

FIUME PO

REGIMAZIONE A CORRENTE LIBERA DELL'ALVEO DI MAGRA DEL PO PER LE NAVI DI CLASSE Va CEMT DA FOCE MINCIO FINO A VALLE DI FERRARA

COMPLETAMENTO INTERVENTO TRA REVERE E FERRARA - PARTE I

CUP: B49J21028320001

IMPORTO FINANZIAMENTO: 24.166.666,67 Euro

*Progetto di Fattibilità
Tecnica ed Economica*

Resp. del procedimento (R.U.P.): Ing. Alessio Picarelli

Oggetto: RELAZIONE GENERALE DI PROGETTO
DEFINITIVO

D.01

Rif. Progetto Definitivo: D.01

02 Revisione

01 Revisione

00 Emissione

GENNAIO 2023

Progetto R.T.I.:

Capogruppo mandataria:

Binini Partners S.r.l.
via Gazzata,4 tel +39.0522.580.578
42121 Reggio Emilia C.F. e P.IVA e R.I. 02409150352



Mandanti:



INDICE

1. PREMESSA	3
1.1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	4
1.2. INQUADRAMENTO STORICO-GEOGRAFICO	8
1.3. FINALITÀ PROGETTUALI.....	10
2. IL SISTEMA IDROVIARIO PADANO-VENETO E IL QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO.....	18
2.1. RETE IDROVIARIA NAZIONALE E IL SISTEMA IDROVIARIO PADANO-VENETO	18
2.2. RIFERIMENTI NORMATIVI	22
2.3. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLE IMBARCAZIONI E DELLA VIA NAVIGABILE PER LA CLASSE VA	23
3. LA SISTEMAZIONE A CORRENTE LIBERA DEL FIUME PO.....	26
3.1. ORIGINI DELLA NAVIGAZIONE MODERNA	26
3.2. LA SISTEMAZIONE DEL TRONCO DI MONTE.....	27
4. ESEMPI ESTERI.....	32
4.1. LA SENNA.....	32
4.2. LA SISTEMAZIONE DEL FIUME RODANO.....	32
4.3. LA SISTEMAZIONE DEL FIUME RENO	35
4.3.1. <i>La evoluzione delle condizioni di navigabilità del Reno.....</i>	<i>38</i>
4.4. LA SISTEMAZIONE DEL FIUME DANUBIO.....	40
4.4.1. <i>Il Reno-Meno-Danubio</i>	<i>40</i>
5. ANALISI DELLE ATTUALI CONDIZIONI DI NAVIGABILITA' DEL TRONCO FOCE MINCIO-PO DI GORO	43
5.1. PREMESSA	43
5.2. TRATTO DA FOCE MINCIO AL PO DI GORO: ANALISI NAVIGABILITÀ ATTUALE E INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI CRITICI	43
5.3. CRITERI DI INDIVIDUAZIONE DEGLI INTERVENTI DI SISTEMAZIONE A CORRENTE LIBERA NEL TRATTO DA FOCE MINCIO AL PO DI GORO.....	44
5.4. TRATTO DA FOCE MINCIO AL PO DI GORO: ANALISI DEI BASSI FONDALI ALLO STATO ATTUALE	47
6. SISTEMAZIONE A CORRENTE LIBERA DEL TRONCO IN PROGETTO.....	56
6.1. PREMESSA	56
6.2. DESCRIZIONE DELL'ASSETTO DI PROGETTO NEL TRATTO DI INTERVENTO	57
6.2.1. <i>Il progetto preliminare di AIPO.....</i>	<i>60</i>
6.3. DESCRIZIONE DELL'ASSETTO DI PROGETTO COMPLESSIVO	66
6.3.1. <i>Descrizione degli interventi</i>	<i>69</i>
6.3.2. <i>Canale navigabile e curve di navigazione.....</i>	<i>71</i>
6.4. CARATTERISTICHE DELLE OPERE PER LA SISTEMAZIONE A CORRENTE LIBERA	73
6.4.1. <i>Sezione tipologica.....</i>	<i>75</i>
6.5. INDIVIDUAZIONE DI UNO STRALCIO DI PRIMA REALIZZAZIONE	76
6.5.1. <i>Descrizione interventi del primo stralcio.....</i>	<i>78</i>
6.5.1.1. <i>Ambito di intervento 2: pennello 1SX – Castelmassa.....</i>	<i>79</i>

R.T.P:

6.5.1.2.	Ambito di intervento 3: pennelli 1DX, 2DX, 3DX, 4DX, 5DX - Caposotto.....	80
6.5.1.3.	Ambito di intervento 7: pennello 1DX - Novara.....	81
6.5.1.4.	Ambito di intervento 12: pennelli 1DX, 2DX – Ravalle valle	82
6.6.	CANTIERIZZAZIONE DELLE OPERE	83
7.	VERIFICA DELLE CONDIZIONI DI NAVIGABILITA' DEL TRONCO IN OGGETTO	86
7.1.	RISULTATI DELLA MODELLAZIONE A FONDO MOBILE	86
	Scenario senza nuove opere	86
	Scenario con opere come da progetto preliminare.....	87
	Scenario completo individuato nel progetto definitivo	87
	Scenario parziale individuato nel progetto definitivo	89
8.	ASPETTI GENERALI DEGLI INTERVENTI	91
	GEOLOGIA.....	91
	ARCHEOLOGIA	91
	PAESAGGIO	93
	INTERFERENZE.....	93
	ASPETTI AMBIENTALI, IMPATTI PREVISTI, GESTIONE DELLE MATERIE.....	94
	ESPROPRI ED OCCUPAZIONI TEMPORANEE	94
9.	PREVISIONE DELLE FASI PROGETTUALI SUCCESSIVE.....	94
10.	BIBLIOGRAFIA.....	97
11.	INDICE DELLE FIGURE.....	99
ALLEGATO 1	101

1. PREMESSA

Con contratto Rep. N. 4187 del 20 febbraio 2018, l'A.I.Po, Agenzia Interregionale per il fiume Po, ha affidato all'R.T.I. di progettazione composta da Binini Partners s.r.l. (Capogruppo mandataria), Etatec-Studio Paoletti s.r.l. (mandante), Beta Studio s.r.l. (mandante), Gen-Tech Tecnologie innovative in biologia Animale s.r.l. (mandante) e AR/S Archeosistemi Soc. Coop. (mandante), l'appalto per il *"Servizio di progettazione definitiva, esecutiva e coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, dei lavori di adeguamento delle condizioni di navigabilità dell'alveo di magra del fiume Po per navi di classe Va nel tratto compreso indicativamente fra Revere e Ferrara"*.

L'Agenzia Interregionale per il fiume Po (A.I.Po) nasce come emanazione del Magistrato per il Po, già organo decentrato interregionale del Ministero dei Lavori Pubblici e successivamente organo interregionale del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti e del Ministero dell'Ambiente e del Territorio. Dal gennaio 2003 sulla base del D.P.C.M. 14/12/2000 di riordino del Magistrato per il Po, in attuazione del D.Lgs. 112/98, ("Legge Bassanini"), viene istituita l'Agenzia quale ente strumentale delle quattro Regioni, Piemonte, Lombardia, Veneto ed Emilia Romagna.

L'A.I.Po svolge funzioni di programmazione operativa, progettazione ed attuazione degli interventi sulle opere idrauliche di prima, seconda e terza categoria, di cui al Testo Unico n. 523/1904, finalizzati alla sicurezza idraulica del territorio.

La Regione Lombardia nel 2007 e l'Emilia Romagna nel 2009 tramite apposite convenzioni, hanno conferito ad A.I.Po le competenze in materia di navigazione interna del sistema idroviario padano-veneto e del demanio fluviale precedentemente gestite dall'Azienda Porti di Cremona e Mantova, in Lombardia, e dall'Azienda Regionale per la Navigazione Interna (ARNI), in Emilia Romagna.

L'appalto in oggetto rientra nell'ambito dei lavori condotti da A.I.Po per la sistemazione del fiume Po aventi la finalità di garantire adeguati livelli di sicurezza dei rilevati arginali realizzati a protezione del territorio circostante nonché le condizioni idraulico-geometriche necessarie alla navigazione delle imbarcazioni commerciali della classe Va secondo la classificazione Europea per le vie navigabili.

R.T.P:



1.1. Inquadramento territoriale

Il progetto riguarda il basso del corso del Po, nel tratto fra Revere e Ferrara, più precisamente fra Castelmassa e Occhiobello per un estensione complessiva pari a circa 30 km in un tratto fondamentalmente privo di opere di sistemazione fluviale se non per alcune difese spondali di estensione molto limitata e un pennello longitudinale che definisce una curva in sinistra idraulica immediatamente a monte dell'abitato di Stienta.

Il tratto interessa i territori di tre Regioni rivierasche, Lombardia, Veneto ed Emilia Romagna e le provincie di Mantova, Ferrara e Rovigo coinvolgendo un totale di 10 comuni come di seguito elencati:

- Regione Veneto
 - Provincia di Rovigo
 - Comune di Castelmassa
 - Comune di Calto
 - Comune di Salara (al momento non interessato da opere)
 - Comune di Ficarolo
 - Comune di Gaiba
 - Comune di Stienta
 - Comune di Occhiobello
- Regione Lombardia
 - Provincia di Mantova
 - Comune di Sermide e Felonica (deriva dalla fusione dei due comuni dal 1 marzo 2017)
- Regione Emilia Romagna
 - Provincia di Ferrara
 - Comune di Bondeno
 - Comune di Ferrara

R.T.P:

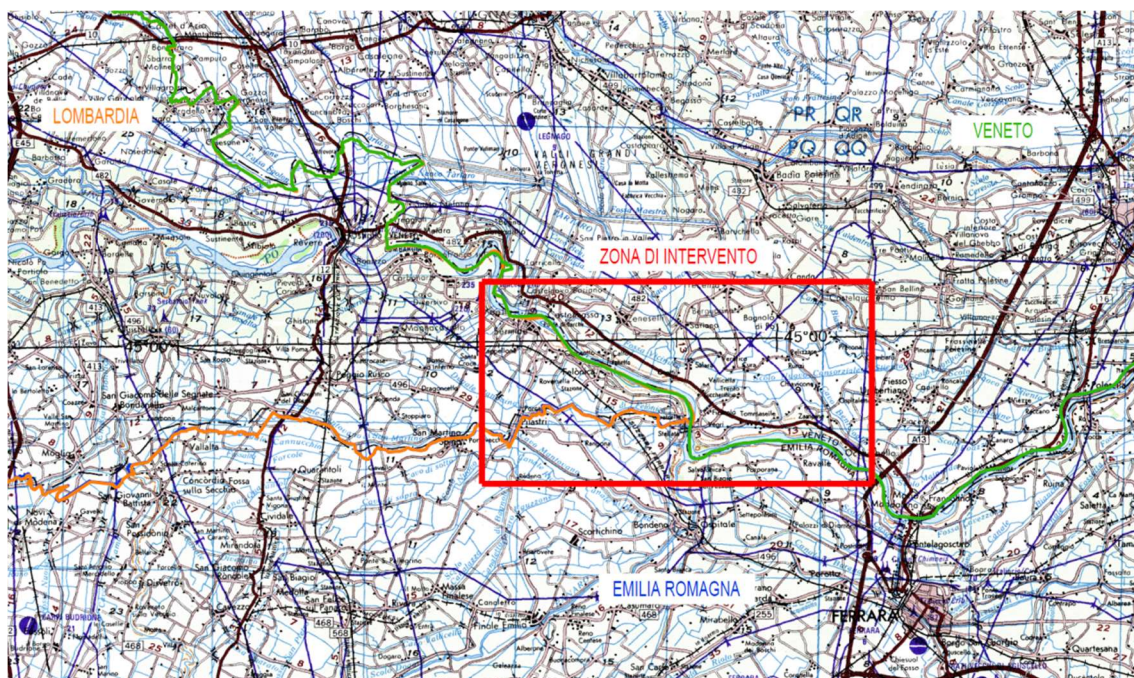


Figura 1: corografia della zona di intervento

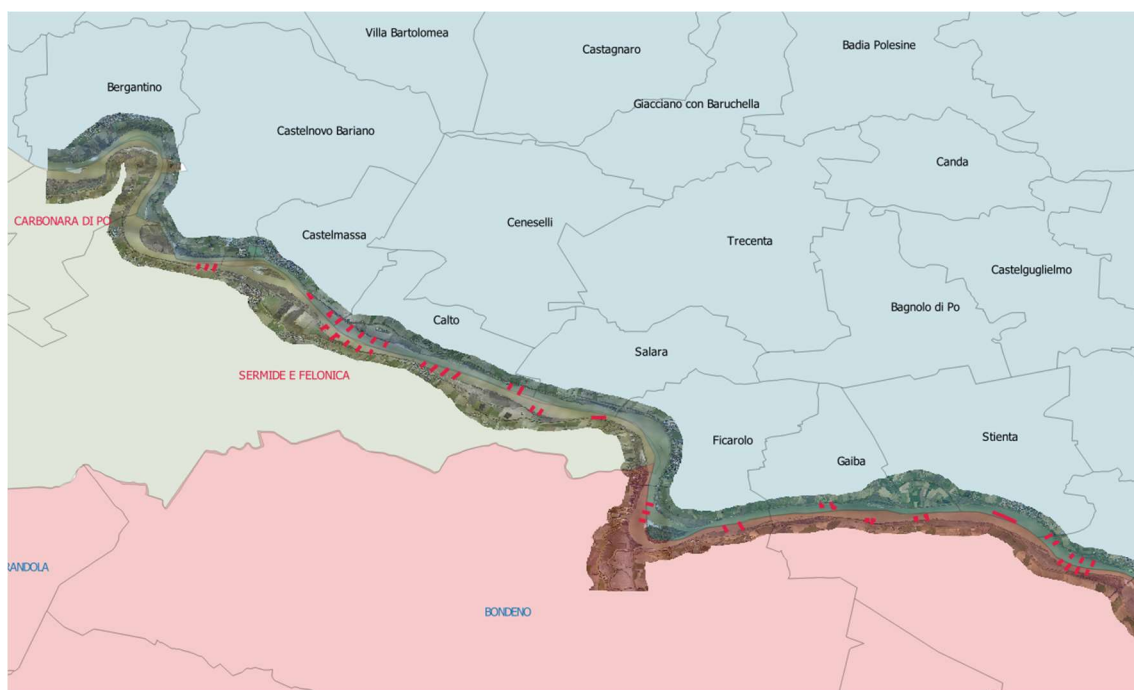


Figura 2: individuazione limiti amministrativi lungo il tratto oggetto di intervento

Il bacino del Po presenta un'estensione pari a circa 71.000 km², ed una lunghezza complessiva, dalla sorgente alla foce sul mare Adriatico, pari a poco più di 650 km.

R.T.P:

Il distretto idrografico del fiume coincide con il suo bacino idrografico (Figura 3) ed è caratterizzato dalla presenza di un fitto reticolo idrografico sia di tipo naturale che di tipo artificiale con un'estensione superiore a 55.000 km.

Come visibile dalla figura successiva, il bacino idrografico del Po comprende buona parte del territorio del nord Italia compreso fra lo spartiacque alpino e quello appenninico ad esclusione della parte di nord est comprendente il Veneto, il Trentino e il Friuli Venezia Giulia che recapitano le acque di deflusso superficiale in corrispondenza dell'alto Adriatico.

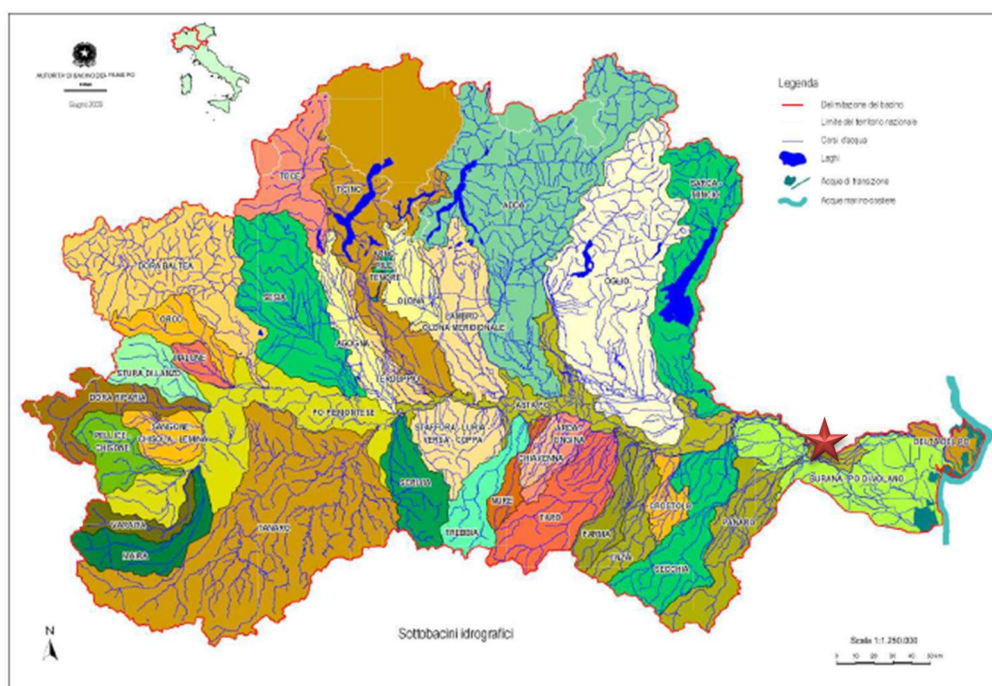


Figura 3: bacino del Po e sottobacini del distretto idrografico con individuazione della zona di intervento

Il tratto di fiume interessato dal presente progetto, posto sulla parte terminale dell'asta fluviale, è caratterizzato da valori di portate medie annue pari a:

- Po a Sermide (superficie del bacino idrografico sotteso pari a 68.724 km²): 1.420 m³/s;
- Po a Ficarolo: 1.550 m³/s;
- Po a Pontelagoscuro (superficie del bacino idrografico sotteso pari a 70.091 km²): 1.500 m³/s.

Per quanto riguarda invece le portate di piena, di seguito si riportano i valori delle portate al colmo per tempo di ritorno variabili fra 20 e 500 anni oltre a quelli misurati in corrispondenza della piena del 2000, così come riportate nel PGRA (Piano di Gestione del Rischio Alluvioni). In particolare si evidenzia che la portata di piena dell'evento duecentennale per il tratto in oggetto è di circa 13.000 m³/s.

R.T.P:

Tab. 4.2: portate di piena per il Po nel tratto da Isola Sant'Antonio (confluenza Tanaro) al Delta

Bacino	Corso d'acqua	Sezione			Superficie	Q20	Q ott 2000	Q200	Q500	Idrometro
		Progr. (km)	Cod.	Denomin.	km ²	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	Denominazione
Po	Po	264.855	82	Becca	36770	9290	-	13600	15050	Po a Becca
Po	Po	322.250	67	Piacenza	42030	8970	12240	13000	14100	Po a Piacenza
Po	Po	367.640	57	Cremona	50726	10090	-	14300	15870	Po a Cremona
Po	Po	428.545	41	Boretto	55183	9380	11800	13700	14720	Po a Boretto
Po	Po	457.560	36	Borgoforte	62450	9600	11800	13100	14890	Po a Borgoforte
Po	Po	548.805	10	Pontelagoscuro	70091	9470	-	13000	14850	Po a Pontelagoscuro

Figura 4: portate di piena del fiume Po (PGRA)

La portata di piena determinata in corrispondenza di Pontelagoscuro risulta inferiore al valore massimo che si riscontra in corrispondenza delle sezioni di monte per effetto dei fenomeni di laminazione che le golene laterali al fiume esercitano nei confronti delle portate abbassandone progressivamente il valore a mano a mano che si scende verso il delta del Po.

Gli interventi in oggetto si pongono nel tratto terminale del fiume, immediatamente a monte della città di Ferrara e a breve distanza dalla foce del Po sul mare Adriatico.

In questo tratto, compreso fra le località di Ostiglia-Revere e Ferrara, il Po presenta un andamento orografico che si sviluppa da nord-ovest a sud-est, mentre a valle della città di Ferrara il fiume cambia direzione per risalire verso nord-est e confluire nella zona del delta dove sfocia in mare dopo aver percorso complessivamente oltre 650 km dalla sorgente allo sbocco in Adriatico.

Lungo il tratto oggetto di sistemazione, il fiume riceve il suo ultimo affluente appenninico, rappresentato dal torrente Panaro, nonché l'apporto di tre collettori artificiali costituiti dal Cavo Napoleonico, avente la funzione di scolmatore del fiume Reno, il canale delle pilastresi e il canale di Fossalta. Gli ultimi due sono serviti da impianti di sollevamento che permettono di scaricare le acque in Po anche in presenza di eventi di piena del fiume.

Tutti questi collettori si collocano in destra idrografica convergendo sul fiume nella zona posta a cavallo della foce del Panaro, immediatamente a valle del Panaro il primo, subito a monte i due canali artificiali.

Lungo il tratto non sono presenti ulteriori elementi idraulici artificiali se non l'opera di presa di Calto, in sinistra idraulica, a servizio del Consorzio di Bonifica Adige Po collocata poco a valle dell'abitato di Calto e a monte della curva di Ficarolo.

R.T.P.:

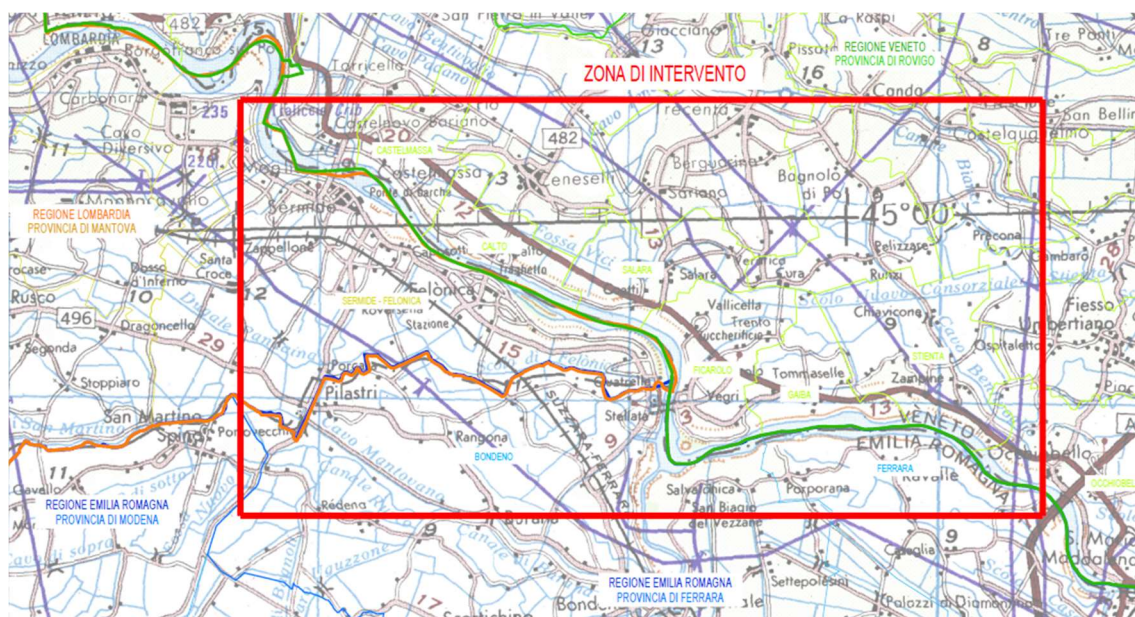


Figura 5: ingrandimento della zona interessata dagli interventi di sistemazione

A livello locale il fiume lambisce i territori di sette comuni in Regione Veneto, uno in Lombardia e due in Emilia Romagna.

Il tratto di intervento ricade in area padana orientale in un quadrante della pianura prossima alla foce, caratterizzata da quote altimetriche medie del terreno di pochi metri al di sopra della quota del medio mare e pendenze dei terreni e del fiume molto limitate.

Il tronco in oggetto è interessato dall'attraversamento di due ponti stradali, il primo a servizio della SP43bis fra Sermide e Castelmassa, il secondo in corrispondenza della SP86 fra Stellata e Ficarolo. Immediatamente a valle della zona di progetto, ma fuori dalla stessa, è presente il ponte autostradale della A13 Bologna-Padova che attraversa il fiume immediatamente ad est dell'abitato di Occhiobello.

1.2. Inquadramento storico-geografico

Il Po è il massimo fiume Italiano e si sviluppa attraversando l'intera pianura padana da ovest ad est per circa 650 km, dal Monviso al mare Adriatico.

Per i primi 250 km il suo corso è di tipo naturale scorrendo in un alveo privo di arginature, mentre nei restanti 400 km risulta confinato all'interno di un importante sistema di arginature che divengono via via più imponenti a mano a mano che ci si avvicina al delta del fiume sul mare Adriatico. All'innalzamento progressivo delle arginature maestre corrisponde una progressiva riduzione della distanza fra le medesime passando da distanze pari ad alcuni chilometri nella parte mediana del fiume fino a qualche centinaia di metri nel tratto terminale dello stesso.

R.T.P:

Questa condizione morfologica si è andata formando progressivamente nel tempo per effetto degli interventi che le popolazioni rivierasche hanno adottato nel tempo al fine di limitare le numerose divagazioni che il fiume compiva durante gli eventi di piena, erigendo inizialmente modeste difese arginali che nel tempo sono state unite andando a costituire l'attuale sistema di arginature maestre presenti lungo il corso del fiume.

Nonostante il sistema difensivo arginale ne abbia limitato fortemente le possibilità di escursione, il fiume ha continuato a divagare creando numerosi letti che si modificano e si spostano nel tempo.

L'attuale sistema arginale (costituito da argini di seconda categoria) determina l'alveo di massima piena del fiume ed è in grado di contenere una portata massima dell'ordine dei 12.000 m³/s nel tratto medio inferiore a valle degli ultimi affluenti appenninici.

Tratto	Descrizione		Progressive		Lunghezza tratto	Portate piena 2000 Definite dall'Autorità di bacino del fiume Po		Portate piena PAI T200 Definite dall'Autorità di bacino del fiume Po	
	da	a	da	a		monte	valle	monte	valle
			(km)	(km)	(km)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)
Tratto1	Cremona	Zibello (PR)	374,7	394,6	19,9	12.240	11.850	13.000	14.300
Tratto2	Zibello (PR)	Torricella (PR)	394,6	409,8	15,2	11.850	11.850	14.300	14.300
Tratto3	Torricella (PR)	Casalmaggiore (RE)	409,8	423,9	14,1	11.850	11.850	14.300	14.300
Tratto4	Casalmaggiore (RE)	Boretto (RE)	423,9	440,4	16,5	11.850	11.900	14.300	13.700
Tratto5	Boretto (RE)	Dosolo (MN)	440,4	451,9	11,5	11.900	11.900	13.700	13.700
Tratto6	Dosolo (MN)	Borgoforte (MN)	451,9	472,4	20,5	11.900	11.800	13.100	13.100
Tratto7	Borgoforte (MN)	Correggio Micheli (MN)	472,4	492,1	19,7	11.800	11.800	13.100	13.100
Tratto8	Correggio Micheli (MN)	Ostiglia (MN)	492,1	510,3	18,2	11.800	9.750	13.100	13.100
Tratto9	Ostiglia (MN)	Gaiba (RO)	510,3	549,8	39,5	11.800	9.750	13.100	13.100
Tratto10	Gaiba (RO)	Pontelagoscuro (FE)	549,8	561,3	11,5	9.750	9.750	13.000	13.000
Tratto11	Pontelagoscuro (FE)	Goro (FE)	561,3	600,6	39,3	9.750	9.750	13.000	13.000

Figura 6: tabella riassuntiva per tratti delle portate di piena secondo l'ADBPo calcolate con riferimento alla piena del 2000 e al PAI con tempo di ritorno pari a 200 anni

Dal punto di vista della navigazione commerciale del fiume, come meglio descritto nei capitoli successivi, esistono vari quadri normativi a cui fare riferimento, sia a livello nazionale che europeo sinteticamente riassunte di seguito.

Il Codice Europeo delle Vie di Navigazione Interna (CEVNI) disciplina a livello europeo la navigazione in acque interne.

Nel 1953 a Bruxelles, viene istituita l'organizzazione intergovernativa "European Conference of Ministers of Transport" (ECMT o CEMT in italiano), comprendente i Ministeri dei Trasporti di 44 nazioni, con lo scopo di fornire delle linee guida per lo sviluppo di sistemi di trasporto economicamente efficienti, sicuri e a basso impatto ambientale. Con la risoluzione n. 92/2 denominata "On new classification on inlandwaterways" (sulla nuova classificazione delle idrovie interne), il CEMT emana una serie di raccomandazioni tecniche relativamente al trasporto fluviale e idroviario.

R.T.P.:

A livello nazionale il primo riferimento normativo sulle vie navigabili risale alla legge n. 9 del 2 gennaio 1910, seguita nell'anno successivo dal R.D. dell'8 giugno n.823 nel quale vengono elencate ufficialmente le vie navigabili di seconda classe e dove viene descritta la dorsale idroviaria padana, composta dalle tratte Milano-Lodi-Cremona-Fiume Po-Cavanella Po-Conca di Brondolo-Chioggia-Venezia.

Negli anni successivi si sono succeduti altri testi normativi tra cui degno di nota risulta il R.D. n.259 dell'11 luglio 1913 (Testo unico delle disposizioni di legge sulla navigazione interna e sulla fluitazione) nel cui art.2 vengono fornite le prime informazioni relative alla classificazione delle idrovie.

Con la risoluzione del 1992 del CEMT emerge la necessità di un'armonizzazione per quanto riguarda i criteri di classificazione delle vie navigabili al fine di favorire una maggiore integrazione tra le varie reti nazionali per la realizzazione di una rete idroviaria globale europea senza limitazioni di ordine tecnico e senza strozzature dovute a dispositivi legislativi differenti nei singoli paesi europei.

A questo proposito la commissione propone una classificazione delle vie navigabili in linea con le principali tendenze europee riguardo a tipologie e configurazioni dei natanti utilizzati.

1.3. Finalità progettuali

La sistemazione a corrente libera del fiume Po si prefigge due scopi principali.

Da un lato la sistemazione del fiume e l'individuazione di un alveo di magra ben definito aumentano la sicurezza idraulica del territorio evitando fenomeni di erosione localizzata nei punti in cui il fiume dovesse andare a sbattere contro sponde non protette.

A questo scopo la sistemazione fluviale tende alla definizione di una serie di curve e controcurve che portino alla modifica del tracciato eliminando o riducendo i tratti rettilinei e correggendo anche quelle curve che hanno raggio troppo ridotto. I primi sono quelli che producono i bassifondi, le seconde sono quelle che danno origine ai gorghi profondi, che sono generalmente i più pericolosi per le difese arginali.

Dall'altra parte, con la sistemazione del fiume a corrente libera e la definizione di un alveo di magra fissato dalle opere di regolazione, si potranno ottenere i fondali necessari alla navigazione commerciale anche in presenza delle magre più pronunciate in modo da incrementare significativamente il numero di giorni disponibili per la navigazione.

Per garantire i fondali necessari al passaggio delle imbarcazioni lungo l'asta fluviale, l'AIPO compie regolarmente operazioni di dragaggio finalizzate alla rimozione dei bassi fondali che si formano lungo l'asta del fiume.

Tali attività, tuttavia, vanno via via riducendosi sia in termini di intensità che in termini di frequenza a causa della riduzione del traffico navale e delle economie operate da AIPO in questo settore.

R.T.P:

Da questo punto di vista gli interventi di regolazione, se ben condotti, risultano più efficaci e anche più economici della manutenzione ordinaria, perché sono duraturi e raggiungono il duplice obiettivo di aumentare la sicurezza idraulica e migliorare la navigabilità del fiume.

Dal punto di vista della navigazione la sistemazione a corrente libera si prefigge lo scopo di realizzare lungo il principale fiume italiano una via d'acqua lungo la quale possano transitare battelli e chiatte adibite al trasporto delle merci aventi caratteristiche dimensionali almeno pari a quelle della Va classe europea come avviene lungo le principali direttrici fluviali esistenti in Europa dove il trasporto fluviale è ampiamente utilizzato e presenta volumi di merci trasportate pari a diverse decine di milioni di tonnellate anno.

Principali vie navigabili interne nell'UE (reti TEN-T globale e centrale)



Figura 7: rete idroviaria europea

R.T.P:

Al fine di fornire qualche dato relativo ai volumi di merci che annualmente vengono trasportate lungo la rete idroviaria interna del continente europeo, si riportano di seguito alcune immagini tratte dall'ultimo report che la Commissione Centrale per la navigazione sul Reno (CCNR) pubblica annualmente relativamente alla principali vie idroviarie presenti in Europa.

