



AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO
PARMA

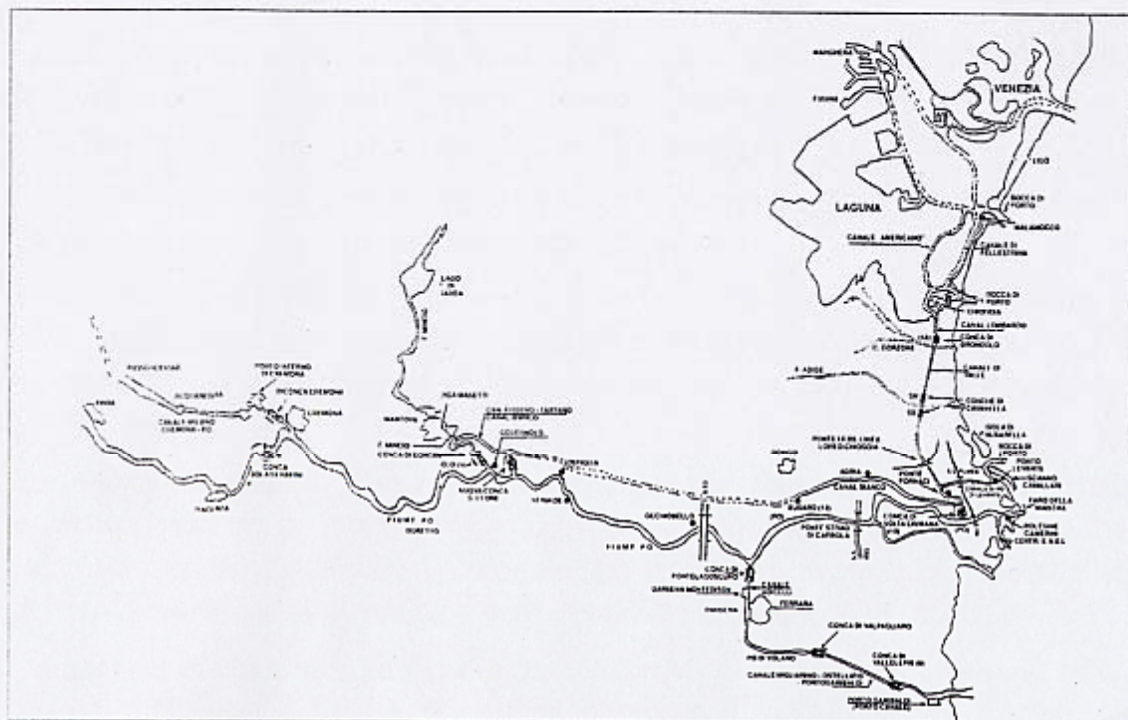
Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)

Interventi sulla rete idrografica e sui versanti

Legge 18 Maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6-ter

Allegato 1 all'elaborato 3.1. Asta Po: Linee generali di assetto idraulico e idrogeologico

Navigazione interna



Presentato al Comitato Tecnico del 27.04.1999

Indice

1. Premessa	1
2. Il problema dei trasporti	2
3. La rete idroviaria Padano-Veneta nelle attuali condizioni	4
4. Il programma di completamento dell'idrovia Padano-Veneta	12
5. Assetto fisico dell'alveo del fiume Po	16
5.1. Caratteristiche generali.....	16
5.2. Sistemazione dell'alveo di magra nel tratto Adda-Mincio	19
5.3. Abbassamento del fondo alveo	21
5.4. Il profilo longitudinale	23
6. Criteri di compatibilità degli interventi per nuove infrastrutture di navigazione	23

Stato ed evoluzione della navigazione interna in rapporto al Piano per l'Assetto Idrogeologico

1. Premessa

Per la rilevanza e l'incidenza sul bacino idrografico del Po delle opere per il completamento del Sistema Idroviario Padano-Veneto, devono essere considerati gli elementi di compatibilità tra gli interventi sul sistema idroviario e gli obiettivi, gli indirizzi e le prescrizioni del Piano di bacino collegati sia all'uso della risorsa idrica che alle interazioni con l'assetto fisico e idraulico del reticolo idrografico naturale e artificiale.

Il problema della navigazione interna nell'ambito del Piano di bacino si pone quindi su due piani:

- l'assetto idraulico e morfologico dei sistemi fluviali interessati,
- l'uso della risorsa,

connessi rispettivamente con i due principali *settori funzionali* riferiti, nel primo caso, alla difesa del suolo, oggetto dell'attuale Stralcio, e, nel secondo, alla tutela della qualità e all'uso razionale della risorsa idrica. Quest'ultimo oggetto di un successivo Progetto di "*Piano stralcio di tutela della qualità delle acque e per l'uso razionale della risorsa idrica*" le cui linee strategiche tendono:

- a. *per la tutela della qualità dei corpi idrici* al conseguimento di livelli di qualità richiesti dalle esigenze di tutela degli ecosistemi;
- b. *per l'uso razionale delle risorse idriche* al conseguimento di condizioni di ottimizzazione dell'uso della risorsa idrica finalizzata prioritariamente al suo risparmio e alla garanzia di compatibilità con la difesa degli ecosistemi naturali.

Per quanto riguarda la *difesa del suolo* bisogna considerare che le nuove opere di navigazione nel bacino del Po, in particolare lungo l'asta, possono comportare modificazioni dell'equilibrio morfologico dell'alveo fluviale con particolare riferimento alle quote di fondo, e delle condizioni di deflusso in piena.

Ne consegue che il programma di completamento del sistema idroviario dovrà essere sottoposto, a cura degli Enti competenti, all'Autorità di bacino per

l'espressione di uno specifico parere di compatibilità che ha lo scopo di accertare l'assenza di interazioni negative con le condizioni morfologiche dell'alveo fluviale nonché il rispetto delle prescrizioni generali di cui all'art. 15 delle Norme di attuazione del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali, approvato con D.P.C.M. del 24 luglio 1998. Il problema si pone sia in termini di compatibilità generale del programma, nel suo complesso, che di compatibilità dei singoli interventi.

2. Il problema dei trasporti

Un problema territoriale di notevoli dimensioni è l'aumento continuo del trasporto di merci e di passeggeri. È facile comprendere come un'area così densamente popolata e così ricca di attività, come il bacino del fiume Po, generi una domanda di trasporto molto elevata, sia per quel che riguarda la mobilità delle persone che per il trasporto delle merci.

Alla domanda generata dalle esigenze interne si somma quella derivante dalle merci in transito. Per la sua posizione la valle del Po è infatti attraversata da tutti i traffici correnti tra l'Europa e il centro-sud del Paese.

Lo Stato italiano ha investito enormi capitali nella rete stradale, alla quale, in passato, ha assegnato priorità assoluta rispetto allo sviluppo degli altri sistemi, lasciando in secondo piano la ferrovia e trascurando del tutto il trasporto per acqua. La situazione attuale è caratterizzata, come si evince dalla Tab. 2.1, da un forte squilibrio, il più pronunciato tra tutti i paesi d'Europa.

