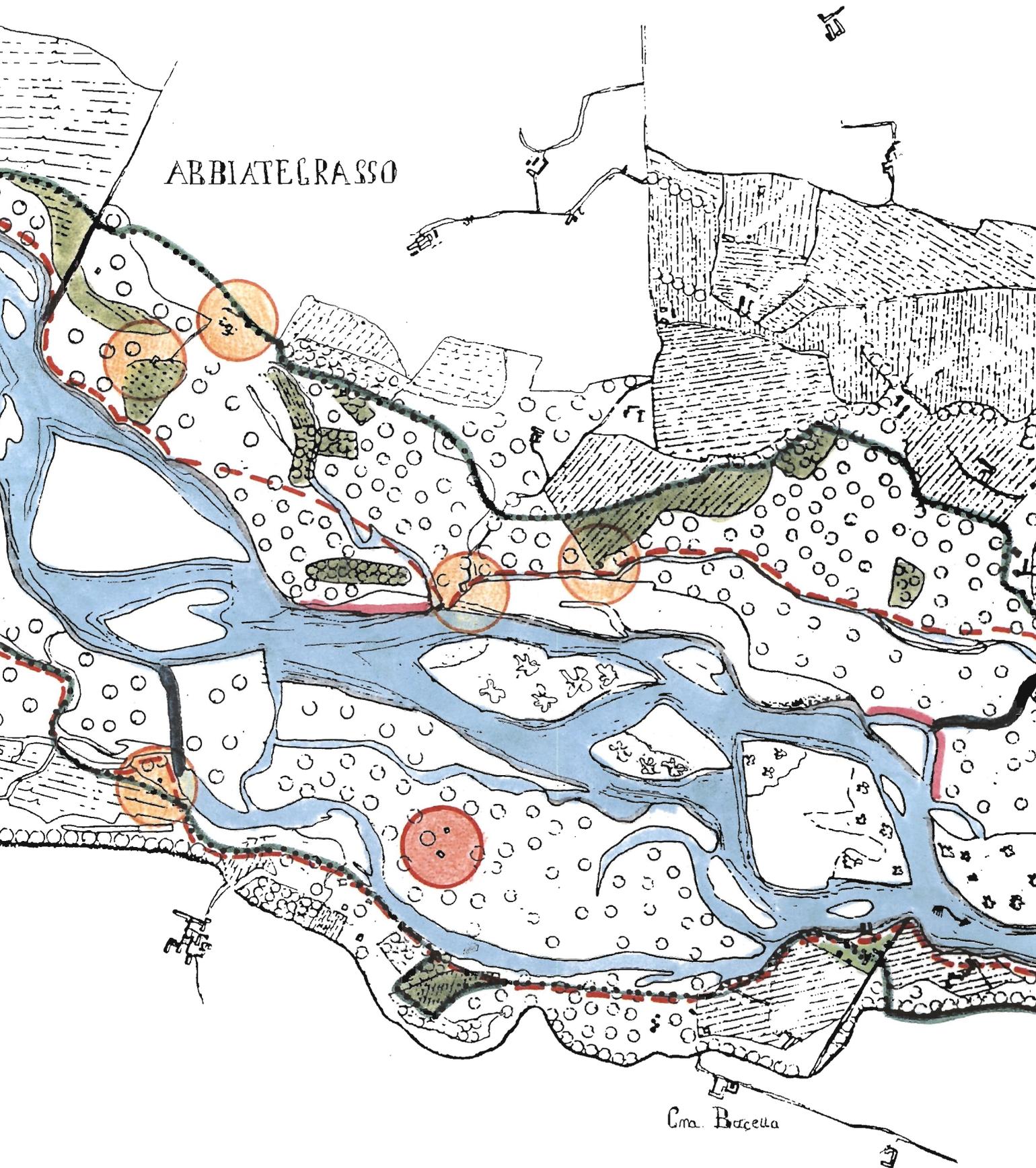
ANNO 1976

PONTE DI VIGEVANO







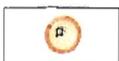




*Conservazione delle caratteristiche
ambientali del ticino*

Tavola degli interventi

legenda:

-  ambito di divagazione del Ticino
-  fascia esondabile $Q = 2500 \text{ m}^3/\text{s}$
-  infrastrutture di rilevante importanza
-  preesistenze ambito di divagazione a rischio idraulico
-  preesistenze fascia esondabile a rischio idraulico
-  ripristino rami abbandonati
-  eliminazione opere di regolazione
-  interventi di riforestazione
-  interventi di recupero paesaggistico, architettonico e naturalistico
-  regimazione alveo