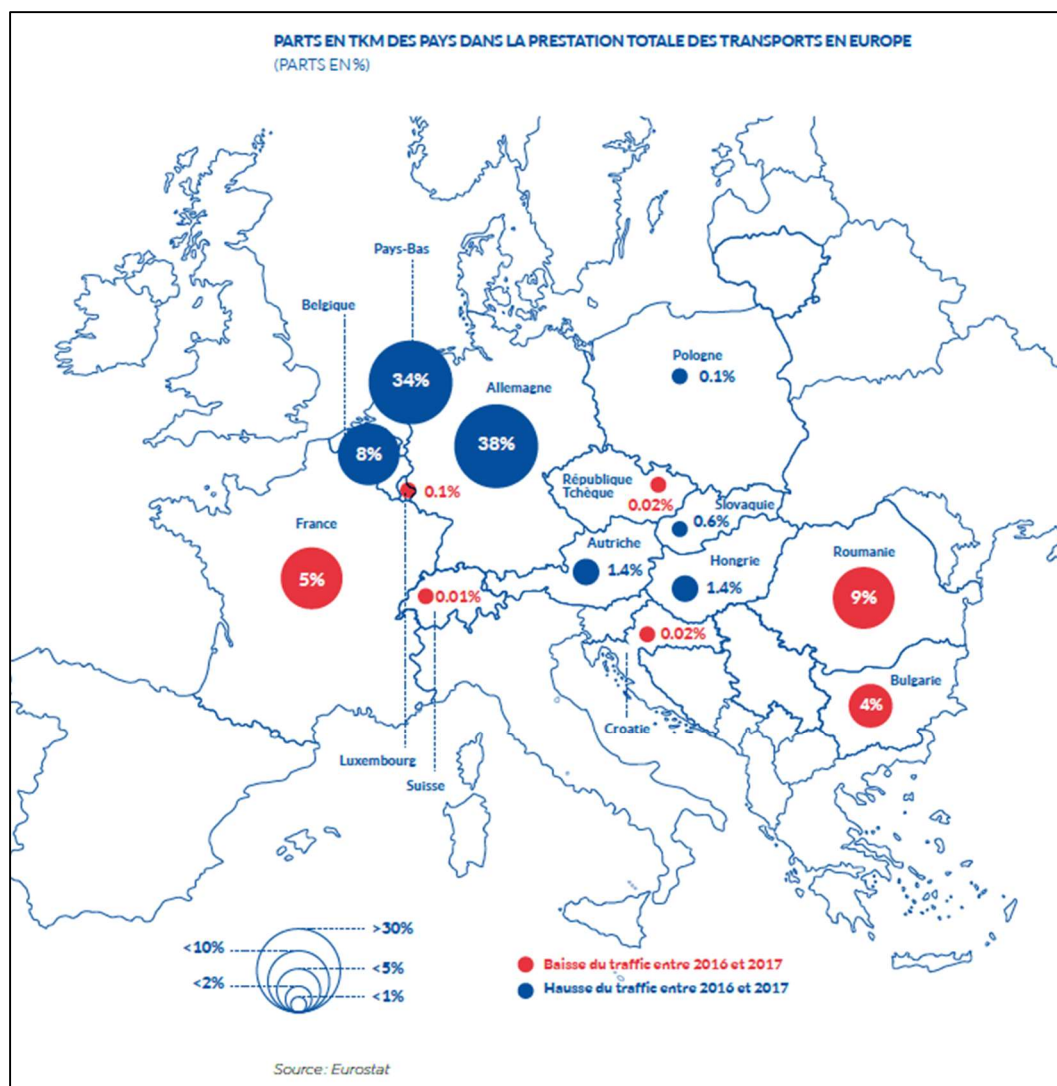


Figura 8: percentuale in tkm delle merci trasportate nei singoli paesi europei lungo le vie navigabili (Fonte: CCNR, Eurostat)

R.T.P:

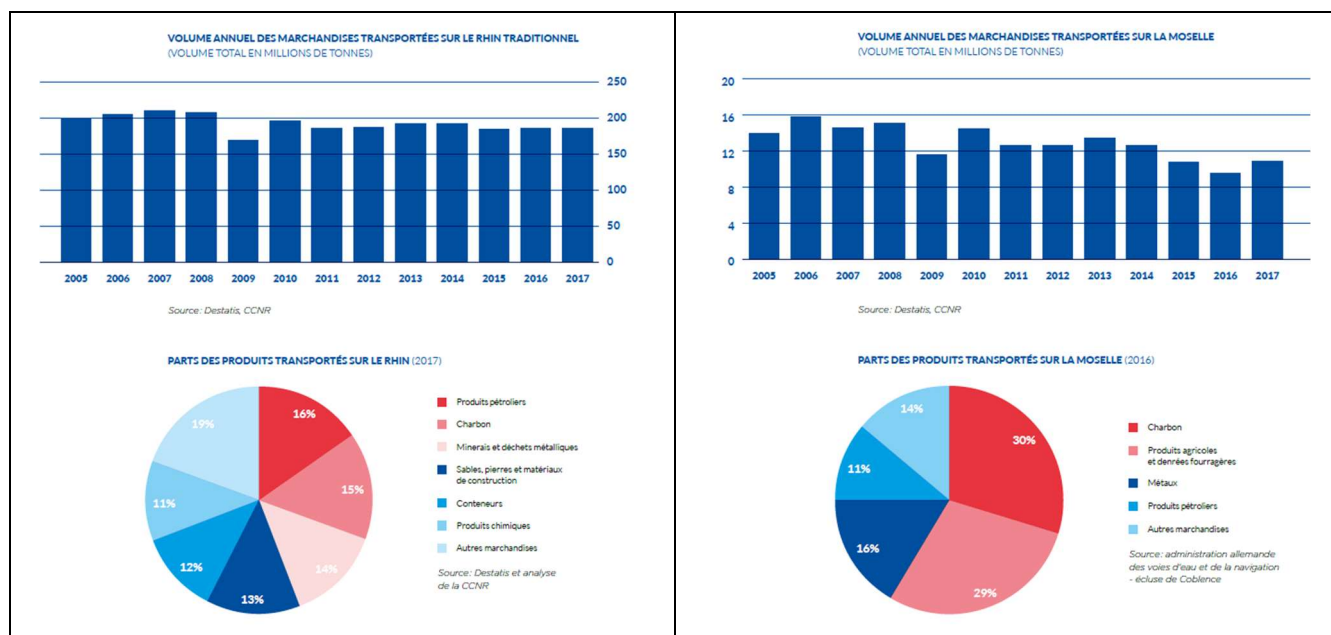


Figura 9: volume annuale e ripartizione della tipologia di merci trasportate lungo il corso del Reno tradizionale e sul bacino della Mosella (fonte CCNR, Eurostat)

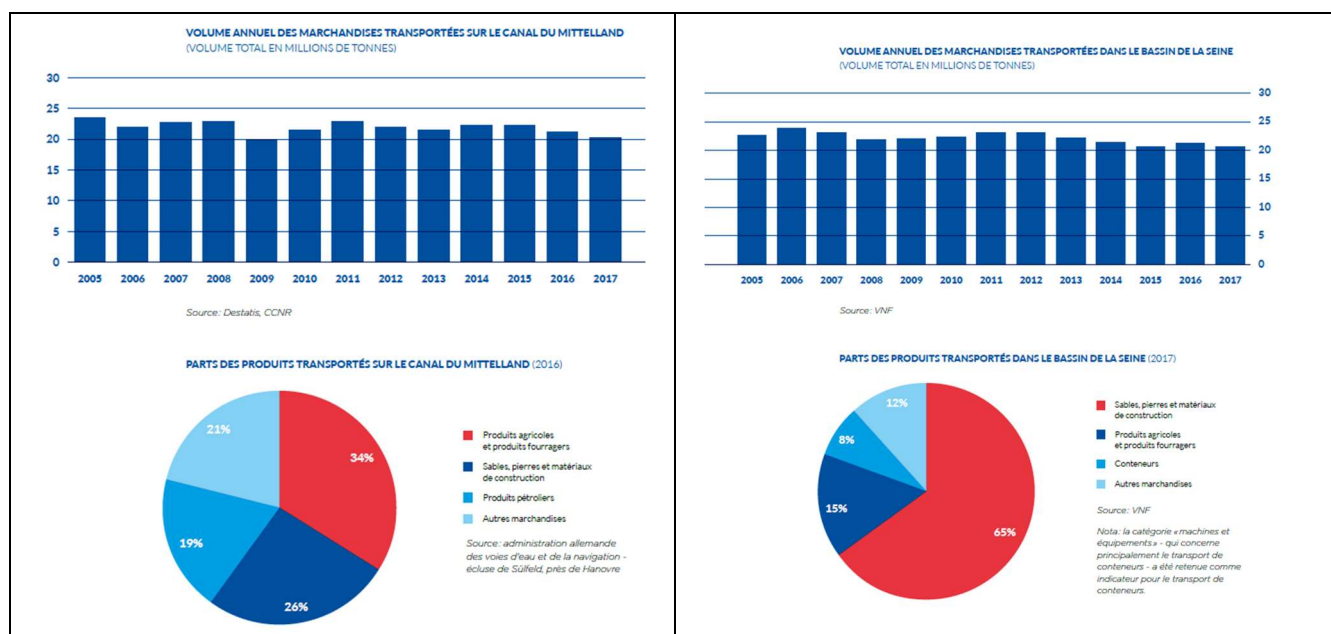


Figura 10: volume annuale e ripartizione della tipologia di merci trasportate lungo il corso del Mittelland canal e sul bacino della Senna (fonte CCNR, Eurostat)

R.T.P:

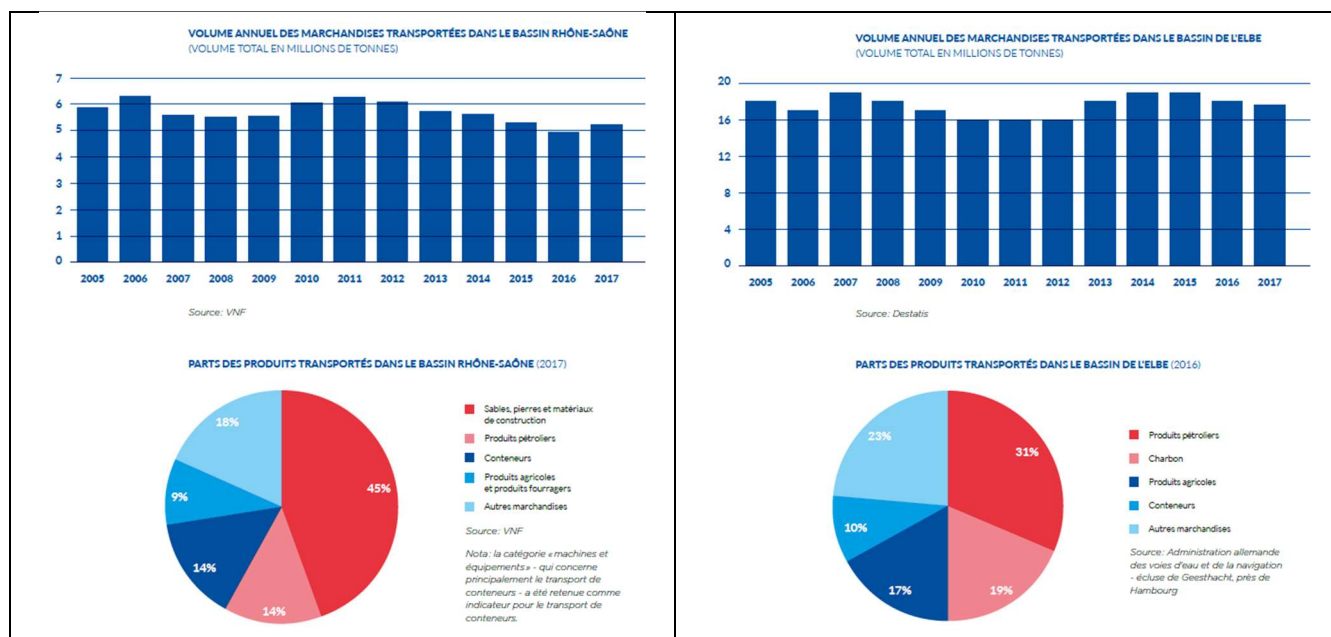


Figura 11: volume annuale e ripartizione della tipologia di merci trasportate sul bacino del Rodano e della Saona e sul bacino dell'Elba (fonte CCNR, Eurostat)

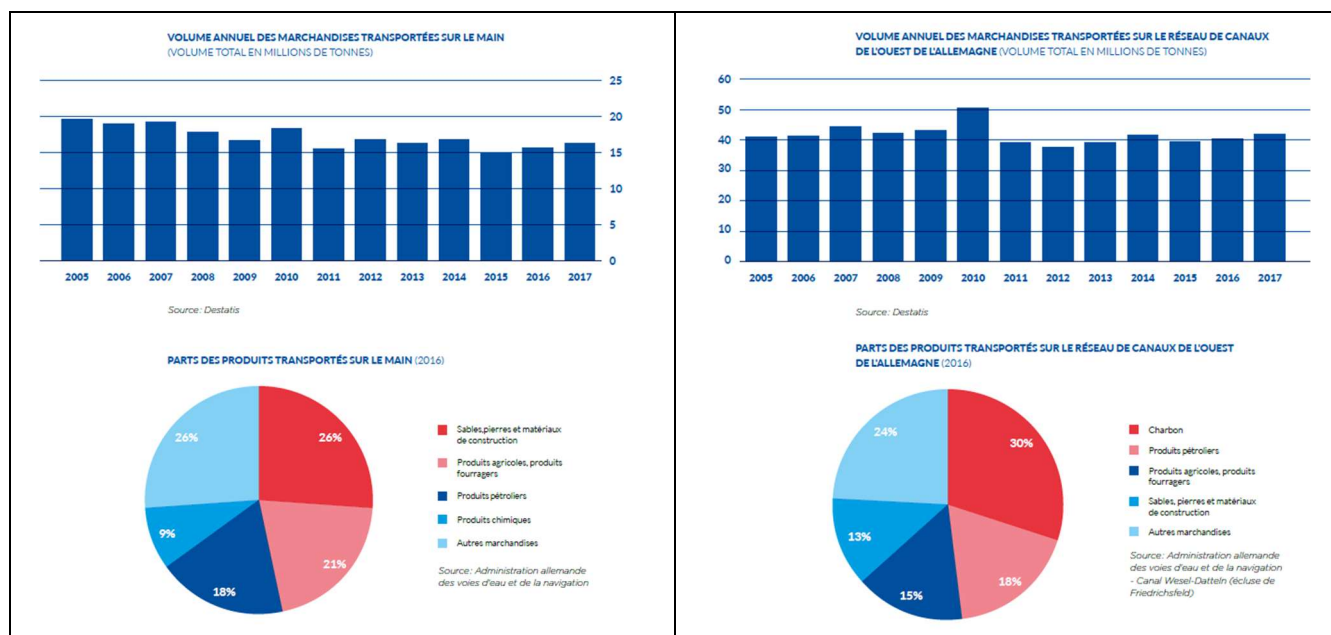


Figura 12: volume annuale e ripartizione della tipologia di merci trasportate sul Meno e sui canali della regione ovest della Germania (fonte CCNR, Eurostat)

Anche il sistema idroviario padano-veneto è da tempo inserito all'interno delle reti idroviarie europee, come si può osservare dall'immagine successiva, anche se con volumi di traffico decisamente inferiori a

R.T.P:

quelli ampiamente consolidati lungo le principali direttrici europee e che negli ultimi anni sono ulteriormente diminuiti.



Figura 13: sistema idroviario europeo (focus sul centro Europa)

Paesi	1970				1980				1990/22			
	Ferrovia	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

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.

Figura 14: Ripartizione modale del trasporto interno di merci in alcuni paesi europei dotati di idrovie; composizione percentuale dei valori in t/km¹

La realizzazione di un'idrovia completa nel bacino padano passa attraverso la sistemazione del tratto terminale del Po dove non sono presenti opere per la navigazione, in particolare a valle di foce Mincio.

¹ Tratto da "il Po fiume d'Europa: riflessioni e proposte sulle strategie di pianificazione" Autorità di bacino del fiume Po

R.T.P:

Pur esistendo infatti una via alternativa a quella del corso del Po, costituita dal canale Fissero-Tartaro-Canalbianco-Po di Levante, essa non è completamente adatta al passaggio di imbarcazioni della V classe CEMT essendo adeguata a tale categoria solo nella sua parte iniziale e finale, mentre il tratto centrale risulta adeguato solamente al passaggio di imbarcazione della classe IV a causa di limitazioni legate ad alcune curve del tracciato e alla presenza di alcuni ponti con luce libera non sufficiente.

Dal punto di vista della navigazione la sistemazione a corrente libera del fiume si prefigge di ottenere fondali sufficienti alla navigazione delle imbarcazioni commerciali per un numero di giorni anno sufficienti a garantire un interesse da parte degli operatori economici.

In particolare, in accordo con gli studi precedentemente condotti relativamente alle medesime problematiche, le condizioni minime da raggiungere, sulla base di quanto già adottato nell'ambito dei precedenti interventi di sistemazione, sono quelle indicate di seguito:

- persistenza di un fondale minimo pari a 2,00 metri per almeno 340 giorni all'anno;
- persistenza di un fondale minimo pari a 2,80 metri per almeno 300 giorni all'anno;

Tali fondali naturalmente dovranno essere riscontrati in corrispondenza della parte centrale del canale navigabile all'interno dell'alveo fluviale dove dovrà essere considerato un ipotetico canale a sezione rettangolare utile alla navigazione avente una larghezza media che nel caso di idrovie appartenenti alla V classe europea risulta pari a circa 60 m.

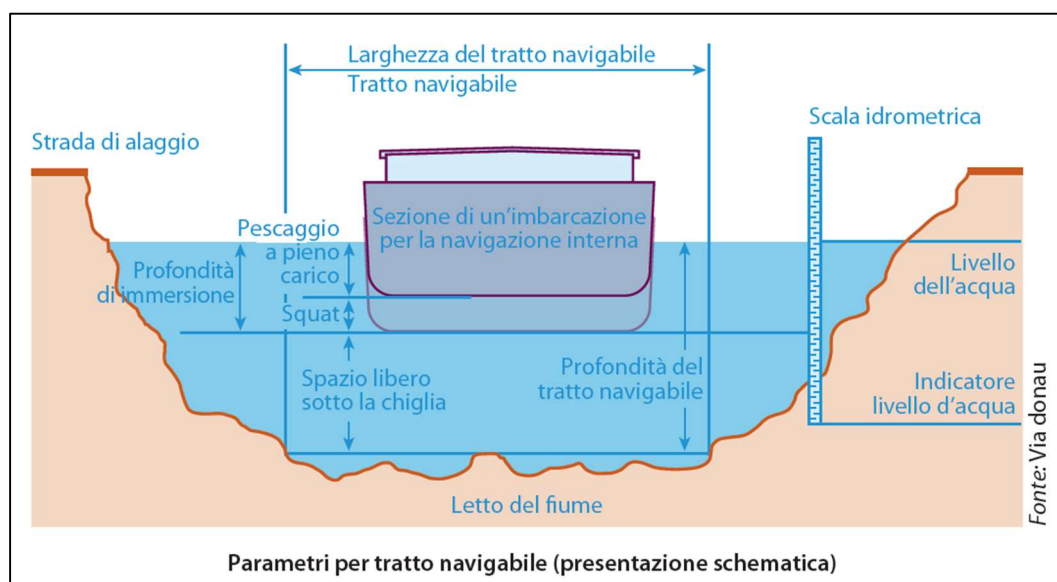


Figura 15: nomenclatura sezione navigabile

R.T.P.:

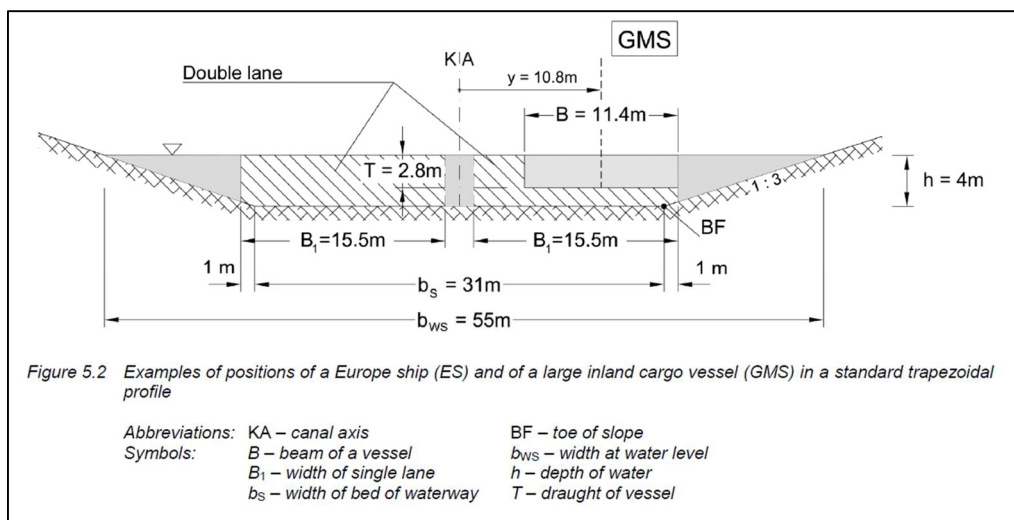


Figura 16: caratteristiche geometriche minime per le vie navigabili della classe Va

Naturalmente tali misure sono valide nel caso di canali artificiali, mentre nel caso di corsi d'acqua naturali, come nel nostro caso, vanno considerate nell'estensione complessiva della sezione fluviale.

Nel caso del Po, lungo il tratto oggetto di intervento, le opere sono progettate in modo tale da realizzare un canale centrale approssimativamente largo 200 metri circa, che lungo il percorso di navigazione ideale, che va da un vertice di curva a quello successivo, presenta i fondali necessari alla navigazione secondo le condizioni descritte in precedenza.

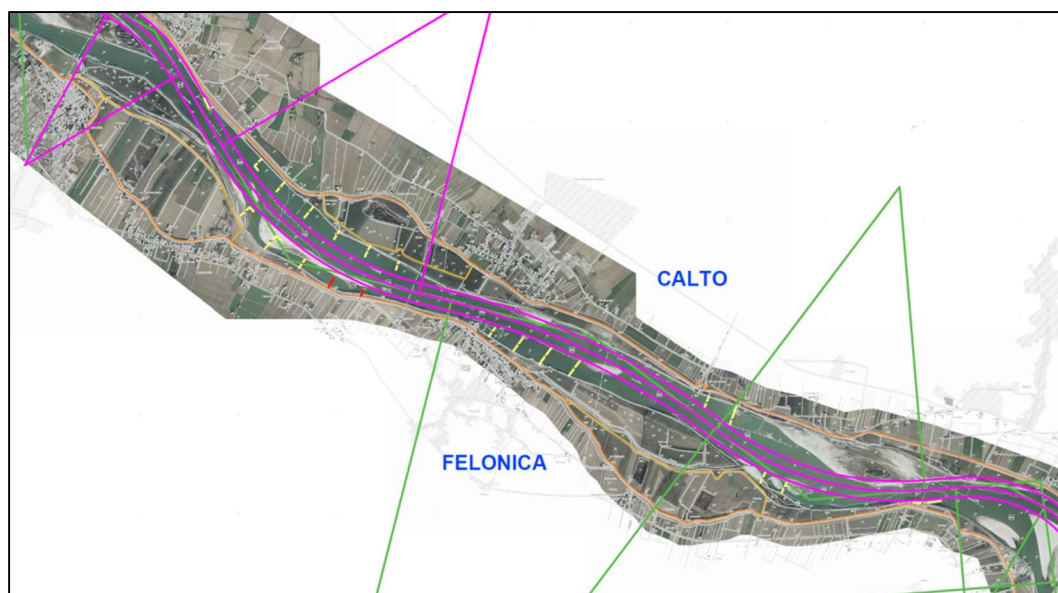


Figura 17: esempio di individuazione delle curve di navigazione a seguito della sistemazione del fiume a corrente libera

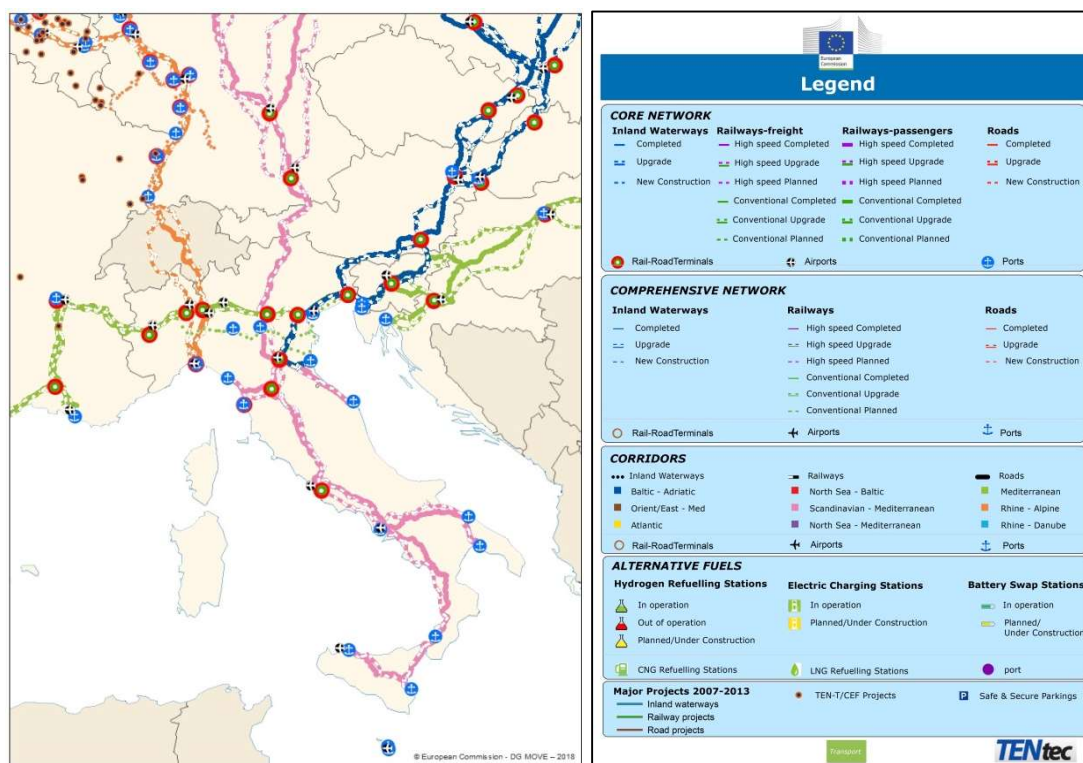
R.T.P:

2. IL SISTEMA IDROVIARIO PADANO-VENETO E IL QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

2.1. Rete idroviaria nazionale e il sistema idroviario Padano-Veneto

Le vie navigabili hanno costituito per secoli il principale mezzo di comunicazione commerciale all'interno e all'esterno dei confini nazionali. Ogni qualvolta se ne presentava l'occasione, le vie d'acqua, sia di tipo naturale che artificiale, erano sfruttate per il trasporto delle merci e delle persone in considerazione delle caratteristiche e delle difficoltà delle altre forme di trasporto tradizionali via terra.

L'aumento dei costi e degli impatti derivanti dal trasporto su strada rispetto ad altre modalità, rende fondamentale la necessità di trasferire quota parte del trasporto merci verso modalità maggiormente sostenibili come la ferrovia e la navigazione interna al fine di promuovere uno sviluppo competitivo e sostenibile delle attività economiche, in conformità con le politiche europee sui trasporti, in particolare le reti Ten-T e il programma NAIADES.



R.T.P:

Da questo punto di vista le idrovie e i porti possono rappresentare una valida alternativa in considerazione del fatto che possono costituire collegamenti intermodali non solo tra acqua, strada e rotaia, ma anche direttamente tra strada e rotaia come terminali intermodali.

Il sistema idroviario dell'Italia del Nord e del Nord Adriatico rappresenta una interessante opportunità per collegare le attività industriali di una delle regioni più sviluppate in Europa quale è la pianura Padana, al mare attraverso una connessione est-ovest, attraverso un dialogo continuo tra il Nord Italia con il sistema di porti fluviali a ovest, e i porti dell'Adriatico settentrionale ed esteri ad est.

Il sistema idroviario nazionale è principalmente costituito dal sistema padano-veneto dove si sviluppano la maggior parte dei percorsi navigabili italiani.

Esso è il risultato dell'applicazione della Legge 29 Novembre 1990, n° 380 e del Decreto del Ministero dei Trasporti e della Navigazione n° 759 del 25.06.1992 e comprende:

a) le seguenti idrovie:

• Fiume Po da Casale Monferrato a Foce Ticino	65 km
• Fiume Po da Foce Ticino a mare	389 km
• Fiume Ticino da Pavia alla confluenza con il Po	7 km
• Fiume Mincio da Mantova alla confluenza con il Po	21 km
• Canale Po Brondolo	19 km
• Idrovia Fissero-Tartaro-Canalbianco-Po di Levante	135 km
• Idrovia Litoranea Veneta da Portegrandi a foce Isonzo	140 km
• Canale Milano-Cremona	66 km
• Idrovia Ferrara-Ravenna	87 km
• Canale Padova-Venezia	28 km

Per un totale di km 957

b) i porti interni ed i terminali idroviari nei porti marittimi, che comprendono:

- i porti dell'Emilia Romagna: Pontelagoscuro, Pieve Saliceto, Banchina di Piacenza e terminale del Porto di Ravenna;
- i porti della Regione Lombardia: Porto di Cremona, Mantova, Lodi-Crema, Milano, Pavia, Casalmaggiore, Pizzighettone, Ostiglia;
- nella Regione Veneto: i porti di Rovigo, Porto Levante, Legnago, Padova;
- nella Regione Piemonte: il porto di Casale Monferrato.

In realtà la rete in esercizio riguarda soltanto una parte delle idrovie sopra elencate, per uno sviluppo complessivo di 429 km, e comprende:

• il F. Po, da Cremona a Porto Tolle, presso la foce	272 km
• il primo tratto Cremona-Pizzighettone del canale dal Po a Milano	14 km

R.T.P:

- il fiume Mincio, da Mantova al Po (a Governolo) 22 km
- il canale Fissero-Tartaro-Canalbiano per il tratto iniziale da Mantova (Valdaro) alla conca di S. Leone (a Governolo) 13 km
- il canale Po-Brondolo-Laguna Veneta 19 km
- il canale Po di Levante 19 km
- l'idrovia Ferrarese, da Pontelagoscuro a Porto Garibaldi 70 km

Per un totale di 429 km

Oltre a quelle raccolte nell'elenco e oltre ai canali lagunari, alcune altre idrovie di minore importanza sono interessate da una navigazione occasionale che si svolge sulla Litoranea Veneta, nell'Alto Adriatico e sui tronchi del corso medio del Po, scontando tuttavia qui le difficoltà, generate da un pesante stato di abbandono e dall'interruzione prodotta dalla diga di Isola Serafini oggi risolta con la realizzazione e messa in esercizio della nuova conca realizzata a fianco di quella esistente.

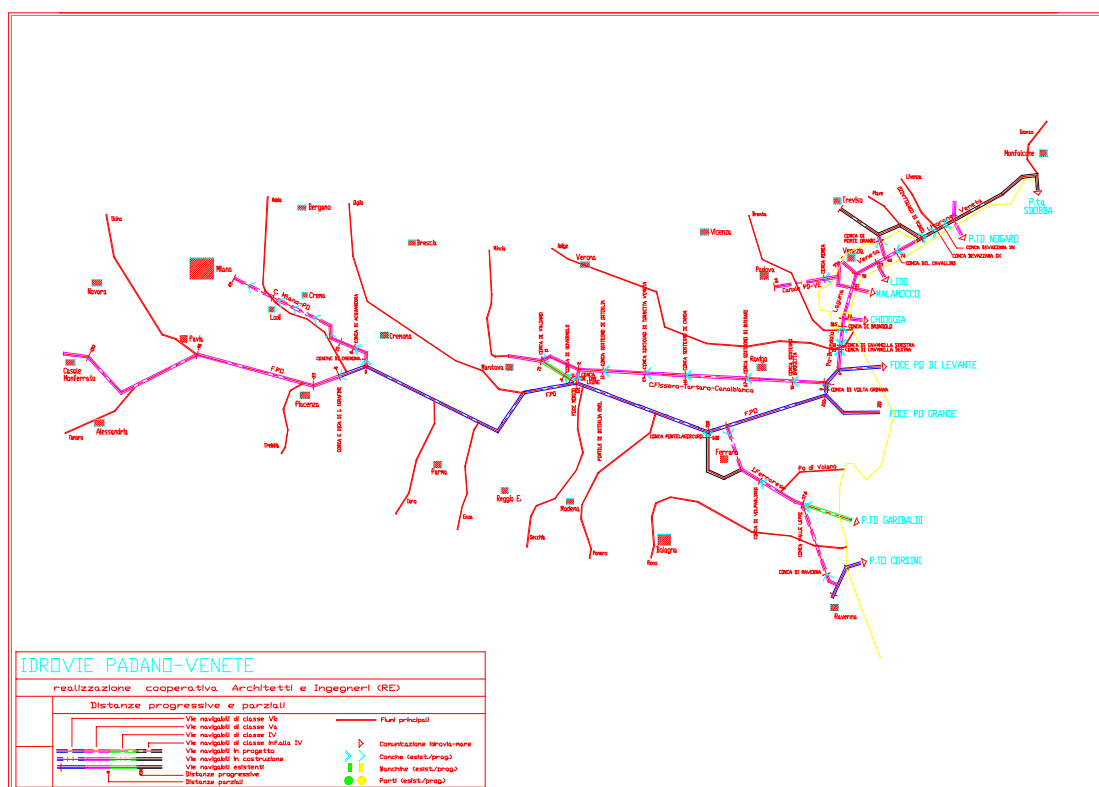


Figura 18: schema planimetrico della rete idroviaria padano-veneta

Il trasporto di merci per acque interne è quindi ristretto ad una rete di sviluppo inferiore ai 500 km.

Il 100% del traffico idroviario si svolge su questa rete che è formata dal Po, con le sue espansioni verso l'interno, il canale Po-Milano fino a Pizzighettone e il fiume Mincio, fino a Mantova e con i suoi collegamenti al mare Adriatico:

R.T.P:

- verso Nord e i porti della Laguna Veneta, con il canale Po-Brondolo;
- verso Nord-Est, con lo sbocco a mare del Po di Levante;
- verso Sud, con l'Idrovia Ferrarese, diretta al terminale nel Porto di Ravenna, ma ferma per ora allo sbocco a mare di Porto Garibaldi, verso il medio e basso Adriatico e lo Ionio.