Tab. 2.1. Ripartizione modale del trasporto interno di merci in alcuni paesi europei dotati di idrovie: composizione percentuale dei valori in t/km

Paesi	1970				1980				1990 ¹			
	Ferrovie	Strada	Idrovia	Oleodotti	Ferrovia	Strada	Idrovia	Oleodotti	Ferrovia	Strada	Idrovia	Oleodotti
Germania	33,2	36,7	23,0	7,1	30,8	38,0	24,4	6,8	24,9	48,0	21,8	5,3
Belgio	28,2	46,8	24,1	0,9	24,9	56,9	18,2	n.d.	15,9	73,4	10,7	n.d.
Francia	38,3	37,6	8,1	16,0	32,4	45,8	3,9	16,2	26,0	59,2	3,4	11,4
Lussemburgo	63,3	11,7	25,0	-	52,0	22,0	26,0	-	26,1	55,7	3,7	14,5
Olanda	7,3	24,3	60,4	8,0	5,8	29,6	56,1	8,5	3,9	44,7	45,2	6,2
Svizzera	54,3	34,3	1,4	10,0	47,8	45,0	0,4	6,8	38,8	55,9	0,2	4,1
Italia	21,0	68,5	0,4	10,1	12,2	79,7	0,1	8,0	10,1	84,7	0,1	5,1
Regno Unito	21,5	74,5	1,7	2,3	14,8	75,4	1,9	7,9	11,6	79,8	1,5	7,1

¹ Per Belgio e Francia le percentuali si riferiscono al 1992, per Lussemburgo, Italia e Regno Unito le percentuali si riferiscono al 1988.

Fonte: Nostra elaborazione su dati della Commissione Economica per l'Europa delle Nazioni Unite, *Libro bianco sulle tendenze e l'evoluzione della navigazione interna e delle sue infrastrutture*, Nazioni Unite, New York e Genève, 1996..

Tutti i dati prodotti concordano nell'indicare che la situazione del nostro Paese è anomala nel quadro europeo. In sostanza, la marginalità del ruolo dell'idrovia in Italia risulta evidente se, scartate le brevi percorrenze, alle quali il trasporto idroviario è marginalmente interessato, consideriamo la composizione del traffico interno delle merci su medie e lunghe distanze, quelle superiori ai 50 km. I dati sono forniti dal Conto Nazionale dei Trasporti (CNT) del 1998 (Tab. 2.2).

Rimane estremamente ridotta la percentuale di mercato assorbita dalla navigazione interna (0,09% nel 1997, in lieve ripresa rispetto all'anno precedente) che peraltro ha registrato incrementi di prestazioni dal 1992 (65 milioni di t/km), al 1993 (97), al 1994 (108) e al 1995 (135), facendo segnare una lieve flessione nel 1996 (125) e una significativa ripresa nel 1997 (201).

Tab. 2.2. Traffico interno di merci in Italia: valori assoluti (milioni di t/km) e composizione percentuale (Conto Nazionale dei Trasporti 1998)

Anni	Ferrovie dello Stato (a)	Navigazione interna (b)	Navigazione di cabotaggio (c)	Navigazione aerea (Traffico interno) ¹ (d)	Autotrasporto Distanze > 50 Km (e)	Oleodotti Distanze > 50 Km (f)	Totale
Valori assoluti							
1970	18.906	350	26.199	11	43.132	8.780	97.378
1980	19.031	203	31.112	19	82.392	11.317	144.074
1990	21.855	117	35.665	33	107.379	11.098	176.147
1994	23.308	108	34.685	25	111.669	12.107	181.902
Nuova serie storica ²							
1995	24.673	135	35.307	29	137.254 ⁴	12.252	209.650
1996	23.994	125	39.878	30	139.863 ⁴	12.612	216.502
1997	26.152	201	40.476 ³	30 ³	142.270 ⁴	13.200 ³	222.329
Composizione percentuale							
1970	19,42	0,36	26,90	0,01	44,29	9,02	100,00
1980	13,21	0,14	21,59	0,01	57,19	7,86	100,00
1990	12,41	0,07	20,24	0,02	60,96	6,30	100,00
1994	12,81	0,06	19,07	0,01	61,39	6,66	100,00
Nuova serie storica ²							
1995	11,77	0,07	16,84	0,01	65,47	5,84	100,00
1996	11,08	0,06	18,42	0,01	64,60	5,83	100,00
1997	11,76	0,09	18,21	0,01	63,99	5,94	100,00

¹ Voli interni regolari

² Serie storica derivante dall'applicazione di nuovi criteri di indagine Istat sull'autotrasporto adottato a decorrere dal 1995. I confronti con la precedente serie storica non sono pertanto significativi.

³ Dati stimati o provvisori.

⁴ Indagini su veicoli di portata > 3,5 t.

- a) F.S.
- b) Dal 1980 dati forniti dall'Intesa Interregionale per la navigazione interna elaborati a cura della Direzione Generale P.O.C..
- c) Elaborazione dati dell'indagine relativa ai movimenti di merci nei porti realizzata dall'Istat.
- d) Ministero dei Trasporti e della Navigazione, Direzione Generale Aviazione Civile.
- e) Conto Nazionale dei Trasporti 1998.
- f) Ministero dei Trasporti e della Navigazione, Direzione Generale P.O.C..

3. La rete idroviaria Padano-Veneta nelle attuali condizioni

Il Po, nel tratto medio inferiore, dalla confluenza del Ticino al mare, per una lunghezza di circa 400 km è l'asse storico della rete idroviaria italiana (Tab. 3.1).

Oggi la navigazione è limitata fino a Cremona, salvo i periodi di acque alte, essendo interrotta alla conca dello sbarramento di Isola Serafini, che non consente più di superare lo sbarramento, in ragione dei consistenti abbassamenti di fondo alveo che si sono verificati a valle.

Da Cremona al mare Adriatico, il Po è oggi navigato con navi e convogli delle classi Va e Vb.

La scelta del Po nei confronti della costruzione di canali navigabili paralleli venne confermata dalle Commissioni Parlamentari che, all'inizio del secolo, studiarono i piani per lo sviluppo della Rete Idroviaria Padano-Veneta. Allo stesso periodo risalgono le scelte per i collegamenti tra il Po e i porti del mare Adriatico, ad un'estremità, e tra il Po e Milano, verso l'interno.

Per i collegamenti al mare, scartata la soluzione di un'uscita diretta attraverso la foce del Po, che è impraticabile a causa delle barre sabbiose che si formano in continuità, vennero previsti e costruiti due canali:

- il *canale Po-Brondolo*, lungo 19 km, in sinistra, diretto alla Laguna di Venezia, dove, attraverso i canali lagunari, la navigazione fluviale arriva ai porti di Venezia e di Chioggia e si collega al canale Padova-Venezia e all'idrovia Litoranea Veneta che termina nel golfo di Trieste, presso il porto di Monfalcone;
- l'*Idrovia Ferrarese*, in destra, che permette al traffico fluviale di raggiungere il mare a Porto Garibaldi.

Oltre a questi due canali la navigazione fluviale può arrivare direttamente al mare percorrendo il Po di Levante, che è un ramo abbandonato del delta del Po, lungo 19 km, che sbocca in mare a Porto Levante.

Il Po è inoltre collegato a Mantova dal tronco inferiore del fiume Mincio, lungo 20 km.

Questa, con l'aggiunta di un canale parallelo al Po, il Fissero-Tartaro-Canalbiano, lungo 140 km da Mantova al mare, in gran parte già costruito, e di un prolungamento dell'Idrovia Ferrarese fino al Porto di Ravenna è la Rete Idroviaria Padano-Veneta nelle attuali condizioni.