VIGEVANO

Tratto compreso
fra il ponte di Vigevano
e la presa
della roggia Castellana

*dinamica del fiume
nell'arco di un secolo*

5.II

POUTE DI VIGEVANO



— LEGENDA —

----- FUTURA SPONDA

→ FUTURO FILONE
DI CORRENTE

(ANNO 1883

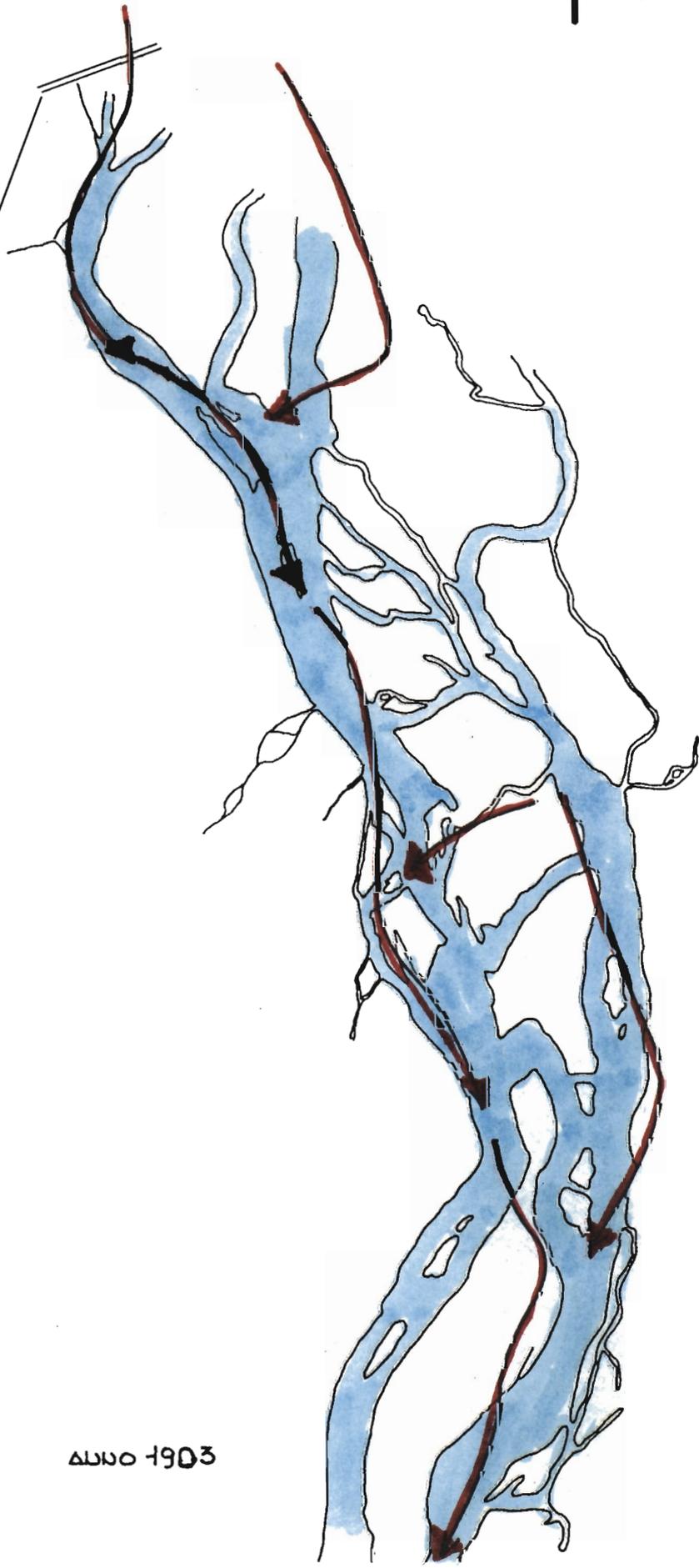


PONTE DI VIGEVANO

— LEGENDA —

----- FUTURA SPONDA

→ 'FUTURO FILODE
DI CORRENTE



ANNO 1903

ROUTE DI VIGEVANO

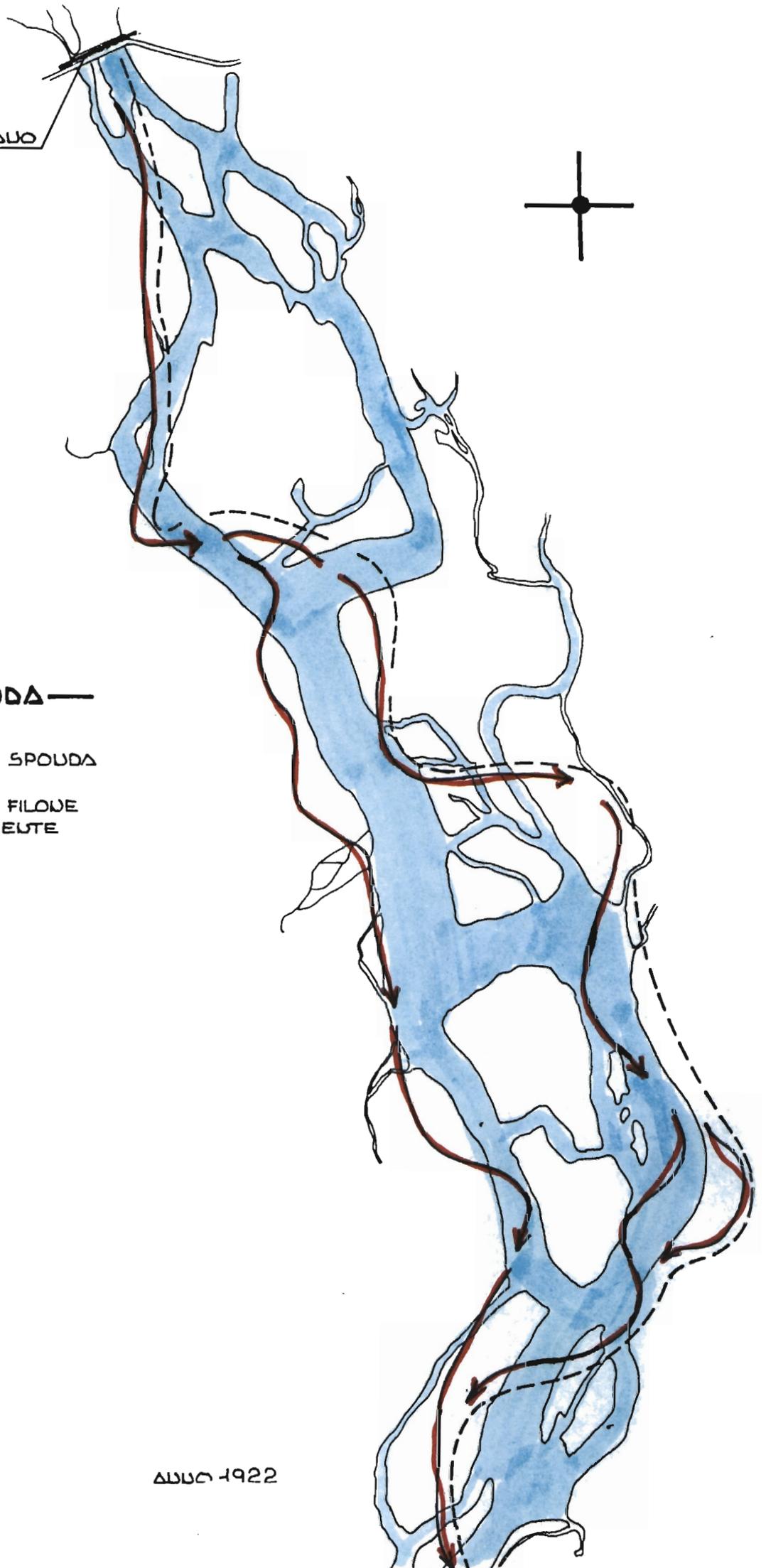


— LEGENDA —

----- FUTURA SPOUDA

→ FUTURO FILOVE
DI CORRENTE

AGOSTO 1922



POUTE DI VIGEVANO



— LEGENDA —