Su queste idrovie l'esercizio della navigazione commerciale incontra difficoltà onerose, causate dalla presenza di strozzature che limitano le possibilità della rete e che sono di dimensioni non adeguate, conche e ponti in particolare.

I limiti riguardano anche la geometria delle idrovie e il disegno del loro alveo; problemi le cui soluzioni sono, talora, i più complicati.

La rete idroviaria italiana è stata realizzata nell'arco di tutto il secolo precedente, per successive addizioni, secondo processi contrastati che non hanno mai premiato gli sforzi di pianificazione che pure, soprattutto negli anni immediatamente successivi all'Unità d'Italia, erano stati compiuti.

E' spesso accaduto anche che un singolo progetto sia stato realizzato in tempi lunghissimi, con conseguenze gravi sull'efficienza dell'opera realizzata e soprattutto sulla coerenza del sistema.

Questa situazione è stata puntualmente rilevata, asta per asta della rete, nel lavoro che il CIPET, secondo quanto è richiesto dalla L. 380/90, ha condotto per presentare il proprio parere, relativamente al tracciato e al piano poliennale di attuazione del "Sistema Idroviario Padano-Veneto".

Alla conclusione di questo studio il CIPET è giunto potendo tener conto, sia per il tracciato che per il piano poliennale, dei pareri espressi e delle deliberazioni adottate dal Comitato dell'Intesa delle Regioni. E' quindi opportuno riprendere il lavoro odierno mantenendo il riferimento dello studio del CIPET che assegna una scheda tecnica alle "singole realtà dei tronchi facenti parte della rete idroviaria".

Dal punto di vista idraulico il Po a valle dello sbarramento di Isola Serafini, l'unico presente sul Po, risulta sistemato a corrente libera, in particolare nel tratto fra foce Adda e foce Mincio dove negli anni passati sono state realizzate le opere di correzione e impostazione delle curve che hanno determinato l'attuale assetto del fiume e che hanno garantito, salvo qualche eccezione, buoni livelli di navigabilità e tiranti sufficienti durante tutto l'anno.

A valle di foce Mincio le opere per la navigazione sono praticamente assenti e lungo il tratto si manifestano diverse zone problematiche per la navigazione fluviale che può essere garantita solamente mediante costose operazioni di dragaggio dei bassi fondali per permettere il passaggio in sicurezza delle imbarcazioni commerciali.

D'altra parte le particolari condizioni del Po, che presenta pendenze estremamente basse, determinano condizioni già naturalmente favorevoli alla navigazione fluviale che può essere tranquillamente praticata in sicurezza per molti giorni all'anno. La necessità però di garantire le condizioni richieste dalla classe Va, classe di riferimento per l'idrovia padana, rende indispensabile realizzare quelle opere che possono garantire i tiranti sufficienti alla navigazione per il numero di giorni/anno necessari.

R.T.P:



Figura 19. Schema del sistema idroviario padano-veneto

Negli anni scorsi è stata la navigazione turistica che ha rappresentato, dal punto di vista della navigazione, una delle poche realtà di fruizione del fiume con finalità commerciali avendo questa attività minori necessità dal punto di vista della navigabilità del corso d'acqua.

La speranza nonché la prospettiva a medio termine è quella di poter garantire le condizioni necessarie ad incrementare l'utilizzo del fiume anche per quel che riguarda la navigazione adibita al trasporto merci spostando sull'idrovia una parte del traffico attualmente condotto su gomma.

2.2. Riferimenti normativi

La realizzazione del sistema idroviario padano-veneto viene definito dal Decreto del Ministero dei Trasporti e della navigazione n. 753 del 25/06/1992 così come previsto dalla legge n.380 del 29 novembre 1990 dove se ne dichiara il preminente interesse nazionale, legge che a sua volta attua il Piano Generale dei Trasporti integrando il DPR 616/77 che prevedeva che le Regioni che si affacciano sul Po e sulle idrovie collegate, riunite in intesa, svolgessero le funzioni di comune interesse in materia di navigazione interna.

R.T.P:

Di fatto quindi è dal 1977 che l'Intesa Interregionale per la navigazione interna, attraverso una convenzione più volte modificata e sottoscritta dalle Regioni Veneto, Lombardia, Emilia Romagna e Piemonte, svolge un coordinamento per l'esercizio delle funzioni amministrative in tale materia.

Con il successivo Decreto Legislativo n.112 del 31 marzo 1998, viene conferita alle Regioni precedenti la gestione del sistema idroviario.

Relativamente ai provvedimenti precedenti all'attribuzione delle competenze in materia di navigazione interna alle Regioni rivierasche, si possono ricordare fra gli altri:

- la legge 2 gennaio 1910 n. 9 che aveva come oggetto la navigazione interna;
- il Regio Decreto 8 giugno 1911 n. 893 con cui fu approvato l'elenco delle linee navigabili di 2^a classe, nel quale al n.7 si precisava il tracciato della dorsale padana secondo lo sviluppo *Milano-Lodi-Cremona-Fiume Po-Cavanella Po-Conca di Brondolo-(Chioggia Venezia)*;
- il Regio Decreto del 30.03.1942 con cui si approvava in via definitiva il *Codice della navigazione*;
- il D.P.R del 28/06/1949 con cui si provvedeva all'approvazione del *Regolamento per la Navigazione Interna*;
- la legge 31 marzo 1956 n. 287 con la riclassificazione di alcune idrovie interne;

A livello Europeo la navigazione delle acque interne è disciplinata dal CEVNI – European Code for Inland Waterways, (Codice europeo per la navigazione interna) al cui interno sono contenute le norme per l'esercizio della navigazione lungo le vie navigabili interne della rete idroviaria europea.

2.3. Caratteristiche geometriche delle imbarcazioni e della via navigabile per la classe Va

Come accennato nelle premesse, le caratteristiche dimensionali delle vie navigabili e delle imbarcazioni sono state oggetto di armonizzazione da parte della *Conférence Européenne des Ministres des Transport* (CEMT) con la risoluzione n° 92/2 relativa alla nuova classificazione delle vie navigabili.

Le vie navigabili sono state suddivise in sette classi differenti.

Le prime tre classi si riferiscono a vie navigabili di importanza regionale e costituiscono due gruppi differenti a seconda che siano localizzate ad est o ad ovest dell'Elba. Le altre quattro si riferiscono a vie navigabili di importanza internazionale, con la V classe suddivisa in due ulteriori sottoclassi (Va e Vb) e la VI in altre tre sottoclassi (VIa, VIb, VIc).

R.T.P:






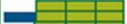
Tipo di via navigabile in tema		Classi di vie navigabili	Chiatte e imbarcazioni a motore				Convogli a spinta					Altezza minima sotto i ponti	
			Tipo di imbarcazione: caratteristiche generali				Tipo di convoglio: caratteristiche generali						
			Denominazione	Lunghezza massima	Larghezza massima	Pescaggio	Tonnellaggio		Lunghezza	Larghezza	Pescaggio		Tonnellaggio
			L(m)	B(m)	D(m)	T(t)		L(m)	B(m)	D(m)	T(t)	H(m)	
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	B
Di importanza regionale	Adriatico dell'Elba	I	Chiatta	38,5	5,05	1,80-2,20	250-400						4,0
		II	Chiatta Kampine	50-55	6,6	2,50	400-650						4,0-5,0
		III	Gustav Koenigs	67-80	8,2	2,50	650-1000						4,0-5,0
	Aest dell'Elba	I	Gross Finow	41	4,7	1,40	180						3,0
		II	BM-500	57	7,5-9,0	1,60	500-630						3,0
		III		67-70	8,2-9,0	1,60-2,00	470-700		118-132	8,2-9,0	1,60-2,00	1000-1200	4,0
Di importanza internazionale	IV	Johann Vellier	80-85	9,5	2,50	1000-1500		85	9,5	2,50-2,80	1250-1450	5,25 or 7,00	
	Va	Grandi imbarcazioni sul Reno	95-110	11,4	2,50-2,80	1500-3000		95-110	11,4	2,50-4,50	1600-3000	5,25 or 7,00 or 9,10	
	Vb							172-185	11,4	2,50-4,50	3200-6000		
	Vla							95-110	22,8	2,50-4,50	3200-6000	7,00 or 9,10	
	Vlb		140	15,0	3,90			185-195	22,8	2,50-4,50	6400-12000	7,00 or 9,10	
	Vlc							270-280 195-200	22,8 33,0-34,2	2,50-4,0 2,50-4,50	9600-18000 9600-18000	9,10	
	VII							285	33,0-34,2	2,50-4,50	14500-27000	9,0	

Figura 20: classificazione C.E.M.T. delle vie navigabili secondo la risoluzione n° 92/2

Per ognuna delle precedenti categorie vengono fornite le principali caratteristiche tipologiche e dimensionali, come si può osservare nella tabella precedente (Figura 20), distinguendo fra chiatte e imbarcazioni a motore e convogli a spinta con tonnellaggi trasportati via via crescenti.

Oltre alle caratteristiche dimensionali vengono forniti il pescaggio, il tonnellaggio e l'altezza minima necessaria sotto i ponti relativamente alla classe di riferimento.

Alle precedenti seguono le corrispondenti dimensioni geometriche delle idrovie necessarie a garantire il passaggio in sicurezza dei natanti lungo la via navigabile.

Nella figura successiva (Figura 21) sono riportate le principali caratteristiche dimensionali per le vie navigabili relative alle classi IV, Va e Vb.

Oltre alle caratteristiche precedenti un altro fattore molto importante è costituito dall'indice di navigabilità n di un'idrovia. Esso è dato dallo rapporto fra l'area della sezione bagnata del canale (A) e l'area della sezione maestra immersa di una nave a pieno carico (a). Il valore raccomandato per tale indice è pari a 7 e non può mai essere inferiore a 5. Lungo le idrovie esistenti, con valori di $n < 7$, la velocità regolamentare di navigazione va adeguatamente ridotta.

R.T.P.:

$$n = \frac{A}{a}$$

SEZIONE								
CLASSE	RETTANGOLO DI NAVIGAZIONE			AREA BAGNATA		STRADA DI SERVIZIO		
	Larghezza (m)	Profondità (m)		Normale (m ²)	Minima (m ²)	Altezza minima sul liv.nav. (m)	Larghezza	
		sull'intera larghezza	sulla metà in asse				normale	minima
IV	30	3	3,5	165	120	1	5	3,5
Va	40	3	3,8	225	160	1	5	3,5
Vb	40	3,3	3,8	225	160	1	5	3,5

TRACCIATO				
CLASSE	RAGGI CURVATURA R (m)			VISUALE LIBERA
	Min. Nor.	Min. ridotto	Allargamento	Distanza minima
IV	800	400	3600/R	350
Va	1000	450	5500/R	400
Vb	1800	700	17000/R	700

Figura 21: classificazione idrovie in base alla "Normativa per la redazione dei progetti di vie navigabili"

A livello nazionale, pur in assenza di una normativa chiara e ben definita, la rete idroviaria è stata adeguata, o deve essere adeguata nel caso non lo sia, per la IV e la V classe, in particolare la classe Va che è quella che fa riferimento a chiatte e imbarcazioni a motore.

Sulla base di queste considerazioni restano fissate le dimensioni massime delle unità navali adibite al trasporto merci in termini di lunghezza e larghezza che risultano pari a 110x11,4 m.

Queste imbarcazioni, denominate come "Grandi imbarcazioni del Reno" presentano un pescaggio variabile fra 2,50 e 2,80 m e sono in grado di trasportare carichi compresi fra 1500 e 3000 tonnellate di merci.

R.T.P.:

3. LA SISTEMAZIONE A CORRENTE LIBERA DEL FIUME PO

3.1. Origini della navigazione moderna

Dopo il suo declino avvenuto nel corso del XIX secolo per l'avvento di mezzi di trasporto più veloci come la ferrovia, la navigazione fluviale ebbe una ripresa all'inizio del secolo successivo che si concretizzò con la fondazione nel 1900 della "Società di Navigazione Fluviale" con sede a Venezia e nel 1906 della "Società Mantovana Barcai" con sede a Mantova e l'introduzione, dal punto di vista tecnico, dei rimorchiatori a vapore, che resteranno in servizio fino al 1943, trasformando radicalmente un settore rimasto immutato per secoli.

La navigazione lungo il corso del Po a valle di foce Adda nei primi anni del secolo era ancora condizionata dalle modificazioni che l'alveo subiva in occasione delle piene cui era soggetto il fiume. Lo spostamento delle isole all'interno dell'alveo determinava frequenti insabbiamenti dei natanti che percorrevano la via d'acqua comportando danni e ritardi al trasporto delle merci e delle persone.

La navigazione fluviale garantiva, fino alla fine del secolo XIX, condizioni vantaggiose rispetto al trasporto terrestre, che avveniva a dorso d'uomo o d'animale o con modesti carriaggi.

L'evoluzione e il progresso dei mezzi di trasporto terrestre hanno fatto diminuire l'interesse negli ultimi cento anni per l'utilizzazione delle imbarcazioni di ridotta capacità, indirizzando il trasporto fluviale verso navi e convogli di grande tonnellaggio che potessero garantire una economicità di trasporto per le merci imbarcate sui battelli.

Oggi la maggior parte dei trasporti fluviali viene realizzata con automotori o convogli (spintore più chiatte) in grado di trasportare oltre 1000 tonnellate sul Po per arrivare a 10.000 tonnellate lungo il Reno e sul Danubio.

L'utilizzo dei fiumi naturali per la navigazione con navi da trasporto di tali dimensioni difficilmente può avvenire, salvo poche eccezioni, senza una sistemazione idroviaria dei fiumi.

A tal fine nel corso degli anni a cavallo della fine del XIX secolo e l'inizio di quello successivo sono stati messi a punto dei metodi di sistemazione che possono essere ricondotti a due sole tipologie differenti e ben distinte: la sistemazione a corrente libera e la bacinizzazione.

La prima interviene sull'alveo di magra con opere flessibili costituite da pennelli o difese spondali che tendono a canalizzare le portate di magra all'interno di un alveo di dimensioni tali da garantire i tiranti necessari alla navigazione.

La seconda interviene sul regime fluviale con la realizzazione di sbarramenti trasversali che regolano i livelli del fiume al fine di modificare il profilo idraulico per garantire i tiranti indipendentemente dalla portata in transito.

I primi interventi di sistemazione a corrente libera sui fiumi europei sono iniziati alla fine del 1800 e sono proseguiti durante la prima metà del secolo successivo.

Tali interventi erano basati sulle metodiche sviluppate dall'ingegnere francese Girardon per la sistemazione del fiume Rodano a loro volta derivate da studi precedenti del Fargue sulla Garonna.

R.T.P:

Il Fargue immagina il fiume naturale come una successione di curve e controcurve determinate da gorghi successivi, intervallate da una soglia in corrispondenza dei flessi dove il fondo del fiume si alza con la formazione di bassi fondali che in occasione di magre pronunciate possono produrre difficoltà alla navigazione. Il basso fondale può essere più o meno pronunciato a seconda se il flusso dell'acqua arriva in direzione parallela o perpendicolare all'asse generale del fiume. In quest'ultimo caso la lama d'acqua presenta una larghezza molto maggiore e quindi una profondità ridotta.

Per ovviare a questa problematica il Girardon propone di concentrare il filone della corrente di magra all'interno di un unico alveo bloccandone il tracciato mediante la realizzazione di opere trasversali costituite da pennelli ancorati alle sponde, mentre le zone concave delle curve vengono protette mediante la realizzazione di difese spondali di tipo longitudinale che indirizzano il flusso principale della corrente.

Tale metodologia è stata applicata in diversi fiumi europei con risultati generalmente positivi.

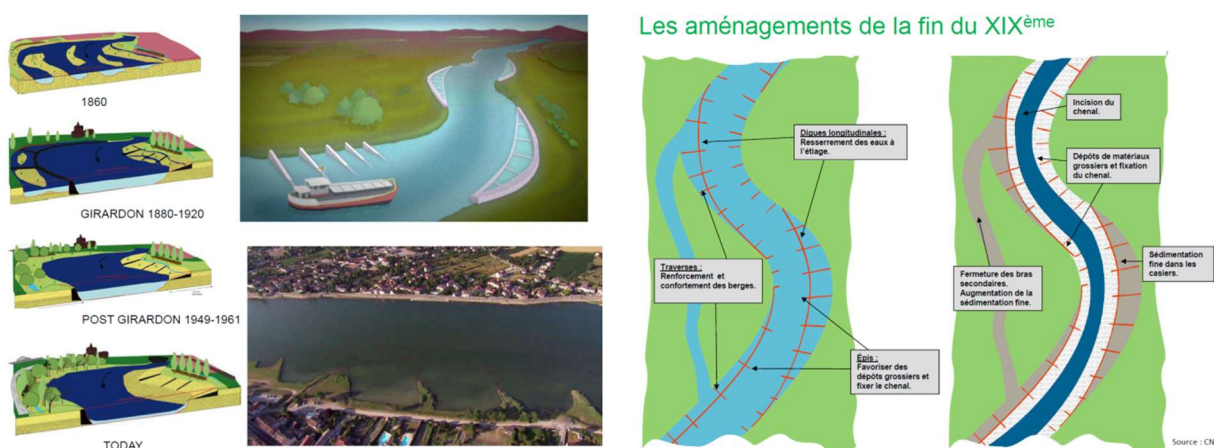


Figura 22: esempi di sistemazione del fiume Rodano secondo lo schema di Girardon (Fonte CNR)

3.2. La sistemazione del tronco di monte

L'avvio degli interventi per lo sviluppo della navigazione moderna del corso del Po può essere datata all'inizio del secolo XIX.

Come riportato nella relazione dell'ing. Ostilio Gorio, allora Ispettore Generale del Genio Civile (Gorio, Settembre 1953)², di cui di seguito si propone una sintesi, lo studio della sistemazione dell'alveo di magra del Po ebbe inizio nell'anno 1919 ad opera dell'Ing. Prof. Carlo Valentini, Ispettore Superiore del Genio Civile e dello stesso Ing. Gorio, dal 1919 posto a disposizione dell'ispettorato dal Ministero dei LL.PP.

² Dott. Ing. Ostilio Gorio, "Ventidue anni di studi e lavori sul Po dal 1919 al 1941" Cartotecnica Romana – settembre 1953

Nel 1924 il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici approva le conclusioni della seconda Commissione Romanin Jacur che sanciva la scelta del Po come asse idroviario della pianura padana nel tratto da foce Adda a Cavanella d'Adige indicando la necessità di procedere alla sistemazione dell'asta fluviale secondo le modalità a corrente libera.

Tale scelta arrivò dopo oltre 20 anni di studi, discussioni e confronti, in particolare fra i sostenitori delle acque *scuri*, quelle del Po, e i sostenitori delle acque *chiare*, che ritenevano opportuno la realizzazione di un sistema di idrovie artificiali che collegassero i vari distretti produttivi, in particolare quelli lombardi, abbandonando il corso del Po.

Anche i primi finanziamenti arrivarono solo nel 1931 e furono finalizzati alla sistemazione del fiume nel tratto foce Adda-foce Mincio.

Il primo studio per la sistemazione del Po era finalizzato al miglioramento delle condizioni di navigazione del fiume nella sua asta intermedia per natanti da 600 tonnellate e fu compilato dall'allora Ufficio Superiore del VI Compartimento (Ispettorato del Po) con sede in Parma e presentato in data 20 maggio 1919.

Dal punto di vista geometrico si adottò per la prima volta un disegno planimetrico delle curve di tipo parabolico per meglio assecondare la corrente lungo le rive, tenendo conto delle osservazioni sperimentali del Fargue da cui discesero le sue leggi e che furono adottate per la sistemazione del Rodano in Francia dall'ing. Girardon.

Questa conformazione permetteva di evitare le problematiche connesse alla costanza della curvatura nel caso di andamenti circolari proponendo una sistemazione planimetrica che massimizzava la curvatura nel vertice rendendola minima nel punto di raccordo con il successivo tratto rettilineo.

Per la stabilizzazione delle curve venne proposta una struttura di doppio strato di buzzoni (elementi cilindrici già noti e di antico uso sul Po, formati da un nucleo di ciottolo ed un involucro di rami di salice, legati con lacci di filo di ferro) ricoperti poi da uno strato di pietrame.

Nelle parti convesse e nei rettifili per restringere il fiume vennero realizzate delle palificate di legno da infiggere nell'alveo, a ridosso delle quali venivano appoggiati delle graticciate di salice, al fine di ridurre la velocità dell'acqua determinando il deposito delle torbide e quindi provocare degli interrimenti laterali al canale principale in analogia a quanto fatto in Francia sulla Loira e sul Rodano con esiti soddisfacenti.

I primi lavori riguardarono i tratti di fiume compresi fra la foce dell'Enza e del Crostolo su un tratto di circa 14 km e successivamente il tratto adiacente a monte fra foce Taro e foce Enza della lunghezza di circa 26 km ottenendo la sistemazione di un primo tratto di circa 40 km di fiume.

I criteri geometrici adottati dal Valentini per la sistemazione dell'alveo di magra del fiume consistevano quindi nella fissazione di curve a tracciato parabolico alternato sulle due sponde, fissando solo le parti concave del tracciato che si raccordano a tratti rettilinei nel passaggio o sulle soglie da una sponda all'altra, ma lasciando sulle soglie stesse una opportuna larghezza in rapporto alla portata di magra e

R.T.P:

provvedendo poi a costruire, ove fosse necessario, dei pennelli nelle parti convesse del tracciato e in corrispondenza ai tratti rettilinei di raccordo. Il tipo sperimentato per le opere in alveo, che erano state previste in semplici palificate con graticciate, e ciò allo scopo precipuo di raggiungere la sistemazione col minimo dispendio, non dettero però esito favorevole quale avevano dato, come si è detto sopra, altri fiumi francesi, quali la Loira ed il Rodano marittimo.

Nel 1923 la Commissione dei Lavori Pubblici istituita con D.M. del 15 luglio 1922 n.8319 con lo scopo di riesaminare le problematiche relative alla sistemazione dell'alveo di magra del fiume ai fini della navigazione commerciale, incaricò l'Ufficio Idrografico del Po di Parma di redigere un progetto generale di sistemazione tenendo conto degli effetti e delle risultanze ottenute dalle opere eseguite con i primi due progetti di sistemazione. Tale progetto risultò essere costituito da proposte di larga massima con interventi nel quale il fiume veniva chiuso da due difese pressoché parallele come si evince anche dall'immagine successiva dove è riportato un estratto dell'assetto di progetto del fiume nel tratto fra Torricella Parmense e foce Parma.

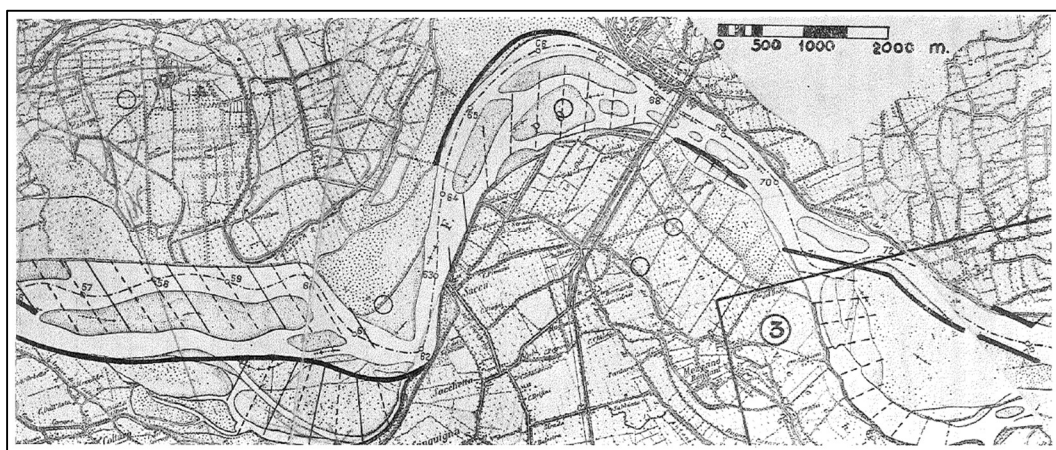


Figura 23: tracciato per la sistemazione del Po nel tratto da Torricella Parmense a foce Parma secondo il progetto di massima dell'Ufficio Idrografico del Po di Parma del 7 novembre 1923

Nel progetto del 1923 si ammetteva l'esistenza di 18 punti fissi nelle divagazioni che il fiume libero da ogni opera effettuava dopo ogni piena e si stabilivano alcune digressioni dalla linea principale del fiume come a valle di Casalmaggiore dove si decise di non seguire la curva a ridosso di foce Parma in destra idraulica, ma la più breve via in sinistra detta fossa di caprara.

Tali assunzioni vennero successivamente superate da altri studi fatti in occasione dell'esecuzione del tracciato definitivo di sistemazione di tutto il tratto foce Adda-foce Mincio eseguito nel 1931.

I punti fissi precedentemente ipotizzati vennero abbandonati fissando nella sistemazione definitiva la posizione di 51 curve mediante difese che ne determinarono la stabilizzazione diventando altrettanti punti fissi che ancora oggi permangono nel tratto compreso fra foce Adda e foce Mincio.

Il progetto di sistemazione definitiva è stato ottenuto realizzando nell'alveo del fiume un canale regolato che si appoggia alternativamente sulla riva destra e a quella sinistra (Figura 24). In tale configurazione la

R.T.P:

larghezza del canale non è costante ma varia da un minimo, calcolato in base alla portata, sulle soglie ad un massimo variabile in corrispondenza al vertice delle curve che in generale sono archi di parabola ed eccezionalmente, quando le condizioni locali lo impongono, archi di cerchio.

Il canale così ottenuto è costituito da una successione ininterrotta di curve paraboliche collegate fra di loro da tratti rettilinei ad esse tangenti.

Dal punto di vista geometrico rispetto al canale, ad una curva concava su una sponda se ne contrappone una convessa sulla sponda opposta mentre i tratti rettilinei si fronteggiano fra loro.

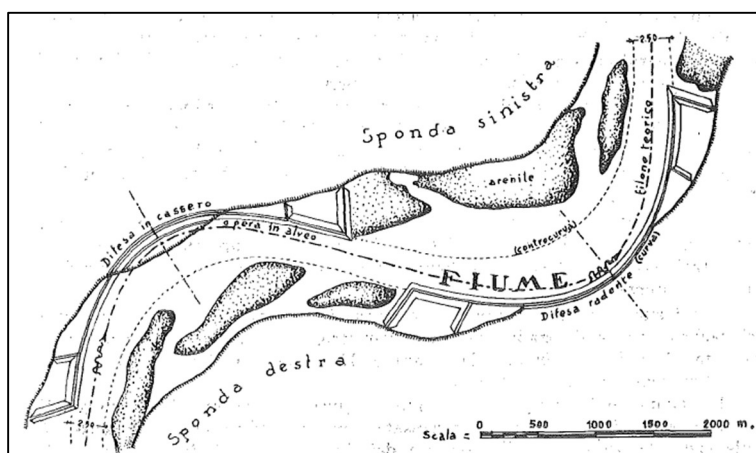


Figura 24: schema della configurazione adottata per la sistemazione definitiva dell'alveo del Po nel tratto foce Adda – foce Mincio

Il progetto di sistemazione di questo tratto di fiume si è basato su alcune assunzioni di base che possono essere sinteticamente riepilogate nel modo seguente:

- Realizzazione di curve regolari con andamento parabolico, come già realizzato nei progetti del 1919-1920, che garantiscono la continuità della variazione della curvatura, con semiparametri possibilmente non inferiori ai 1000 metri. Tale valore deriva dalla constatazione che in varie situazioni di erosione spondale, come evidenziato dai rilievi effettuati all'epoca, esse presentavano spontaneamente un andamento planimetrico pressoché parabolico con semiparametro pari proprio tale valore;
- Larghezza del canale regolato sulle soglie di circa 250 m con un allargamento progressivo fino a circa 400 metri in corrispondenza del vertice delle curve;
- Sostanziale uniformità di lunghezza fra il tracciato del canale e il filone naturale del fiume;
- Distanza media fra i vertici delle curve successive non troppo eccessiva, circa 2,8 km, per ottenere la stabilità del tracciato e una buona successione dei fondali conservando all'incirca lo stesso numero dei passaggi che si riscontravano naturalmente nel fiume;
- Utilizzo ove possibile delle difese esistenti per ragioni di economia;
- Sfocio degli affluenti nelle parti concave delle curve in modo da consentire alle acque del Po di rimuovere più facilmente e rapidamente gli apporti solidi dei suoi affluenti;

R.T.P.:

- g. Possibile maggiore addentramento della parte concava delle curve nelle alte sponde del fiume allo scopo di ridurre la lunghezza delle opere realizzate completamente nell'alveo di magra al fine di ridurre i costi di realizzazione degli interventi;
- h. Avvicinamento del tracciato ai centri di maggiore commercio;

Naturalmente all'atto pratico non è stato possibile seguire in toto tutte le indicazioni precedenti dovendo adattare l'assetto di progetto alle situazioni locali, salvo quelle essenziali in particolare quelle ai punti c, f ed h dell'elenco precedente.

L'evoluzione subita dal progetto originale del 1924 del Giandotti, ha portato ad un considerevole aumento dello sviluppo delle opere longitudinali che hanno assunto lunghezze rilevanti.

Tale configurazione produce nel breve periodo buoni risultati, ma a lungo andare può anche determinare condizioni meno favorevoli soprattutto nel caso in cui l'alveo presenti un'elevata mobilità in considerazione anche del fatto che la correzione di assetto di un'opera longitudinale risulta decisamente più complessa rispetto alla medesima necessità in caso di opera trasversale che può essere accorciata o allungata molto più agevolmente rispetto alla tipologia precedente.

La sistemazione a corrente libera realizzata fra gli anni '20 e '60 del secolo scorso si trova oggi ad affrontare una serie di situazioni che hanno determinato cambiamenti importanti sull'assetto del fiume e che hanno origine da una serie di fattori concomitanti.

Per altro anche le mutate caratteristiche dei natanti e delle moderne reti idroviarie determinano necessità differenti.

Le portate di magra utilizzate per la progettazione delle opere di sistemazione sono in continua diminuzione per effetto dei cambiamenti climatici e dei crescenti prelievi per usi diversi mentre le moderne imbarcazioni per il trasporto merci con tonnellaggi che possono variare, per la classe V, fra le 1500 e le 3000 tonnellate di capacità, richiedono fondali minimi per la navigazione sempre maggiori.

D'altra parte le caratteristiche geomorfologiche del Po, che presenta pendenze variabili fra 20 e 10 cm al km nel tratto medio-inferiore, una portata media pari a circa 1500 m³/s a Pontelagoscuro, una portata di magra ordinaria pari a circa 400 m³/s e una velocità della corrente variabile fra 0,66 e 1 m/s in condizioni di magra e 2-3 m/s in piena, lo rendono particolarmente adatto già naturalmente alla navigazione fluviale, al contrario dei più importanti fiumi europei, fortemente navigati, che presentano sicuramente condizioni meno favorevoli alla navigazione.

4. ESEMPI ESTERI

Di seguito verranno brevemente descritte le sistemazioni condotte nel secolo scorso su alcuni dei principali sistemi idraulici europei utilizzati per la navigazione ai fini commerciali.

4.1. La Senna

La Senna allo stato naturale, senza gli sbarramenti di bacinizzazione costruiti per il trasporto fluviale (6 a valle di Parigi e 13 a monte), avrebbe meno di un metro d'acqua e l'aspetto di una fogna per almeno 6 mesi in media all'anno, anziché fondali di 4 metri di profondità garantiti per la navigazione e specchi d'acqua che valorizzano i territori attraversati.

Anticamente il fiume era poco utilizzato. Certamente ci se ne serviva, ma in modo precario e aleatorio: infatti occorreva un mese per risalire la Senna da Rouen a Parigi con battelli piatti, tirati da cavalli, o a collo d'uomo; ed era possibile solo in un breve periodo dell'anno tra le magre e le piene.

I battelli erano utilizzati soprattutto in discesa e spesso venivano venduti all'arrivo insieme al loro carico. E' così che Parigi si alimentava dal Morvan con tronchi flottanti che, trainati da piene artificiali, venivano verso l'attuale "rue de la Bûcherie" ad arenarsi, per essere qui venduti.

E' però solo nel 19° secolo, mentre si costruiscono le ferrovie, che la navigazione diviene possibile tutto l'anno. Nella seconda metà del 20° secolo, mentre la Francia si attrezza con le autostrade e il TGV, la Senna viene sistemata al fine di permettere il passaggio di convogli a motore da 3000 e 5000 t, ciascuno dei quali evita in media la circolazione di 150 e 250 autocarri rispettivamente.

L'ultima conca sulla Senna a valle di Parigi, che permette il passaggio di questi convogli, è stata messa in funzione nel 1974, mentre lo sbarramento di d'Ablon che ne rimpiazza uno più antico a monte della capitale, è stato inaugurato nel 1982. Queste sistemazioni pertanto sono recenti e utilizzano le tecniche più sofisticate dell'idraulica e dell'elettronica, per non parlare delle onde radio e dei satelliti che intervengono nel segnalare le piene e guidare la navigazione.