Tab. 3.1. Infrastrutture idroviarie italiane (linee in esercizio) anno 1997

Asta	Classe (a)	Lunghezza km
Fiume Po (da Pavia a Polesine Camerini compresi 7 km di Ticino) (b)	IV	406
idrovia Milano-Cremona (da Pizzighettone a Cremona) (c)	IV	14
Fiume Mincio (da Mantova al Fiume Po)	IV	21
Idrovia Ferrarese (dal fiume Po a Porto Garibaldi)	IV	70
Idrovia Fissero-Tartaro-Canalbiano-Po di Levante (dal porto di Rovigo al mare) (d)	IV	50
Idrovia Po-Brondolo (da Volta Grimana alla Laguna Veneta-Conca di Brondolo)	IV	18
Canali interni alla Laguna Veneta (Brondolo-Chioggia-Malamocco-Marghera-Venezia-Lido) (e)	IV	73
Canale dei Navicelli (dal porto di Livorno alla darsena del Porto di Pisa)	IV	16
	Totale	668
Idrovia Litoranea Veneta (da Cavallino a Foce Isonzo) (f)	III-II	104
Fiume Piave (da conca Revedoli a S. Donà di Piave)	II	18
Idrovia del Sile (da Venezia a Fiera di Treviso)	II	31
Canali interni della laguna di Venezia (Lido-Portegrandi-Cavallino) (g)	III-IV	30
	Totale	183
	Totale idrovie	851
Altre Idrovie di I e II classe		n.d.
Totale linee dei laghi e Venezia (A.C.T.V.)	IV-V	612
	Totale rete idroviaria	1.463

a) Classificazione CEMT.

b) Sul tratto Pavia Piacenza Cremona vengono attualmente svolti traffici di inerti a raggio locale e traffici episodici di natanti o parti di natanti prodotti da cantieri siti in Pavia.

c) L'Idrovia Milano Cremona è in progetto da Milano a Pizzighettone.

d) L'Idrovia Fissero-Tartaro-Canal Bianco-Po di Levante da Mantova al Porto di Rovigo per un'estesa di km 82 è in stato di avanzata realizzazione, mancando per il suo completamento la modifica di due ponti che l'attraversano: è anche ultimato il collegamento tra il fiume Mincio e l'Idrovia Fissero-Tartaro-Canal Bianco-Po di Levante per un'estesa di km 4.

e) Questi canali interni della Laguna Veneta sono quelli che uniscono il Po e le idrovie ad esso direttamente collegate con i porti di Chioggia e di Venezia; esse comprendono anche i canali marittimi di grande navigazione che attrezzano il porto; ad essi è collegata l'Idrovia Padova- Venezia (km 28) costruita per circa la metà.

f) La lunghezza della litoranea Veneta è stata considerata al netto della sua parte lagunare.

g) Questi canali interni della laguna Veneta sono quelli che uniscono la litoranea Veneta e il fiume Sile agli altri canali della Laguna.

Fonte: Unione Navigazione Interna Italiana, 1997.

Oggi, la navigazione si svolge:

- sul fiume Po, a servizio dei porti di Cremona e di Mantova, delle banchine di Boretto (RE) e di Casalmaggiore (CR), degli scali fluviali di Ostiglia, Sermide e Isola Camerini;
- sul canale Po Brondolo e sui canali lagunari per la relazione con i porti di Venezia Marghera e di Chioggia;
- sul Po di Levante per i traffici fluviomarittimi con i porti del Basso Adriatico, dell'Istria e della Dalmazia;
- sulla Idrovia Ferrarese, limitatamente alle relazioni fluviomarittime che interessano Ferrara, dato che la conca di comunicazione tra il canale e il Po, a Pontelagoscuro, è in fase di ricostruzione dopo che l'abbassamento dell'alveo l'ha messa fuori servizio, come è già accaduto per la conca di Isola Serafini.

Il traffico complessivo è modesto ma in fase di sviluppo, con l'entrata in esercizio dei primi porti moderni. Interessa principalmente: prodotti petroliferi, caolino e argille, granaglie e farine, gas di petrolio liquido, legnami, prodotti chimici, carichi eccezionali, merci varie.

I porti principali sono:

- il *porto industriale di Mantova*, che ha in funzione soltanto gli scali industriali privati ed ha un traffico medio di 600.000 t/anno;
- il *porto di Cremona*, il cui esercizio è iniziato nel 1992, che ha totalizzato nel 1993 una movimentazione di 113.400 t, triplicando la movimentazione dell'anno precedente e avviando una linea regolare fluviomarittima per il trasporto di cemento da Labin (Croazia) e di prefabbricati da Cremona a Spalato.

Per il trasporto del GPL viene impiegata un'apposita flotta, costituita da convogli a spinta. Viene effettuato in salita dal terminal marittimo di Porto Levante a Cremona, su un percorso che comprende:

- per 260 km la navigazione nel Po
- per 20 km la navigazione in canale
- 2 conche.

I trasporti di rinfuse solide (sfarinati e fertilizzanti) vengono effettuati con convogli a spinta di caratteristiche compatibili con le dimensioni delle conche del canale Po-Brondolo, classe IV, con composizioni varie fino a raggiungere portate di 1.400 t con quattro chiatte, affiancate 2 a 2 per il percorso lungo il Po.

Il trasporto di cemento viene effettuato su tragitto fluviomarittimo dallo stabilimento di Caramancino, in Istria, presso Albona, fino alla banchina di Boretto e al porto di

Cremona. Il percorso è lungo complessivamente 410 km e viene effettuato in 35-40 ore di navigazione.

I limiti più onerosi della navigazione padana vengono essenzialmente:

- dalla presenza di strozzature sui canali che collegano il Po ai porti marittimi;
- dalla incertezza e dalla insufficienza dei fondali del Po;

Il Po gode, tuttavia, di condizioni favorevoli alla navigazione. Presenta infatti rapporti favorevoli tra due fattori decisivi:

- valori molto contenuti della pendenza longitudinale (a 300 km dalla foce il Po, a Cremona, ha i livelli delle magre che sono a 28 m s.m.; mentre ad esempio il Rodano a Lione, alla medesima distanza dalla foce, raggiungere il livello di 160 m s.m.);
- valori della portata di magra che rimangono dell'ordine di 400 m³/s anche dopo che gli sono state sottratte le imponenti derivazioni richieste dalle irrigazioni.

Un'ulteriore particolarità favorevole, tipica del Po, è che esso raggiunge il pieno della sua portata già a 170 km dal mare, perché il suo bacino imbrifero si chiude in sinistra alla foce del Mincio e, destra, alla foce del Panaro.

Va aggiunto che il problema del Po, per quel che riguarda i fondali, è sensibilmente diverso nei due tronchi.

- A monte di foce Mincio, dove le opere di sistemazione sono quasi completate, il tracciato del fiume è già stabilizzato e resta ormai soltanto la necessità di affinare le geometrie delle opere di regolazione. I punti dove si formano bassi fondali sono fissi, sono in numero limitato e richiedono interventi manutentivi limitati.
- A valle di foce Mincio, in particolare nel tronco fino a Pontelagoscuro, lungo 70 km, il corso del fiume non ha subito sistemazioni ai fini della navigazione e presenta di conseguenza fondali insufficienti in numerosi tratti.

Su quest'ultimo tronco infatti, ai buoni valori della magra di riferimento che sono praticamente uguali a quelli del tronco di monte, si accompagnano valori particolarmente limitati della pendenza. Ad Ostiglia, a 150 km dalla foce, il livello della magra equivalente è di circa 8,50 m sul livello del mare.

Al di là delle strozzature localizzate, la limitazione più onerosa all'esercizio della navigazione sul Po è rappresentata dalla insufficienza e instabilità dei fondali oggi esistenti. Tali valori sono documentati con continuità dai rilievi giornalieri che l'A.R.N.I. esegue in circa 300 punti, da Isola Serafini al faro di Pila.

I dati relativi agli ultimi venti anni ed un loro esame critico portano a formulare le seguenti osservazioni più rilevanti.

- a) I fondali del tronco a monte di foce Mincio, dove i lavori di sistemazione dell'alveo di magra sono stati portati ad un buon grado di completamento, sono quelli che il fiume assicura senza interventi di dragaggio, ad esclusione dei punti dove la geometria non è stata impostata correttamente (es.: Casalmaggiore e Boretto).

I dati complessivi del tronco evidenziano fondali insufficienti in un numero di punti fissi molto contenuto, peraltro facilmente rimuovibili con operazioni di dragaggio.