---- FUTURA SPONDA

→ FUTURO FILONE DI CORRENTE

ANNO 1967

PONTE DI VICEVAIO



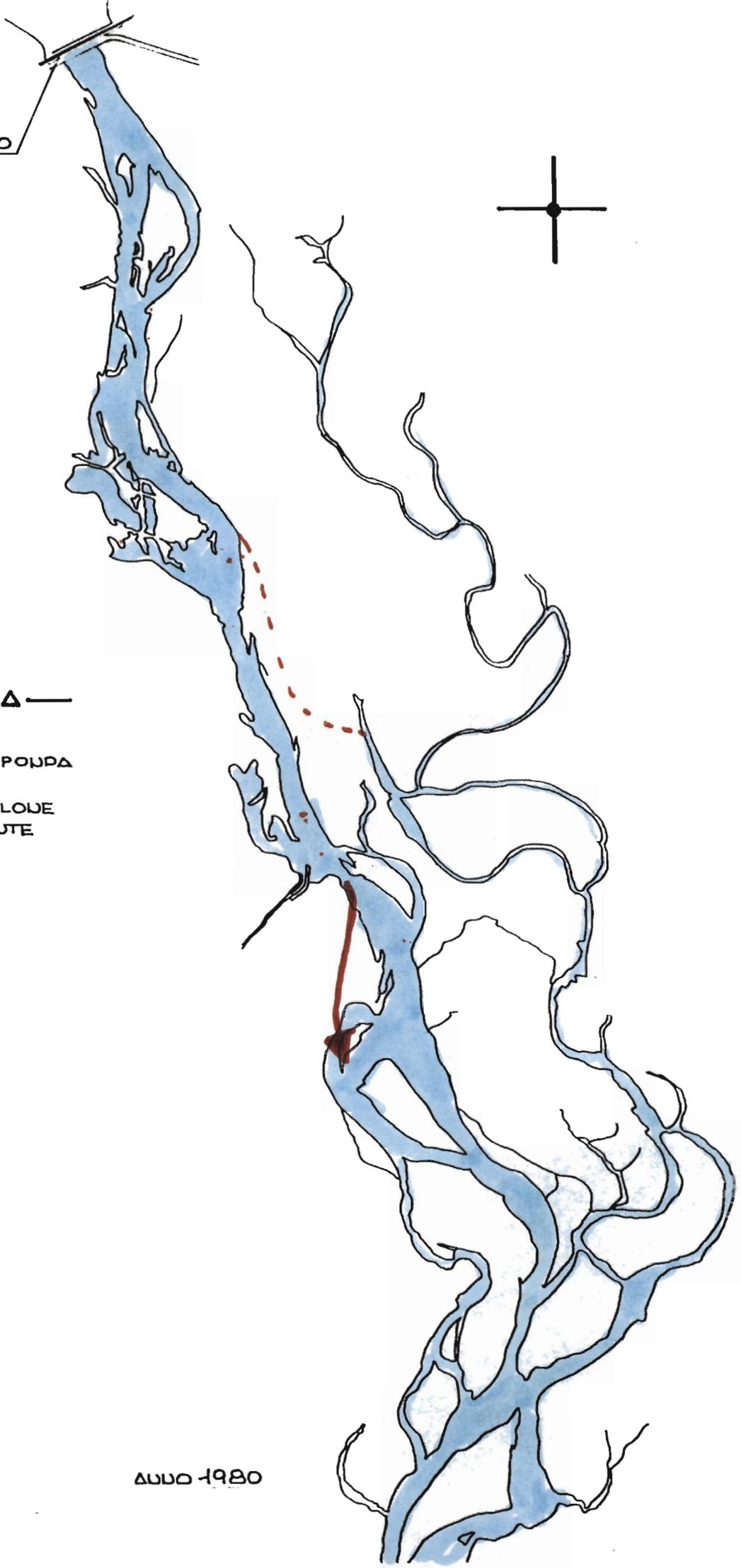
ANNO 1976

PONTE DI VIGEVANO



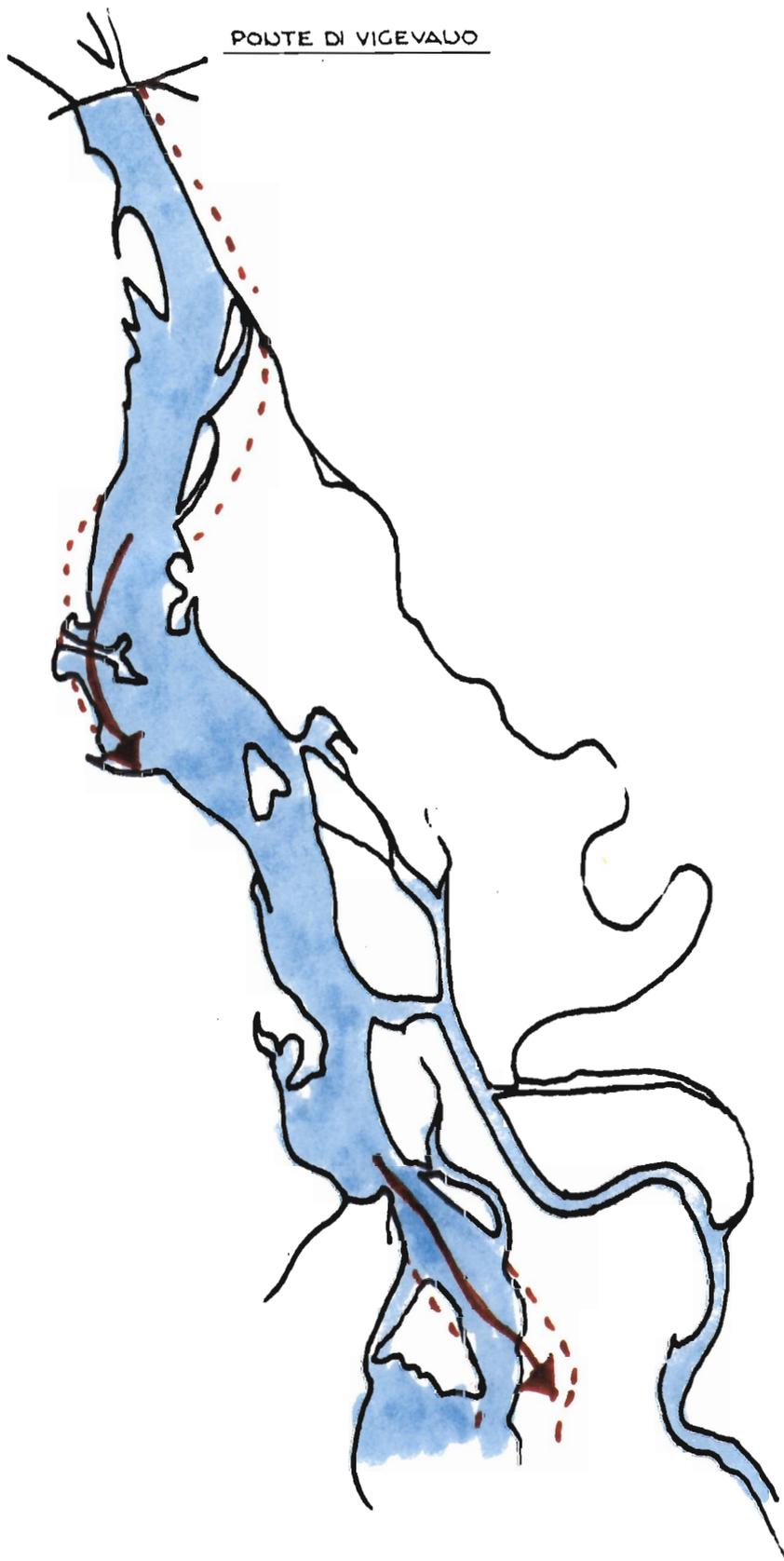
— LEGENDA —

- FUTURA SPONDA
- FUTURO FILORE DI CORRENTE



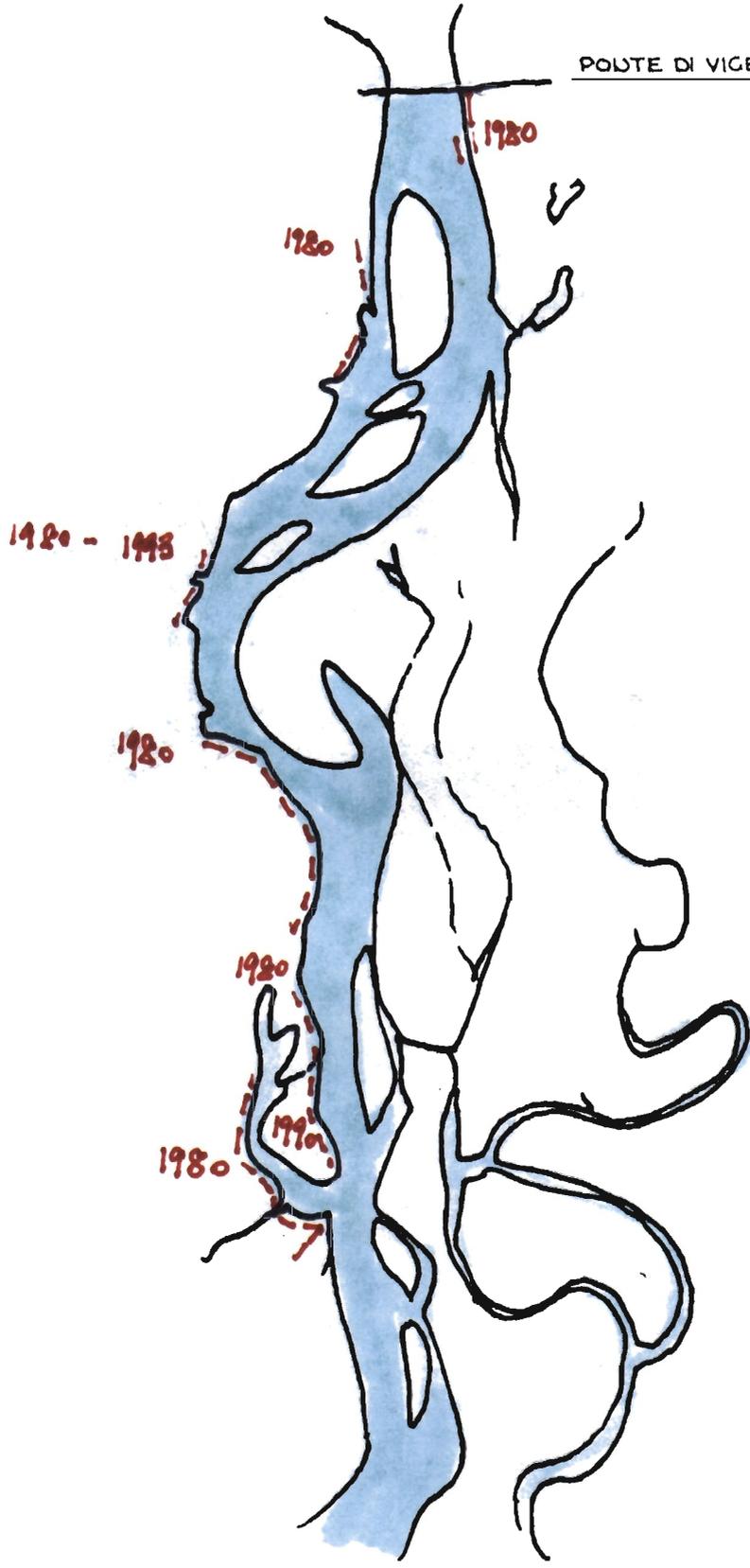
ANNO 1980

POUTE DI VIGEVANO

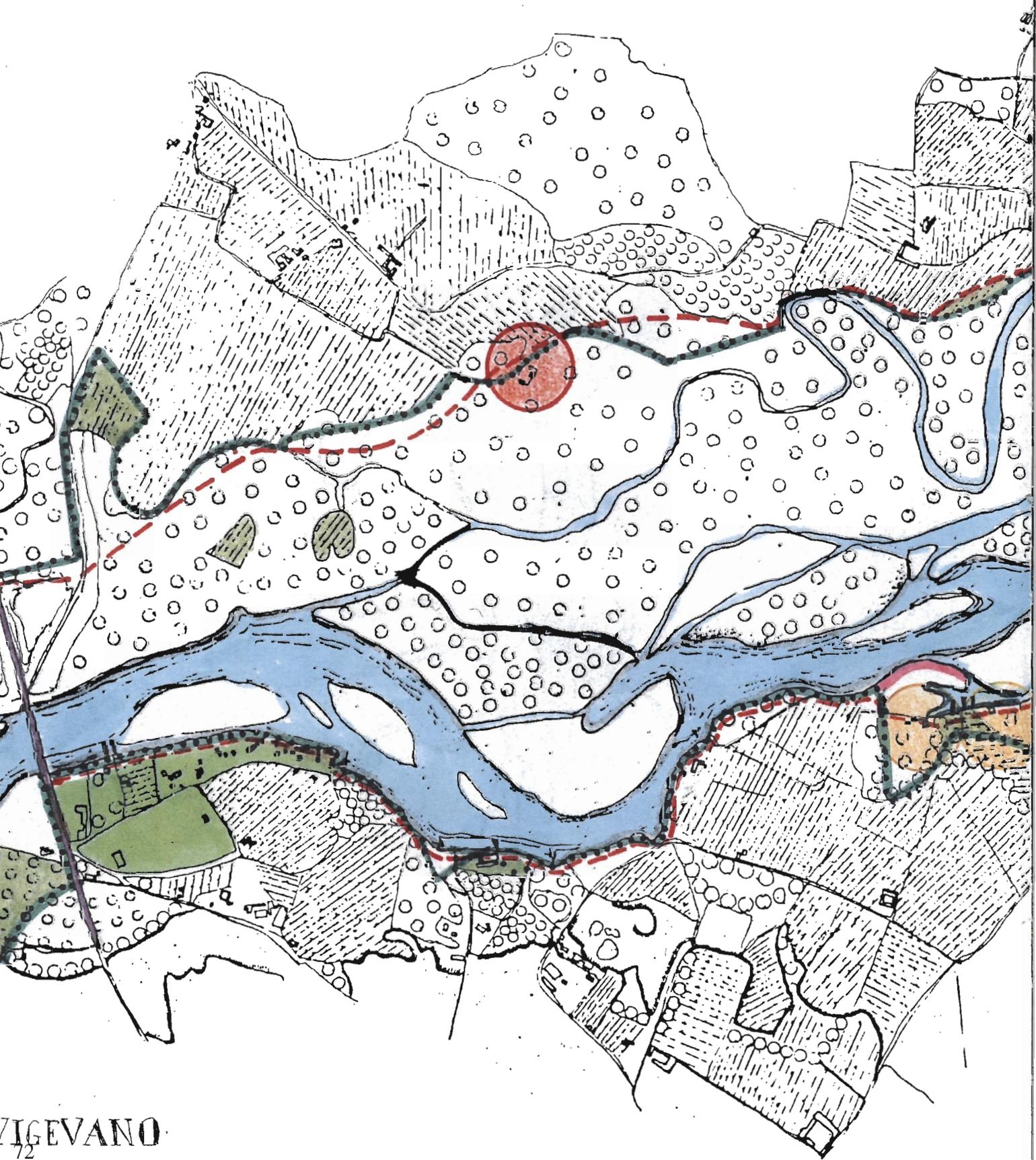


ANNO 1984

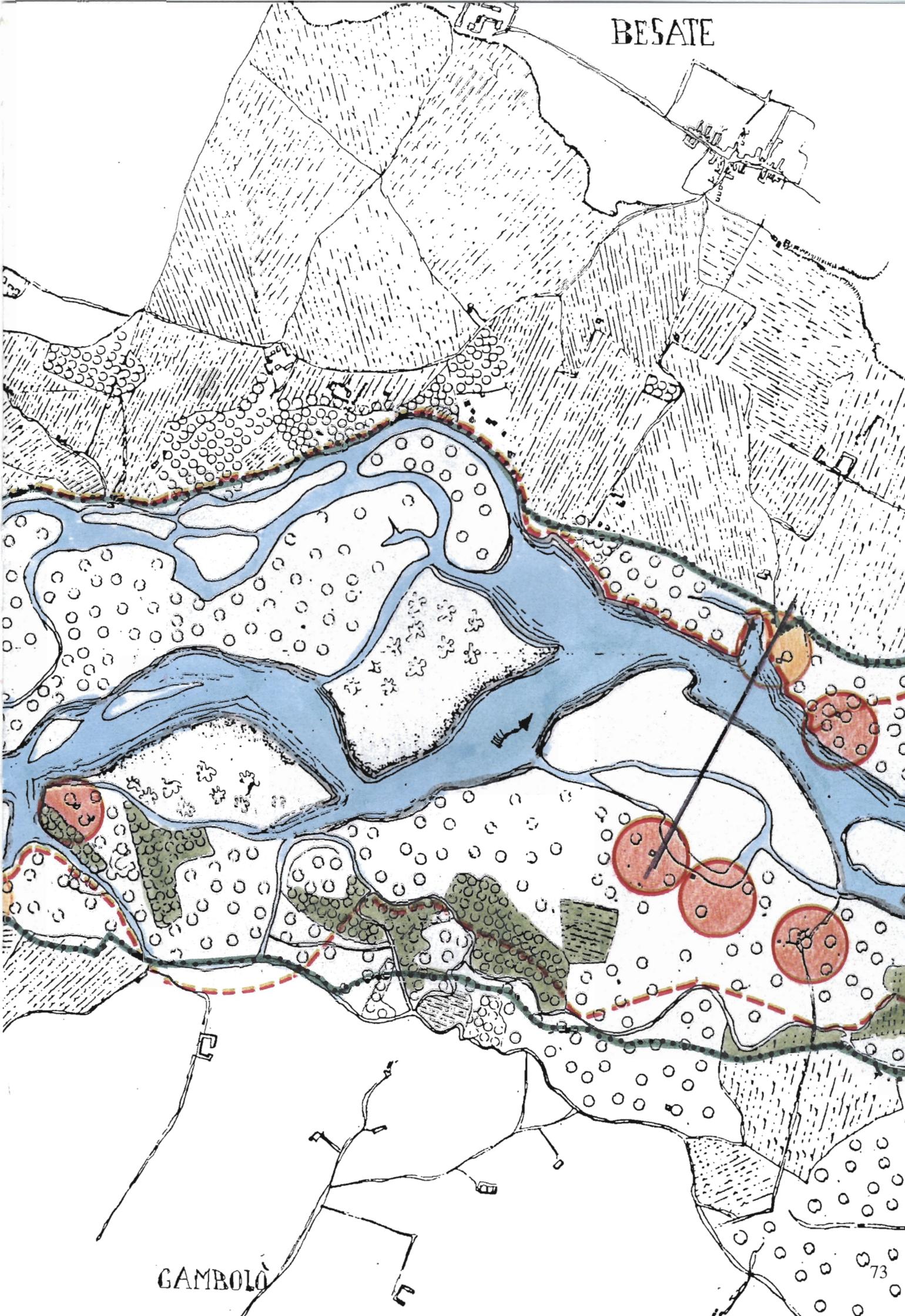
PONTE DI VIGEVANO



ANNO 1993
DIFESA SPONDALE



BESATE



GAMBOLÒ

11

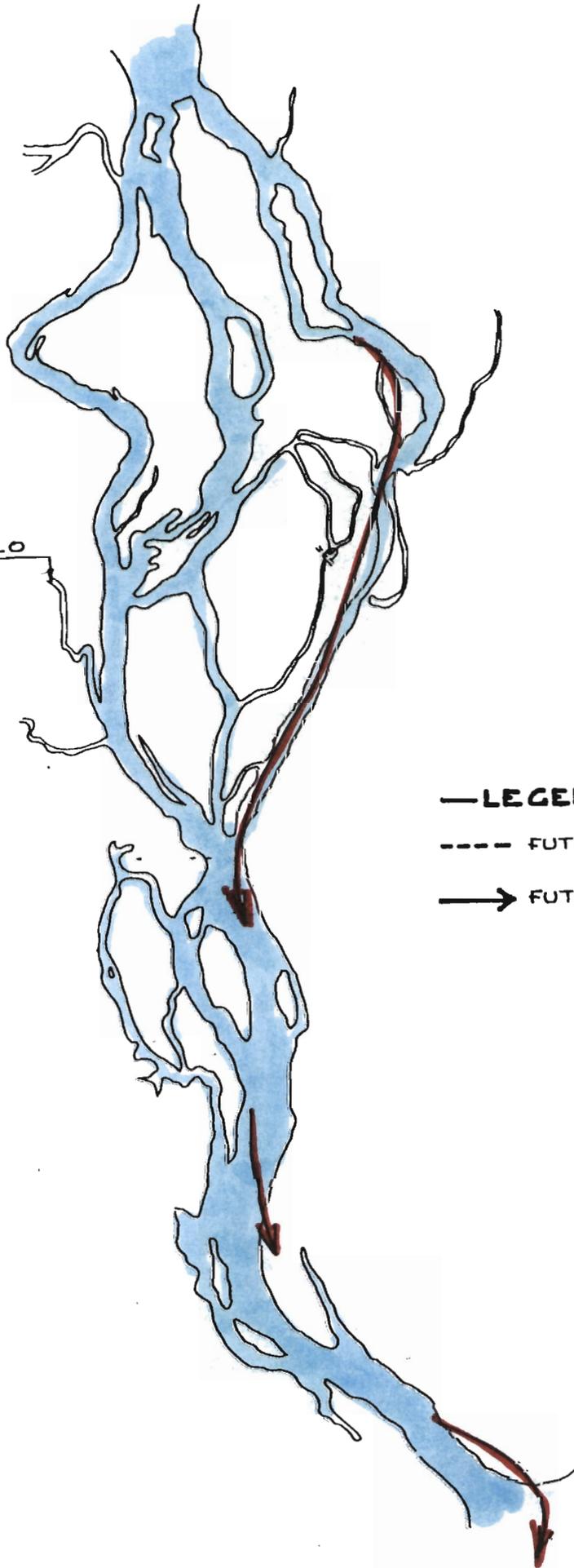
2

Tratto compreso