4.2. La sistemazione del fiume Rodano

La storia della sistemazione a corrente libera sul medio e basso Rodano è ben conosciuta e documentata. Poinart (1992) descrive le prime tecniche di rettifica dei canali usate nella seconda metà del diciannovesimo secolo sotto la direzione dei principali ingegneri del Servizio speciale del Rodano (SSR). Lo sviluppatore più importante di questa era fu l'ingegnere capo Girardon che ha creato un nuovo sistema di rettifica dei canali il cui principio è dettagliato negli atti del sesto congresso internazionale di navigazione interna a L'Aia nel 1894 (Girardon, 1894).

Lo sviluppo concertato del Rodano per la navigazione inizia con la creazione del SSR nel 1840. Prima della fase di sviluppo di Girardon, vengono proposti due importanti progetti di rettifica del canale.

R.T.P:

Dal 1855 le installazioni mirano a concentrare le acque in un singolo canale al di fuori dei periodi di alta marea. Le braccia secondarie sono chiuse da dighe sommerse, che, estese sulle sponde, sono alte da 2,5 a 3 m al di sopra delle portate di magra e costruite in modo da dare una sinuosità di grande ampiezza al canale (figura 25) inducono un aumento del livello dell'acqua nel canale principale e quindi un miglioramento dell'navigabilità di quest'ultimo. Questa concentrazione di energia del flusso induce un approfondimento del canale con un'erosione più pronunciata delle secche. Strutture di questo tipo sono anche messe in atto su altri grandi fiumi in questo periodo, tra cui il Mississippi e il Reno (De Bruin, 2006).

La sistemazione del Rodano è stata decisa in Francia da una legge del 1921 che prevedeva la valorizzazione del fiume grazie ai benefici ricavabili dalla produzione idroelettrica e sviluppando la navigazione interna e gli usi agricoli e garantendo allo stesso tempo la sistemazione idraulica ed ambientale del fiume.

I lavori, affidati nel 1934 alla Compagnia Nazionale del Rodano, CNR, seguivano una prima serie di interventi realizzati tra la fine del XVIII e l'inizio del XIX secolo secondo gli schemi adottati dall'Ing. Girardon che a sua volta si rifacevano agli studi del Fargue relativi alla sistemazione della Garonna e finalizzati all'ottenimento, all'interno del corso d'acqua naturale, di un canale navigabile grazie alla realizzazione di pennelli e difese spondali sormontabili che concentrassero le portate di magra al fine di ottenere i fondali sufficienti alla navigazione.

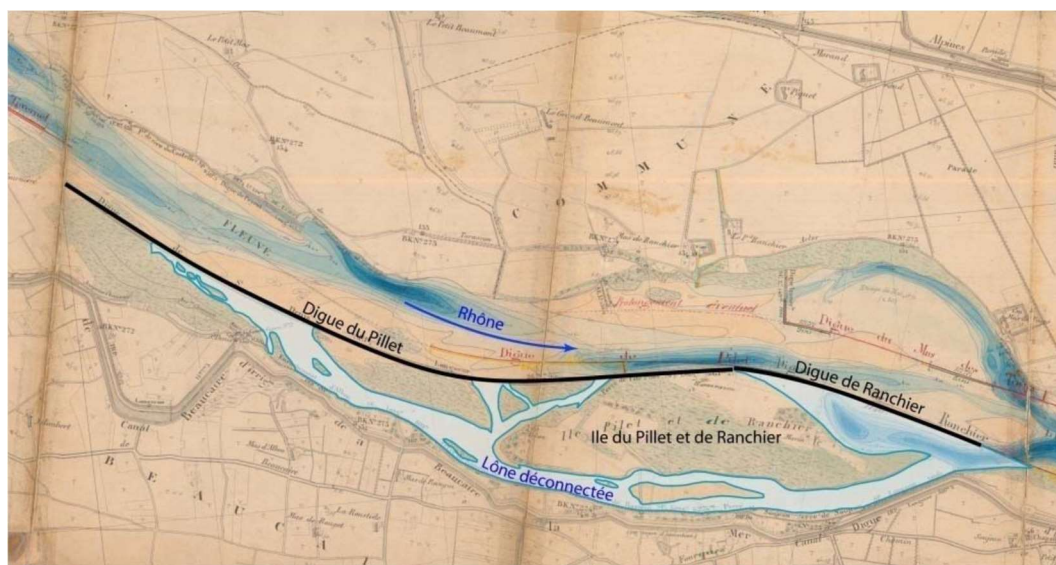


Figura 25: esempio delle prime ipotesi di intervento sul Rodano secondo lo schema Girardon

Il Rodano presenta caratteristiche morfologiche e idrauliche che ne hanno determinato la filosofia di sistemazione. Esso presenta valori di portata di magra, media e massima pari rispettivamente, nel tronco di valle, a circa 500, 1.600 e 15.000 m³/s, paragonabili a quelle del Po, pari rispettivamente a 400, 1.500 e 12.500 m³/s. La differenza sostanziale fra i due fiumi riguarda l'altimetria. Mentre il Po in magra a

R.T.P:

Cremona, a circa 290 km dalla foce, passa a 28,5 m s.l.m. con una pendenza media del tronco di valle di circa 9 cm/km, il Rodano a Lione, a circa 330 km dal Mediterraneo, passa a 160 m s.l.m. con una pendenza media pari a 50 cm/km ben superiore a quella del Po.

Le caratteristiche precedenti fanno sì che anche con portate minime il Po risulti navigabile dalle imbarcazioni commerciali con modeste sistemazioni dell'alveo di magra, mentre la stessa cosa non avviene lungo il corso del Rodano dove, al contrario, è stato necessario un imponente programma di opere di bacinizzazione che ne hanno radicalmente modificato la morfologia preesistente.

Naturalmente le medesime condizioni hanno permesso un importante sfruttamento idroelettrico grazie alle notevoli portate disponibili e ai salti realizzati per la bacinizzazione del fiume in corrispondenza dei quali sono state realizzate centrali idroelettriche che hanno permesso anche di recuperare le risorse economiche necessarie alla sistemazione del fiume.

I lavori sono stati ripresi a larga scala dopo la fine del secondo conflitto mondiale e sono stati completamente ultimati nel tratto da Lione al mare. L'ultimo dei dodici interventi previsti, Vaugris, è stato messo in funzione nel marzo 1980. Successivamente il fiume è stato aperto alla navigazione a grande gabarit su tutta la lunghezza di 330 km dal mare fino a Lione.

La sistemazione finale del Rodano ha comportato la formazione di 20 bacini, di cui 8 nell'alto Rodano a monte di Lione, e 12 sul basso Rodano, tra Lione e il mare, che è anche il tronco interessato dalla navigazione fluviale commerciale.

Come già accennato, a differenza del Po, dove la navigazione commerciale risulta possibile anche in presenza di modeste portate grazie a modesti interventi di sistemazione dell'alveo di magra, utili anche per la difesa e conservazione dell'ambiente naturale, per la navigazione del Rodano è stato richiesto invece un programma imponente di opere di bacinizzazione che, seppur condotte negli anni più recenti con rinnovata attenzione agli aspetti ambientali, ne hanno modificato radicalmente la morfologia preesistente. Viceversa la presenza di salti e portate rilevanti ha consentito sul Rodano un fortissimo sfruttamento idroelettrico, che non è stato avviato sul Po (dove è presente la sola centrale di Isola Serafini presso Piacenza), le cui risorse sono state finalizzate con oculata programmazione alla riqualificazione ambientale e allo sviluppo della navigazione lungo l'intera asta fluviale.

Definita così la concezione generale della sistemazione, la ristrettezza della valle nel tronco di monte e l'esistenza di numerosi agglomerati rivieraschi nei tronchi di valle hanno portato a suddividere il fiume in tratti di circa 20 km di lunghezza che costituiscono l'oggetto di sistemazioni distinte. Ciascuna di queste sistemazioni parziali ha come obiettivo quello di ridurre sensibilmente la pendenza del fiume e di concentrare il dislivello naturale tra le due estremità di tronchi successivi in un unico punto dove sono impiantati:

- La centrale che trasforma l'energia idraulica del fiume in energia elettrica;
- La conca, affiancata alla centrale, che assicura il superamento del salto per la navigazione.

Queste opere implicano anche la presenza di un terzo impianto costituito dallo sbarramento che delimita a valle il bacino di ritenuta. Seguendo i condizionamenti dei luoghi la centrale-chiusa è collocata solitamente in prossimità dello sbarramento, o su un canale di derivazione la cui origine è immediatamente a monte dello sbarramento stesso. Quando la valle è stretta e incassata (Gènissiat) o

R.T.P:

quando gli insediamenti sulle sponde sono tali da rendere impossibile la realizzazione di un canale di derivazione (Seyssel e Vaugris), la centrale e lo sbarramento sono riuniti in una unica opera inserita all'estremità di valle del tronco di fiume da sistemare. Il salto necessario al funzionamento della centrale è in tal caso ottenuto con la sopraelevazione del livello di monte del fiume. Al contrario, quando la valle è larga e poco insediata, la soluzione generalmente adottata è quella della centrale e della conca sistemate in derivazione. Lo sbarramento, di altezza più limitata, è collocato nel tratto di monte della parte di fiume da sistemare e permette di convogliare nella derivazione la portata necessaria al funzionamento della centrale. Le acque abbandonano così il letto del fiume e imboccano un canale artificiale a forte sezione trasversale e debole pendenza. Il salto è procurato contemporaneamente dalla sopraelevazione dei livelli creata dallo sbarramento e dal guadagno di pendenza dovuto al canale di derivazione. La centrale-conca è, in generale, collocata nel punto di derivazione che consente i minimi lavori di sterro. La parte di canale di monte è definito "canale di derivazione" e il suo livello è quello del bacino di ritenuta. A valle della centrale, il canale di derivazione prende il nome di "canale di fuga" e il suo livello è quello del fiume al punto di restituzione. In generale la regimazione è completata con dragaggi eseguiti nel letto del fiume a valle del punto di restituzione fino al limite del bacino di ritenuta della regolazione successiva. Nella gestione normale, cioè quando le portate del fiume sono inferiori alle portate che possono passare per la centrale, solo una portata minima per la vita e la salubrità del fiume viene ceduta al tronco cortocircuitato dal canale di derivazione. In piena invece lo sbarramento viene progressivamente aperto e le portate corrispondenti passano di nuovo nel letto originario del fiume. La sistemazione così concepita comprende la formazione di 20 bacini, di cui 8 nell'alto Rodano a monte di Lione e 12 sul basso Rodano, tra Lione e il mare, che è il tronco di interesse ai fini della navigazione. Il basso Rodano è dominato dal salto di Pierre-Bénite che comprende l'agglomerato urbano di Lione e provoca la risalita di un rigurgito lungo la Saona fino a Couzon. E' lo sbarramento che ha consentito sistemazioni importanti a sud della città (autostrada, stazione merci, zone industriali, ecc.), assicura la continuità della navigazione tra Saona e Rodano e ha fornito le condizioni per lo sviluppo del Porto Edouard Herriot di Lione.

4.3. La sistemazione del fiume Reno

Il Reno costituisce la prima via navigabile in Europa e l'asse portante di un intero continente. Esso bagna la Svizzera, la Francia, la Germania e i Paesi Bassi, prolungando la sua influenza fino al Belgio.

A partire dal Reno si sviluppando progressivamente i grandi collegamenti fluviali che oggi collegano l'Europa occidentale con quella centrale e orientale fino al mar nero e che presto collegheranno il mare del nord con il mediterraneo.

Il Reno è navigabile da Rheinfelden, a monte di Basilea, fino al mare per uno sviluppo pari a circa 850 km e il tratto Franco-Tedesco si estende da Basilea a Lauterbourg per 184 km attraversando la ricca piana di Alsazia e del Baden.

R.T.P:

Il dislivello da Basile a Strasburgo è quasi uguale a quello da Strasburgo al mare e questo ha comportato la necessità di molteplici interventi dell'uomo, in particolare a partire dal 19° secolo, che segna anche l'inizio di un regime di navigazione concertato sul piano internazionale.

Nella tabella successiva vengono confrontate le principali caratteristiche fisiche del Reno e del Po.

TRONCHI ESAMINATI	Portata minima m³/s	Portata media m³/s	Lunghezza km	Dislivello m	Pendenza media cm/km
FIUME RENO					
- Da Rheinfelden a Lauterbourg	430	1200	184	140	76
- Da Basilea a Strasburgo	430	1077	125	115	92
- Da Strasburgo al mare	/	2200	738	133	18
Totale (Da Rheinfelden al mare)	/	2200	863	248	29
FIUME PO					
- Da Cremona a Foce Mincio	420	1500	130	18	14
- Da foce Mincio al mare	420	1510	160	10,5	6,5
Totale (da Cremona al mare)	420	1500	290	28,5	9,8

Il Reno costituisce una delle idrovie più importanti del mondo con quasi 300 milioni di tonnellate di merci trasportate ogni anno ed è collegato a gran parte dell'Europa centrale tramite una fitta rete di affluenti e canali navigabili, tra cui i principali risultano:

- Il Neckar bacinizzato per 203 km fino a Stoccarda e Plochingen;
- Il Meno bacinizzato per 297 km fino a Bamberg e da qui collegato con il canale meno-Danubio fino a Kelheim sul Danubio, che a sua volta è navigabile fino al Mar Nero;
- La Mosella bacinizzata da Coblenza sino Treviri e Nancy;
- La Saar, affluente della Mosella, bacinizzata attraverso la omonima regione carbonifera;
- La rete dei canali della Ruhr verso il nord della Germania;
- Il grande delta olandese con la Mosa e il Waal verso Rotterdam, il canale per Amsterdam, la rete dei canali del Belgio verso Anversa, Bruxelles, la Schelda e il nord della Francia.

TRONCO	1989	1990
1. Da Rheinfelden alla frontiera tedesco-olandese e al passaggio di questa (traffico renano tradizionale)	202,6	201,8
2. Sul solo tratto olandese	94,9	88,5
3. Da Rheinfelden al mare traffico totale, compreso 1 e 2	297,5	290,4
4. Al passaggio della frontiera tedesco-olandese	142,3	143,0
5. Al passaggio della frontiera franco-tedesca	29,9	29,9

Le prime opere di sistemazione del Reno risalgono alla metà del secolo XIX quando vengono realizzati importanti opere di correzione per contenere le acque del fiume in un letto di 200 metri con arginature in grado di limitare le zone esondabili in caso di piena.

R.T.P.:

Questa determinò un aumento della velocità della corrente da cui derivò una forte erosione, con un abbassamento del letto di 7 m che rese il fiume non più navigabile, data anche la potenza ancora modesta dei battelli dell'epoca.

Fortunatamente il canale dal Rodano al Reno, aperto nel 1832, e quello dalla Marna al Reno, aperto nel 1853, mantennero attiva la navigazione fino a Strasburgo.

La costruzione del Grande Canale d'Alsazia, laterale al Reno in sponda sinistra, ebbe l'effetto di moltiplicare le opportunità offerte dalla navigazione, togliendo a Strasburgo il ruolo di porto terminale sulla via d'acqua.

Solo con lo sviluppo della Navigazione a vapore e delle tecniche di regolarizzazione del fiume all'inizio del 20° secolo, fu possibile riprendere in pieno l'attività dei porti renani.

La regolarizzazione fu compiuta costruendo all'interno del letto artificiale un canale di circa 80 m con difesa in pietrame, che garantisse i fondali minimi richiesti per la maggior parte dell'anno. Infine la bacinizzazione da Basilea a Iffezheim, realizzata dal 1932 al 1980, ha permesso lo sfruttamento idroelettrico del fiume e il mantenimento di fondali garantiti per la navigazione.

La bacinizzazione consiste nella costruzione di 12 sbarramenti, 2 dei quali in Svizzera per raggiungere Rheinfelden, terminale attuale della navigazione, 8 a monte di Strasburgo e 2 a valle, in territorio Franco-Tedesco, che hanno lo scopo di ridurre la pendenza del fiume con bacini artificiali in successione. Ciascuna di queste sistemazioni è formata dalla centrale elettrica, dallo sbarramento di ritenuta e da due conche di navigazione, che consentono alle imbarcazioni di superare i dislivelli venutisi a creare, che presentano mediamente salti di circa 10 metri.

Le dimensioni standardizzate delle conche, due per ogni sbarramento, sono di 12 x 190 m e 24 x 270 m rispettivamente.

Condotta inizialmente con i criteri del massimo rendimento tecnico-economico, la sistemazione di questo tratto di Reno sollevò in tempi più recenti opposizioni e critiche molto forti. Nel tronco di monte, tra Basilea e Colmar, la costruzione del Gran Canale di Alsazia ha prodotto la snaturazione del fiume, al quale ha sottratto quasi l'intera portata.

Per il tronco successivo, fino a Strasburgo, le opere sono tutte in derivazione su tronchi di canale che corto-circuitano il letto originario del fiume, mentre gli ultimi due sbarramenti di valle sono direttamente in alveo. Inoltre lungo tutti i tronchi della bacinizzazione i livelli delle estremità di valle sono fortemente rialzati rispetto al piano delle Campagne e delle falde naturali, e hanno richiesto necessariamente la costruzione di arginature artificiali di notevole altezza, che incombono sul paesaggio circostante, e di efficaci sistemi di canali di drenaggio laterale.

Le tecnologie disponibili all'epoca imponevano poi un'architettura delle opere, centrali, conche e sbarramenti, di notevole impatto visivo essendo completamente fuori acqua e poco mimetizzabili data l'altezza dei coronamenti delle strutture. Anche la difficoltà ad evacuare portate di piena non eccezionali, che provocarono frequenti straripamenti, portò ad un ripensamento complessivo delle modalità di intervento e ciò permise di affinare le scelte tenendo conto di elementi nuovi e non più solo strettamente tecnici. Sulla base di queste esperienze, interventi successivi come la bacinizzazione della Mosella o ancora più recentemente della Saar, per non parlare del Reno-Meno-Danubio, mostrano l'evoluzione

R.T.P:

verso una ritrovata sensibilità ambientale e verso una modalità di approccio ai problemi più consapevole e rispettosa di una pluralità di obiettivi da perseguire, agevolata anche dalla disponibilità di nuove e più raffinate tecnologie. Già negli sbarramenti di Gamsheim e di Iffezheim, gli ultimi realizzati dai tedeschi a valle di Strasburgo, l'architettura delle opere e di sistemazioni al contorno sono studiate con grande cura. La centrale e lo sbarramento sono quasi completamente incassati rispetto alle quote di coronamento; le conche dispongono di porte a scorrimento orizzontale anziché verticale; le torri di controllo e manovra sono ben disegnate e tutto il complesso è inserito in una vasta sistemazione a verde con parcheggi e servizi.

4.3.1. La evoluzione delle condizioni di navigabilità del Reno

Nonostante le portate rilevanti garantite anche in condizioni di magra, le caratteristiche di navigabilità del Reno sono il frutto di una lunga serie di lavori di sistemazione, condotti sui diversi tronchi da Basilea al mare, per ottenere con una certa stabilità i fondali minimi necessari per la navigazione commerciale.

E' questo dei fondali infatti il parametro solitamente più limitativo, ai quali si uniscono brevi periodi durante i quali la navigazione deve essere interrotta per le piene o comunque per acque troppo alte che impediscono il passaggio sotto i ponti. Sui fiumi e canali del nord altri periodi di interruzione anche di 30-60 giorni possono verificarsi per la formazione di ghiaccio che può impedire o rendere pericoloso l'esercizio delle idrovie.

Per il Reno superiore la presenza di un dislivello rilevante e quindi di una notevole pendenza motrice, con portate medie a Strasburgo di circa 1100 m³/s che in magra possono scendere a 400 m³/s, ha imposto come unica soluzione possibile la bacinizzazione già descritta mediante la quale sono stati garantiti per 345 giorni nell'anno medio fondali di 3 metri aumentati oggi a 3,50 m. con i continui lavori di miglioramento in atto.

Nella valutazione delle prestazioni di un fiume si fa riferimento infatti ai livelli corrispondenti alla cosiddetta magra equivalente Q_{345} , che si definisce come la portata minima al di sotto della quale non si scende mai per più di 20 giorni nell'anno medio, e quindi garantita almeno per i restanti 345 giorni.

In questo fatto le interruzioni della Navigazione per Acque Alte vanno da 1-2 a 8-9 giorni l'anno. A Valle di Iffezheim, dove è stata costruita l'ultima delle opere di bacinizzazione, inizia la parte del fiume sistemata a corrente libera che va fino alla foce, dove attualmente i fondali superiori a 2,50 m sono assicurati per 345 giorni/anno solamente da Colonia al mare.

Lungo il tratto intermedio da Iffezheim a Colonia, per oltre 350 km, si è arrivati a poter assicurare fondali di 2,10 m dopo lunghi e importanti lavori di sistemazione programmati fin dagli anni 60.

A quell'epoca Infatti i fondali disponibili, nonostante tutti gli interventi avviati fin dal secolo precedente, erano molto simili a quelli oggi assicurati naturalmente dal Po che gode invece di un rapporto particolarmente favorevole tra portata di magra e pendenza, essendo quest'ultima molto contenuta nel tratto interessato oggi alla navigazione che va da Cremona fino al mare.

R.T.P:

Da allora, oltre al completamento della bacinizzazione fino a Iffezheim sono stati avviati i lavori nei tratti più difficili come quello del “Gebirge” tra Bingen e Coblenza, dove il canale navigabile è stato allargato e approfondito scavando nella roccia.

Questi interventi, avviati nel 1964, sono proseguiti nel 1969 per raggiungere nel 1985 fondali di 1,90 m e poi ancora per arrivare nel 1994 a fondali di 2,10 m circa.

Analogamente fra Iffezheim e Karlsruhe a partire dal 1967 sono stati ottenuti prima fondali garantiti di 1,70 m portati a 2,10 m nel 1994.

Nonostante queste limitazioni il Reno continuava ad essere sempre più intensamente navigato con la sola accortezza, durante i periodi di magra, di prevedere una autoriduzione del carico dei battelli per ridurre i pescaggi, tenendo conto delle condizioni di esercizio possibili dell'idrovia durante il tragitto.

Ciò dimostra che anche sull'idrovia più importante del mondo occorre adattare con un minimo di flessibilità le esigenze della moderna navigazione alle caratteristiche naturali del fiume. Il Reno mette a disposizione di questo immenso bacino di riferimento, in grado di sviluppare una domanda di trasporto enorme, la possibilità di un mezzo economico, sicuro e pulito.

E' quindi la domanda che crea le occasioni per utilizzare con intelligenza le possibilità presenti e fornisce le ragioni e le risorse per migliorarne sempre più le condizioni di esercizio. Nei periodi di magra pertanto il trasporto viene assicurato da un numero maggiore di navi a carico ridotto, condizione non ottimale, ma che consente pur sempre di soddisfare più vantaggiosamente la domanda e con altri modi di trasporto.

L'organizzazione logistica dei porti, con il magazzinaggio e lo stoccaggio delle merci, Permette di far fronte senza problemi ai brevi periodi di minore funzionalità della rete. A valle di Colonia, sul tronco mediano del Reno, sono invece garantiti alla portata Q_{345} fondali minimi di 2,50 m, valore non eccezionale per una idrovia intensamente navigata come il Reno, dove in particolare è presente un traffico fluviomarittimo notevole, con navi che risalgono il fiume fino a Basilea.

Nel tronco inferiore a Valle del Confine olandese, il Reno si suddivide in diversi rami dei quali più importante è il Waal che sfocia in un grande estuario nei pressi di Rotterdam insieme alla Mosa, dopo un percorso di circa 150 km. Si tratta del tronco più utilizzato dell'idrovia dove si sviluppa, oltre al traffico tradizionale renano, anche quello interno olandese per valori complessivi che raggiungono ormai quasi i 300 milioni di tonnellate di merci per anno. Anche qui i primi interventi di sistemazione a corrente libera sono stati avviati nel 1830 per poi proseguire dal 1875 a oggi, con lo scopo di contenere l'alveo di magra adibito alla navigazione e ottenere fondali sufficienti. Attualmente è stata sistemata una sezione garantita dell'alveo minore di 150 metri di larghezza con fondali minimi di 2,50 m, che si sta cercando di portare a 2,80 m. Sono gli stessi obiettivi richiesti per il Po che, nel tronco di valle da Foce Mincio al mare, presenta caratteristiche molto simili al Waal, sia in termini di portata massima, media e minima (rispettivamente di 8.200, 1.500 e 490 m³/s per il Waal e di 12.500, 1.510, 420 m³/s per il Po), sia di pendenza motrice, dell'ordine di 7-8 cm/km per entrambi. Sono queste similitudini evidenti che portano a ritenere il Po un fiume naturalmente e facilmente navigabile e preme inoltre segnalare che sistemare l'alveo di magra per un fiume a corrente libera come il nostro vuol dire avviare con sensibilità e intelligenza un

R.T.P:

programma multiobiettivi teso a valorizzare le sue caratteristiche naturali e ambientali, e a mettere in atto interventi preventivi utili per la difesa e la sicurezza contro le alluvioni.

4.4. La sistemazione del fiume Danubio

4.4.1. Il Reno-Meno-Danubio

Il 25 settembre 1992, con l'inaugurazione del collegamento Reno-Meno-Danubio, si è completato un sogno durato 100 anni che, al di là delle enormi difficoltà e dei calcoli di convenienza economica, mirava a realizzare quella grande via trasversale, dal Mare del Nord al Mar Nero, che attraversa tutta l'Europa. Infatti, completate nel 1887 le opere di sistemazione del Meno dalla sua foce sul Reno fino a Francoforte, vennero poste le basi della società Rhein-Main-Donau AG, che venne costituita nel 1892, per la costruzione del canale dal Meno al Danubio.

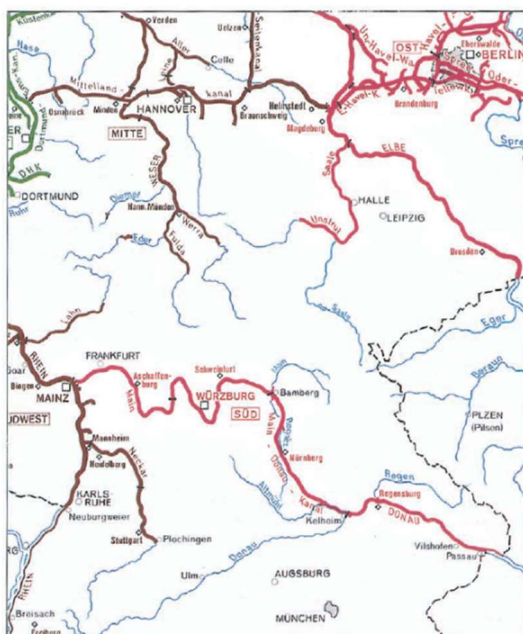


Figura 26: il percorso del Reno-Meno-Danubio

Passando subito dalle idee alle opere si intraprendono i lavori di bacinizzazione del meno fino a Offenbach, dove nel 1901 viene aperto il porto. Tra il 1921 e il 1940 si completano sbarramenti tra Offenbach e Aschaffenburg e da qui si prosegue verso Würzburg dove nel 1940 viene messo in funzione il porto. Nel 1949, dopo l'interruzione della guerra, i lavori riprendono fino a Kitzingen per raggiungere la foce del Regnitz a Bamberg, il cui porto viene aperto nel 1959. Sull'altro versante la sistemazione del Danubio aveva visto nel 1928 il completamento delle opere di bacinizzazione di Kachlet, a Monte di Passau, e nel 1957 di quelle di Jochenstein a valle. Nel 1971 è conclusa la sistemazione dell'alveo di magra tra Ratisbona e Vilshofen e nel 1978 viene completato il tratto da Ratisbona a Kelheim. L'intervento di bacinizzazione di Ratisbona è realizzato nel 1985 e quello di Straubing viene programmato per il 1994. Il completamento dei lavori fra Straubing e Vilshofen viene avviato nel 1992. Ritornando al versante occidentale, nel

1967 viene completato il tragitto da Bamberg a Forchheim, proseguito poi fino a Erlangen nel 1970. Da qui nel 1972 si arriva a Norimberga, dove viene messo in funzione il porto sul canale. Il tragitto da Norimberga a Roth fu completato nel 1985 e quello da Riedenburg a Kelheim nel 1989. Dietfurt-Riedenburg e Roth-Bachhausen seguirono nel 1991. L'ultimo tronco tra Backhausen e Dietfurt, e con esso l'intero collegamento Reno-Meno-Danubio, fu ultimato e inaugurato nel settembre del 1992. L'unificazione della Germania, avvenuta negli anni immediatamente precedenti il completamento dei lavori, ha dato un particolare significato all'apertura di questa nuova idrovia che rappresenta, almeno in questo settore, gli sforzi di un'intera nazione per costruire servizi e infrastrutture di cui ha bisogno.

R.T.P:

Principali caratteristiche e costi dell'idrovia

Il Reno-Meno-Danubio è un'idrovia che, partendo da Magonza sul Reno, a 500 km dal Mare del Nord, si collega a Kelheim sul Danubio, a 2400 km dal Mar Nero, con un percorso di 550 km circa e 50 conche di navigazione per superare lo spartiacque a 406 m s.l.m. circa. Il dislivello sul versante renano è di ben 324,5 m che vengono superati con 45 conche, di cui 34 sul Meno fino a Bamberg e le rimanenti sul canale fino allo spartiacque. Sul versante danubiano si scende di 67,8 m fino a Kelheim, con 5 conche, e da qui il Danubio scende di altri 58,5 metri con altre 6 conche fino al confine con l'austria. Complessivamente 56 conche su circa 764 km, una ogni 13 km circa.

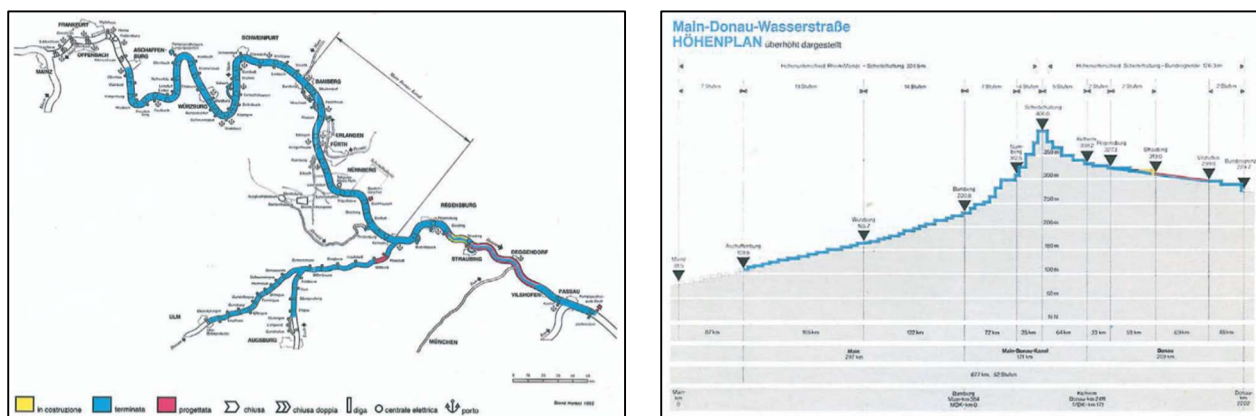


Figura 27: schema planimetrico e altimetria del canale Reno-Meno-Danubio

Dal punto di vista planimetrico l'idrovia segue le evoluzioni del Meno da Magonza fino a Bamberg, coprendo con 384 km di percorso una distanza a volo d'uccello di 190 km circa. Da Bamberg inizia il canale vero e proprio che segue per un tratto il corso del fiume Regnitz, per poi avviarsi allo spartiacque a monte di Norimberga. Sul versante danubiano, nell'ultimo tratto a Valle di Dietfurt, il canale imbocca la valle dell'Altmühl fino a Kelheim. Da Qui prosegue verso Ratisbona e Passau seguendo il corso superiore del Danubio bacinnizzato, intensamente sfruttato per la produzione idroelettrica. L'alimentazione idrica dell'idrovia, problematica soprattutto durante le magre del Regnitz e del Meno, richiede un'integrazione media dei deflussi annuali di 150 milioni di metri cubi. Di questi una parte viene ripompata a monte nelle conche del versante sud, prelevando l'acqua sul Danubio a Kelheim, con una portata complessiva per ciascun impianto di 35 m³/s, fino al tronco di valico dove il bacino del Kleine Roth funziona da deposito di compensazione. Quando i deflussi sul Danubio sono scarsi e non consentono il prelievo per i consumi dell'idrovia, l'alimentazione è fornita dall'Altmühl e dal bacino di Brombacht che grazie alla sua capienza è in grado di provvedere per lunghi periodi. Questa delicata ripartizione nell'uso delle risorse idriche è finalizzata anche a benefici ambientali indiretti come:

- migliorare la qualità delle acque superficiali nei periodi di magra;
- ricaricare le falde sotterranee durante i medesimi periodi di siccità;
- fornire acque superficiali per gli usi industriali agricoli salvaguardando le acque sotterranee, più pregiate, da emungimenti incontrollati;

R.T.P:

- salvaguardare dal prosciugamento, durante le magre, le vie naturali e gli ecosistemi di sponda o ripariali che sono ecologicamente più importanti e delicati.

Per ridurre al minimo i consumi di acqua per il funzionamento dell'idrovia e risparmiare sui costi di pompaggio, tutte le nuove conche sono provviste di bacini di risparmio. Le dimensioni delle vasche sono di 190x12 m, con salti che vanno da 5,30 a 24,70 m. La larghezza minima del canale è di 55 m e la profondità dei bacini va da 4 m in acqua ferma a 4,80 m circa in acqua corrente.