- b) A valle di foce Mincio le deficienze di fondale sono più severe e l'impegno in drenaggio necessario, per rimuoverle, è molto più oneroso a causa della lunghezza banchi di sabbia che ostruiscono il canale navigabile.
- c) L'efficacia delle opere di sistemazione dell'alveo di magra appare evidente non appena si confrontino i risultati degli anni recenti con i rilievi già effettuati da diversi autori prima e durante l'esecuzione delle opere stesse. Nella Tab. 3.2, seguente, vengono riportati i valori relativi al triennio 1956-57-58, quando l'esecuzione dei lavori era largamente incompleta e al triennio 1968-69-70 con i lavori eseguiti all'80-90%, triennio analogo al precedente come situazione idrometrica di magra e che può essere rappresentativo di uno stato medio; entrambi i periodi vengono confrontati con i valori medi dell'ultimo triennio disponibile.

Tab. 3.2. Permanenze dei fondali nel tronco Cremona-Foce Mincio

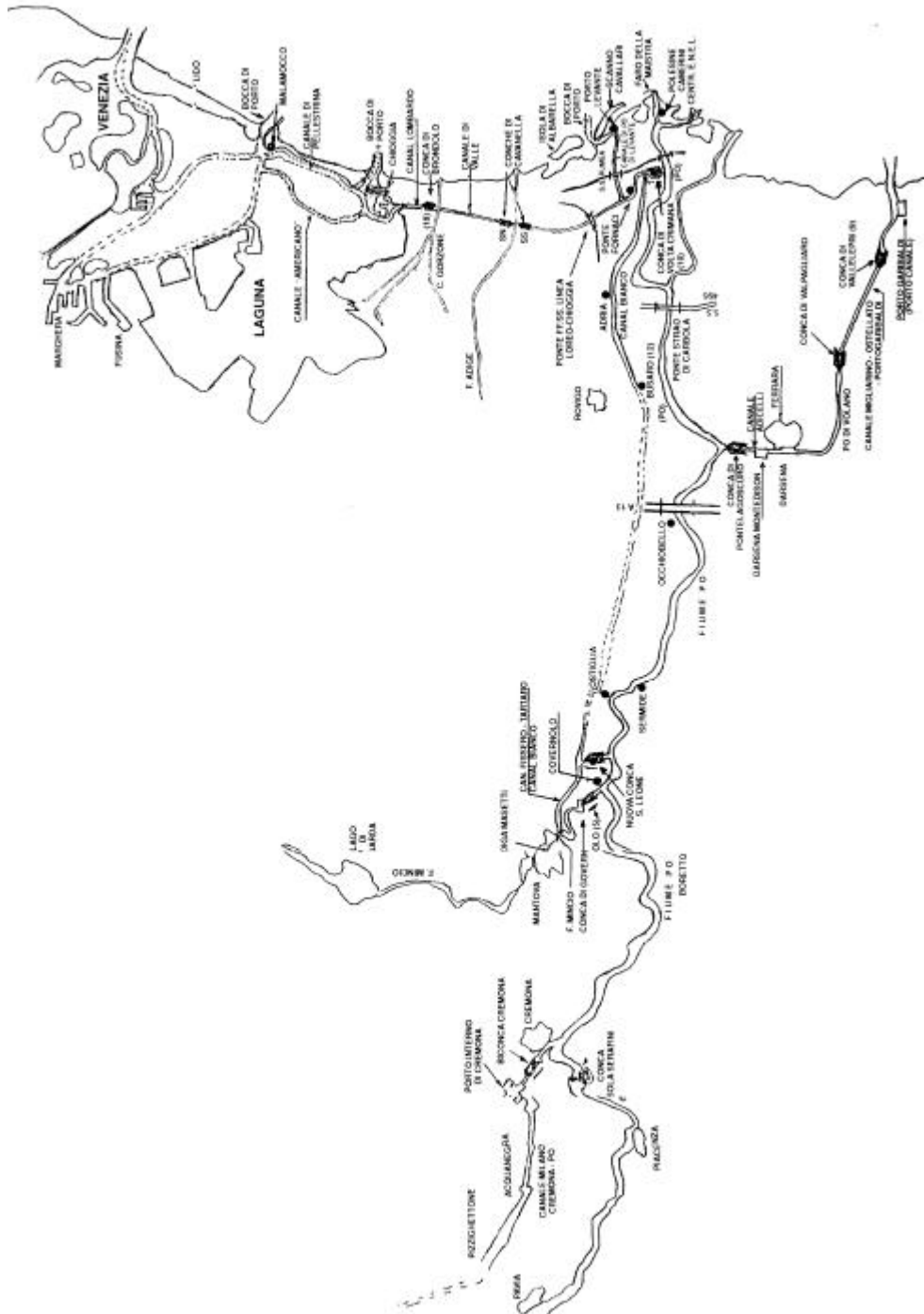
Periodo	Numeri di giorni con fondale		
	≥ 2,50	≥ 2,00	≥ 1,50
1956-57-58	20	60	140
1968-69-70	120	200	320
1986-87-88	157	247	355
1991-92-93	167	268	-

- d) All'interno del tratto, il tronco che presenta le condizioni meno favorevoli è quello di monte tra Cremona e Foce Oglio. Per gli altri tronchi i risultati mostrano condizioni molto favorevoli; infatti fondali dell'ordine di m 2,90 consentono un buon margine di sicurezza rispetto alle irregolarità del fondo e alle insufficienze localizzate permettendo così di ottenere una grande linea navigabile.

Riprendendo in esame il tronco che va da Boretto (prog. km 71,00) fino a valle di foce Oglio (prog. km 100,00 circa) è possibile analizzare quali risultati siano conseguibili dove le opere di sistemazione dell'alveo di magra sono state progettate correttamente ed eseguite con buon grado di completezza.

Esaminando i fondali registrati dal ARNI negli anni più recenti nel tratto in esame e confrontandoli con l'asta principale del Po, si ottengono i risultati riassunti nella Tab. 3.3 seguente.

Fig. 3.1. Infrastrutture di trasporto per vie d'acqua interne



Fonte: Unione Navigazione Interna Italiana, 1996.

Tab. 3.3. Tronco Boretto-Foce Oglio: confronto della durata in giorni dei fondali $\geq 2,50$ m con quelle relative all'asta principale del Po

Anno	Valori annuali		
	Numero di giorni con fondale $\geq 2,50$ m		
	Tronco Boretto Foce Oglio	Tronco Cremona Foce Mincio	Tronco Cremona Volta Grimana
1982	304	193	-
1983	337	163	125
1984	318	211	158
1985	274	149	109
1986	298	150	118
1987	287	144	115
1988	342	175	134
Valori medi quinquennali			
1982 - 1986	306	173	-
1983 - 1987	303	163	125
1984 - 1988	304	166	127

Si vede come i fondali maggiori di m 2,50 siano garantiti anche in anni caratterizzati da deflussi modesti e magre assai prolungate, per durate prossime o maggiori ai 300 gg/anno, risultato che si riduce mediamente al 50-55% considerando il tronco Cremona-Foce Mincio e addirittura al 40% sull'intero percorso da Cremona a Volta Grimana. Considerando i valori medi quinquennali si hanno risultati sempre vicini o superiori ai 300 gg/anno, dato che non si scosta molto dai 340 gg/anno richiesti da tutti i programmi attuali.

Tali risultati sono poi particolarmente significativi se si considera che dal punto di vista delle portate disponibili il tronco in esame soffre di condizioni particolarmente sfavorevoli in quanto risente del prelievo effettuato a Boretto dagli impianti del Consorzio di Bonifica Parmigiana Moglia ($60 \text{ m}^3/\text{s}$ nel periodo irriguo) e non può usufruire di ulteriori portate fino alla foce dell'Oglio, che immette nel punto terminale del tronco.

Vale la pena anche di rilevare che nessun dragaggio di manutenzione vi è stato eseguito dall'ARNI negli anni considerati e quindi si può concludere che i positivi valori registrati dipendono dal funzionamento delle opere di regolazione.