tra Zelata
e il ponte autostradale
di Bereguardo

*dinamica del fiume
nell'arco di un secolo*

5.III

CAVALE SCAVIZZOLO



— LEGENDA —

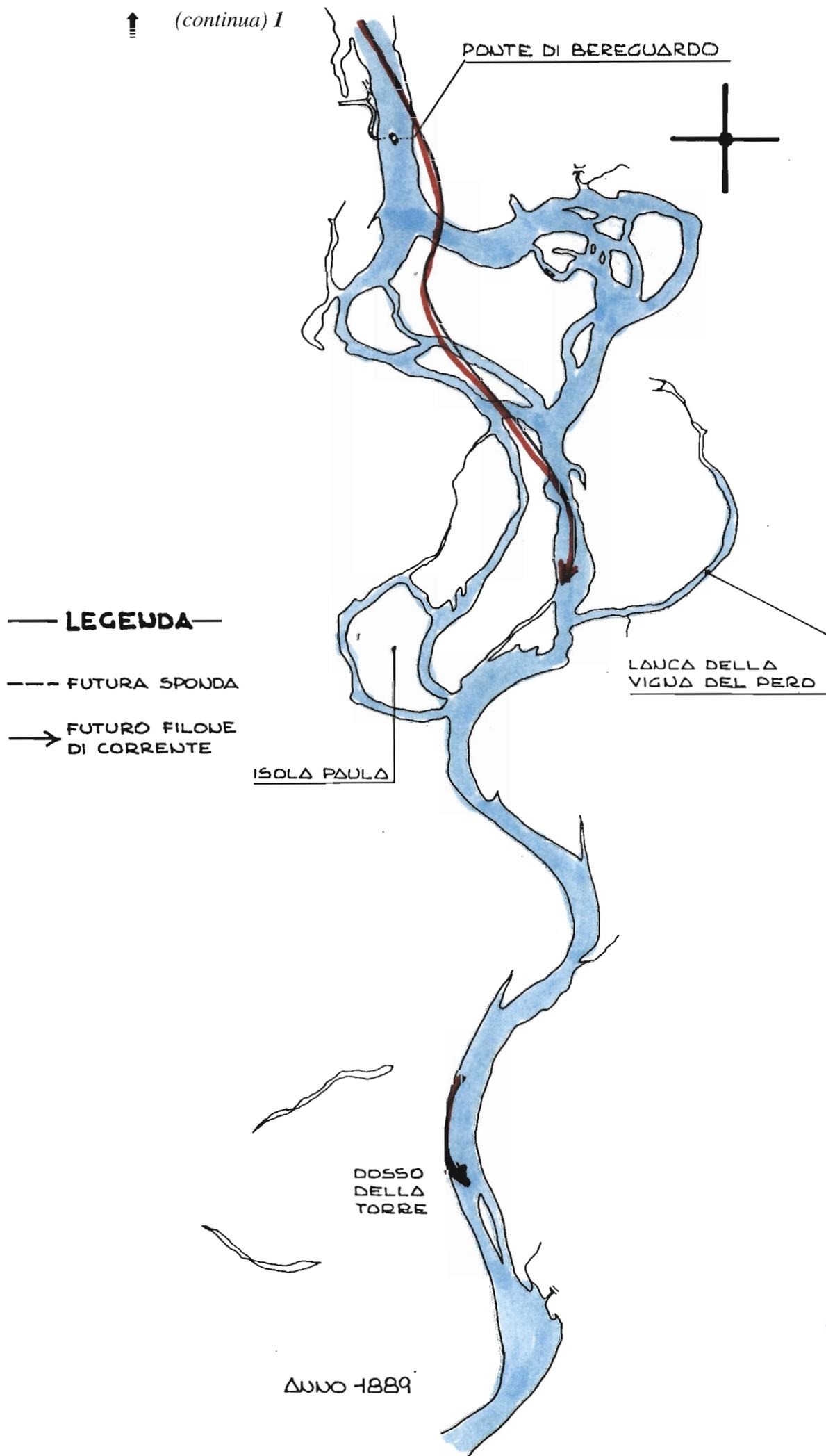
--- FUTURA SPONDA

→ FUTURO FILOVE DI CORREUTE

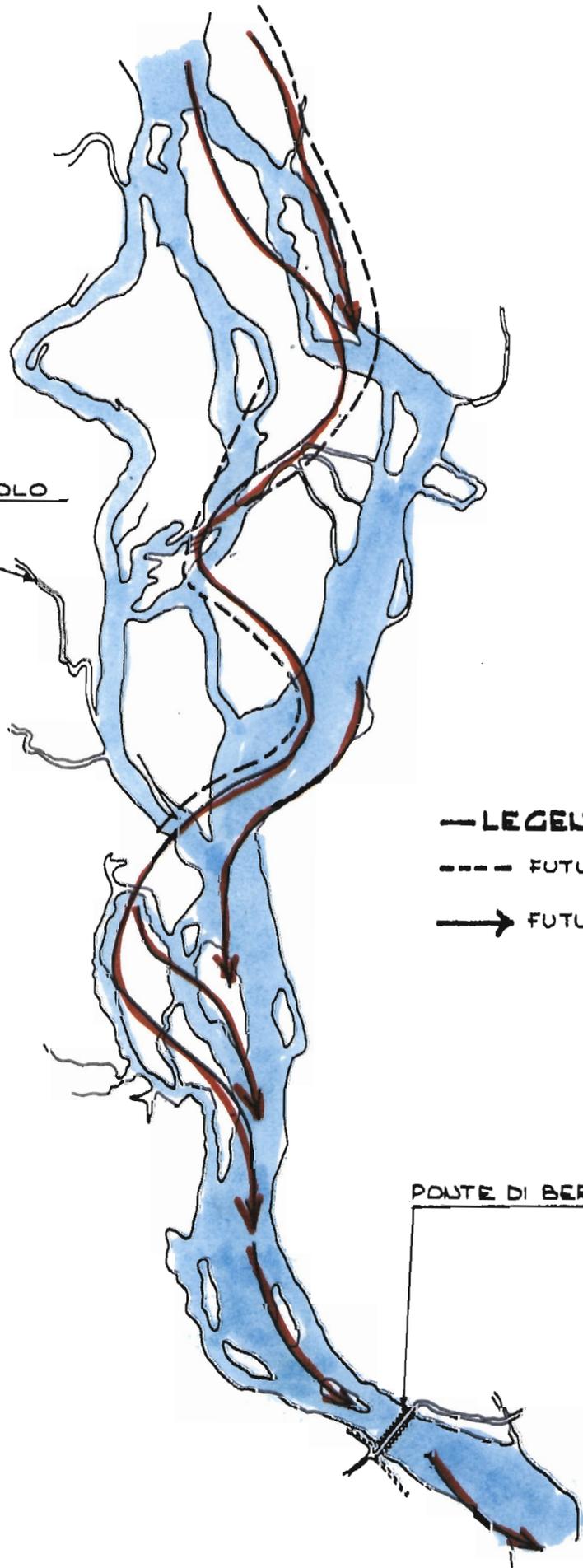
↓ (continua) I

ANNO 1889

↑ (continua) I



CADALE SCAVIZZOLO



— LEGENDA —

---- FUTURA SPOUDA

→ FUTURO FILODE DI CORREUTE

PONTE DI BEREGUARDO

↓ (continua) 2

ANNO 1921

PONTE DI BEREGUARDO



LAUCA DEL MORIAUO

ISOLA PAULA

LAUCA DELLA VIGUA DEL PERO

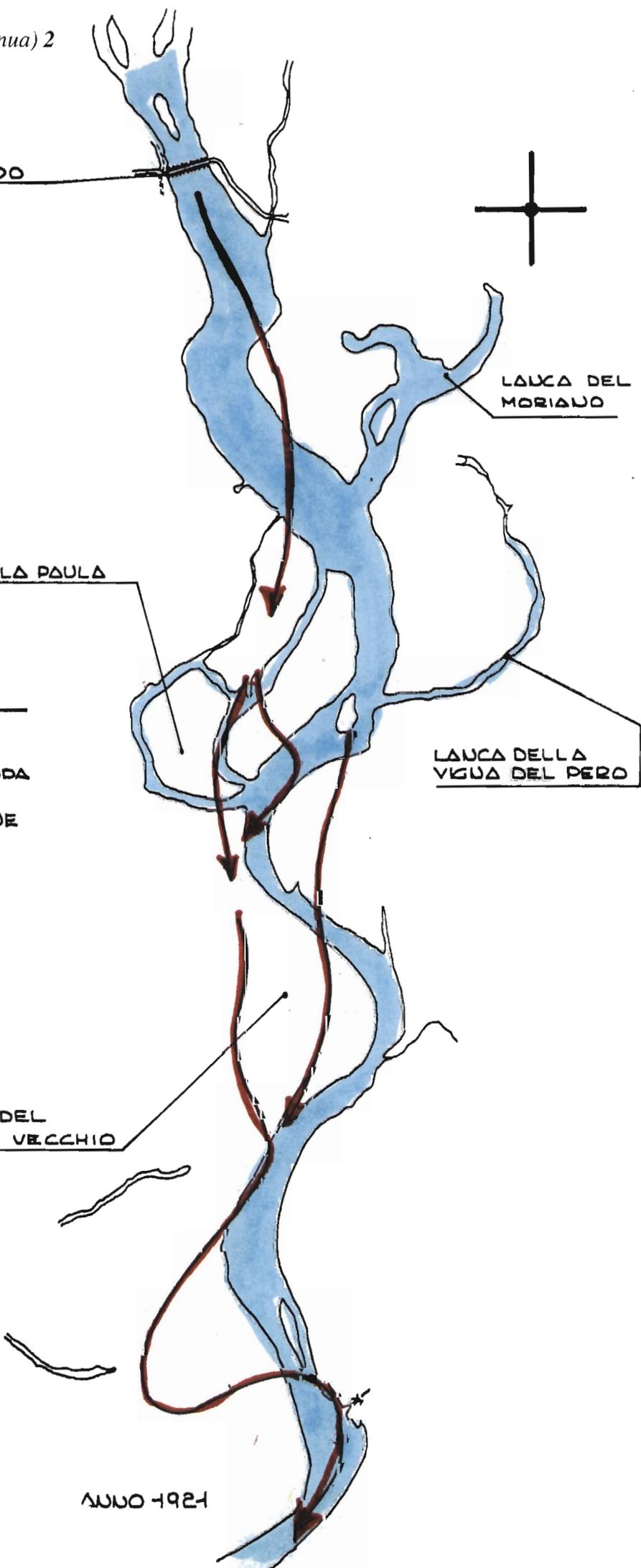