L'inserimento ambientale e paesaggistico

A partire dal 1970, dopo una serie di problemi esecutivi con lavori riusciti male, rotture di argini, eccetera, e parallelamente ad una ritrovata sensibilità dell'opinione pubblica verso la difesa dell'ambiente, andò crescendo un coro di critiche e opposizioni che nella seconda metà degli anni settanta diede vita ad una fortissima campagna contro il canale. In particolare gli abitanti delle valli attraversate vedevano la realizzazione dell'idrovia esclusivamente come fonte di danni e causa di violenta alterazione dell'ambiente naturale. Questo costrinse a rivedere tutti i progetti delle opere e a studiare attentamente le infrastrutture di ricucitura del territorio attraversato, mettendo a punto precisi piani paesistici e operativi, in grado di definire compiutamente l'inserimento degli interventi e la riqualificazione del paesaggio a fine lavori. I cantieri pertanto sono stati ripresi e portati a termine con rinnovata sensibilità ambientale e costituiscono oggi un esempio significativo di integrazione tra infrastrutture e paesaggio. In particolare, lungo il corso inferiore dell'Altmühl fino a Kelheim, dove la valle stretta e la presenza di centri abitati imponevano distanze ravvicinate tra opere e insediamenti, sono state realizzate accuratamente le deviazioni della viabilità esistente per eliminare il traffico di attraversamento dai paesi, e ponti di collegamento delle località e abitazione tagliate dal canale. La riqualificazione dei percorsi pedonali e ciclabili, ma soprattutto una raffinata ricostruzione dell'ambiente naturale, hanno permesso il mantenimento delle lanche del corso d'acqua preesistente e l'integrazione tra il nuovo canale e il paesaggio circostante con l'attenta piantumazione delle sue sponde. Le opere (ponti, passerelle pedonali, parcheggi e servizi), tutte di elevata qualità estetica ed esecutiva, sono attentamente localizzate e ambientate. Le conche e gli sbarramenti sono raccordati con cura al territorio circostante e comprendono, di norma, una scala di risalita per i pesci e una rampa di discesa per le canoe. Lungo le sponde del canale sono frequenti gli spazi di sosta e i percorsi per il tempo libero, come pure le rampe attrezzate per mettere in acqua imbarcazioni da diporto. La configurazione delle rive è attentamente studiata per consentire sia la presenza delle lanche laterali, piccoli angoli suggestivi del paesaggio preesistente, sia la formazione di un adeguato rivestimento vegetale ed arboreo. L'impiego di essenze e condizioni di posa adatte, oltre ad abbellire la via d'acqua partecipa con le difese a smorzare le onde dovute ai natanti e garantisce una notevole sicurezza per le persone, diversamente dai vecchi canali con sponde ripide e scivolose.

R.T.P:

5. ANALISI DELLE ATTUALI CONDIZIONI DI NAVIGABILITA' DEL TRONCO FOCE MINCIO-PO DI GORO

5.1. Premessa

Il progetto di sistemazione del Po così detto a corrente libera ha come scopo quello della sistemazione dell'alveo di magra con finalità congiunte di difesa idraulica e di miglioramento delle condizioni di navigabilità.

Il problema del Po, per quel che riguarda i bassi fondali e la necessità di garantire la navigazione, è sensibilmente diverso nei due tronchi a monte e a valle di foce Mincio:

- a monte di foce Mincio, dove le opere di sistemazione sono quasi completate, il tracciato del fiume è già stabilizzato. I punti dove attualmente permangono bassi fondali, sono in numero limitato e richiedono interventi manutentori limitati (per tale tratto AIPO ha da poco redatto il progetto definitivo degli *"Interventi relativi alla sistemazione a corrente libera del fiume Po nella tratta compresa tra isola Serafini e foce Mincio per consentire il transito di una unità di navigazione della Va classe CEMT"*).
- a valle di foce Mincio, in particolare nel tronco fino a Pontelagoscuro, lungo 70 km, il corso del fiume tende a cambiare il proprio tracciato, rispondendo a leggi naturali o ad interventi antropici che sono spesso poco appropriati, quando non del tutto ingiustificati. In tutto questo tronco, tuttavia, l'alveo maggiore è generalmente stretto e così non possono essere consentite al canale attivo divagazioni che giungerebbero subito ad insidiare la stabilità delle arginature. A valle della foce del Mincio i lavori di fissazione e di regimazione dell'alveo hanno una forte motivazione nella difesa dalle alluvioni e, se verranno opportunamente studiate, realizzeranno contemporaneamente condizioni ottime per la navigazione.

5.2. Tratto da foce Mincio al Po di Goro: analisi navigabilità attuale e individuazione dei punti critici

A valle di foce Mincio, ai buoni valori della magra di riferimento, detta magra equivalente, 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.

Naturalmente, l'analisi delle attuali condizioni di navigabilità nonché l'individuazione dei punti di basso fondale, non può prescindere da una verifica completa di tutti gli strumenti conoscitivi e di pianificazione portati avanti nel tempo sia da AIPO che dall'Autorità di bacino del fiume Po.

Nella prima fase di lavoro, pertanto, si è proceduto alla raccolta delle informazioni utili a definire un quadro il più completo possibile dell'attuale assetto del fiume nel tratto a valle di foce Mincio, anche a seguito degli ultimi eventi di piena che hanno interessato l'asta fluviale.

R.T.P:

Valenza prioritaria hanno in particolare le campagne di rilievo sia di tipo terrestre che batimetrico che negli ultimi anni sono state condotte da parte delle Autorità competenti. Oltre a questi è risultato utile anche reperire i dati provenienti da campagne e indagini svolte negli anni passati quali:

- i dati e/o catasti reperibili da precedenti studi ed osservazioni;
- un'analisi dei dati relativi agli interventi idraulici effettuati nel tratto in esame nel recente passato, con particolare riferimento agli interventi che possono aver influenzato l'evoluzione morfodinamica del corso d'acqua e conseguentemente la navigazione;
- altri dati topografici disponibili.

Oltre ai dati precedenti è stata presa in considerazione la caratterizzazione idrologica del bacino del fiume Po che è già stata svolta negli anni precedenti e che è stata redatta considerando:

- tutti i dati idrologici disponibili;
- tutti i dati disponibili circa i punti di basso fondale, la frequenza con cui si verificano e le cause che li provocano;
- l'esame dei progetti di sistemazione del fiume Po esistenti (a corrente libera e non).

È risultato inoltre necessario fare riferimento ai principali atti di pianificazione vigenti, approvati ed adottati dall'Autorità di Bacino del Fiume Po, che riguardano anche il tratto di fiume Po in oggetto, in particolare:

- il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI);
- il Programma Generale di Gestione dei Sedimenti alluvionali del fiume Po (PGGS);

oltre ad altri atti di pianificazione relativi al tratto di asta fluviale in studio tra cui:

- i Piani di Tutela delle Acque regionali;
- il "Progetto Po, fiume d'Europa" della Regione Emilia Romagna;
- i Piani Territoriali di Coordinamento Provinciale delle province interessate.

5.3. Criteri di individuazione degli interventi di sistemazione a corrente libera nel tratto da foce Mincio al Po di Goro

Con riferimento agli studi ed al progetto-pilota sviluppato dall'ARNI per il tronco Castelmassa- Ficarolo, è possibile definire le linee guida da seguire per la realizzazione dei progetti di sistemazione dell'intero tronco di valle. Ciò naturalmente tenendo presenti le esperienze condotte sui tratti di monte già sistemati nonché sulla base delle esperienze sviluppate su altre tratte fluviali, con particolare riferimento ad interventi effettuati all'estero sui principali fiumi europei.

L'individuazione della tipologia e della conformazione degli interventi è stata condotta in particolare con riferimento alla necessità di garantire la navigabilità del fiume da foce Mincio al Po di Goro, con l'obiettivo di ottenere i seguenti valori di fondale minimi:

R.T.P:

- fondale minimo di 2,00 m per una durata media annua di 340 giorni/anno (obiettivo che, come già detto, è uguale a quello fissato da AIPO nel progetto a sistemazione libera del tratto di monte da Cremona a foce Mincio);
- fondale minimo di 2,80 m per una durata media annua di 300 giorni/anno.

Nelle modellazioni idrauliche condotte per la verifica delle opere progettate, tali valori minimi del fondale sono stati considerati aggiungendo un franco di sicurezza per la navigazione di 20 cm e quindi considerando rispettivamente i limiti di 2,20 m e 3,00 m.

Il tratto inferiore del Po a valle di foce Mincio, dove gli interventi di sistemazione dell'alveo fluviale sono molto ridotti e finalizzati alla protezione di tratti di sponde da fenomeni di erosione in frodo alle arginature maestre, è caratterizzato da una larghezza ridotta dell'alveo compreso tra le arginature maestre e da un tracciato pressoché diritto. In tali condizioni il canale non ha potuto costruirsi un tracciato in equilibrio e continua a cambiare corso, passando da una sponda all'altra.

Con un lavoro assiduo e mirato attraverso l'utilizzo delle draghe, l'AIPO lavora da anni per imporre al canale il percorso migliore consentito dalla geometria dei luoghi, ricavando, tra le curve di estremità di ciascun tratto, alcune curve intermedie.

Si tratta in genere di curve piuttosto piatte, e quindi poco efficaci e non molto stabili. Il canale non riesce, in queste condizioni, a conservare il proprio tracciato e tende a creare dei "drizzagni" che sconvolgono l'intero tronco e sono assai dannosi sia alla navigazione, per la continua formazione e migrazione dei bassi, sia per la sicurezza idraulica, in quanto la corrente varia continuamente i punti di battuta sugli argini e rende necessari interventi sempre nuovi di protezione.

Le modalità di intervento che si ritiene opportuno adottare nel tratto a valle di foce Mincio si differenziano da quanto già eseguito nel tronco di monte. La conformazione del fiume, infatti, risulta sostanzialmente differente dal tratto a monte del Mincio con una larghezza media dell'alveo e distanza fra arginature maestre decisamente inferiori al tronco superiore. Tale condizione limita la possibilità di realizzare un sistema di curve e controcurve con ampi raggi di curvatura come realizzato nella sistemazione del tronco di monte, obbligando allo stesso tempo ad assecondare l'assetto morfologico esistente. Oltre a ciò occorre considerare che nel frattempo sono cambiati diversi fattori tra cui le dimensioni delle navi a cui fare riferimento, il quadro dei materiali disponibili, la sensibilità nei confronti dei valori ambientali ed inoltre si è aggiunta una considerevole mole di esperienze sviluppate sui fiumi di tutto il mondo.

Tenuto conto dei risultati non ottimali che sono stati generalmente ottenuti dove tra due curve successive sono stati interposti lunghi tratti rettilinei, appare innanzitutto importante adottare curve in grado di garantire, per tutto il loro sviluppo, valori apprezzabili della curvatura.

In generale si può osservare che:

- in un percorso curvo la corrente è soggetta alla forza centrifuga la quale, componendosi con la forza di gravità, determina una sopraelevazione del livello dell'acqua;

R.T.P:

- la sopraelevazione sulla sponda concava modifica il valore della pendenza longitudinale (riducendola nel tratto iniziale e aumentandola in quello terminale della curva);
- le condizioni che generano le componenti trasversali della corrente, che sono quelle che garantiscono la capacità di trasporto solido, variano in modo lineare con la curvatura;
- imponendo che, sia le componenti longitudinali che quelle trasversali della velocità varino linearmente lungo l'intero sviluppo della curva, si perviene ad individuare come forma preferibile della curva da adottare, quella di una clotoide. Conseguentemente, la forma della riva esterna delle curva nel suo complesso, nella quale le variazioni dei valori dinamici della corrente, sia longitudinali che trasversali, si sviluppano con continuità è pertanto quella di una biclotoide, ossia una curva costituita da due rami di clotoide osculanti nel punto di massima curvatura.

Nella realtà, nel tronco a valle di foce Mincio, le caratteristiche geometriche e morfologiche dell'alveo, non garantiscono la corretta applicazione delle regole precedenti non essendo possibile garantire lunghezze e raggi di curvatura corrispondenti a tale conformazione geometrica.

Tenuto conto di queste condizioni, per la materializzazione delle curve, diversamente da quanto fatto nel tronco di monte (dove sono state impiegate esclusivamente opere radenti) appare opportuno orientarsi su soluzioni miste comprendenti assieme ad opere radenti anche opere sporgenti, con l'obiettivo di realizzare interventi meno costosi, di minor impatto ambientale e che meglio consentano adeguamenti futuri.

Per quanto riguarda l'altezza delle opere di regolazione, un'attenta osservazione dei livelli corrispondenti alle diverse portate del Po e dei fondali ad esse associati, consigliano di adottare, per il coronamento delle opere, quote prossime a quelle della magra ordinaria, indicativamente attorno ad 800 m³/s. Si tratta di una scelta che, pur corrispondendo all'ordine di grandezza di quella originaria dei progetti del tratto di monte da Cremona a foce Mincio, che come già ricordato è oggi fortemente alterata per l'abbassamento dell'alveo, porta ad opere che, rispetto a quelle oggi presenti del tronco di monte, risultano mediamente più basse di circa due metri. Si tratta pertanto di opere dal modestissimo impatto, che si potranno vedere soltanto nelle magre più accentuate.



Figura 28 – Esempi di pennelli trasversali per la sistemazione a corrente libera del fiume Elba vicino a Magdeburgo.

R.T.P:

5.4. Tratto da foce Mincio al Po di Goro: analisi dei bassi fondali allo stato attuale

L'analisi dei bassi fondali è stata condotta al fine di valutare le condizioni di navigabilità del fiume con riferimento in particolare alla regolazione a corrente libera dell'alveo di magra dell'asta fluviale atta a consentire la navigabilità di navigli della classe Va secondo la classificazione Europea C.E.M.T. del 1992.

Il metodo di sistemazione che viene definito "regolazione a corrente libera dell'alveo di magra" consiste in una sistemazione che non ha soltanto funzioni idroviarie, infatti in un alveo dovunque costretto entro argini molto alti, che proteggono popolazioni addensate lungo le sue sponde e beni di grande valore, è indispensabile impedire le divagazioni del tracciato che portano il canale di magra, con la sua capacità erosiva, al piede dei rilevati arginali in punti privi di protezione.

La regolazione dell'alveo di magra del Po è stata studiata dal 1920 ed è stata realizzata con ritmi lentissimi nel tronco tra Cremona e la foce del Mincio, completata oggi al 90% del programma iniziale, pur in un contesto radicalmente mutato. Qui le condizioni di navigabilità sono comunque decisamente migliorate. Mentre prima dei lavori i fondali superiori ai 2 m erano disponibili soltanto per 60 giorni nell'anno medio, oggi essi sono disponibili per 260 giorni. Anche nel tronco a valle di foce Mincio, in seguito alla maggiore efficacia nella sua gestione, i fondali superiori a 2 m sono disponibili per 250 giorni nell'anno medio, pur senza nessuna sistemazione.

In questo tratto i lavori di regolazione sono appena iniziati, anche se in modo non ancora organico e per interventi limitati, ma i risultati non potranno mancare perché qui le condizioni sono sensibilmente più favorevoli. L'intervento richiesto per la regolazione dell'alveo di magra è certamente il più leggero che si possa adottare. E' la scelta che più di ogni altra rispetta i caratteri naturali del fiume e ben si sposa con le esigenze della difesa idraulica. Ciò naturalmente se la stessa regolazione è studiata in modo da non alterare la dinamica morfologica dell'alveo, in particolare evitando che si inducano tendenze all'abbassamento dell'alveo.

E' in questa direzione che l'ARNI, oggi confluita in AIPO Navigazione, ha studiato i più recenti e avanzati progetti, seppure di modesta entità, per la correzione dei punti critici dove si formano i bassi fondali, che mirano a ridurre l'erosione del fondo, a proteggere le arginature maestre, a conservare il canale navigabile e a ridurre sensibilmente gli interventi di manutenzione.

L'individuazione dei punti di basso fondale risulta quindi necessaria a determinare i tratti di fiume in cui effettuare gli interventi di sistemazione che permettano di garantire le condizioni minime di navigabilità. In particolare per quel che riguarda i tiranti le condizioni minime da raggiungere, sulla base di quanto già adottato nell'ambito dei precedenti interventi di sistemazione, vengono indicate secondo i valori elencati di seguito:

- persistenza di un fondale minimo pari a 2,00 metri per almeno 340 giorni all'anno;
- persistenza di un fondale minimo pari a 2,80 metri per almeno 300 giorni all'anno;

R.T.P:

Naturalmente la condizione di persistenza del tirante minimo, come sopra riportato, non è sempre garantita a causa della formazione di barre longitudinali o di banche di depositi formati per effetto di varie cause: zone di passaggio tra curva e controcurva, eccessiva distanza delle tangenti di due curve successive, raggi di curvatura troppo ampi, irregolarità delle curve (vecchie difese, curve policentriche o varianti al tracciato del progetto) ed il non completamento delle opere di sistemazione (esempio riportato in figura). Nei punti sopra descritti si creano quindi tratti di fiume caratterizzati da bassi fondali i quali possono impedire il transito dei natanti.

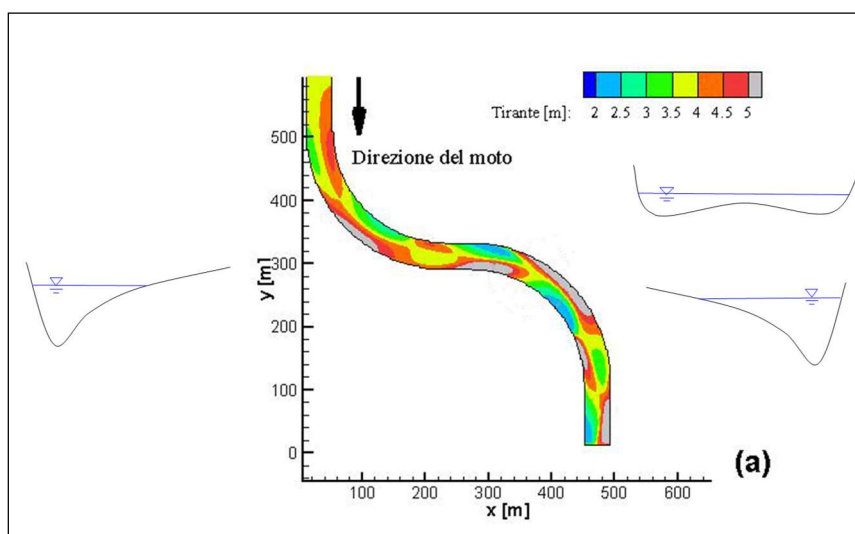


Figura 29 – Esempio di distribuzione dei tiranti lungo un tratto fluviale

L'individuazione dei tratti in cui il tirante idrico risulta insufficiente ai fini della navigazione commerciale è stata condotta analizzando i dati dei rilievi giornalieri eseguiti dai tecnici dell'Ufficio Navigazione Interna di AIPO effettuati nel periodo 1994-2013, per le località caratterizzate dalla presenza di bassi fondali, in particolare nel tratto di fiume Po compreso tra foce Mincio e Po di Goro, che non è ancora stato interessato da interventi di sistemazione atti a realizzare un canale navigabile.

L'analisi è stata condotta sulla base dei dati disponibili, in particolare il dato fornito individua, per ciascuna località presa in considerazione, il numero di giorni annui in cui il tirante idrico risulta inferiore a 2,0 m.

Nelle tabelle successive si riportano, per ognuna delle località disponibili, i valori della persistenza, in giorni, di fondali inferiori a 2,00 metri per ciascun anno del periodo 1994 – 2013.

R.T.P:

Nome Località	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
FOCE MINCIO	0	5	0	9	9	9	0	0	31	129	32	50	64	12	0	0	0	0	5	0
FOCE SECCHIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	5	42	75	93	19	0	0	0	19	0
SABBIONCELLO	0	0	0	0	7	0	10	0	6	8	34	103	74	105	64	35	32	11	60	44
BONIFICA SABBIONCELLO	0	0	0	3	0	0	0	0	36	103	4	44	45	6	2	36	20	1	70	0
MONTE QUINGENTOLE	0	7	11	60	24	28	17	0	36	89	38	97	186	239	98	14	0	4	18	72
VALLE QUINGENTOLE	0	0	9	2	32	0	46	0	6	42	69	83	181	214	87	99	7	82	73	48
PEREROLO	0	0	0	18	15	28	0	0	0	0	7	67	61	0	0	22	2	10	106	37
MONTE CARLETTE	0	4	0	2	0	0	19	0	0	82	0	54	70	38	0	0	0	0	0	0
CARLETTE	0	21	10	6	25	0	0	0	0	33	32	69	152	175	134	109	58	33	58	15
FORNACI	0	0	0	52	38	34	18	0	0	43	21	63	76	104	63	16	75	78	84	68
PAGLIOTTA	9	10	0	0	36	10	6	0	0	72	0	63	82	59	6	25	2	6	73	13
MONTE OSTIGLIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
MONTE P.TE REVERE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	0	23	40	0	0	0	0	0	0	0
RONCHI	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	71	124	137	13	0	7	0	0	0
BONIZZO	18	18	5	63	35	21	45	6	23	69	3	37	82	180	71	1	0	0	72	18
MELARA	13	44	13	15	36	28	41	4	24	9	9	51	85	210	46	73	95	133	193	121
VALLE MELARA	0	28	0	92	0	0	36	0	0	2	0	41	145	190	128	0	11	0	0	36
PRADONI	0	2	0	28	22	33	11	8	32	97	58	71	122	135	65	109	7	0	47	0
MERICONDA	0	0	0	11	10	0	25	0	0	79	0	91	91	95	12	99	25	1	14	3
ISOLA CANTUTTI	0	27	0	41	18	26	32	0	48	0	28	87	100	9	4	6	15	0	0	0
VALLE ISOLA CANTUTTI	0	0	0	0	0	0	0	19	34	74	29	77	79	73	12	27	0	38	102	35
BARONI	0	10	0	10	5	0	0	0	25	11	24	9	60	62	0	0	0	3	80	0
BERGANTINO	12	4	0	0	1	0	0	0	0	67	20	33	74	2	1	0	0	0	0	3
CROSSINE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	0	19	67	89	13	0	0	0	0	0
MONTE P.TE	15	12	0	2	0	0	0	0	12	131	57	75	100	81	6	22	13	34	91	15
PONTE CASTELMASSA	9	3	5	3	0	0	0	0	0	71	29	55	81	61	1	0	0	0	15	0
CASTELMASSA	0	0	0	0	21	40	56	0	0	109	58	95	197	239	109	0	24	0	1	0
BOSCO CAPOSOTTO	45	69	7	34	34	43	42	13	55	122	63	125	126	108	35	37	44	71	194	70
CALTO	40	9	19	47	41	25	0	0	22	167	58	71	114	155	104	27	43	99	185	120
FELONICA	0	11	19	28	20	27	8	0	3	117	58	70	177	217	113	74	68	69	150	42
CHIAVICA DI CALTO	0	0	0	0	0	21	14	0	54	140	66	90	98	127	124	124	60	113	124	44
ISOLA MALAVASI	32	19	4	15	28	6	5	0	6	0	25	80	221	175	0	0	40	125	225	124

R.T.P:

Nome Località	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
MERLINO	1	4	2	44	0	0	0	0	0	0	0	36	104	178	10	0	4	111	82	0
CA' POLESINE	39	10	0	37	23	23	4	0	0	47	0	14	71	94	37	20	0	53	103	61
FRONTE FICAROLO	0	7	0	48	0	0	0	0	0	127	16	94	180	119	11	0	0	0	35	0
CHIAVICA PILASTRESI	14	30	4	17	36	45	5	0	15	92	10	94	178	175	101	0	0	0	0	1
FONDO CALZA	0	0	4	7	5	0	0	0	0	78	29	33	31	0	0	0	0	0	0	0
GAIBA	48	35	9	45	24	49	30	1	0	25	0	0	29	36	72	0	0	8	2	3
VALLE GAIBA	0	10	0	60	28	0	84	23	69	110	41	118	161	240	150	144	19	116	177	59
RAVALLE	39	12	7	0	33	32	26	2	15	46	0	69	115	97	103	109	48	128	179	95
BONELLO	34	0	0	50	7	34	77	30	47	83	42	92	111	88	44	11	1	40	160	123
MONTE STIENTA	0	0	0	0	0	0	19	0	33	24	0	0	0	0	2	0	0	101	160	38
STIENTA	0	0	0	0	3	26	71	22	64	119	52	89	115	87	107	111	4	0	0	0
CA' PRINELLA	22	14	0	39	32	40	36	6	78	95	20	77	114	117	29	41	29	123	162	43
OCCHIOBELLO	0	0	0	0	0	0	2	0	0	16	0	25	68	85	67	29	0	5	136	0
MALCANTONE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	1
PONTELAGOSCURO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	72	99	172	91	24	0	0	68	0
ISOLA BIANCA	30	31	7	66	33	47	52	8	56	129	27	66	75	93	75	38	49	163	191	81
FRANCOLINO	27	0	11	67	41	36	0	3	12	82	24	75	91	81	3	39	8	33	57	22
PAVIOLE	27	18	18	13	30	40	40	22	73	76	30	107	150	176	148	37	26	72	83	1
BORGIO DI PESCARA	0	10	7	37	9	32	44	0	1	42	2	98	102	41	66	60	16	62	96	38
GAROFALO	0	4	0	61	25	28	21	11	38	0	0	85	114	81	33	3	10	49	90	19
MONTE ZOCCA	0	0	0	17	2	0	0	0	0	0	0	0	6	104	15	0	0	0	0	0
PONTE POLESILLA	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
CRESPINO	29	0	8	87	52	57	87	0	91	87	62	139	91	57	15	7	39	33	112	61
PASSETTO	0	0	0	0	0	0	29	0	0	140	5	18	108	112	1	0	0	0	0	1
VICENTINA	0	0	0	41	0	0	0	0	0	56	0	0	57	36	1	0	0	0	0	0
CANALNUOVO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
CA' MATTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	168	6	47	0	0	0	0	0	0	0	0
VALLE S. MARIA IN PUNTA	0	0	0	0	0	0	1	0	0	230	0	0	0	14	6	0	0	0	0	0
CORBOLA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0
BOTTRIGHE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	24
MAZZORNO IN DESTRA	15	11	0	59	0	5	151	1	21	117	0	7	0	0	0	55	27	0	48	62
MAZZORNO IN SINISTRA	8	0	26	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAVANELLA	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabella 1 - Valori di persistenza dei bassi fondali lungo l'asta del Po a valle di foce Mincio

La media annuale del numero di giorni con fondali insufficienti calcolata sull'intero campione delle località disponibili, descrive naturalmente una estrema variabilità del dato, evidenziando però un aumento, negli ultimi anni, del numero di giorni complessivi in cui i fondali non sono sufficienti alla navigazione, con un periodo particolarmente siccitoso fra il 2003 e il 2007 in cui per quasi 1/3 dell'anno il fiume non risultava navigabile nel tratto preso in considerazione.

Tali considerazioni sono illustrate nel grafico successivo da cui risulta evidente quanto precedentemente illustrato.

Oltre ai valori che fanno riferimento a fondali minimi pari a 2 metri, AIPO ha disponibili i valori relativi a fondali minimi pari a 2,5 metri. Naturalmente il numero di giorni in cui i fondali non raggiungono il valore di riferimento aumentano in modo significativo, con punte di oltre 100 giorni all'anno per quelli più siccitosi.

R.T.P.:

Parametro	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
MEDIA ANNUALE	8	8	3	21	13	13	19	3	17	61	18	53	83	87	39	26	14	31	62	26

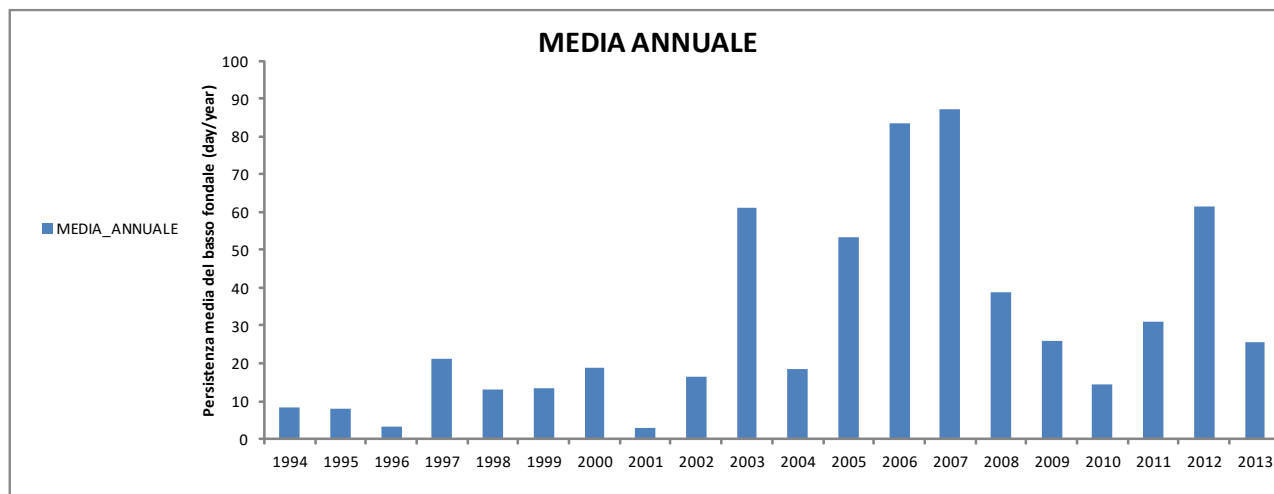


Figura 30 – media annuale del numero di giorni con fondali insufficienti calcolata sull'intero campione delle località disponibili

Alla luce delle caratteristiche sopra evidenziate si è quindi deciso di valutare differenti scenari per l'analisi del campione di dati come descritto nel seguito.

Per ogni località caratterizzata dalla presenza di bassi fondali sono state calcolate le medie dei seguenti periodi: 1994 – 2013 (campione completo); 2003 – 2013 (ultimo decennio); 2003 – 2007 (condizioni più gravose registrate) e sono quindi stati individuate le località per le quali le medie delle persistenze dei bassi fondali sono maggiori di 25 giorni; inoltre per individuare le località caratterizzate dalle criticità maggiori si è definita una scala cromatica in funzione del grado di persistenza come sotto riportato.

COLORE	DESCRIZIONE	GIORNI DI PERSISTENZA DEL FONDALE "G"
Verde	TRATTO A RIDOTTA PERSISTENZA	$0 < G < 25$
Giallo	TRATTO A MEDIA PERSISTENZA	$25 < G < 35$
Rosa	TRATTO AD ELEVATA PERSISTENZA	$35 < G < 50$
Rosso	TRATTO CRITICO	$G > 50$

R.T.P:

Nome Località	MEDIA 1994 - 2013	MEDIA 2003 - 2013	MEDIA 2003 - 2007
FOCE MINCIO	17,8	26,5	57,4
FOCE SECCHIA	13,6	24,6	46,6
SABBIONCELLO	29,7	51,8	64,8
BONIFICA SABBIONCELLO	18,5	30,1	40,4
MONTE QUINGENTOLE	51,9	77,7	129,8
VALLE QUINGENTOLE	54,0	89,5	117,8
PEREROLO	18,7	28,4	27,0
MONTE CARLETTE	13,5	22,2	48,8
CARLETTE	46,5	78,9	92,2
FORNACI	41,7	62,8	61,4
PAGLIOTTA	23,6	36,5	55,2
MONTE OSTIGLIA	0,7	1,3	2,8
MONTE P.TE REVERE	5,1	9,3	20,4
RONCHI	17,8	32,0	66,4
BONIZZO	38,4	48,5	74,2
MELARA	62,2	93,2	72,8
VALLE MELARA	35,5	50,3	75,6
PRADONI	42,4	64,6	96,6
MERICONDA	27,8	46,4	71,2
ISOLA CANTUTTI	22,1	22,6	44,8

Tabella 2 - Valori medi di persistenza dei bassi fondali lungo l'asta del Po a valle di foce Mincio

R.T.P:

Nome Località	MEDIA 1994 - 2013	MEDIA 2003 - 2013	MEDIA 2003 - 2007
VALLE ISOLA CANTUTTI	30,0	49,6	66,4
BARONI	15,0	22,6	33,2
BERGANTINO	10,9	18,2	39,2
CROSSINE	11,5	20,8	43,2
MONTE P.TE	33,3	56,8	88,8
PONTE CASTELMASSA	16,7	28,5	59,4
CASTELMASSA	47,5	75,6	139,6
BOSCO CAPOSOTTO	66,9	90,5	108,8
CALTO	67,3	103,9	113,0
FELONICA	63,6	105,0	127,8
CHIAVICA DI CALTO	60,0	100,9	104,2
ISOLA MALAVASI	56,5	92,3	100,2
MERLINO	28,8	47,7	63,6
CA' POLESINE	31,8	45,5	45,2
FRONTE FICAROLO	32,4	52,9	107,2
CHIAVICA PILASTRESI	40,9	59,2	109,8
FONDO CALZA	9,4	15,5	34,2
GAIBA	20,8	15,9	18,0
VALLE GAIBA	80,5	121,4	134,0
RAVALLE	57,8	89,9	65,4
BONELLO	53,7	72,3	83,2
MONTE STIENTA	18,9	29,5	4,8
STIENTA	43,5	62,2	92,4
CA' PRINELLA	55,9	77,3	84,6
OCCHIOBELLO	21,7	39,2	38,8
MALCANTONE	0,3	0,5	0,8
PONTELAGOSCURO	27,2	49,4	72,0
ISOLA BIANCA	65,9	89,7	78,0
FRANCOLINO	35,6	46,8	70,6
PAVIOLE	59,4	82,4	107,8
BORGO DI PESCARA	38,2	56,6	57,0
GAROFALO	33,6	44,0	56,0
MONTE ZOCCA	7,2	11,4	22,0
PONTE POLESELLA	0,7	0,1	0,2
CRESPINO	55,7	63,9	87,2
PASSETTO	20,7	35,0	76,6
VICENTINA	9,6	13,6	29,8
CANALNUOVO	0,1	0,1	0,0
CA' MATTE	11,1	20,1	44,2
VALLE S. MARIA IN PUNTA	12,6	22,7	48,8
CORBOLA	0,2	0,4	0,0
BOTTRIGHE	1,4	2,5	0,0
MAZZORNO IN DESTRA	29,0	28,7	24,8
MAZZORNO IN SINISTRA	4,2	0,0	0,0
CAVANELLA	0,4	0,0	0,0

Dalle analisi sopra riportate si ha quindi una panoramica della situazione del fiume Po allo stato attuale rispetto alla persistenza dei bassi fondali. Visualizzando in un grafico i tre valori medi analizzati si nota come il periodo 2003-2007 incida in modo particolarmente significativo sui risultati dell'elaborazione statistica essendo questi anni caratterizzati da un prolungato stato di siccità.