Va altresì rilevato che tale tratto ha evidenziato un buon comportamento alle sollecitazioni idrauliche conseguenti agli ultimi eventi di piena del Po.

4. Il programma di completamento dell'idrovia Padano-Veneta

Come in tutti i Paesi europei anche in Italia si è assistito, in questi ultimi anni, ad una crescita impressionante del trasporto merci. Ma la caratteristica principale del sistema italiano dei trasporti è la nota presenza di notevoli disfunzioni in tutti i comparti modali, che ha finora trovato risposta solo in una dilatazione del trasporto stradale. Sulla base di questa constatazione, il Parlamento e il Governo italiano ha dato vita nel 1986 ad un *Piano Generale dei Trasporti* (P.G.T.) per la ricerca di un equilibrio fra le diverse modalità, da perseguire operando scelte politiche mirate al recupero in breve tempo del "gap" di dotazioni infrastrutturali e di meccanismi gestionali rispetto ad altri Paesi.

Attraverso il P.G.T. l'Italia ha inteso avviare un processo di progressiva e normale valorizzazione delle diverse modalità di trasporto, nessuna esclusa, ed una loro efficace correlazione e integrazione in ambito intermodale.

Per quanto riguarda la navigazione interna, nella prima stesura del P.G.T. si afferma che *"occorre creare le condizioni per raggiungere un rapporto più equilibrato fra i diversi modi di trasporto, attivando tutte le azioni atte a stimolare un graduale spostamento dei futuri incrementi di traffico verso le vie d'acqua marittime e fluviali"*.

Fra i provvedimenti indicati dal Piano in conseguenza del principio sopra riportato vi è *"l'impegno per l'attuazione di un sistema idroviario padano e per le conseguenti iniziative attraverso un Piano poliennale"*.

Nel primo aggiornamento triennale del P.G.T., del 1991, tale indicazione viene decisamente riaffermata: *"in un meccanismo operativo integrato, la navigazione interna diviene componente di un ciclo nel quale la scelta modale segue la via della convenienza complessiva, assegnando ai singoli modi un ruolo di supporto reciproco e di complementarietà, al di là dei tradizionali limiti nella interscambiabilità tra i medesimi"*.

Ed ancora:

"Pur scontando l'ovvia constatazione di un suo significato sostanzialmente circoscritto ad una ben determinata area, quella padana, la rete idroviaria italiana può giocare un ruolo di rilievo proprio come prolungamento strategico del cabotaggio dal mare al cuore dell'industria del Paese - cuore sempre più ricco di infrastrutture interportuali - in raccordo con l'autotrasporto, fungente in questo caso da veicolo di distribuzione trasversale rispetto alle direttrici idroviarie. Ciò sottolinea l'urgenza, anzitutto, degli interventi che restano da

compiere per rendere effettivamente esistente come rete idroviaria quella che oggi ne rappresenta più che altro una potenzialità, eliminando le strozzature ancora presenti ed attrezzando idonei porti idroviari. Ma occorre altresì avviare una concreta capacità gestionale che sappia coagulare la domanda utilizzabile su un terreno di coerenza fra interessi aziendali e interessi territoriali e ambientali.

In questo senso, dunque, lo sviluppo del cabotaggio e il potenziamento del sistema idroviario vengono a costituire due momenti necessari di evoluzione strategica del trasporto delle merci, realizzando un effettivo intermodalismo a vantaggio di un migliore equilibrio dell'assetto del trasporto interno e di una più alta efficienza globale".

La traduzione di tali indicazioni programmatiche si è avuta con la legge 29/11/90 n. 380, riguardante "**Interventi per la realizzazione del sistema idroviario padano-veneto**", che ha definito tale sistema di "preminente interesse nazionale".

Il CIPET (Comitato Interministeriale per la programmazione del trasporto), nel 1992, ha provveduto con propria delibera ad approvare il tracciato della rete ed il relativo piano pluriennale di attuazione che prevede un programma di interventi stimato complessivamente in 4.906 miliardi di lire (a costi 1989).

L'articolo 6 della stessa legge ha autorizzato la spesa di 110 miliardi da destinarsi alle regioni Emilia Romagna, Piemonte, Lombardia, Friuli-Venezia Giulia e Veneto ed al Ministero dei Lavori Pubblici per la realizzazione di interventi prioritari relativi al fiume Po e ad altre vie navigabili facenti parte del sistema idroviario padano-veneto. Tale stanziamento sarebbe stato successivamente incrementato di 20 miliardi con la legge finanziaria 1994.

A seguito della Legge 380/90, il D.M. 25/06/1992 n. 759, emanata dal Ministero dei Trasporti, ha definito analiticamente l'insieme degli elementi (fiumi, idrovie, canali, porti interni, terminali idroviari) che costituiscono, nel loro complesso, il sistema navigabile. La rete approvata comprende:

- il fiume Po da Casale Monferrato a Foce Ticino, km 66
- il fiume Po da Foce Ticino al mare km 389
- il fiume Ticino da Pavia alla confluenza con il Po km 7
- il fiume Mincio da Mantova alla confluenza con il Po km 21
- il canale Po-Brondolo km 19
- l'idrovia Litoranea Veneta da Portegrandi a Foce Isonzo km 140
- il canale Milano-Cremona-Po km 66
- l'idrovia Ferrara-Ravenna km 87

- il canale Padova-Venezia km 28
- il canale Tartaro-Canalbianco km 136

per un totale quindi di km 959.

Il decreto individua anche i porti interni ed i terminali idroviari in quanto elementi funzionali che costituiscono parte integrante della rete. Articolati per ambito regionale di appartenenza, i porti sono:

- Piemonte: Casalmongera;
- Lombardia: Cremona, Mantova, Lodi (sul canale Milano-Cremona), Milano, Pavia, Casalmaggiore, Pizzighettone, Ostiglia;
- Emilia-Romagna: Pontelagoscuro, Pieve Saliceto (PEC), la banchina di Piacenza ed il terminale idroviario sul porto di Ravenna;
- Veneto: Rovigo, Porto Levante, Legnago, Padova.

Il citato D.M. 25/06/1992 n. 759, che ha definito l'insieme degli interventi che costituiscono il sistema navigabile, non si è posto nell'ottica di considerare i necessari elementi di compatibilità con il Piano di bacino che, oggi, ha la finalità, attraverso il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico, di promuovere una programmazione degli usi del suolo compatibile con i fini della difesa e funzionale ad assicurare un livello di sicurezza adeguato sul territorio. È una delle ragioni per cui il programma risulta datato, certamente carente sotto questo profilo.

Con delibera in data 7/06/93 il CIPET ha approvato gli indirizzi per l'azione italiana in sede comunitaria relativamente al comparto dei trasporti. Con tale delibera si afferma che la realizzazione di una rete europea di trasporti assume importanza primaria in vista di un'integrazione economica con il resto dell'Europa. In questo ambito, con tale delibera viene attribuito carattere prioritario ai diversi progetti intermodali fra i quali il sistema Adriatico e il collegamento con la Grecia.

Il sistema idroviario padano-veneto è stato inserito, nel frattempo, negli schemi della navigazione interna e del trasporto combinato dell'Unione Europea, a seguito della decisione n. 1692 del 28/7/96.

L'importanza della navigazione interna in ambito europeo è confermata dall'Accordo europeo sulle grandi vie navigabili d'importanza internazionale, stipulato a Ginevra nel gennaio 1996 e aperto alla firma dei Ministri dei trasporti durante la Conferenza paneuropea di Helsinki (23-25/06/1997). Nel settembre 1997 l'accordo suddetto è stato firmato anche dall'Italia.

Nel 1996 è stato istituito un Comitato tecnico-economico per il coordinamento dello studio di fattibilità per la realizzazione del sistema idroviario padano-veneto

e per la progettazione di tratte funzionali. Il Comitato ha definito i tempi, criteri e indirizzi per la redazione dello studio di fattibilità.