— **LEGENDA** —

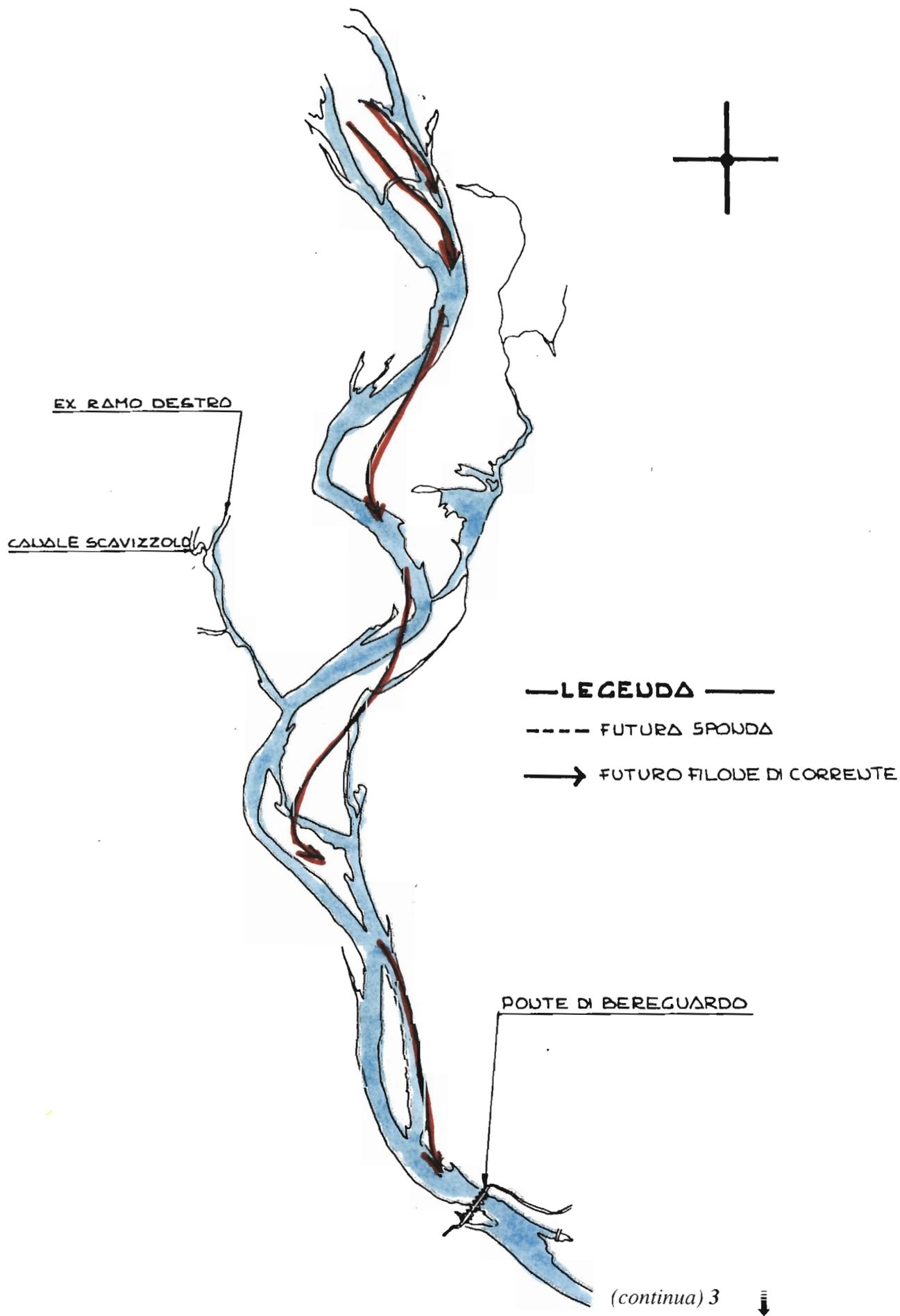
--- FUTURA SPOUDA

→ FUTURO FILONE DI CORRENTE

BOSCO DEL BARCO VECCHIO

GIUGNO 1924





ANNO 1967

(continua) 3



PONTE DI BEREGUARDO

PONTE AUTOSTRADA
MILANO-GENOVA

— LEGENDA —

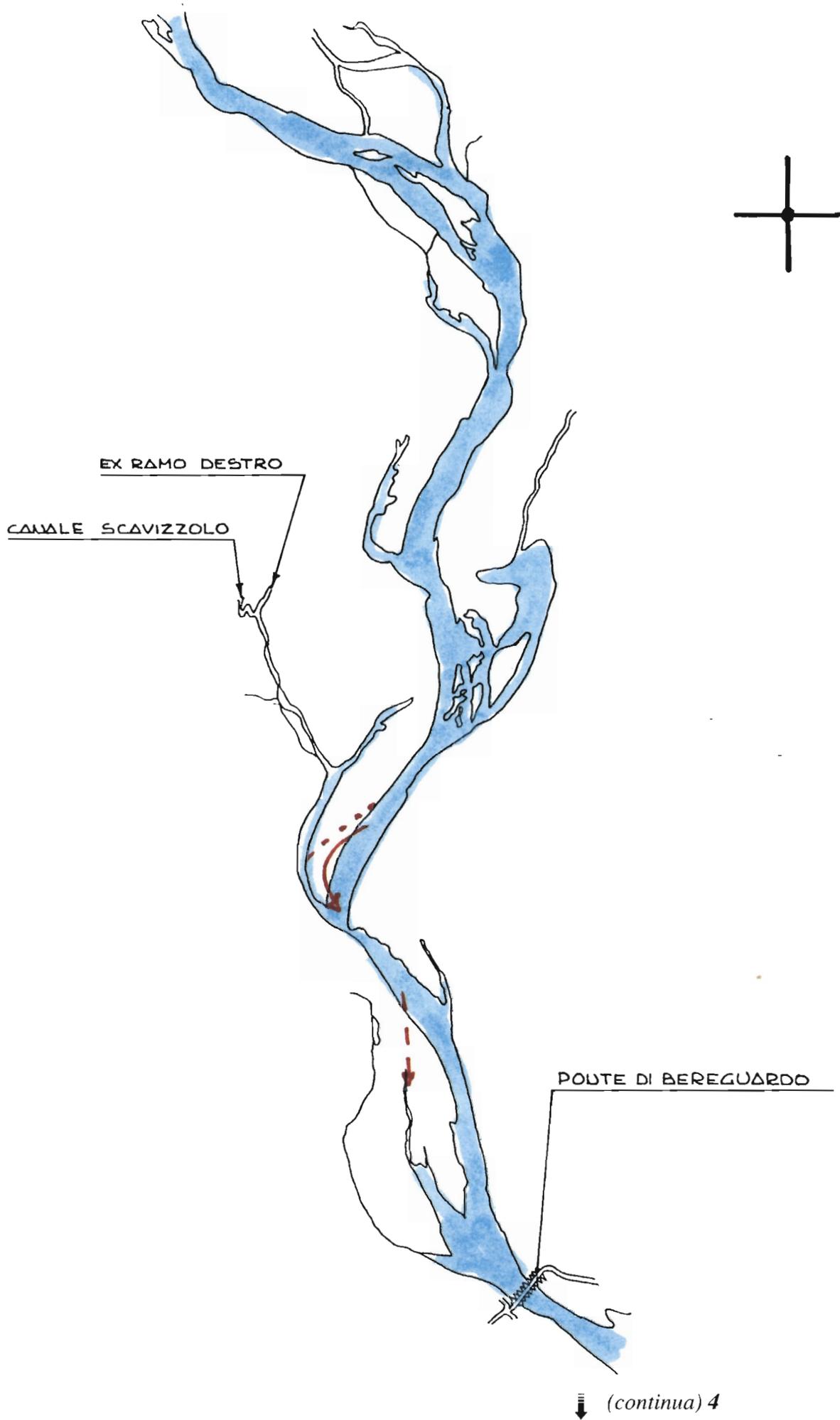
--- FUTURA SPOUDA

→ FUTURO FILONE
DI CORRENTE

ISOLA DI NEGRI

GUADO DELLA MADONNA

ANNO 1967



↑ (continua) 4

PONTE DI BEREGUARDO



PONTE AUTOSTRADA
MILANO-GENOVA

LANCA DEL
MORIANO

— LEGENDA —

--- FUTURA SPODDA

→ FUTURO FILOVE
DI CORRENTE