R.T.P.:

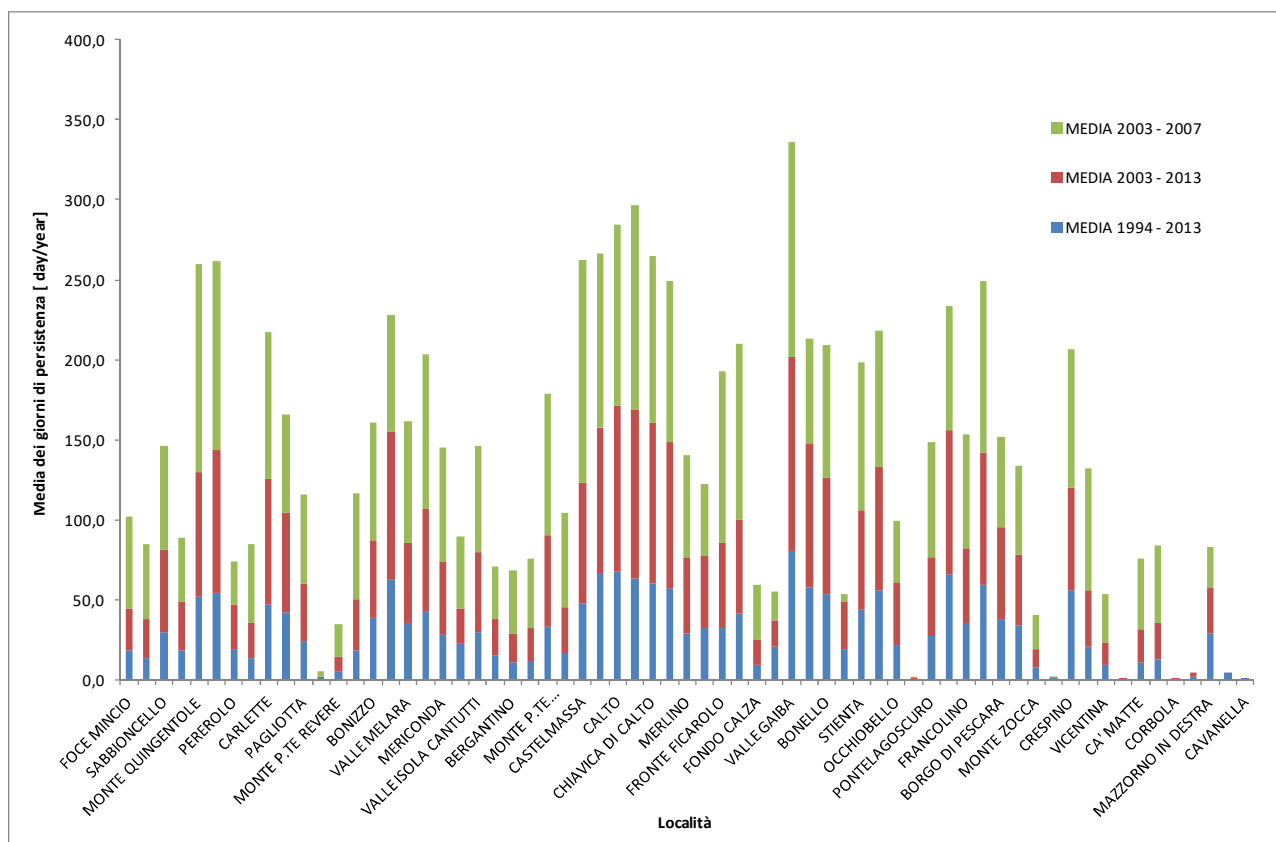


Figura 31 – Media, relativa ai diversi periodi considerati, della persistenza di bassi fondali per le diverse località lungo il fiume Po a valle di foce Mincio

Sulla base dei dati disponibili aggiornati emerge che per l'intero periodo considerato il tirante di 2 metri risulta disponibile mediamente per circa 335 giorni all'anno; la stessa statistica calcolata per i due sottointervalli, porta a valori mediamente inferiori, pari a 320 giorni per l'intervallo 2003-2013 e 305 giorni per l'intervallo 2003-2007.

Sulla base delle analisi precedenti sono state tracciate delle planimetrie dell'intero tratto del fiume oggetto di analisi da foce Mincio a Po di Goro sulle quali, con la medesima scala cromatica indicata nella presente relazione, sono state individuate le località per le quali la persistenza media dei bassi fondali è superiore ai 25 giorni/anno come quelle indicate di seguito a titolo di esempio.

R.T.P:

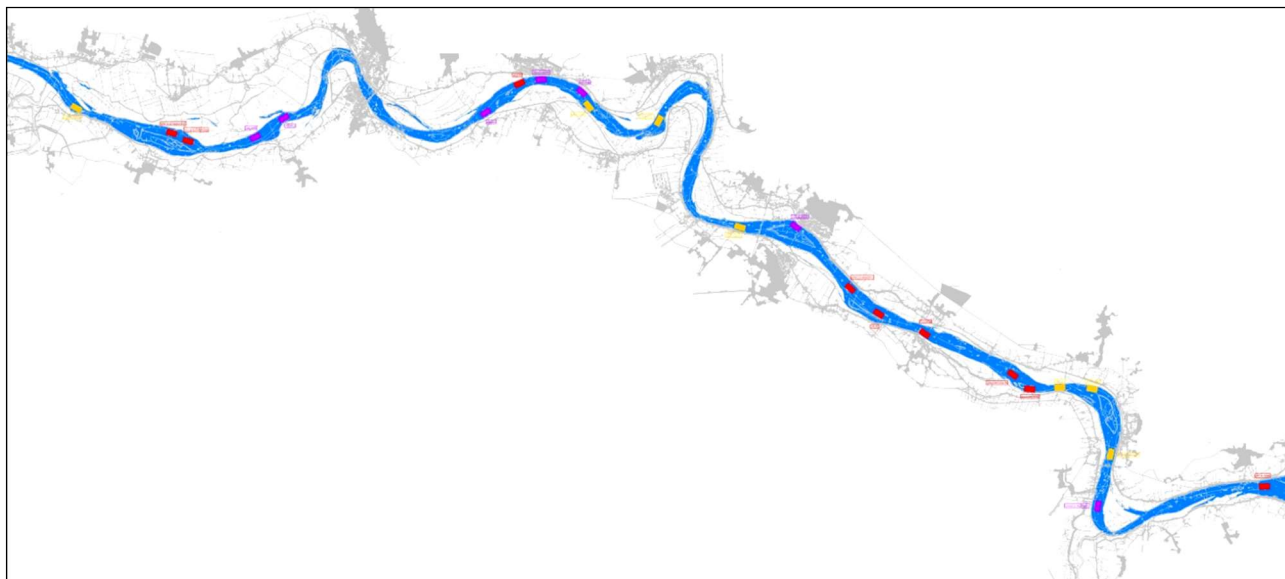


Figura 32 – Bassi fondali (< 2 m) individuati tra Foce Mincio e Valle Gaiba



Figura 33 – Bassi fondali (< 2 m) individuati tra Valle Gaiba e Po di Goro

R.T.P:

6. SISTEMAZIONE A CORRENTE LIBERA DEL TRONCO IN PROGETTO

6.1. Premessa

La necessità di garantire sufficienti condizioni di sicurezza idraulica nonché adeguate condizioni di navigabilità lungo il corso del Po per le imbarcazioni di tipo commerciale, comporta l'ottenimento dei fondali necessari al passaggio delle imbarcazioni per un sufficiente numero di giorni/anno.

Tale condizione è dettata dall'esigenza di garantire alle compagnie interessate alla navigazione lungo il fiume, adeguate condizioni di navigabilità con la possibilità di poter pianificare e programmare opportunamente le attività legate alla percorrenza dell'asta fluviale.

La sistemazione del fiume a corrente libera, così come descritta nei capitoli precedenti, risulta sostanzialmente l'unica possibile per il tratto terminale di Po, dove le pendenze del fiume si riducono a valori inferiori ai 10 cm al Km, rendendo il fiume naturalmente navigabile per lunghi periodi dell'anno.

Solamente in occasione delle magre più pronunciate possono manifestarsi condizioni tali da rendere necessari interventi di sistemazione che permettano di concentrare la corrente al centro dell'alveo attivo in modo da ridurre la larghezza del canale navigabile ed ottenere i tiranti d'acqua sufficienti al passaggio delle imbarcazioni.

La sistemazione a corrente libera può per altro contribuire ad aumentare il grado di sicurezza delle arginature maestre, che in questo tratto risultano particolarmente ravvicinate all'alveo attivo del fiume, allontanando la corrente dalle sponde evitando in questo modo pericolosi fenomeni di erosione immediatamente al piede delle arginature poste a difesa della campagna retrostante gli argini.

Tale modalità di sistemazione è già stata utilizzata nel tronco di monte tra foce Adda e foce Mincio con l'individuazione e la realizzazione di 51 curve di navigazione che hanno determinato la stabilizzazione del tracciato del fiume dando nel tempo buoni risultati con il raggiungimento dei fondali necessari alla navigazione per un discreto numero di giorni anno.

Nei fiumi sistemati a corrente libera, dove i livelli non sono stabili ma dipendono strettamente dalle condizioni idrologiche del fiume, la navigabilità del corso d'acqua viene misurata con il "livello equivalente", ossia il pescaggio minimo garantito per 340 giorni/anno, ritenendo i 2 metri un valore di pescaggio utile per la capacità di portata delle imbarcazioni della navigazione interna e confrontabile con i principali fiumi europei nei tratti sistemati a corrente libera.

A titolo di esempio si riportano nella tabella successiva per l'anno 2016, per il quinquennio 2012-2016 e il decennio 2007-2016 (fonte rivista "Qui Po 1-2/2017") il numero di giorni/anno in cui sono stati garantiti

R.T.P:

fondali variabili fra 120 e 280 cm nei cinque tronchi in cui è suddivisa l'asta del Po da Piacenza e fino a Volta Grimana.

NAVIGABILITA' 2016									
	≥ 120	≥ 140	≥ 160	≥ 180	≥ 200	≥ 220	≥ 240	≥ 250	≥ 280
Piacenza — Isola Serafini	362	321	240	140	103	61	41	31	18
Cremona — Boretto	355	345	334	298	241	202	157	140	100
Boretto — Foce Mincio	348	342	303	224	177	145	122	116	104
Foce Mincio — Pontelagoscuro	315	262	195	140	104	83	63	62	45
Pontelagoscuro — Volta Grimana	361	353	338	298	222	174	144	121	54

MEDIA QUINQUENNIO 2012 - 2016									
	≥ 120	≥ 140	≥ 160	≥ 180	≥ 200	≥ 220	≥ 240	≥ 250	≥ 280
Piacenza — Isola Serafini	353	324	267	183	127	86	61	53	35
Cremona — Boretto	361	351	340	325	298	262	231	218	179
Boretto — Foce Mincio	355	352	341	320	293	264	235	224	181
Foce Mincio — Pontelagoscuro	312	284	246	211	181	153	124	115	81
Pontelagoscuro — Volta Grimana	337	331	320	293	254	214	178	163	103

MEDIA DECENNIO 2007 - 2016									
	≥ 120	≥ 140	≥ 160	≥ 180	≥ 200	≥ 220	≥ 240	≥ 250	≥ 280
Piacenza — Isola Serafini	357	340	292	212	152	105	81	72	49
Cremona — Boretto	358	348	337	316	285	250	219	206	168
Boretto — Foce Mincio	356	352	344	325	301	269	240	226	183
Foce Mincio — Pontelagoscuro	327	301	263	216	178	146	119	108	78
Pontelagoscuro — Volta Grimana	344	333	321	292	250	207	167	151	103

Come si può osservare dalla tabella, il numero di giorni è significativamente più alto per il tratto di monte cha va da Cremona a Foce Mincio, già sistemato a corrente libera, rispetto a quello a valle di foce Mincio sostanzialmente privo di opere se non per alcune protezioni spondali a difesa degli apparati arginali. La navigabilità torna a migliorare a valle di Pontelagoscuro perché a mano a mano che ci si avvicina alla foce, diventa sempre più significativo il rigurgito da valle determinato dal livello del mare che fa sentire la sua influenza per diversi chilometri verso l'interno.

6.2. Descrizione dell'assetto di progetto nel tratto di intervento

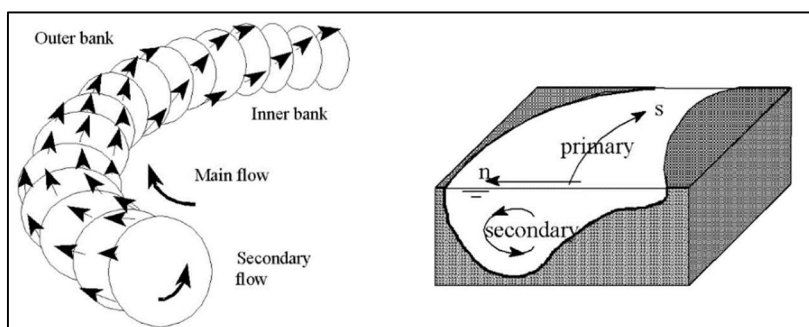
Le caratteristiche morfologiche del Po nel tratto oggetto di sistemazione con riferimento in particolare alla pendenza longitudinale dell'asta, mediamente inferiore ai 10 cm al chilometro, lo rendono già naturalmente navigabile per lunghi periodi dell'anno e contemporaneamente particolarmente adatto alla sistemazione secondo il metodo cosiddetto a corrente libera, che prevede la regolazione dell'alveo di magra mediante la realizzazione di una serie di opere radenti che permettono di concentrare il filone principale della corrente al centro dell'alveo per garantire fondali sufficienti alla navigazione anche quando le portate nel fiume scendono a valori minimi.

R.T.P:

Tale sistemazione è ottenuta realizzando una serie di opere radenti sia di tipo longitudinale che trasversale sormontabili per portate mediamente superiori a circa $800 \text{ m}^3/\text{s}$, in modo tale da risultare sommerse per la maggior parte dell'anno.

Non è possibile scendere al di sotto di questi valori, comunque inferiori alle magre ordinarie, in quanto per portate inferiori l'energia della corrente non è in grado di movimentare il sedimento di fondo rendendo vana l'efficacia delle opere realizzate. Devono infatti innescarsi nella corrente dei moti rotazionali affinché il fiume provveda a scavare il filone principale della corrente garantendo il raggiungimento dei tiranti idrici desiderati utili per la navigazione.

Tale condizione si ottiene modellando l'alveo attivo del fiume secondo uno schema di curve e controcurve che appunto innescano i moti rotazionali della corrente che a sua volta deve possedere un livello di energia tale da poter movimentare il materiale di fondo dell'alveo secondo uno schema fisico che può essere rappresentato come nella figura successiva.



La metodologia di sistemazione a corrente libera si basa sulle teorie e sulle sperimentazioni condotte tra la fine del 1800 e l'inizio del secolo scorso da vari ingegneri su diversi fiumi europei tra cui i più importanti da ricordare sono il Fargue, a cui si devono le leggi omonime, e il Girardon che le ha applicate per la realizzazione delle prime opere di sistemazione del Rodano in Francia.

Tale metodologia prevedeva la realizzazione di una serie di curve e controcurve successive lungo l'asta fluviale in grado, come detto in precedenza, di innescare i moti rotazionali necessari ad approfondire il filone centrale della corrente per garantire i tiranti necessari alla navigazione fluviale.

Tali concetti sono stati solo parzialmente utilizzati per la sistemazione del tratto interessato dalla presente progettazione, in quanto l'assetto morfologico del fiume in questo tronco presenta caratteristiche planimetriche che, come meglio evidenziato in seguito, ne rendono solo parzialmente adatta la loro applicazione.

Il tratto oggetto di sistemazione si estende indicativamente da Castelmassa a Stienta approssimativamente dalla chilometrica 528 alla chilometrica 558 per un totale di circa 30 chilometri.

Lo stesso si sviluppa indicativamente da nord-ovest verso sud est con tre sottotratti che presentano un andamento prevalentemente rettilineo, o comunque a bassa curvatura, intervallati da due curve

R.T.P.:

particolarmente accentuate in corrispondenza la prima dell'abitato di Ficarolo, la seconda della foce del Panaro, ultimo affluente appenninico in destra al fiume (figura seguente).



Figura 34: tratto di Po interessato dalle opere di sistemazione con l'evidenziazione delle arginature maestre e golenali

I tre sottotratti, identificati come di seguito, presentano le lunghezze indicate in elenco:

- Sottotratto Castelmassa-Ficarolo (l=13 km)
- Sottotratto Ficarolo-foce Panaro (l=5 km)
- Sottotratto foce Panaro-Stienta (l=12 km)

La conformazione del fiume in questi tratti rende particolarmente frequente la formazione di bassi fondali per effetto delle modeste curvature che l'alveo assume lungo il percorso, rendendo di conseguenza difficoltosa la navigazione dei natanti quando le portate nel fiume scendono al di sotto della portata media.

Per lo stesso motivo le caratteristiche geometriche adottate per la sistemazione a corrente libera non sono quelle abitualmente utilizzate in altri ambiti fluviali in quanto la presenza di tratti di fiume rettilinei particolarmente lunghi e di ampiezza limitata impedisce la realizzazione di una sistemazione planimetrica secondo traiettorie curve che nelle trattazioni teoriche vengono identificate come clotoidi.

R.T.P:

6.2.1. Il progetto preliminare di AIPO

Il progetto preliminare predisposto da AIPO per la sistemazione del tratto in oggetto prevedeva la realizzazione di una serie di interventi concentrati fondamentalmente in 5 punti distinti.

Il primo posto a valle di Castelmassa, in sinistra idraulica, costituito dal completamento di una difesa spondale esistente e la realizzazione di due nuovi pennelli con conformazione a martello (Figura 35).

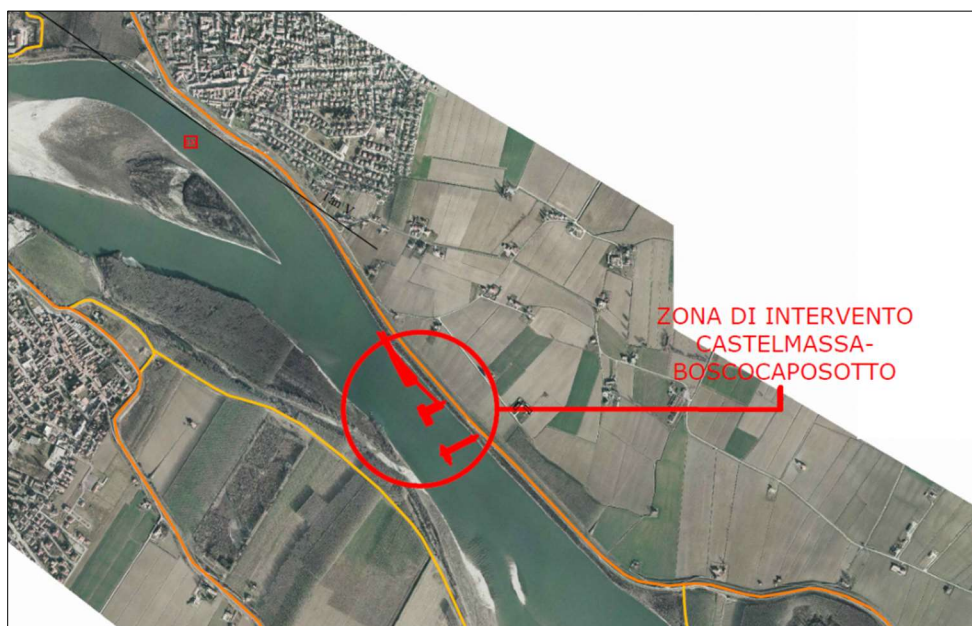


Figura 35: progetto preliminare AIPO, intervento di Castelmassa

Il secondo a valle della chiavica di Calto sempre in sinistra idraulica con la realizzazione di due pennelli trasversali con conformazione anche in questo caso a martello (Figura 36).

R.T.P:



Figura 36: progetto preliminare di AIPO: intervento di Calto

Il terzo in corrispondenza di Gaiba, ancora in sinistra idraulica, con la realizzazione di quattro pennelli trasversali ravvicinati sempre con conformazione a martello e il quarto in corrispondenza di Ravallo, in destra idraulica con una difesa spondale longitudinale e tre pennelli trasversali con conformazione a martello (Figura 37).

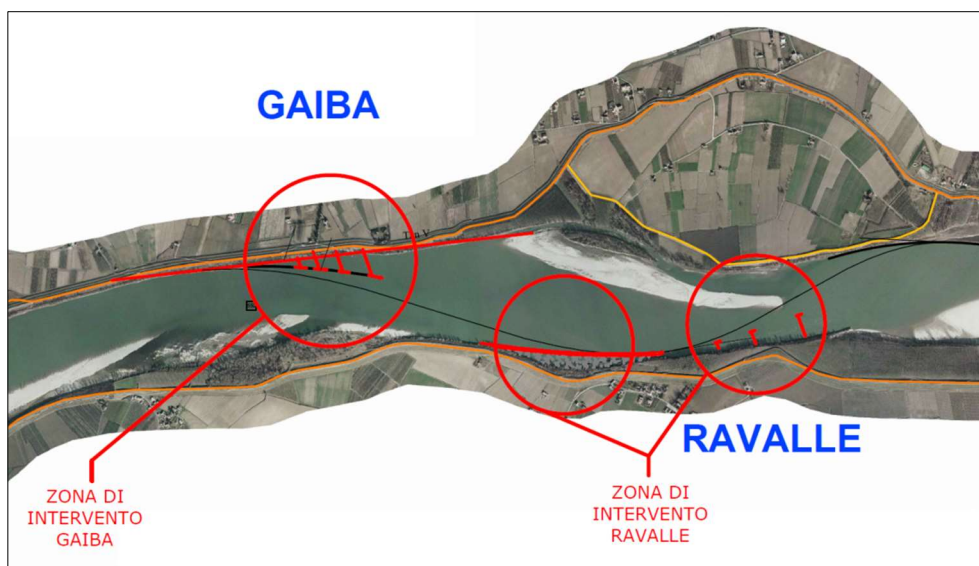


Figura 37: progetto preliminare di AIPO: interventi di Gaiba e Ravallo

R.T.P:

L'ultimo intervento infine è previsto in corrispondenza dell'abitato di Stienta con il prolungamento del pennello esistente già realizzato da AIPO per la definizione della curva verso destra (Figura 38).



Figura 38: progetto preliminare di AIPO: intervento di Stienta

A seguito delle prime verifiche idrauliche condotte mediante modellazione bidimensionale a fondo mobile dell'alveo fluviale per valutare le variazioni morfologiche del fondo indotte dalla presenza delle opere di sistemazione previste nel progetto preliminare di AIPO a seguito della simulazione di due anni di portate particolarmente significative (si rimanda alla relazione idraulica per un maggior dettaglio), è risultato evidente che a fronte della risoluzione delle problematiche locali in corrispondenza delle tratte di ubicazione degli interventi previsti a progetto, rimanevano irrisolte le stesse problematiche nei tratti in cui non sono previste opere di sistemazione.

A questo proposito si osservino le due figure successive che rappresentano i tiranti idrici nel tratto tra Castelmassa e Ravallo per una portata pari a $564 \text{ m}^3/\text{s}$ in corrispondenza dello stato di fatto (Figura 39) e con l'inserimento delle opere previste nel progetto preliminare di AIPO dopo due anni di simulazione, come meglio descritto nei paragrafi successivi (Figura 40).

R.T.P:

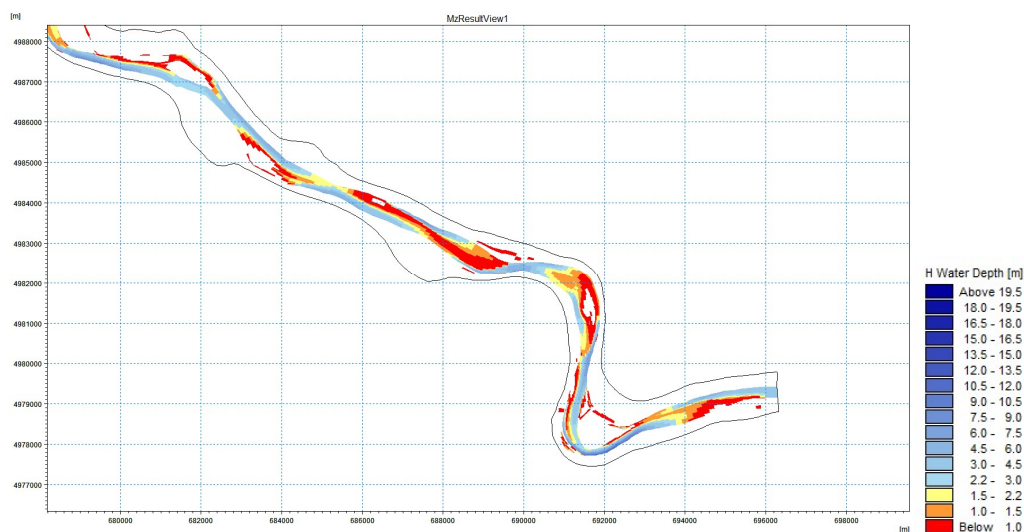


Figura 39: tiranti idrici simulati per una portata pari a 564 m³/s nel tratto Castelmassa-Ravalle

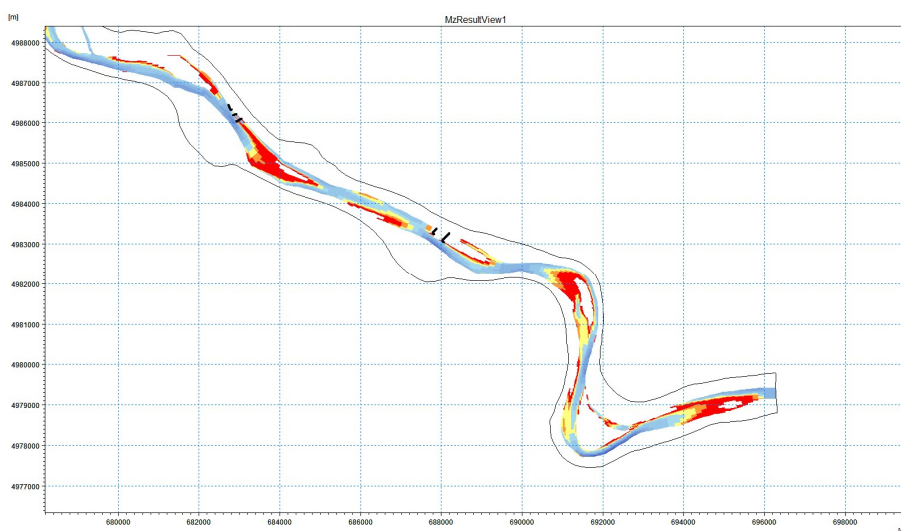


Figura 40: tiranti idrici simulati per una portata pari a 564 m³/s nel tratto in oggetto dopo due anni di simulazione

Come si osserva dalle due figure, a fronte di estese situazioni con bassi fondali, lungo il tratto senza la presenza di opere di sistemazione dell'alveo, anche a seguito della realizzazione delle opere previste nel progetto preliminare di AIPO, rimangono diverse zone ancora non efficacemente risolte.

Tenuto quindi conto della necessità di garantire la sistemazione ai fini idroviari dell'intero tratto fluviale in oggetto e considerato che risulta più conveniente sottoporre ad iter autorizzativo un sistema complessivo di opere in grado di definire le condizioni di navigabilità lungo il percorso individuato, risolvendo complessivamente l'assetto morfologico del fiume lungo l'intero sviluppo del percorso fra

R.T.P:

Castelamassa e Stienta, si è deciso, in accordo con AIPO, di proporre, a livello di progetto definitivo, un assetto complessivo di opere che possano determinare le necessarie condizioni di sicurezza e di navigabilità.

All'interno di questo sistema complessivo di opere è stato successivamente individuato, congiuntamente con AIPO, un primo stralcio funzionale, compatibile con i finanziamenti oggi disponibili, in grado di garantire un miglioramento complessivo, ancorché parziale, di tutto il tratto interessato dagli interventi di stabilizzazione dell'alveo di magra.

Sulla base dello stralcio così individuato verrà sviluppato il successivo progetto esecutivo che riguarderà quindi le sole opere che verranno realizzate prioritariamente sulla base delle analisi svolte e della disponibilità economica a disposizione di AIPO per la prima serie di interventi.

Questo primo stralcio fungerà anche da progetto pilota per le successive realizzazioni permettendo di correggere e valutare gli effetti indotti dalla realizzazione delle prime opere per la navigabilità del fiume in relazione alla modificazioni morfologiche dell'alveo e le conseguenze relative agli aspetti paesaggistico-ambientali.

A titolo di esempio e valutazione delle problematiche presenti all'interno del tratto oggetto di intervento, nelle due immagini successive si possono osservare dall'alto il tratto di fiume compreso fra Castelamassa e Calto (Figura 41) e quello fra Ficarolo e la curva sul Panaro (Figura 42).

Come si osserva dalle due immagini, i due tratti di fiume sono caratterizzati da un andamento pressoché rettilineo con la formazione di diverse zone di deposito e la conseguente formazione di bassi fondali che ostacolano la navigazione delle imbarcazioni che si trovano a transitare lungo il tronco in oggetto. Ovviamente tale condizione si accentua al diminuire della portata disponibile in fiume fino a rendere impossibile la navigazione quando si registrano portate di magra particolarmente accentuate.

Risulta quindi evidente la necessità di realizzare le opere previste dal presente progetto per garantire la realizzazione di un tracciato che abbia le caratteristiche fisico-morfologiche adatte alla navigazione delle imbarcazioni di classe Va come previsto dalle specifiche di progetto.



Figura 41: vista verso monte del tratto di Po fra Castelmassa e Calto (evidente la formazione di bassi fondali)



Figura 42: vista verso valle del tratto di Po fra Ficarolo e la curva del Panaro

R.T.P:

6.3. Descrizione dell'assetto di progetto complessivo

Il tratto di Po oggetto di sistemazione si estende approssimativamente dall'abitato di Castelmassa (chilometrica 528), fino a quello di Occhiobello (chilometrica 558) per una lunghezza complessiva pari a circa 30 km.

Come detto in precedenza il tronco può essere suddiviso in tre sottotratti così identificati:

TRATTO	LUNGHEZZA (km)
Castelmassa-Ficarolo	13 (da km 528 a km 541)
Ficarolo-Foce Panaro	5 (da km 541 a km 546)
Foce Panaro-Occhiobello	12 (da km 546 a km 558)

Dal punto di vista amministrativo il tratto di fiume interessato dal progetto di sistemazione attraversa i territori di tre regioni rivierasche, Veneto, Lombardia ed Emilia Romagna, tre provincie, Rovigo in Veneto, Mantova in Lombardia, Ferrara in Emilia Romagna e un totale di 10 comuni, 7 in Veneto, 1 in Lombardia e 2 in Emilia Romagna.

Il fiume in questo tratto presenta arginature maestre con quote di sommità di diversi metri superiori a quelle della campagna circostante che rendono il Po pensile rispetto al territorio limitrofo in occasione di eventi di piena rilevanti.

La campagna laterale al fiume presenta quote altimetriche approssimativamente intorno ai 10 m slm nella parte iniziale in prossimità di Sermide e Castelmassa, fino a circa 6-7 m slm in corrispondenza del tratto di valle in prossimità di Occhiobello, pur essendo tali località ancora a diverse decine di chilometri dal mare

La morfologia del territorio giustifica le basse pendenze del fiume nel suo tratto terminale con le conseguenze che questa situazione comporta sulle condizioni di navigabilità, sulle dinamiche del trasporto solido, e sulle caratteristiche idrodinamiche della corrente.

Come tutto il corso del Po nel suo tratto mediano e terminale, anche nel tratto oggetto di interventi il fiume presenta un importante sistema difensivo costituito da un sistema arginale rilevante che si presenta pensile rispetto alla campagna circostante e con argini maestri posti sostanzialmente in frodo al fiume esercitando quindi una notevole pressione sull'alveo fluviale, come si può vedere dalla ripresa aerea successiva presa in corrispondenza del pennello di Stienta e dalla quale si può notare come l'alveo attivo, anche in condizioni di bassa portata, sia esteso da argine ad argine.

R.T.P:



Figura 43: vista aerea verso valle del tratto di Po in corrispondenza dell'abitato di Stienta

Nella tabella successiva (Tabella 3), sono riepilogate le caratteristiche principali, dal punto di vista tipologico, delle opere complessivamente previste nell'ambito di assetto generale per la sistemazione dell'intero tratto compreso fra Castelmassa e Occhiobello.