La necessità di un aggiornamento del Piano poliennale ha portato il Parlamento ad approvare, recentemente, due distinti provvedimenti legislativi:

- la legge 18/06/1998 n. 194 “*Interventi nel settore dei trasporti*”. Al comma 12 dell’art. 2 viene autorizzata la spesa di 80 miliardi (20 per il 1997, 30 per ciascuno degli anni 1998 e 1999) per la realizzazione degli interventi previsti dal Piano pluriennale di attuazione concernente il sistema idroviario padano-veneto;
- la legge 30/11/1998 n. 413 “*Rifinanziamento degli interventi per l’industria cantieristica ed armatoriale*” che all’art. 11 autorizza una spesa di 40 miliardi per 15 anni a partire dall’anno 2000 a favore del sistema idroviario padano-veneto (complessivamente 600 miliardi comprensivi degli interessi dei mutui quindicennali). Il Ministro dei Trasporti provvederà, previa intesa con le Regioni interessate, alla definizione e localizzazione degli interventi.

Gli interventi previsti sono i seguenti:

Tab. 4.1. Programma degli interventi idroviari previsti, distinti per appartenenza all’ambito idrografico di bacino del fiume Po, e importo lavori

Località	Opera	Nel bacino idrografico del Po (mld)	Fuori bacino del Po (mld)
Idrovia Fiume Po	a) Idrovia ferrarese (collegamento del Po con Porto Garibaldi in direzione medio e sud Adriatico. L'idrovia sarà adeguata alla classe V)	175	
	b) Regolazione alveo Po tronco Cremona Porto Tolle (in corrispondenza a vari punti di passaggio con caratteristiche inadeguate alla classe Vb)	30	
	c) Sistemazione Po tronco Piacenza-Cremona (Isola Serafini) (contributo)	30	
Canale Fissero-Tartaro- Canal Bianco	a) Canale Brondolo (adeguamento alla classe V sbocco a mare)		80
	b) Canale di accesso al porto di Rovigo (Adeguamento a classe V del canale di accesso al porto di Rovigo da Porto Levante)		20
	c) Tratto Ostiglia-Rovigo (adeguamento alla classe IV)		29
	d) Completamento del tronco Po-Mantova-Ostiglia		30
Canale Milano-Cremona	a) Ricostruzione della conca di Cremona (contributo)	43	
	b) Nuovo canale Pizzighettone-Bertonico (contributo)	27	

Località	Opera	Nel bacino idrografico del Po (mld)	Fuori bacino del Po (mld)
Interventi sui tronchi a valenza turistica della nautica da diporto	Litoranea veneta (Friuli)		3
Porti	a) Porto di Cremona (completamento)	10	
	b) Porto di Mantova (completamento)		11
Idrovia piemontese	Progetto di massima	2	
<i>Totale</i>		<i>317</i>	<i>173</i>

Quanto fin qui esposto rappresenta sinteticamente il recupero da parte dello Stato italiano di una visione strategica del trasporto merci; a fianco di una programmazione per integrare fra loro le differenti modalità di trasporto, si ha dunque una prima serie di atti concreti per completare e sviluppare il sistema idroviario padano-veneto al fine di trasferire sulle vie d'acqua quote di traffico attualmente affidate in preponderanza alla vie terrestri.

5. Assetto fisico dell'alveo del fiume Po

5.1. Caratteristiche generali

Il fiume Po, nel tratto Cremona-mare o in termini più estesi nel tratto confluenza Ticino (Pavia)-mare costituisce la struttura portante del sistema idroviario padano-veneto. Nel seguito vengono illustrate in sintesi le caratteristiche principali, connesse al regime idraulico e all'assetto fisico dell'alveo, che hanno attinenza con l'utilizzo ai fini della navigazione.

Dalla confluenza del Ticino a quella del Trebbia nel primo tratto, fino a Monticelli Pavese (circa 21 km), l'alveo è sub-rettilineo, come risultato di numerosi tagli artificiali di curve attuati nel secolo scorso, ed è ora sede di processi erosivi spondali di notevole intensità nel canale di magra, interpretabili come propensione a ristabilire la situazione pregressa. A valle di Monticelli Pavese, si sviluppa invece un classico modello morfologico a meandri, che è rimasto pressoché immutato nel tempo e non è interessato da significativi fenomeni di erosione spondale.

L'intero tratto, con caratteristiche di moderata pluricursalità in passato, negli ultimi decenni tende ad assumere un carattere più marcatamente monocursale.

Le difese di sponda nel tratto a meandri hanno funzione prevalente di protezione dei rilevati arginali dai fenomeni erosivi.

Le arginature non presenti nella parte iniziale, in destra in corrispondenza degli abitati di Port'Albera e Arena Po, delimitano una superficie golenale di dimensioni significative.

Rispetto ai fenomeni di abbassamento di fondo alveo, dopo un lungo periodo di continua erosione (1954-1984), si ha oggi una leggera tendenza al deposito; il fondo medio attuale risulta tuttavia 1,0-1,5 m inferiore rispetto alla situazione di riferimento (anno 1954).

Tab. 5.1. Caratteristiche geometriche del tronco Ticino-Trebbia

Lunghezza (km)	57,90
Distanza media tra gli argini (m)	1.700
Altezza media degli argini sul piano golenale (m)	5,0÷6,0
Larghezza media dell'alveo di magra (m)	200÷250
Profondità media dell'alveo inciso (m)	7,0÷8,0
Sviluppo delle difese spondali (km)	55,48
Indice di sinuosità	1,52

Dalla confluenza del Trebbia a quella dell'Adda l'alveo ha un andamento prevalentemente sinuoso, con tracciato a ridosso delle arginature maestre in tutti i tratti in curva; la larghezza tra le sponde è continuamente variabile e si ha presenza di isole stabili di dimensioni rilevanti in fase di collegamento con una delle due sponde incise.

L'assetto è fortemente influenzato dalla traversa di Isola Serafini, che mantiene costante il livello idrico per un ampio campo di portate, determinando la generalizzata assenza di fenomeni erosivi significativi a carico delle sponde e una lieve tendenza al deposito, a cui è corrisposto un modesto innalzamento del fondo alveo nell'ultimo decennio.

Nel periodo 1954-88 si è avuta l'assenza di variazioni significative dell'alveo di magra (se si esclude la zona di Isola Serafini), con sostanziale stabilità dell'asse dei meandri.

Le arginature sono continue e racchiudono ampie zone golenali, alternativamente in sinistra e in destra.

Le difese di sponda svolgono generalmente una funzione di contenimento dell'alveo inciso e di protezione dei rilevati arginali nei tratti in curva.

Tab. 5.2. Caratteristiche geometriche del tronco Trebbia-Adda

Lunghezza (km)	28,45
Distanza media tra gli argini (m)	1.450
Altezza media degli argini sul piano golenale (m)	6,0÷6,5
Larghezza media dell'alveo di magra (m)	200÷300
Profondità media dell'alveo inciso (m)	7,5÷8,0
Sviluppo delle difese spondali (km)	31,91
Indice di sinuosità	2,10

Dall'Adda alla confluenza del Mincio l'assetto dell'alveo è fortemente influenzato dalle opere longitudinali iniziate a seguito di un programma per la navigazione messo a punto negli anni 20 e completate, successivamente alla grande alluvione del 1951, per esigenze anche di protezione idraulica. L'alveo ha spiccata tendenza evolutiva verso una struttura monocursale, correlabile con i marcati abbassamenti di fondo che si sono verificati a valle di Isola Serafini.

L'alveo di magra è oggi pressoché interamente sistemato per la navigazione e caratterizzato da un assetto stabile o comunque tendente a stabilizzarsi (sezione unica e di larghezza regolare).