LANCA DELLA
VIGUA DEL PERO

BOSCO DI UEGRI

LANCA DEL MULINO
DELLA VALLE

GIUGNO 1980

PONTE DI BERE GUARDO



PONTE AUTOSTRADA
MILANO-GENOVA

LAUCA DEL
MORISIO

— **LEGENDA** —

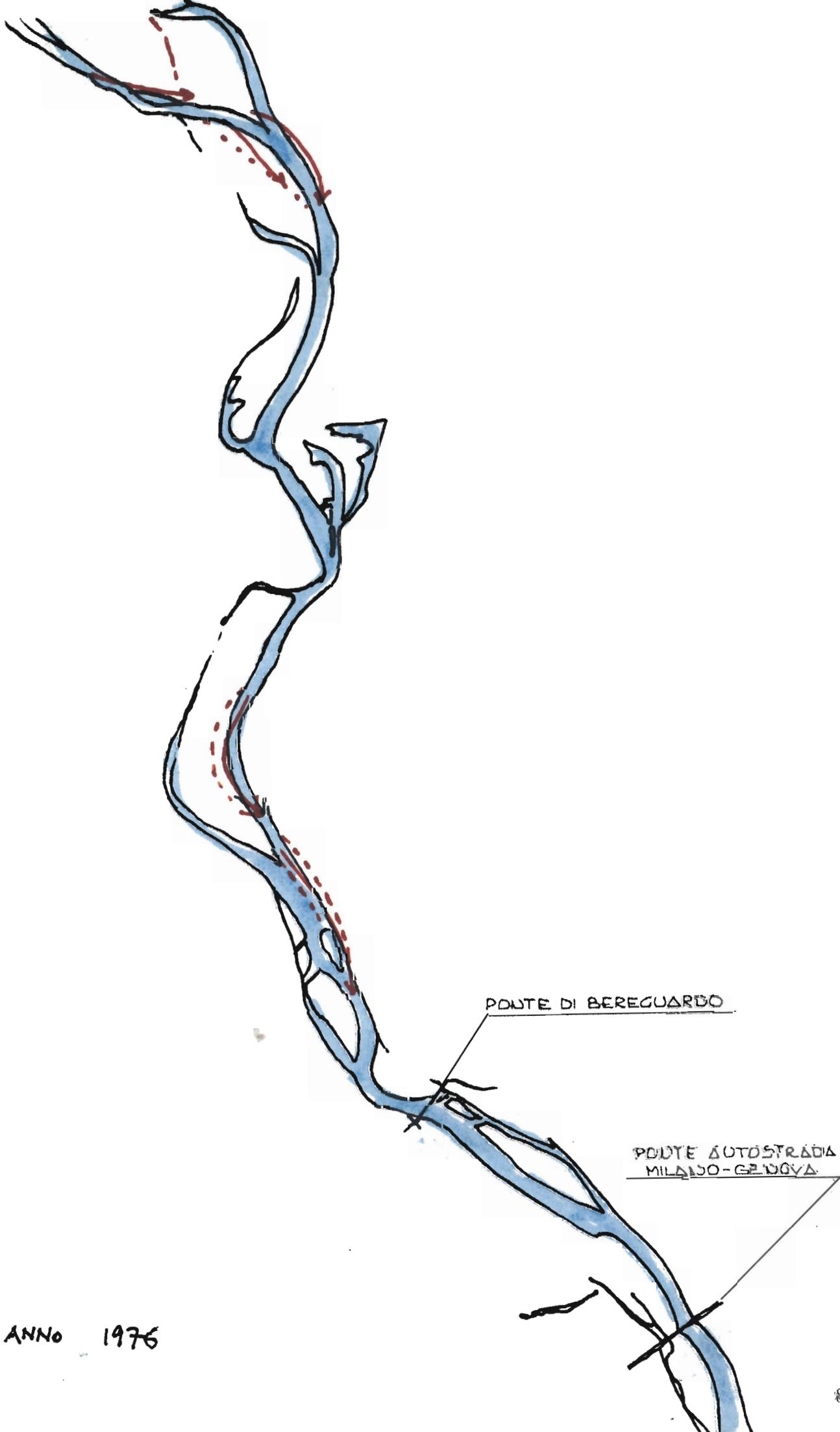
--- FUTURA SPOUDA

→ FUTURO FILONE
DI CORRENTE

LAUCA DELLA
VIGUA DEL PERO

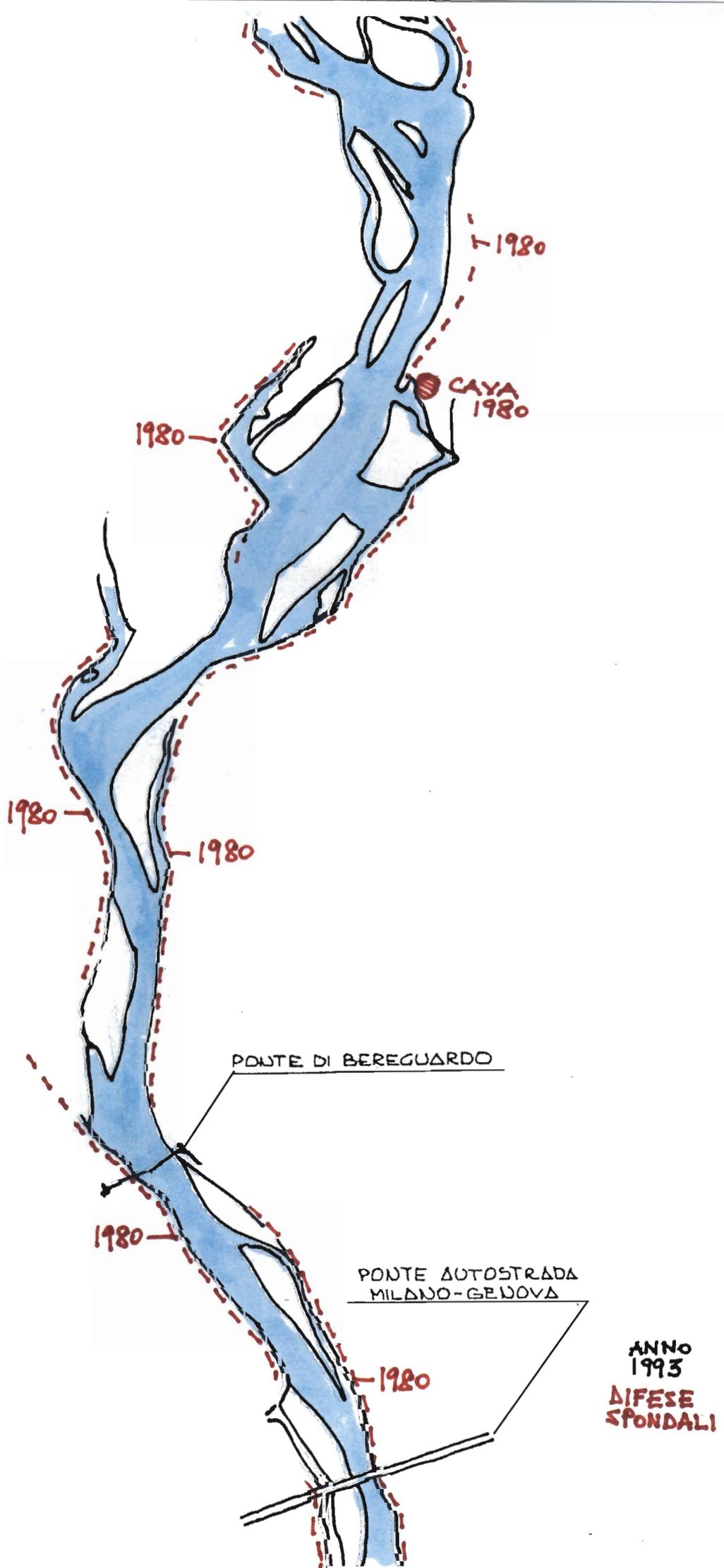
LAUCA DEL MULINO
DELLA VALLE

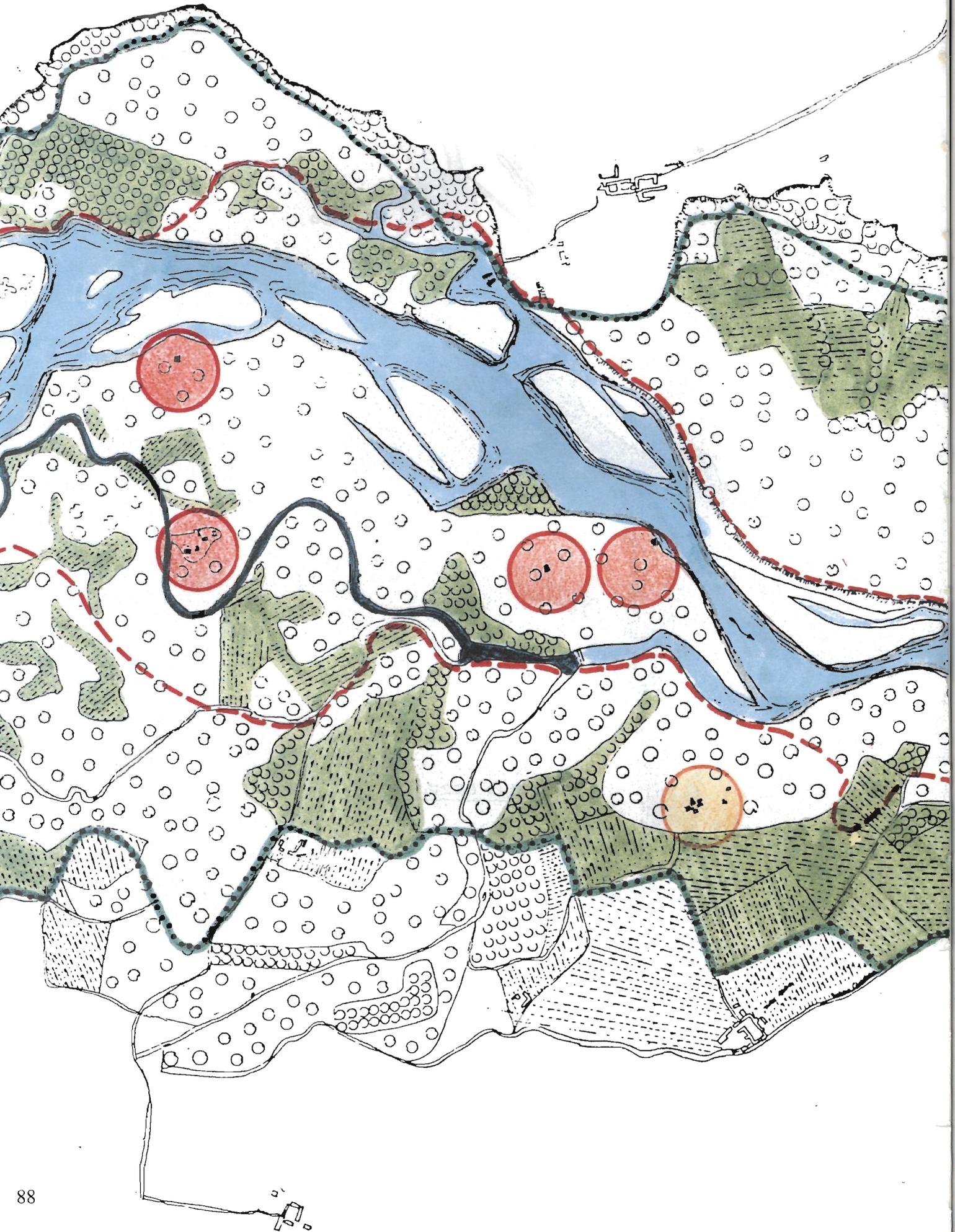
1961



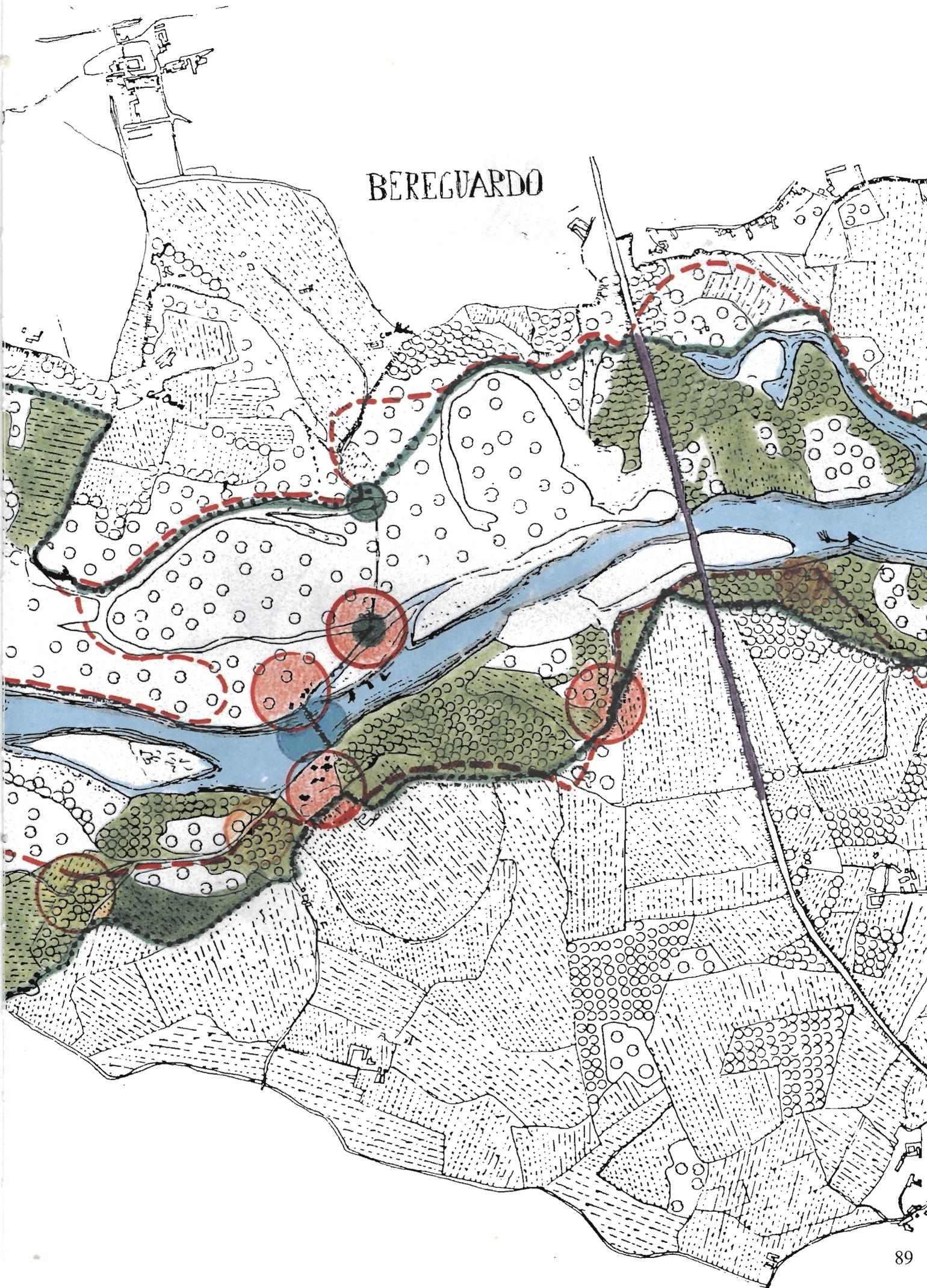
ANNO 1976







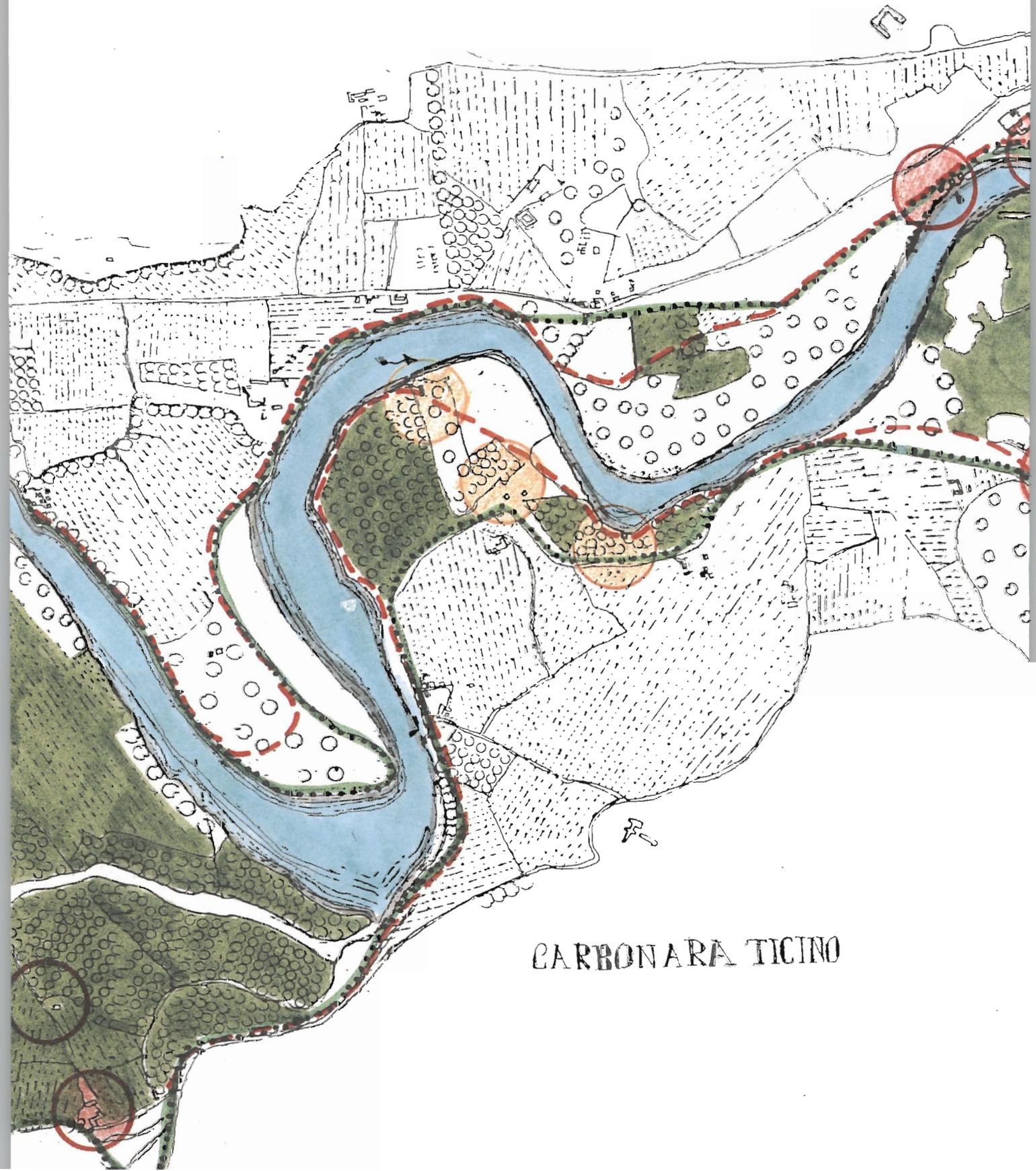
BEREGUARDO