Le opere previste a progetto saranno caratterizzate da dimensioni tali da venire sormontate per portate indicativamente prossime ad 800 m³/s, rendendole pertanto visibili solo per brevi periodi nell'anno medio a secondo di come si sviluppa l'andamento idrologico delle portate del fiume.

In generale si prevede di realizzare principalmente opere di tipo trasversale alla corrente, questo per una maggiore flessibilità e adattabilità alle situazioni locali essendo allo stesso tempo modificabili, in caso di necessità, più facilmente rispetto a quelle di tipo longitudinale.

Da questo punto di vista la sistemazione di questo tronco di fiume potrà essere utilizzata come progetto pilota dove verificare e valutare gli effetti determinati dalla realizzazione degli interventi rispetto alle previsioni di progetto e valutare possibili miglioramenti per la realizzazione degli interventi successivi.

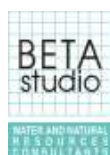
La realizzazione di pennelli trasversali potrà permettere di poter intervenire in caso si rendessero necessarie delle correzioni, aumentando il numero di pennelli o modificando la lunghezza di quelli già realizzati, operazioni sicuramente meno semplici nel caso di opere realizzate in senso longitudinale soprattutto nel caso in cui si rendesse necessario modificare la curvatura delle medesime essendo una tale operazione estremamente onerosa dal punto di vista economico e difficilmente realizzabile.

R.T.P:

Intervento [-]	Denominazione [-]	Codice Intervento [-]	Tipo intervento [-]	Lunghezza [m]	Regione	Provincia	Comune
Tratto Castelmassa - Ficarolo							
1	Sermide	1DX	PT	66,02	Lombardia	Mantova	Sermide e Felonica
		2DX	PT	118,52	Lombardia	Mantova	Sermide e Felonica
		3DX	PT	158,96	Lombardia	Mantova	Sermide e Felonica
2	Castelmassa	1SX	DS	170,87	Veneto	Rovigo	Castelmassa
3	Caposotto	1DX	PT	190,00	Lombardia	Mantova	Sermide e Felonica
		2DX	PT	231,40	Lombardia	Mantova	Sermide e Felonica
		3DX	PT	117,70	Lombardia	Mantova	Sermide e Felonica
		4DX	PT	124,60	Lombardia	Mantova	Sermide e Felonica
		5DX	PT	70,40	Lombardia	Mantova	Sermide e Felonica
		1SX	PT	147,82	Veneto	Rovigo	Castelmassa
		2SX	PT	125,90	Veneto	Rovigo	Castelmassa
		3SX	PT	153,20	Veneto	Rovigo	Calto
		4SX	PT	95,00	Veneto	Rovigo	Calto
		5SX	PT	120,40	Veneto	Rovigo	Calto
		6SX	PT	91,95	Veneto	Rovigo	Calto
4	Felonica	1DX	PT	111,40	Lombardia	Mantova	Sermide e Felonica
		2DX	PT	180,30	Lombardia	Mantova	Sermide e Felonica
		3DX	PT	201,20	Lombardia	Mantova	Sermide e Felonica
		4DX	PT	196,40	Lombardia	Mantova	Sermide e Felonica
5	Calto	1SX	PT	119,20	Veneto	Rovigo	Calto
		2SX	PT	209,70	Veneto	Rovigo	Calto
6	Bastioncello	1DX	PT	127,00	Lombardia	Mantova	Sermide e Felonica
		2DX	PT	127,00	Lombardia	Mantova	Sermide e Felonica
7	Novara	1DX	PL	300,00	Lombardia	Mantova	Sermide e Felonica
Tratto Ficarolo - Foce Panaro							
8	Stellata	1SX	PT	121,70	Veneto	Rovigo	Ficarolo
		2SX	PT	115,00	Veneto	Rovigo	Ficarolo
		3SX	PT	100,00	Emilia Romagna	Ferrara	Bondeno
Tratto Foce Panaro - Stienta							
9	Salvatonica	1DX	PT	148,30	Emilia Romagna	Ferrara	Bondeno
		2DX	PT	215,00	Emilia Romagna	Ferrara	Bondeno
10	Gaiba	1SX	PT	91,41	Veneto	Rovigo	Gaiba
		2SX	PT	178,90	Veneto	Rovigo	Gaiba
11	Ravalle monte	1DX	PT	100,00	Emilia Romagna	Ferrara	Ferrara
		2DX	PT	140,00	Emilia Romagna	Ferrara	Ferrara
12	Ravalle valle	1DX	PT	78,00	Emilia Romagna	Ferrara	Ferrara
		2DX	PT	131,00	Emilia Romagna	Ferrara	Ferrara
13	Stienta monte	1SX	PL	611,50	Veneto	Rovigo	Stienta
14	Stienta valle	1SX	PT	157,40	Veneto	Rovigo	Stienta
		2SX	PT	106,50	Veneto	Rovigo	Stienta
15	Occhiobello	1DX	PT	120,55	Emilia Romagna	Ferrara	Ferrara
		2DX	PT	169,09	Emilia Romagna	Ferrara	Ferrara
		3DX	PT	153,70	Emilia Romagna	Ferrara	Ferrara
		4DX	PT	106,50	Emilia Romagna	Ferrara	Ferrara
		1SX	PT	80,80	Veneto	Rovigo	Occhiobello
		2SX	PT	106,50	Veneto	Rovigo	Occhiobello
		3SX	PT	109,35	Veneto	Rovigo	Occhiobello
Numero complessivo opere di navigazione Regione Veneto					19		
Numero complessivo opere di navigazione Regione Lombardia					15		
Numero complessivo opere di navigazione Regione Emilia Romagna					11		
Numero complessivo opere di navigazione					45		

Tabella 3: riepilogo opere previste nell'assetto complessivo di sistemazione del tronco fra Castelmassa e Occhiobello

R.T.P:



6.3.1. Descrizione degli interventi

Dal punto di vista complessivo, all'interno del tratto considerato, le analisi e le modellazioni svolte hanno portato alla definizione di un assetto generale di sistemazione basato sull'individuazione di 15 ambiti di intervento di correzione dell'alveo di magra, caratterizzati ciascuno dalla realizzazione di una o più opere di navigazione come sinteticamente riepilogato graficamente nella figura successiva (Figura 44).

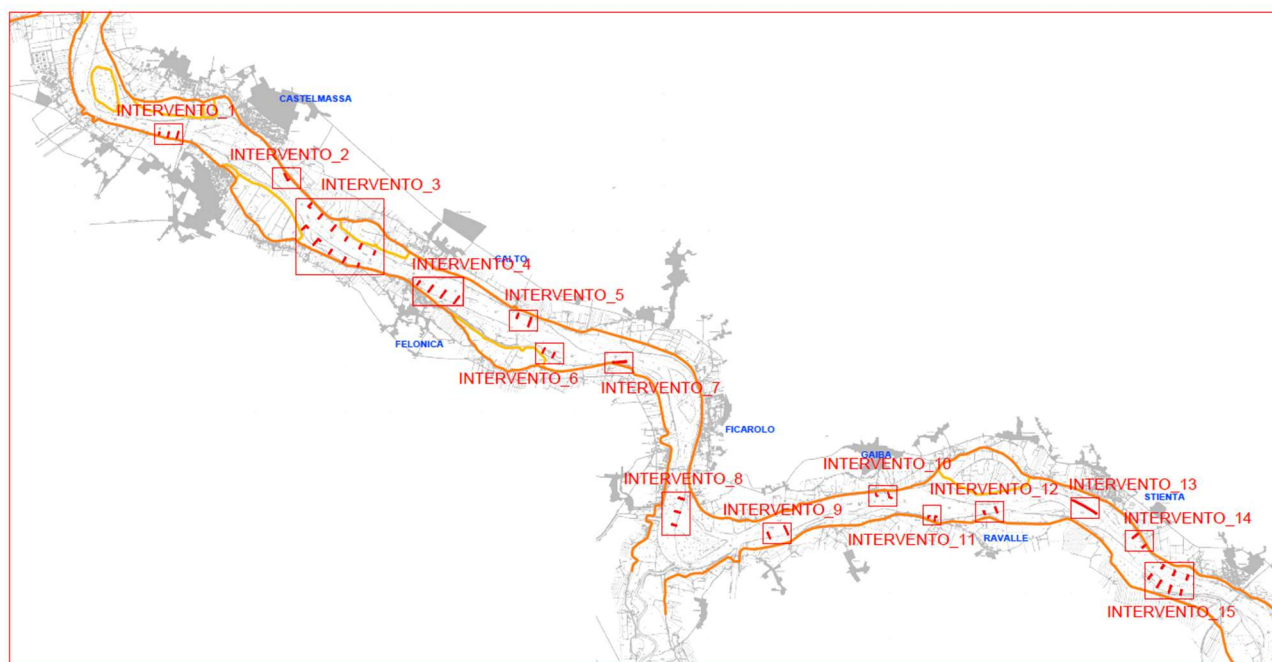


Figura 44: individuazione degli ambiti di intervento

Di questi 15 ambiti di intervento, 7 rientrano nel tratto compreso fra Castelmasa e Ficarolo, 1 in quello fra Ficarolo e Foce Panaro ed altri 7 nel tratto fra Foce Panaro e Occhiobello.

Per la sistemazione del tratto sono previste complessivamente 45 opere, principalmente di tipo trasversale tranne due che sono di tipo longitudinale, per uno sviluppo lineare totale pari a circa 6.700 m.

Nella tabella successiva (Tabella 4) si riporta l'elenco completo delle opere ipotizzate suddivise per intervento e con la definizione delle principali caratteristiche geometriche in termini di lunghezza, quote di sommità e altezza media dei vari pennelli.

Come meglio descritto di seguito, dal punto di vista strutturale, i pennelli saranno opere di tipo flessibile a sezione generalmente trapezia, che verranno appoggiate direttamente sul fondo dopo una preparazione preliminare della sede di appoggio mediante dragaggio.

R.T.P:

La sezione trasversale sarà di tipo zonato con l'utilizzo di materiali diversi tra fondo, nucleo e rivestimento superficiale.

Intervento [-]	Codice Intervento [-]	Tipo intervento [-]	Lunghezza [m]	Livello Q=800 mc/s [m slm]	Quota sommità [m slm]	Quota max di base pennello [m slm]	Quota min di base pennello [m slm]	Altezza media opere [m]	Lunghezza totale [m]
Tratto Castelmassa - Ficarolo									
1 Sermide	1DX	PT	66,02	6,71	6,70	1,50	1,50	5,20	343,5
	2DX	PT	118,52	6,71	6,70	1,50	1,50	5,20	
	3DX	PT	158,96	6,71	6,70	3,00	1,50	4,45	
2 Castelmassa	1SX	DS	170,87	6,13	6,60	0,00	-1,00	7,10	170,9
3 Caposotto	1DX	PT	190,00	6,13	6,15	2,00	0,00	5,15	734,1
	2DX	PT	231,40	6,13	6,15	0,00	0,00	6,15	
	3DX	PT	117,70	6,13	6,15	0,00	0,00	6,15	
	4DX	PT	124,60	6,13	6,15	0,00	0,00	6,15	
	5DX	PT	70,40	6,13	6,15	0,00	0,00	6,15	
	1SX	PT	147,82	6,13	6,20	0,00	0,00	6,20	734,3
	2SX	PT	125,90	6,13	6,20	0,00	0,00	6,20	
	3SX	PT	153,20	6,13	6,20	0,00	0,00	6,20	
	4SX	PT	95,00	6,13	6,20	0,00	0,00	6,20	
	5SX	PT	120,40	6,13	6,20	0,00	0,00	6,20	
	6SX	PT	91,95	6,13	6,20	0,00	0,00	6,20	
4 Felonica	1DX	PT	111,40	5,90	6,00	0,00	0,00	6,00	689,3
	2DX	PT	180,30	5,90	6,00	0,00	0,00	6,00	
	3DX	PT	201,20	5,90	6,00	0,00	0,00	6,00	
	4DX	PT	196,40	5,90	6,00	0,00	0,00	6,00	
5 Calto	1SX	PT	119,20	5,64	5,70	0,00	0,00	5,70	328,9
	2SX	PT	209,70	5,64	5,70	0,00	0,00	5,70	
6 Bastioncello	1DX	PT	127,00	5,48	5,30	0,00	0,00	5,30	254,0
	2DX	PT	127,00	5,48	5,30	0,00	0,00	5,30	
7 Novara	1DX	PL	300,00	5,33	5,35	-1,00	-1,00	6,35	300,0
Tratto Ficarolo - Foce Panaro									
8 Stellata	1SX	PT	121,70	4,90	4,90	0,00	0,00	4,90	336,7
	2SX	PT	115,00	4,90	4,90	0,00	0,00	4,90	
	3SX	PT	100,00	4,90	4,90	0,00	0,00	4,90	
Tratto Foce Panaro - Stienta									
9 Salvatonica	1DX	PT	148,30	4,63	4,60	0,00	0,00	4,60	363,3
	2DX	PT	215,00	4,63	4,60	0,00	0,00	4,60	
10 Gaiba	1SX	PT	91,41	4,47	4,40	-1,00	-1,00	5,40	270,3
	2SX	PT	178,90	4,47	4,40	-1,00	-1,00	5,40	
11 Ravalle monte	1DX	PT	100,00	4,25	4,25	-2,50	-2,50	6,75	240,0
	2DX	PT	140,00	4,25	4,25	-2,50	-2,50	6,75	
12 Ravalle valle	1DX	PT	78,00	4,09	4,35	-6,00	-6,00	10,35	209,0
	2DX	PT	131,00	4,09	4,35	-2,50	-2,50	6,85	
13 Stienta monte	1SX	PL	611,50	3,46	4,90	-3,00	-3,00	7,90	611,5
14 Stienta valle	1SX	PT	157,40	4,09	4,35	-4,00	-4,00	8,35	263,9
	2SX	PT	106,50	4,09	4,35	-4,00	-4,00	8,35	
15 Occhiobello	1DX	PT	120,55	4,06	4,00	-2,50	-2,50	6,50	549,8
	2DX	PT	169,09	4,06	4,00	-2,50	-2,50	6,50	
	3DX	PT	153,70	4,06	4,00	-2,50	-2,50	6,50	
	4DX	PT	106,50	4,06	4,00	-2,50	-2,50	6,50	
	1SX	PT	80,80	4,06	4,00	-2,50	-2,50	6,50	296,7
	2SX	PT	106,50	4,06	4,00	-2,50	-2,50	6,50	
	3SX	PT	109,35	4,06	4,00	-2,50	-2,50	6,50	
Numero complessivo opere di navigazione			45			Lunghezza complessiva opere di navigazione			6.696,1

Tabella 4: caratteristiche dimensionali delle opere di navigazione

R.T.P:

Per la formazione del nucleo centrale dei pennelli si prevede di utilizzare appositi sacconi riempiti con la sabbia prelevata direttamente in loco in modo da ridurre l'apporto di materiale inerte proveniente da cave di prestito riducendo allo stesso tempo costi e impatti ambientali dovuti al passaggio dei mezzi di trasporto per la fornitura in cantiere dei materiali necessari alla realizzazione delle opere.

Dal punto di vista dimensionale le opere presentano altezze che mediamente variano fra i 4 e i 7-8 m, con l'altezza che dipende soprattutto dalle condizioni morfologiche dell'alveo in cui le opere si vanno ad inserire.

Tale condizione potrà per altro variare nel tempo in funzione dell'andamento delle portate nel fiume, essendo per definizione il Po un fiume a fondo mobile, e quindi occorrerà tenere conto di tale evenienza nel proseguo delle attività progettuali essendo possibile riscontrare nel tempo condizioni differenti da quelle analizzate e utilizzate nel corso della presente progettazione definitiva.

6.3.2. Canale navigabile e curve di navigazione

La realizzazione delle opere di sistemazione dell'alveo di magra ai fini della navigazione fluviale è finalizzata all'ottenimento di un alveo stabile avente una larghezza media pari a circa 200 metri e che presenti, lungo la teorica linea di navigazione che collega il vertice di una curva a quella successiva, un percorso navigabile di larghezza approssimativamente pari a 60 m nella sua parte centrale con i fondali necessari al passaggio di imbarcazioni della classe Va così come richiesto dalle normative secondo la classificazione europea per le vie di navigazione interna.

L'assetto complessivo individuato determina, nel tratto in oggetto, la formazione di un canale navigabile caratterizzato dalla presenza di 11 curve di navigazione alternate fra sponda destra e sponda sinistra come si osserva nella figura successiva (Figura 45).

La conformazione dell'alveo nel tratto tra Castelmassa e Occhiobello presenta caratteristiche geomorfologiche non propriamente adatte all'applicazione delle regole definite dal Fargue volte ad ottenere raggi di curvatura sufficientemente ridotti per innescare i moti rotazionali sufficienti a scavare il fondo dell'alveo per ottenere la conformazione morfologica desiderata.

Le modellazioni morfologiche condotte dimostrano comunque la capacità delle opere ipotizzate di ottenere, lungo la linea ipotetica del talweg, un alveo sufficientemente formato che presenta i fondali necessari per la navigazione secondo le specifiche richieste.

R.T.P:

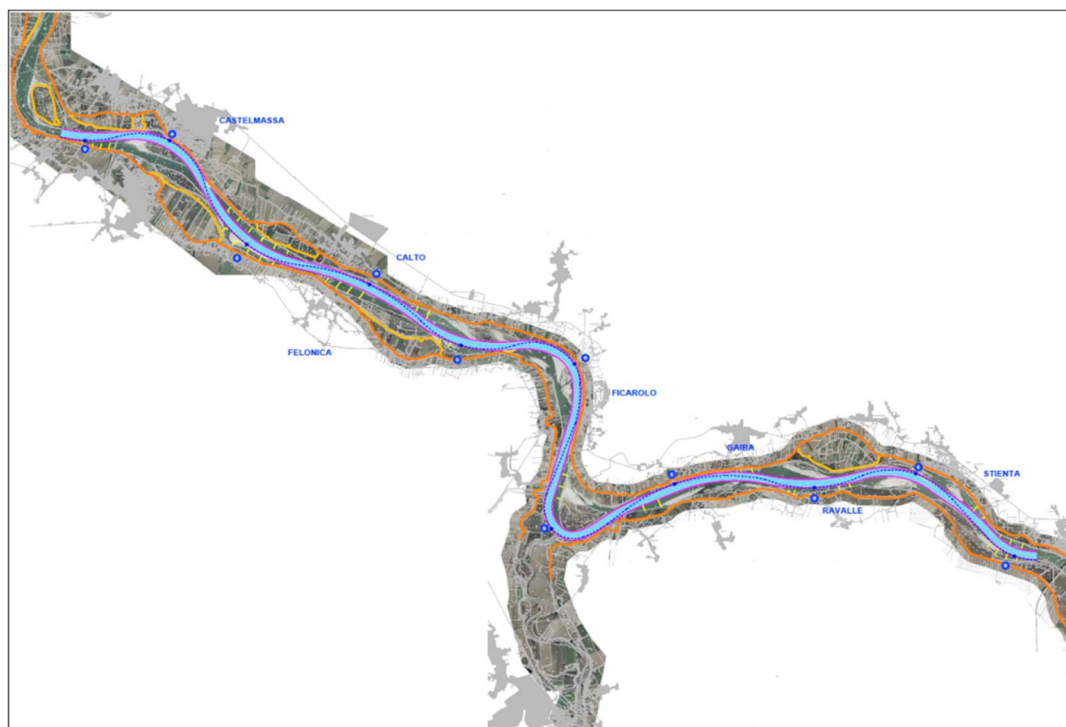


Figura 45: individuazione del canale navigabile e delle curve di navigazione nel tratto in oggetto

Curva	Località		Raggio minimo (m)	opere di navigazione (m)	Angolo al vertice (rad)
C1	Sermide	Monte			0,5348
		Valle	2761	4559	
C2	Castelmasa	Monte	1657	1869	2,1932
		Valle	1657	1938	
C3	Castelmasa	Monte	2757	3368	1,5760
		Valle	2757	3368	
C4	Calto	Monte	4820	7658	0,7958
		Valle	4820	7658	
C5	Streggia	Monte	2273	3205	1,4610
		Valle	2273	3205	
C6	Ficarolo	Monte	1255	1034	3,9012
		Valle	928	2647	
C7	Foce Panaro	Monte	901	717	4,8982
		Valle	708	545	
C8	Gaiba	Monte	4159	3881	1,5710
		Valle	4159	3881	
C9	Ravalle	Monte	2955	4954	0,9840
		Valle	2955	4954	
C10	Stienta	Monte	1887	2081	1,7886
		Valle	2457	2081	
C11	Borgo chiavica	Monte	1556	1556	
		Valle	1556	1556	

Tabella 5: curve di navigazione e caratteristiche geometriche delle stesse

R.T.P:

Nella tabella precedente vengono elencate le 11 curve di navigazione ipotizzate con la sistemazione proposta nel presente progetto e l'ipotetica nomenclatura derivata dalle località poste in vicinanza, oltre ai raggi e al valore dell'angolo posto al vertice della curva.

Come si osserva dalla tabella, tra le curve presenti quella di Ficarolo e quella di Foce Panaro risultano particolarmente accentuate con raggi di curvatura minimi che presentano valori prossimi o inferiori ai 1000 m, raggio di curvatura minimo normalmente richiesto per le vie di navigazione della Va classe.

In particolare la parte di valle della curva di Ficarolo e la curva di foce Panaro presentano raggi di curvatura inferiori ai 1000 m, ma comunque ancora accettabili in quanto il raggio di curvatura può essere ulteriormente ridotto in caso di necessità fino a 450 m risultando quindi compatibili con le caratteristiche geometriche richieste per la categoria di via navigabile in progetto.

La sistemazione ipotizzata permetterà di stabilizzare l'alveo di magra del fiume limitando la divagazione della corrente da una sponda all'altra diminuendo, allo stesso tempo, i possibili fenomeni erosivi ai piedi delle arginature maestre aumentando di conseguenza anche la sicurezza idraulica del tratto.

6.4. Caratteristiche delle opere per la sistemazione a corrente libera

Le opere per la sistemazione a corrente libera dell'alveo di magra saranno prevalentemente di tipo trasversale perché maggiormente adattabili e modificabili in caso di necessità.

Il pennello trasversale infatti può essere allungato o accorciato con relativa facilità nel caso in cui si rendesse necessario correggere la conformazione attribuita all'opera sulla base degli effetti morfodinamici che essa determina.

Non altrettanto si può dire nel caso in cui venga disegnata una curva di navigazione mediante la realizzazione di un pennello longitudinale.

In questo caso diventa molto più difficile procedere ad una correzione del medesimo, in particolare se si rendesse necessario modificare la curvatura del pennello stesso, operazione praticamente impossibile se non rifacendo integralmente l'opera stessa.

Una volta impostata una curva attraverso la realizzazione di un'opera di questo tipo infatti, lunga spesso anche diverse centinaia di metri, diventa praticamente impossibile riuscire a modificarla senza dover rifare interamente l'opera, come per altro già verificato in passato in qualche caso in cui alcune curve di navigazione non hanno funzionato secondo le previsioni di progetto, ma non sono più state corrette oppure sono state sostituite con opere completamente nuove.

Come già ribadito anche in precedenza, dimensioni e quote dei pennelli saranno tali da essere sormontati da portate approssimativamente superiori agli 800 m³/s circa, essendo questo il valore al di

R.T.P:

sotto del quale possono iniziare a manifestarsi problemi relativamente alle condizioni di navigabilità del fiume per quanto riguarda il permanere di adeguati fondali per la navigazione fluviale.

Come si può osservare dalla curva di durata delle portate del Po a Ficarolo, calcolata come media degli anni compresi fra il 1992 e il 2015, riportata nel grafico successivo, tale portata è superata mediamente per almeno 280-290 giorni nell'anno medio, rendendo le opere di navigazione sostanzialmente invisibili per quasi l'80% del tempo nell'anno medio.

Le opere risulteranno quindi visibili per un numero di giorni medio annuo relativamente modesto.

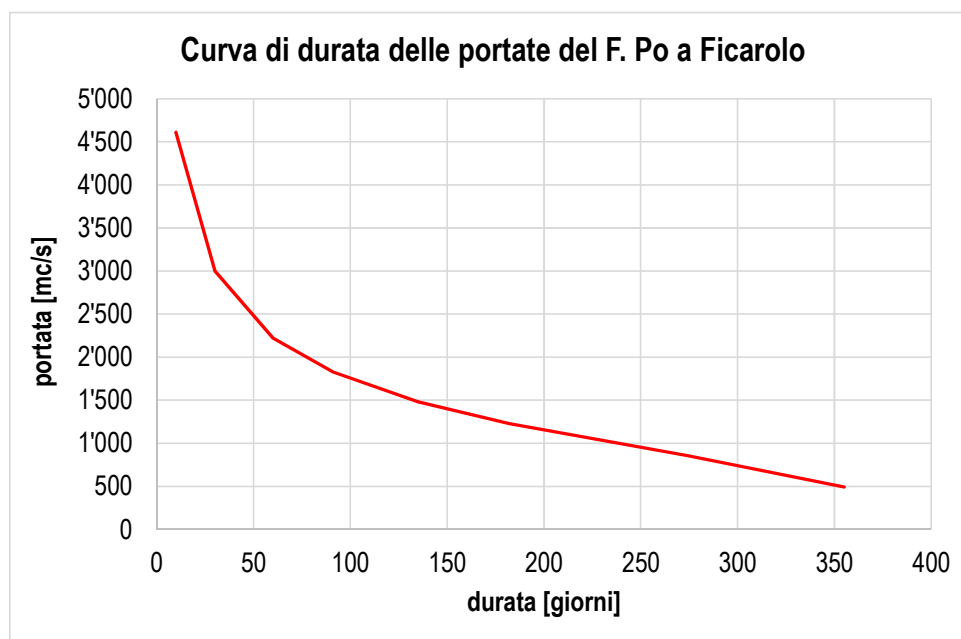


Figura 46: curva di durata delle portate del fiume Po a Ficarolo (1992-2015)

Come detto in precedenza, scopo delle opere è quello di concentrare il filone della corrente principale lungo un percorso ampio circa 200 metri.

Allo stesso tempo negli spazi interclusi fra i vari pennelli e a tergo degli stessi si creeranno delle zone di calma in cui il sedimento trasportato in sospensione dal fiume tenderà a depositarsi restringendo la parte inferiore della sezione attiva dell'alveo.

La realizzazione dei pennelli quindi porterà a modificare localmente le condizioni morfologiche di sponda potendo favorire anche la creazione di nuovi habitat per le specie ittiche presenti lungo il corso del fiume.

Tale fenomenologia avverrà senza sostanziali modifiche nel regime del trasporto solido del fiume, in quanto la presenza dei pennelli determinerà solamente una ridistribuzione delle sabbie all'interno del

R.T.P.:

tratto considerato senza che si abbiano significative differenze nel bilancio complessivo tra il materiale in sospensione entrante e quello uscente lungo il tratto di fiume interessato dalla realizzazione delle opere. A titolo di esempio si riporta nell'immagine successiva una simulazione dei possibili effetti determinati dalla presenza dei pennelli dopo qualche anno dalla loro realizzazione (Curva di Ravallo).



Figura 47: simulazione degli effetti indotti dalla realizzazione dei pennelli fluviali

6.4.1. Sezione tipologica

Dal punto di vista tipologico il progetto prevede la realizzazione di pennelli aventi sezione trapezoidale e costituiti fondamentalmente da materiali lapidei che dal punto di innesto sulla sponda si prolungano verso il centro alveo della quantità prevista a progetto.

Come detto la sezione sarà di tipo trapezoidale con sommità posta indicativamente alla quota di pelo libero della portata pari ad $800 \text{ m}^3/\text{s}$.

La sommità del pennello presenta una larghezza media pari a 3 m circa, mentre i due paramenti laterali avranno pendenze pari ad 1 su 1 quello di monte e 3 su 2 quello di valle.

Il pennello verrà appoggiato su un tappeto zavorrato costituito da un telo filtrante flessibile costituito da un geotessile in polipropilene accoppiato a blocchi di calcestruzzo resi solidali al tappeto mediante dispositivi di ancoraggio.

Il tappeto sarà posato al di sotto del pennello in modo da regolarizzare il piano d'appoggio del pennello medesimo e verrà esteso oltre la superficie di impronta del pennello al fine di ridurre i possibili fenomeni di erosione che potrebbero scalzare il piede dell'opera soprattutto in punta e a valle del pennello stesso.

R.T.P:

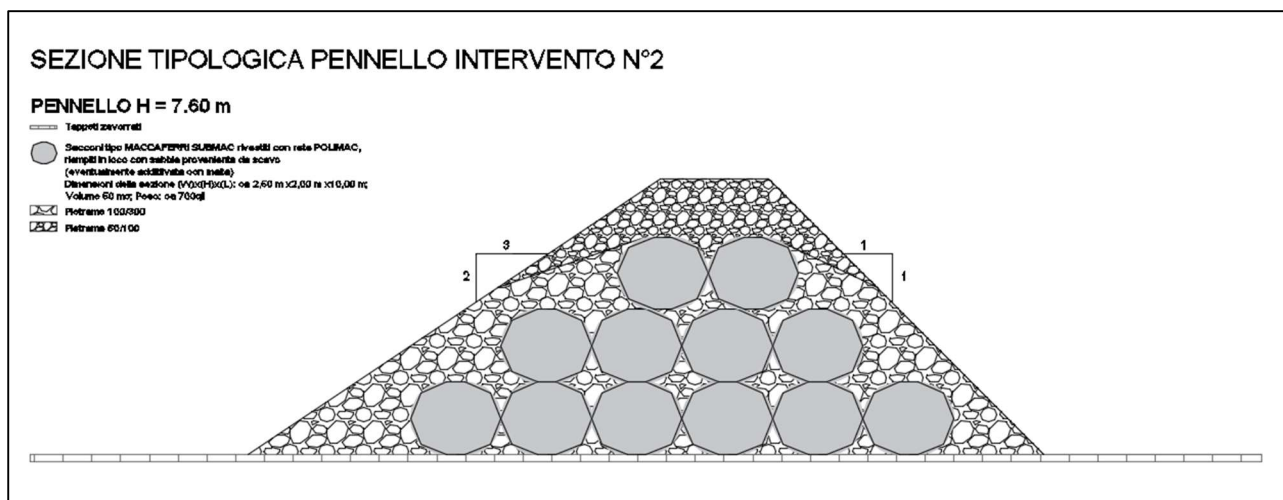


Figura 48: sezione tipo dei pennelli di navigazione

Il corpo del pennello sarà costituito da un nucleo centrale realizzato con sacconi di geotessuto lunghi circa 10 m, rivestiti da rete metallica a doppia torsione con rivestimento polimerico a maglia esagonale e riempiti in loco con sabbia proveniente da scavo del materiale direttamente in alveo per un volume complessivo per ciascun saccone pari a circa 50 m³.

La realizzazione e posa in opera dei sacconi potrà avvenire all'interno di appositi container montati su pontone dotati di un sistema di apertura sul fondo che permette di varare per caduta il saccone una volta raggiunta la posizione planimetrica prevista a progetto.

Per la maggior parte delle operazioni di realizzazione dei pennelli sarà quindi necessario utilizzare pontoni galleggianti che permettano di lavorare direttamente in alveo e che siano dotati di opportuni sistemi di posizionamento in grado di garantire il corretto posizionamento e il giusto allineamento delle opere previste a progetto che per la maggior parte del loro volume sono immerse in acqua.

6.5. Individuazione di uno stralcio di prima realizzazione

Come precedentemente indicato, l'attuale disponibilità finanziaria in capo ad AIPO permette la realizzazione solamente di una piccola parte delle opere individuate nell'assetto generale di sistemazione di questo tratto di fiume.

Al fine di massimizzare i risultati derivanti dalla realizzazione della prima serie di interventi, si è cercato di scegliere quelle opere che potessero avere fin da subito effetti positivi nei confronti della navigabilità del fiume.