L'alveo di piena, tra arginature continue, denuncia la presenza diffusa e continua di ampie golene.

Su tutto il tratto, nel periodo 1954-1991, l'alveo inciso ha subito un rilevante abbassamento di fondo che ha direttamente interessato la stabilità e la funzionalità delle opere di difesa: attualmente tale fenomeno è in fase di attenuazione.

Tab. 5.3. Caratteristiche geometriche del tronco Adda-Mincio

Lunghezza (km)	130,33
Distanza media tra gli argini (m)	2.600
Altezza media degli argini sul piano golenale (m)	6,0÷8,0
Larghezza media dell'alveo di magra (m)	250
Profondità media dell'alveo inciso (m)	8,0÷8,5
Sviluppo delle difese spondali (km)	202,19
Indice di sinuosità	1,32

Dalla confluenza del Mincio all'incile del Delta l'alveo di magra ha tendenza all'unicursalità, in particolare del tratto medio e terminale, caratterizzato da arginature parallele che limitano l'estensione dell'area golenale. L'evoluzione morfologica dell'alveo inciso risulta estremamente lenta e di modesta entità, pur non avendo raggiunto condizioni di stabilità, soprattutto in corrispondenza di alcuni

punti singolari; non si sono manifestate modificazioni significative nel periodo recente, a partire dal 1954; i fenomeni erosivi di sponda sono localizzati e di entità molto modesta.

L'alveo di piena è canalizzato, soprattutto nel tratto terminale, per la presenza di arginature molto prossime alle sponde; la distanza tra gli argini è infatti in alcuni punti molto ridotta (soprattutto in corrispondenza di Revere, Ficarolo, Pontelagoscuro, Polesella). Sono presenti alcune golene chiuse di dimensioni relativamente modeste, che si estendono fino in prossimità dell'alveo inciso.

Su tutto il tratto, nel periodo 1954-1991, l'alveo inciso ha subito un rilevante abbassamento di fondo che ha direttamente interessato la stabilità delle opere di difesa esistenti; tale fenomeno appare in fase di attenuazione sulla base degli ultimi rilievi disponibili.

Tab. 5.4. Caratteristiche geometriche del tronco Mincio-incile Delta

Lunghezza (km)	109,15
Distanza media tra gli argini (m)	900
Altezza media degli argini sul piano golenale (m)	9,0÷9,5
Larghezza media dell'alveo di magra (m)	350÷400
Profondità media dell'alveo inciso (m)	8,0÷8,5
Sviluppo delle difese spondali (km)	103,9
Indice di sinuosità	1,23

5.2. Sistemazione dell'alveo di magra nel tratto Adda-Mincio

La sistemazione fu iniziata nel 1919, sulla base di un progetto che aveva come obiettivo principale la navigazione fluviale e tendeva ad assicurare fondali minimi di 2.50 m in tutto il tratto medio-basso del corso d'acqua; i lavori ebbero un forte sviluppo nel decennio 1955-1964, conseguendo verso il 1970 un grado di sistemazione pressoché definitivo. Il primo tratto interessato dalle opere fu quello compreso tra la confluenza dell'Adda e quella del Mincio, che per caratteristiche di alveo pluricursale molto instabile e irregolare presentava notevoli difficoltà alla navigazione commerciale con fondali minimi in magra attorno al metro. Successivamente i lavori vennero estesi anche fra foce Mincio e foce Panaro (anche se realizzati effettivamente solo in pochi punti).

I criteri generali dell'intervento furono i seguenti:

- realizzazione di un canale regolato nell'alveo inciso del fiume con andamento meandriforme e larghezza di 250-300 m sulle soglie e di circa 400 m in

corrispondenza del vertice delle curve, su una portata di dimensionamento di 400 m³/s, corrispondente alla magra ordinaria;

- curve regolari a tracciato parabolico, con semiparametro mai inferiore a 1000 m (in relazione alle osservazioni effettuate sui profili di erosione delle sponde) e vertici successivi a distanza non troppo forte (il valore medio è di 2,8 km per un totale di 51 curve su 140 km di canale sistemato tra foce Adda e foce Mincio);
- mantenimento della lunghezza del thalweg naturale al fine di non variare la pendenza motrice della corrente;
- confluenze degli affluenti nelle parti concave delle curve allo scopo di consentire il trasporto del materiale solido di apporto.

Nelle condizioni attuali si può ritenere che gli effetti attesi dalla realizzazione delle opere di regimazione siano stati conseguiti; l'alveo di magra ha infatti raggiunto una configurazione planimetrica sufficientemente stabile in circa tutto il tratto interessato.

Dal punto di vista altimetrico gli effetti conseguenti alla riduzione della larghezza della sezione trasversale naturale di magra da 450 m in media a 250 m erano naturalmente nella direzione di un approfondimento del fondo, stimato sull'ordine di 1,5-2,0 m.

Gli abbassamenti effettivi che si sono manifestati, in alcuni tratti di molto superiori, sono da interpretarsi considerando che le modificazioni della morfologia dell'alveo di magra, e in conseguenza del regime idrologico per gli stati idrici medi e di magra, indotti dalle opere di sistemazione hanno giocato un ruolo di concausa, rispetto al quale altri fenomeni, quali la realizzazione dello sbarramento di Isola Serafini e le consistenti attività estrattive dall'alveo, si sono sicuramente sommati.

Un altro elemento da considerare è legato al fatto che la sistemazione dell'alveo ha influenzato la capacità di erosione e di trasporto solido del tratto interessato lasciandola inalterata a valle; in questo modo mentre si sono esaltati gli effetti di abbassamento di fondo del tratto foce Adda-foce Mincio, con maggiore incidenza nel primo tronco, la parte a valle del corso d'acqua si è giovata del maggiore apporto solido, compensando in tal modo parzialmente gli effetti di abbassamento degli altri fattori.

Nella situazione attuale, in cui si possono considerare esauriti nel tratto a monte gli effetti di maggiore trasporto solido indotti dalla sistemazione, è da attendersi una ulteriore evoluzione del tratto a valle, non più compensata da un maggiore trasporto solido da monte.

5.3. Abbassamento del fondo alveo

Il fenomeno di abbassamento del fondo alveo del Po, che si è manifestato in misura particolarmente rilevante a partire dall'inizio degli anni '60, riveste una particolare importanza per l'influenza che può avere sulla stabilità dell'assetto morfologico dell'alveo e sull'affidabilità del sistema arginale di difesa.

Il confronto tra le sezioni trasversali dell'alveo del Po (sezioni Brioschi), rilevate nel corso di campagne topografiche eseguite in tempi successivi (sul tratto compreso tra foce Sesia ed il Po di Goro sono disponibili i rilievi effettuati negli anni 1954, 1969, 1979, 1984, 1991) permette di valutare le modificazioni morfologiche che si sono manifestate in dipendenza dei fenomeni erosivi che hanno interessato l'alveo; gli indicatori più significativi sono costituiti dalle quote minime di fondo e dall'area dell'alveo inciso.

Considerando le quote minime di fondo alveo emergono le seguenti considerazioni:

- nel periodo complessivo di osservazione (1954-1991) si registra ovunque un abbassamento rilevante, che raggiunge i suoi massimi valori (4,30-5,30 m) nei tratti: Isola Serafini - foce Taro; Casalmaggiore - foce Oglio, Ostiglia - Felonica;
- gli abbassamenti più elevati si sono manifestati nel periodo 54-69, in special modo per i tratti sopracitati e soprattutto nel periodo 69-79 come effetto generalizzato e rilevante sull'intera asta fluviale in esame;
- nei periodi 79-84 e 84-91 si ha generalmente un rallentamento del trend o in alcuni tratti un'inversione di tendenza con situazioni di innalzamento, sia pur lieve, di fondo alveo.