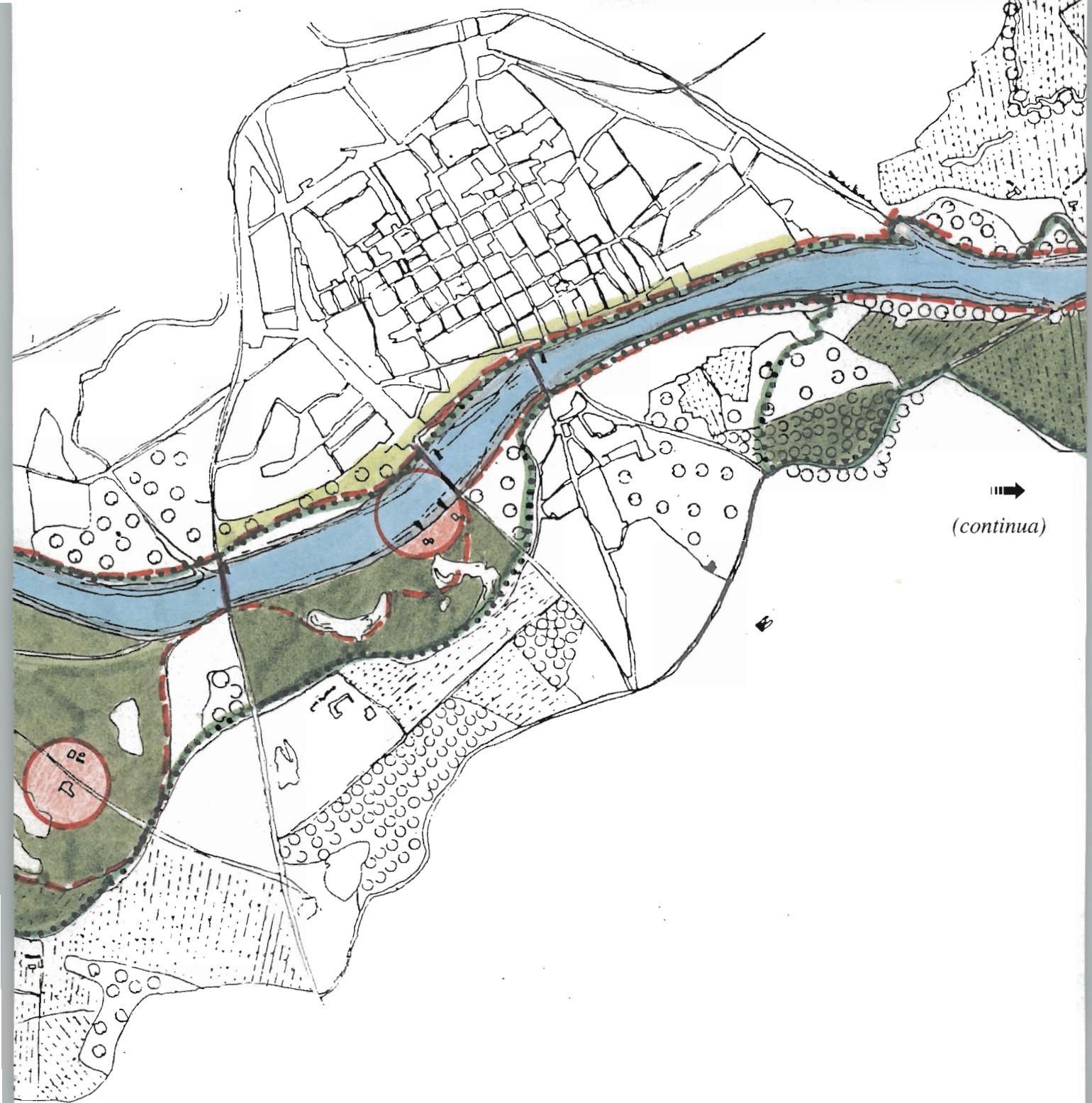
Tratto del Ticino
che attraversa
la città di Pavia
fino allo sbocco in Po

*dinamica del fiume
nell'arco di un secolo*

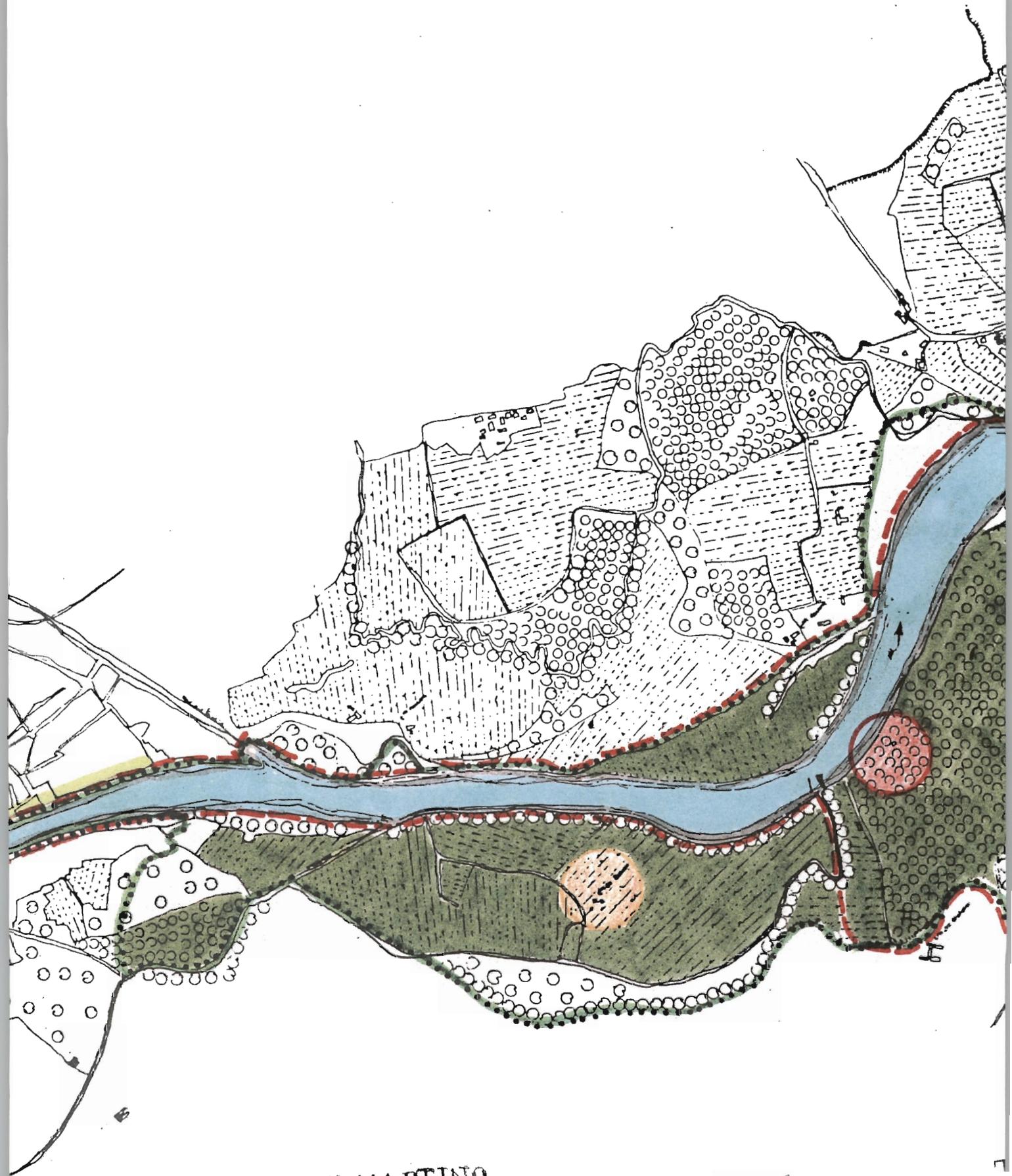
5.IV



CARBONARA TICINO



➡
(continua)



SAN MARTINO





ACÒ

*Elenco pubblicazioni tecniche
del Consorzio Parco Lombardo della Valle del Ticino*

Autore	Titolo	Anno Pubblicazione
VARI	Progetto "Carta Pedologica" I Suoli del Parco Ticino Abbiatense	1991
VARI	Progetto "Carta Pedologica" I Suoli del Parco Ticino Settore Settentrionale	1992
VARI	Progetto "Parco Pulito"	1993
VARI	IL TICINO: Studi e proposte sull'assetto Idrogeologico e sull'uso del territorio della valle fluviale	1994
VARI	La qualità dell'area nel Parco Regionale Lombardo della Valle del Ticino - Monitoraggio dell'area effettuato mediante analisi dei licheni	1995
VARI	Progetto "Carta Pedologica" I Suoli del Parco Ticino Settore Meridionale	1996
VARI	Strumenti per lo sviluppo dell'agricoltura sostenibile Esempio di applicazione del regolamento CEE 2078/92	1996
VARI	Gli insediamenti rurali del Parco del Ticino	1998
VARI	Le marcite	1998