Considerando l'area della sezione incisa, la situazione è la seguente:

- anche in questo caso il fenomeno erosivo è stato particolarmente intenso nei periodi 54-69 e 69-79; per quest'ultimo la tendenza all'incremento della sezione di deflusso è generalizzata ed assume valori decisamente elevati (la variazione media risulta quasi ovunque compresa tra il 25% e il 50% con punte che raggiungono anche il 65%);
- complessivamente nell'intero periodo di osservazione si è registrato un incremento medio di sezione (rispetto al valore attribuibile nel 1954) sempre significativo, ma particolarmente elevato nel tratto Isola Serafini-Casalmaggiore.

Complessivamente il quantitativo di materiale asportato per erosione, sempre inteso come derivante da valori medi indicativi, può essere valutato in circa 117

milioni di metri cubi. Tale valore corrisponderebbe a circa 345.000 m³/km di asta fluviale e a circa 9.300 m³/km all'anno.

Le cause che hanno influito sul processo di abbassamento dell'alveo del Po sono identificabili in cinque fattori principali:

- la sistemazione idrogeologica dei bacini montani;
- la stabilizzazione del fondo e la sistemazione delle sponde degli affluenti;
- la sistemazione dell'alveo di magra del Po;
- la costruzione dello sbarramento di Isola Serafini;
- l'attività estrattiva dagli alvei del Po e dei suoi affluenti.

I primi due sono diffusi sull'intero bacino e i loro effetti non sono correlabili direttamente all'evoluzione dell'asta principale, essendo i meccanismi di causa-effetto molto complessi e con tempi di sviluppo molto diversi.

Il terzo e il quarto fattore sono invece direttamente legati alle modificazioni dell'alveo che hanno interessato il tratto di fiume Po esaminato.

La costruzione dello sbarramento di Isola Serafini, entrato in esercizio nel 1963, sovrappostasi al taglio di meandro dell'Isola Mezzadra, nel corso della piena del 1951, ha comportato due effetti sovrapposti:

- ha impedito lo svilupparsi della naturale tendenza all'erosione del tratto a monte, a seguito del taglio di meandro, e di deposito a valle;
- ha ridotto il trasporto solido a valle, in relazione sia alle modifiche strutturali dell'alveo sia alle modalità di gestione della regolazione della traversa (a quota idrica di monte invariata); il bilancio del trasporto solido riferito al periodo 1954-63, anteriore all'entrata in esercizio dell'opera, e 1963-70, posteriore all'entrata in esercizio, porta a stimare in circa 2 milioni di m³/anno il volume di trasporto solido trattenuto dallo sbarramento.

L'attività estrattiva può essere considerata la causa primaria, diretta e indiretta, dell'abbassamento dell'alveo a cui si sono sommate concause minori, e in particolare le due sopra accennate.

A partire dagli anni '50 le estrazioni dagli alvei hanno registrato un notevole incremento, determinato dallo sviluppo del sistema viario e dell'edilizia. Nel recente passato i valori estratti dal bacino del Po sono progressivamente aumentati dai 2,5 milioni di m³/anno fino a raggiungere 12,0 milioni di m³/anno negli anni '60-'80, accompagnati da una marcata instabilità altimetrica degli alvei. In conseguenza di ciò, già dal 1983, ma in misura più evidente dopo il 1988, per una direttiva del Magistrato per il Po, e in particolare dopo il 1992, a seguito di

una più restrittiva normativa dell'Autorità di bacino e di controlli più severi sui quantitativi effettivamente asportati, si è progressivamente ridotta l'attività estrattiva in alveo con evidenti effetti positivi sul trend evolutivo dell'abbassamento.

5.4. Il profilo longitudinale

Dai profili longitudinali della superficie libera in differenti condizioni idrologiche si ricavano i valori medi della pendenza, per il tronco interessato dalla navigazione idroviaria, riportati nella Tab. 5.5.

Tab. 5.5. Valori medi della pendenza del pelo libero per i tratti interessati da utilizzazione idroviaria

Tratto	Pendenza media (cm/km)
Becca-Piacenza-Isola Serafini	18,7
Isola Serafini-Cremona-Boretto	14,3
Boretto-Roncocorrente	14,2
Roncocorrente-Pontelagoscuro	11,9

Come detto, i valori modesti di pendenza costituiscono un fattore favorevole all'esercizio della navigazione.

6. Criteri di compatibilità degli interventi per nuove infrastrutture di navigazione

La compatibilità delle opere per il completamento del sistema idroviario Padano-Veneto, con gli obiettivi, gli indirizzi e le prescrizioni del piano di bacino, relativi sia all'uso della risorsa idrica che alle interazioni con l'assetto fisico e idraulico del reticolo idrografico naturale e artificiale, dovrà essere garantita sia in termini complessivi che a livello locale.

A tal fine gli elementi di compatibilità degli interventi con l'assetto idrogeologico vengono considerati nell'articolo 20 «Interventi per la realizzazione delle opere del sistema idroviario padano veneto» delle Norme di attuazione del PAI.

In termini generali la norma è coerente con quanto previsto dall'art. 3, comma 1, della Legge 29 novembre 1990 n. 380 che dispone che «Per la realizzazione degli interventi previsti dal piano pluriennale di attuazione il Ministro dei trasporti, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici, approva i progetti esecutivi e li

trasmette alla competente autorità di bacino di cui all'articolo 12 della legge 18 maggio 1989, n. 183, nonché alle amministrazioni dello Stato ed agli enti comunque tenuti ad adottare atti di intesa e a rilasciare pareri, nulla osta, autorizzazioni, approvazioni e concessioni, anche edilizie, previste dalle leggi statali e regionali», ma punta a superare, nei limiti consentiti ad un atto di Piano, il fatto che la suddetta norma considera la sola realizzazione degli interventi e che il successivo il D.M. 25/06/1992 n. 759, emanato dal Ministero dei Trasporti, non tiene, in conseguenza, conto dei necessari elementi di compatibilità, con il Piano di bacino, del programma complessivo.

Gli effetti sistemici e quelli puntuali hanno infatti un diverso rilievo e un diverso peso a livello di bacino. Gli interventi sull'asta, ad esempio, possono toccare e modificare, nel loro insieme, l'assetto idrogeologico e le condizioni di sicurezza dei territori circostanti. Gli interventi esterni (infrastrutturazioni specifiche, canali, conche, ecc.) hanno da questo punto di vista, generalmente, una interazione meno marcata, consentendo più agevoli interventi di mitigazione degli impatti.

Il Piano di bacino è, dunque, l'unico momento che garantisce la compatibilità dell'insieme delle opere previste per la realizzazione del sistema idroviario padano-veneto, con il loro prevedibile effetto integrato e sinergico.

La compatibilità delle nuove opere idroviarie dovrà, in ogni caso, essere individualmente garantita nel rispetto di quanto previsto dal citato dall'art. 3, comma 1, della Legge 29 novembre 1990 n. 380, dalle Norme di attuazione del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali, approvato con D.P.C.M. del 24 luglio 1998, nonché dalle previste procedure di VIA.

Con riferimento all' art. 20 delle Norme di attuazione del PAI i progetti devono, in particolare, documentare l'assenza di interazioni negative con le condizioni morfologiche dell'alveo fluviale, con specifico riferimento alle quote di fondo, e alle condizioni di deflusso in piena.

Gli interventi di infrastrutturazione minore lungo l'asta del Po (moli, attracchi, porti a valenza locale o turistica) sono consentiti se individuati negli strumenti di pianificazione settoriale regionali.

Sarà compito dell'Autorità di bacino, nell'ambito degli approfondimenti settoriali del piano di bacino, promuovere un approfondimento e un aggiornamento delle indagini dei monitoraggi e delle valutazioni relative alle condizioni morfologiche e idrodinamiche dell'alveo di magra del Po.