R.T.P:

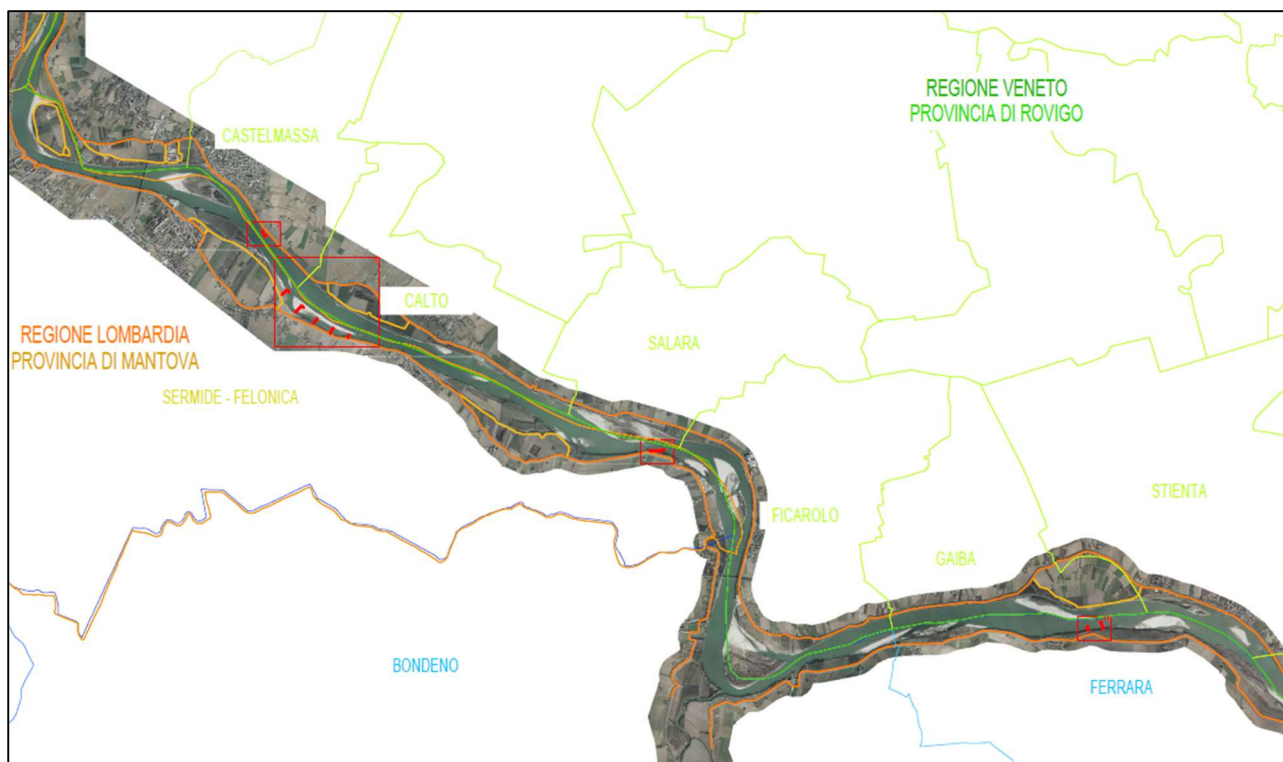


Figura 49: individuazione dei primi quattro ambiti di intervento contenuti nel primo stralcio di lavori finanziati

Vista quindi la disponibilità economica, l'estensione del tratto, pari a 30 km e i risultati delle modellazioni numeriche condotte, si è scelto di intervenire nella prima fase fondamentalmente in quattro punti.

I primi due sono compresi fra Castelmassa e Felonica, il terzo è posto poco a monte della curva di Ficarolo e il quarto in corrispondenza di Ravalle dove si concentrano le principali zone di deposito e bassi fondali di questo tratto del fiume.

Come mostrato dalle modellazioni numeriche effettuate (si rimanda alla relazione idraulica allegata al progetto per maggiori dettagli), la prima serie di opere, pur limitate nel numero, permette di ottenere già un deciso miglioramento delle condizioni di navigabilità del fiume soprattutto nel primo tratto oggetto di intervento fra Castelmassa e Ficarolo dove sono concentrati la maggior parte degli interventi del primo stralcio funzionale.

L'ultimo intervento, costituito dalla realizzazione di due pennelli trasversali, è posto in destra idraulica in corrispondenza dell'abitato di Ravalle dove è frequente la formazione di bassi fondali.

Questo intervento risulta funzionale ad indirizzare la corrente verso sinistra e far funzionare in modo corretto il pennello longitudinale realizzato qualche anno fa per disegnare la curva di Stienta.

R.T.P:

6.5.1. Descrizione interventi del primo stralcio

Gli interventi relativi al primo stralcio funzionale saranno realizzati in 4 degli ambiti individuati all'interno dell'assetto complessivo di sistemazione posti rispettivamente in Comune di Castelmassa, in Provincia di Rovigo (Veneto) il primo, in Comune di Sermide e Felonica, in Provincia di Mantova (Lombardia) il secondo ed il terzo e infine in Comune di Ravalle, in Provincia di Ferrara (Emilia Romagna) il quarto come riepilogato nella tabella successiva.

Intervento [-]	Denominazione [-]	Codice Intervento [-]	Tipo intervento [-]	Lunghezza [m]	Regione	Provincia	Comune
Tratto Castelmassa - Ficarolo							
2	Castelmassa	1SX	DS	170,87	Veneto	Rovigo	Castelmassa
3	Caposotto	1DX	PT	190,00	Lombardia	Mantova	Sermide e Felonica
		2DX	PT	231,40	Lombardia	Mantova	Sermide e Felonica
		3DX	PT	117,70	Lombardia	Mantova	Sermide e Felonica
		4DX	PT	124,60	Lombardia	Mantova	Sermide e Felonica
		5DX	PT	70,40	Lombardia	Mantova	Sermide e Felonica
7	Novara	1DX	PL	300,00	Lombardia	Mantova	Sermide e Felonica
Tratto Ficarolo - Foce Panaro							
Tratto Foce Panaro - Stienta							
12	Ravalle valle	1DX	PT	78,00	Emilia Romagna	Ferrara	Ferrara
		2DX	PT	131,00	Emilia Romagna	Ferrara	Ferrara

Numero complessivo opere di navigazione regione Veneto	1
Numero complessivo opere di navigazione regione Lombardia	6
Numero complessivo opere di navigazione regione Emilia Romagna	2
Numero complessivo opere di navigazione	9

Tabella 6: riepilogo opere primo stralcio

Il primo stralcio prevede la realizzazione di 9 opere di navigazione così suddivise: una difesa sponale (intervento 2), 5 pennelli trasversali (intervento 3), un pennello longitudinale (intervento 7) e due pennelli trasversali (intervento 12), per uno sviluppo complessivo lineare pari a circa 1.400 m come riepilogato nella tabella successiva (Tabella 7).

R.T.P:

Intervento [-]	Codice Intervento [-]	Tipo intervento [-]	Lunghezza [m]	Livello Q=800 mc/s [m slm]	Quota sommità [m slm]	Quota max di base pennello [m slm]	Quota min di base pennello [m slm]	Altezza media opere [m]	Lunghezza totale [m]
Tratto Castelmassa - Ficarolo									
2 Castelmassa	1SX	DS	170,87	6,13	6,60	0,00	-1,00	7,10	170,9
3 Caposotto	1DX	PT	190,00	6,13	6,15	2,00	0,00	5,15	734,1
	2DX	PT	231,40	6,13	6,15	0,00	0,00	6,15	
	3DX	PT	117,70	6,13	6,15	0,00	0,00	6,15	
	4DX	PT	124,60	6,13	6,15	0,00	0,00	6,15	
	5DX	PT	70,40	6,13	6,15	0,00	0,00	6,15	
7 Novara	1DX	PL	300,00	5,33	5,35	-1,00	-1,00	6,35	300,0
Tratto Foce Panaro - Stienta									
12	1DX	PT	78,00	4,09	4,35	-6,00	-6,00	10,35	209,0
Ravalle valle	2DX	PT	131,00	4,09	4,35	-2,50	-2,50	6,85	
Numero complessivo opere di navigazione			9			Lunghezza complessiva opere di navigazione			1.414,0

Tabella 7: caratteristiche geometriche opere primo stralcio

I primi tre ambiti di intervento risultano compresi nel tratto fra Castelmassa e Ficarolo, il quarto fra Foce Panaro e Stienta.

6.5.1.1. Ambito di intervento 2: pennello 1SX – Castelmassa

Il primo intervento riguarda il completamento di un pennello già esistente in sinistra idraulica poco a valle dell'abitato di Castelmassa (Figura 50).

Il pennello sarà di tipo longitudinale con una conformazione planimetrica ad L e la struttura che si chiude sulla sponda fluviale sottostante l'arginatura maestra.

La funzione del pennello sarà quella di indirizzare la corrente verso la sponda destra del fiume in modo che la portata uscente dalla curva di Castelmassa, che si è dimostrata sufficientemente stabile nel tempo, venga indirizzata sul lato opposto verso le opere previste in corrispondenza della curva successiva in modo da mantenere l'assetto unicursale della corrente e sufficienti battenti idrici lungo la direttrice di navigazione.

Il pennello avrà una lunghezza complessiva pari a 170 m circa ed una quota di coronamento pari a 6,60 m s.l.m. di poco superiore al livello della Q_{800} dovendosi adattare alla quota della struttura esistente, per un'altezza media pari a circa 7 m.

R.T.P:

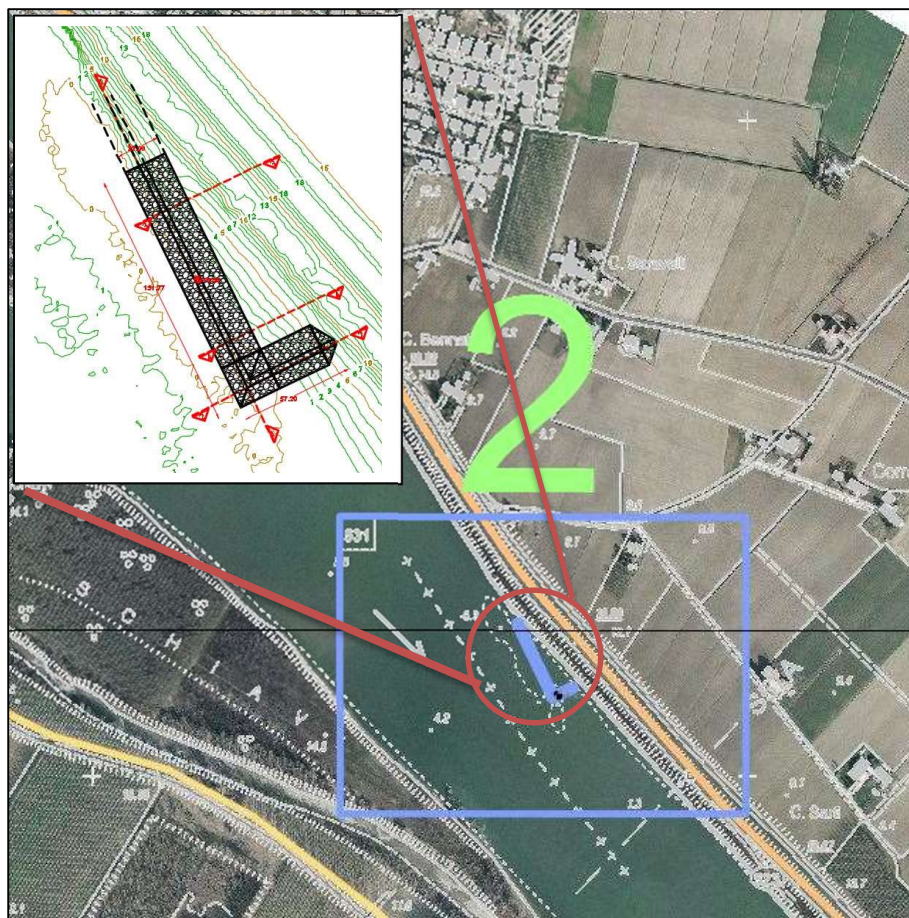


Figura 50: pennello longitudinale intervento 2 pennello 1 SX a valle di Castelmassa

6.5.1.2. Ambito di intervento 3: pennelli 1DX, 2DX, 3DX, 4DX, 5DX - Caposotto

Il secondo gruppo di opere comprese nel primo stralcio realizzativo è relativo all'ambito di intervento n. 3 in destra idraulica dove è prevista la realizzazione di 5 pennelli trasversali in corrispondenza dell'abitato di Caposotto.

La serie di 5 pennelli proposti avranno la funzione di ricevere la corrente indirizzata verso la sponda dall'opera precedente realizzando la curva in destra idrografica, proteggendo contemporaneamente la sponda retrostante oggi oggetto di erosione in quanto la corrente in uscita dalla curva lambisce l'arginatura maestra mettendo a rischio la stabilità arginale in questo tratto di fiume.

La lunghezza complessiva dei 5 pennelli ammonta a 730 m circa. La quota di sommità sarà posta a 6,15 m slm con un'altezza media dei pennelli pari a 5,15 m per il primo pennello di monte e 6,15 m per i successivi 4.

R.T.P:



Figura 51: pennelli in destra idraulica in corrispondenza di Caposotto

6.5.1.3. Ambito di intervento 7: pennello 1DX - Novara

Il terzo punto in cui si interverrà è posto all'inizio della lunga curva di Ficarolo dove si prevede la realizzazione di un pennello longitudinale disegnato in modo tale da indirizzare la corrente di magra verso la sponda sinistra concentrando su questo lato il filone principale della corrente di magra al fine di attivare il lato sinistro della curva di Ficarolo.

La curva di Ficarolo è la prima delle due curve presenti nel tratto in oggetto, assieme alla successiva curva di foce Panaro, che presenta una curvatura particolarmente accentuata.

Si tratta di una curva con un angolo di poco inferiore a 90° verso destra che fa assumere al fiume una direzione da nord verso sud.

E' caratterizzata dalla presenza di un'isola centrale che si modifica progressivamente in occasione degli eventi di piena principali e che sulla base dei sopralluoghi effettuati nel corso della presente progettazione appare oggi fortemente ridotta.

La necessità di indirizzare la corrente sul lato sinistro nasce dall'esigenza di garantire la navigabilità sull'esterno della curva dove è più semplice ottenere i fondali necessari alla navigazione.

R.T.P:

Il pennello in progetto ha una lunghezza complessiva pari a circa 300 m, una quota di coronamento pari a 5,35 m slm ed un'altezza media pari a 6,35 m.

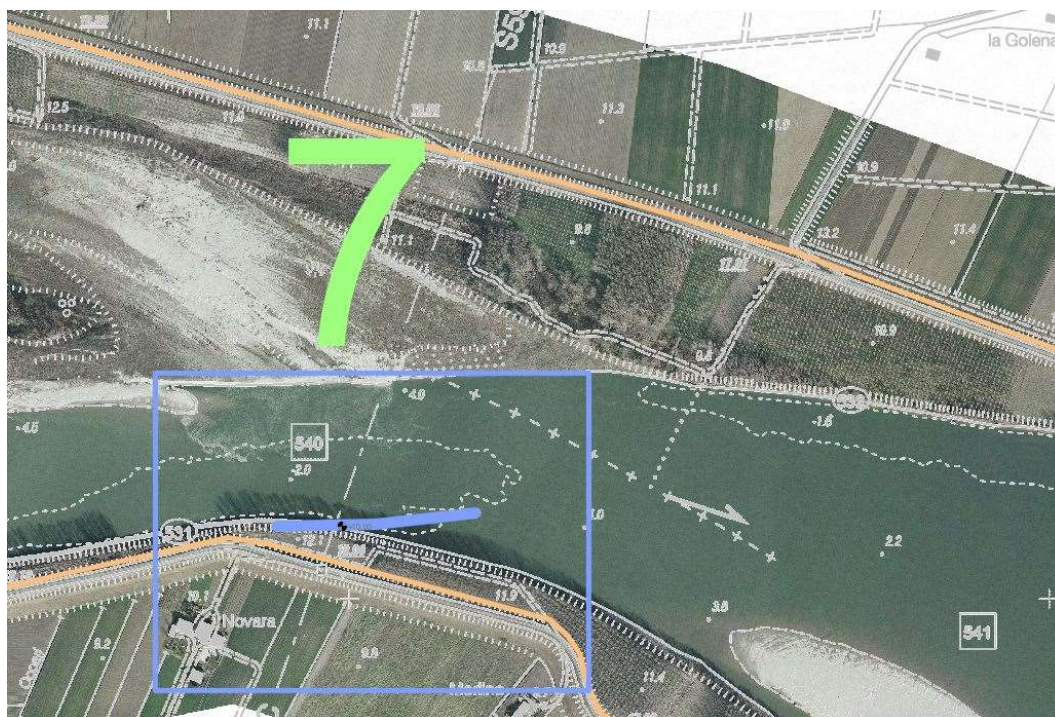


Figura 52: pennello in destra idraulica a monte di Ficarolo

6.5.1.4. Ambito di intervento 12: pennelli 1DX, 2DX – Ravalle valle

L'ultimo degli interventi previsti nell'ambito del primo stralcio di lavori è posto in destra idraulica in corrispondenza dell'abitato di Ravalle dove si prevede la realizzazione di due pennelli trasversali che avranno la funzione di spostare verso la sinistra idrografica il flusso della portata di magra in corrispondenza di questo tratto di fiume ed attivare l'opera successiva già esistente in corrispondenza della curva verso destra di Stienta.

I due pennelli presentano una lunghezza complessiva pari a circa 210 m, una quota di coronamento pari a 4,35 m slm ed un'altezza pari a circa 10,35 m, il pennello di monte, e 6,85 m quello più a valle.

R.T.P:



Figura 53: pennelli in destra idraulica in corrispondenza di Ravalle

6.6. Cantierizzazione delle opere

I pennelli necessari alla regolazione dell'alveo di magra ai fini della navigazione lungo il Po sono costituiti prevalentemente da materiali lapidei sciolti e da sottostrutture di fondazione che andranno ad adattarsi ai fondali esistenti salvo modeste attività di dragaggio per la preparazione del piano di appoggio delle strutture.

La tipologia costruttiva dei pennelli permetterà loro di adattarsi alle diverse conformazioni del fondo configurandosi come strutture flessibili eventualmente modificabili in caso di necessità se i risultati attesi in termini di modellazione dell'alveo non dovessero essere quelli previsti dalle modellazioni.

I pennelli saranno realizzati in diverse fasi che prevedono fondamentalmente:

- la preparazione di un piano di posa sufficientemente regolare per la realizzazione del pennello mediante operazioni di dragaggio superficiale del fondo alveo;

R.T.P:

- la posa in opera di teli zavorrati costituiti da un geotessile in polipropilene a cui vengono accoppiati blocchetti di cemento a formare il piano di appoggio delle opere con l'ulteriore funzione antierosiva del piede del pennello;
- la realizzazione del nucleo centrale del pennello mediante il varo, da apposito pontone, di sacconi in geotessuto riempiti con sabbia prelevata direttamente in alveo;
- completamento del pennello con una mantellata superficiale in materiali lapidei di ricoprimento finale;

La parte preponderante dei pennelli sarà realizzata all'interno dell'alveo attivo del fiume quindi le fasi realizzative descritte in precedenza si svolgeranno prevalentemente in acqua, salvo condizioni di portate particolarmente basse, mediante l'utilizzo di pontoni galleggianti in grado di gestire autonomamente l'allineamento necessario alla corretta posa in opera dei materiali necessari alla realizzazione dei pennelli.

La realizzazione delle lavorazioni previste in progetto richiederà l'approntamento di opportune aree di stoccaggio e di alimentazione del cantiere da realizzare in zona golenale il più possibile vicino ai punti di realizzazione dei pennelli.

In tali aree saranno accatastati, in attesa della loro posa in opera, i materiali necessari alla realizzazione dei pennelli che come detto in precedenza saranno principalmente di tre tipologie:

- teli zavorrati provenienti presumibilmente dall'esterno del cantiere perché realizzati in stabilimento;
- sacconi in geotessuto riempiti con sabbia prelevata nelle immediate vicinanze del cantiere stesso;
- massi lapidei ciclopici provenienti da cave di prestito esterne al cantiere;

L'approvvigionamento del materiale in cantiere potrà avvenire sia via terra, lungo la viabilità ordinaria e successivamente attraverso le piste golenali opportunamente individuate allo scopo, ma anche via fiume qualora le condizioni di navigabilità lo permettano riducendo in questo modo il numero di mezzi di trasporto circolanti lungo la viabilità ordinaria.

Le aree di cantiere potranno essere approntate all'interno delle aree golenali del fiume.

Poste in prossimità delle zone ove verranno realizzati i pennelli per la sistemazione dell'alveo di magra, esse saranno adibite allo stoccaggio dei materiali necessari alla realizzazione delle opere, nonché al sostamento e alla movimentazione dei mezzi d'opera utilizzati per le lavorazioni di cantiere.

La possibilità di realizzare le aree di cantiere nelle aree golenali, all'interno delle arginature maestre presenti lungo il corso del fiume, permetterà di ridurre la visibilità dei cantieri rispetto al territorio circostante limitando quindi gli impatti dovuti alla presenza dei cantieri stessi.

In questo tratto di fiume infatti, gli argini maestri presentano altezze di vari metri superiori alle quote della campagna circostante e fungono quindi da schermo naturale fra l'ambito golenale-fluviale e il

R.T.P:

territorio circostante, sia dal punto di vista visivo e ambientale, ma anche rispetto alle possibili fonti di disturbo dovute alla presenza dei cantieri quali rumore, polveri ecc.

L'ambito di ubicazione delle aree di cantiere offre quindi una naturale protezione rispetto alle attività antropiche circostanti essendo le stesse posizionate sostanzialmente al di fuori di zone di normale fruizione pubblica.

Solamente percorrendo la viabilità arginale potranno essere presumibilmente percepite le attività di cantiere e quindi solo da chi si dovesse trovare a transitare lungo i percorsi esistenti sui rilevati arginali.

Essendo i punti di intervento localizzati in posizioni fra di loro relativamente distanti si dovranno necessariamente realizzare aree di cantiere espressamente dedicate e per ognuna di esse verranno individuate le migliori soluzioni possibili dal punto di vista dell'accessibilità provenendo dalla viabilità ordinaria al fine di ridurre il più possibile i percorsi di accesso e transito dei mezzi di trasporto.

Particolare attenzione andrà riservata ai carichi massimi che si potranno far transitare lungo le arginature maestre del Po in quei tratti che dovranno essere necessariamente percorsi per accedere alle aree golenali in cui saranno ubicate le aree di cantiere.

Particolare attenzione sarà inoltre posta alla tutela e alla salvaguardia delle specie animali presenti con la necessità, ove richiesto, di rispettare eventuali vincoli dettati dalla presenza o meno di aree protette quali SIC E ZPS.

7. VERIFICA DELLE CONDIZIONI DI NAVIGABILITA' DEL TRONCO IN OGGETTO

Di seguito vengono riassunti i principali risultati emersi dalle modellazioni morfodinamiche effettuate per valutare gli effetti indotti dalla realizzazione delle opere previste a progetto.

Si rimanda alla relazione idrologico-idraulica per un maggior dettaglio al riguardo.

7.1. Risultati della modellazione a fondo mobile

La modellazione morfodinamica ha consentito di determinare le zone in deposito/erosione, la complessiva variazione delle quote del fondo alveo nello scenario di progetto ed i conseguenti tiranti idrici che si instaurano per diverse portate.

I risultati del modello numerico hanno dato indicazioni per individuare successivi affinamenti dello scenario di progetto; modellando in maniera iterativa diverse configurazioni delle opere per numero, posizione, lunghezza ed inclinazione delle stesse.

Complessivamente, le simulazioni effettuate hanno analizzato:

- lo scenario senza nuove opere;
- lo scenario con opere come da progetto preliminare;
- alcuni scenari preliminari del progetto definitivo con una configurazione delle opere via via ottimizzata;
- lo scenario con tutte le opere individuate nel presente progetto definitivo;
- lo scenario con le opere selezionate dallo scenario complessivo, che rientrano nel finanziamento disponibile e possono considerarsi il primo step di realizzazione.

In tutti i casi sono state effettuate dapprima le simulazioni a fondo mobile, sul periodo individuato di due anni; successivamente, si è estrapolata la batimetria finale di calcolo su cui sono state effettuate le verifiche a fondo fisso, per le portate di interesse, ovvero: 530 m³/s, ai fini della verifica della risoluzione delle criticità per la navigazione, 800, 1450, 2500 m³/s ai fini di verifiche di carattere ambientale.

Scenario senza nuove opere

La simulazione dello scenario che prevede di mantenere lo stato attuale del corso d'acqua, senza introduzione di nuove opere, mostra una presenza diffusa di criticità lungo il tratto in esame.

Il modello mostra come il fiume tende in molti casi ad appiattire la sezione d'alveo, pertanto nei tratti più larghi si confermano le criticità dovute alla presenza di bassi fondali. Il modello conferma inoltre l'evoluzione del tratto di Ficarolo: il fiume stringe in destra, accorciando il suo percorso e depositando nella curva esterna.

R.T.P:

Scenario con opere come da progetto preliminare

L'inserimento nel modello delle opere come da progetto preliminare mostra risultati parzialmente soddisfacenti e criticità che persistono in molti tratti, in termini di tiranti minimi. In particolare i risultati del modello evidenziano come i pennelli definiti a livello preliminare portino ad un eccessivo approfondimento del fondo del fiume localizzato di fronte alle opere, di oltre 5 metri, e la presenza di tratti ancora molto estesi non risolti a Calto, nella curva di Ficarolo, ecc.

I risultati ottenuti nel secondo tratto con inserimento delle opere da progetto preliminare sono ritenuti soddisfacenti a soddisfare gli obiettivi progettuali. La configurazione di tali opere è stata pertanto ottimizzata, al fine di ridurre il numero e dimensioni dei pennelli e distribuire le risorse disponibili per risolvere i tratti critici residui a monte.

Scenario completo individuato nel progetto definitivo

Il progetto definitivo ha analizzato configurazioni che ottimizzino il raggiungimento degli obiettivi preposti lungo l'intero tratto di analisi. La modellazione numerica è stata condotta affinando per fasi successive la soluzione proposta.

Dai risultati ottenuti si osserva come le opere introdotte determinano un andamento sinuoso ma controllato del fiume e la risoluzione delle criticità in termini di tiranti idrici minime nell'intero tratto.

La Figura 54 riporta le batimetrie ad inizio e fine simulazione: le zone dove sono stati inseriti i pennelli mostrano zone di deposito, zone rosse a tergo dei pennelli, e di erosione fino a creare un canale navigabile piuttosto continuo. Si osserva come l'opera longitudinale in destra a monte di Ficarolo consente di spostare l'alveo di magra in curva. Il modello indica una zona di attenzione a valle della serie dei pennelli di Castelmasa, dove la larghezza del fiume è tale per cui il canale inciso fatica a crearsi.

R.T.P:

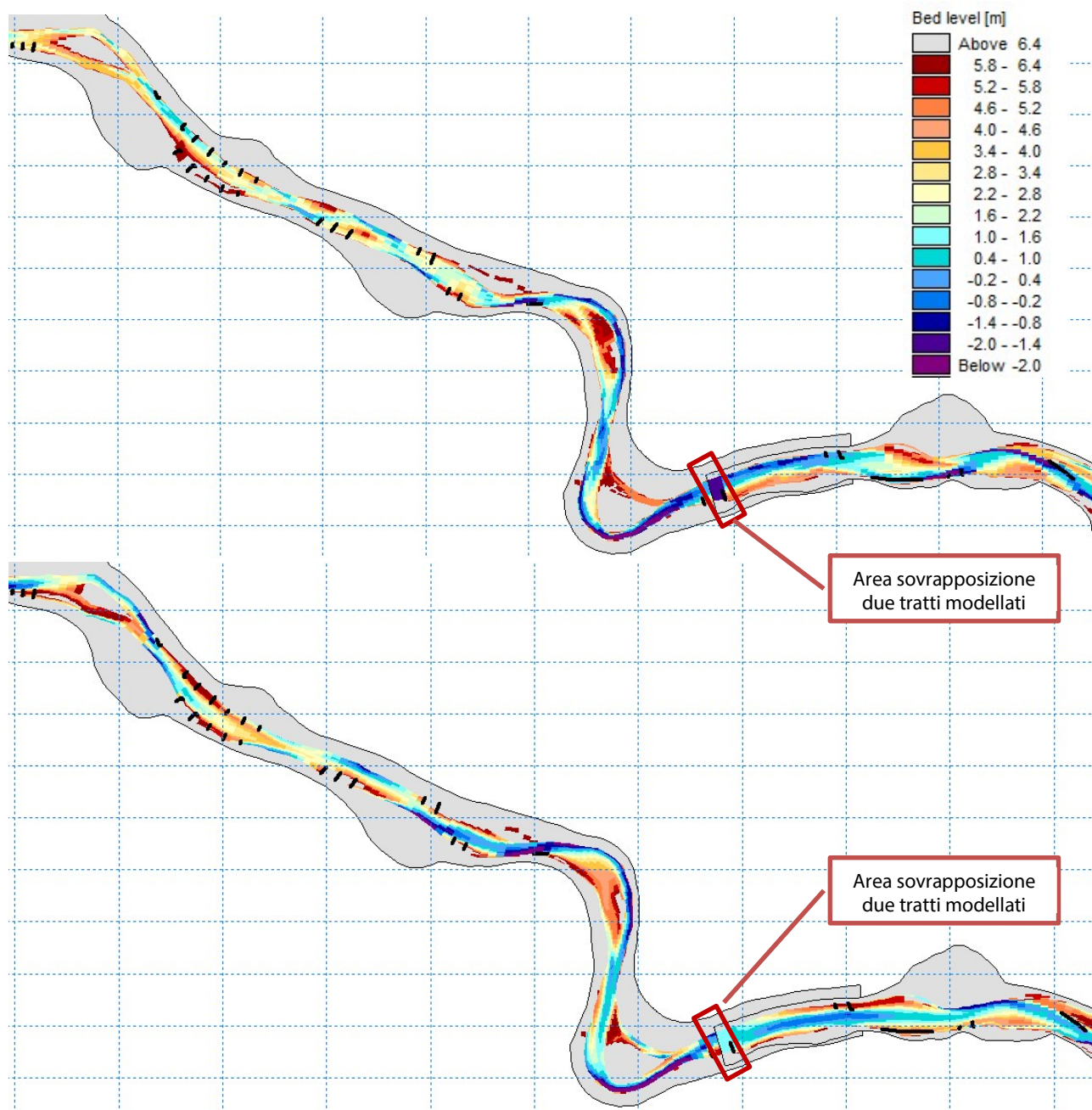


Figura 54 – Simulazione dello scenario con opere previste dal progetto definitivo (trattini neri): batimetria ad inizio (in alto) e fine simulazione (in basso).

I pennelli inducono effetti differenziati all'interno dell'alveo mobile, composti da effetti deposizionali nelle aree a tergo dei pennelli ed effetti erosivi nell'alveo canalizzato. Questo non comporta sostanziali differenze nel trasporto solido globale rispetto alla situazione attuale in quanto i due effetti sostanzialmente si compensano reciprocamente.

R.T.P:

Scenario parziale individuato nel progetto definitivo

Al fine di progettare le opere per le quali è disponibile un finanziamento, dallo scenario completo sono state individuate alcune opere di sistemazione e che rappresentano la prima fase dell'intervento complessivo (opere indicate in rosso in Figura 55).

Per poterne verificare il funzionamento, le opere sono state inserite nel modello, simulando lo stesso periodo e stesse condizioni idrologiche rispetto ai casi precedenti. I risultati in termini di tiranti sono riportati in Figura 56.



Figura 55 – In rosso: opere selezionate come primo stralcio delle opere complessive individuate nel presente progetto definitivo. In giallo le opere di stralci successivi.

R.T.P:

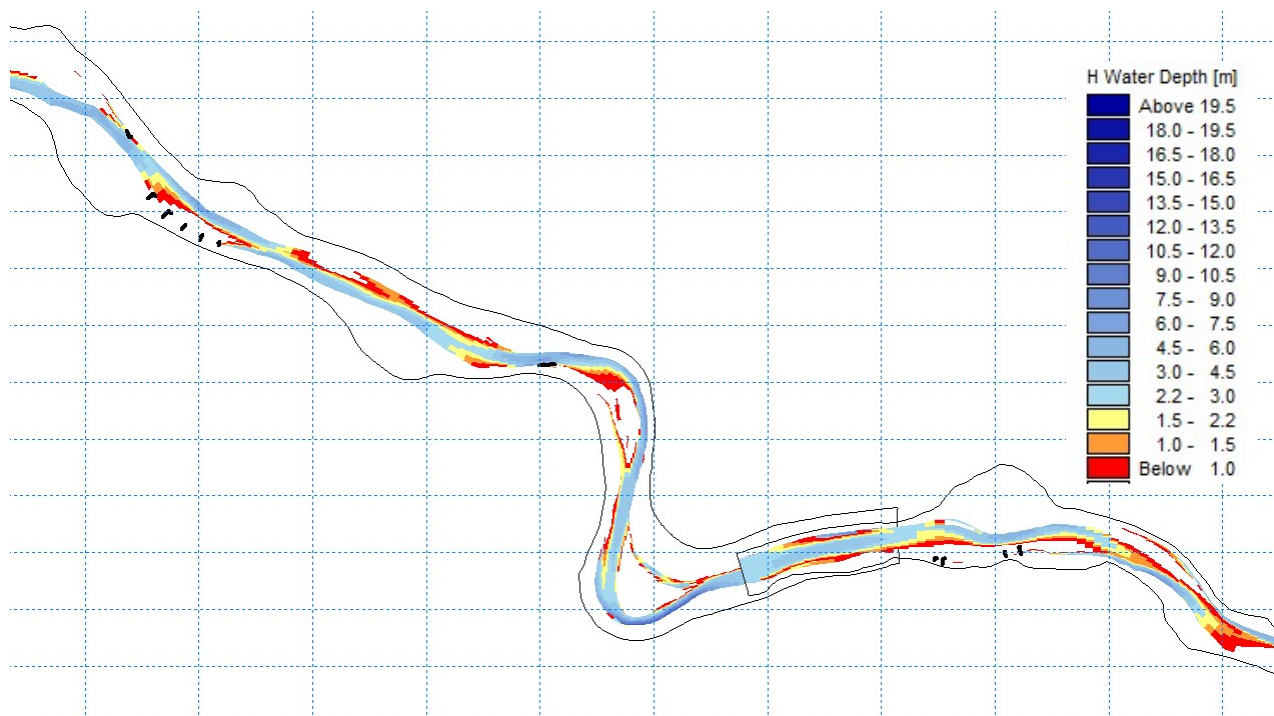


Figura 56 – Simulazione degli effetti delle opere selezionate dallo scenario completo, oggetto della presente progettazione: livelli corrispondenti ad una portata di 530 mc/s.

Dai risultati si osserva quanto segue:

- in questo caso l'andamento dell'alveo risulta meno sinuoso, in quanto le opere lungo una sola sponda fanno sì che il fiume tenda a rettificare il suo percorso;
- l'opera a monte di Ficarolo, in sponda destra, consente di spostare l'alveo di magra in sinistra, in corrispondenza della curva esterna;
- i risultati che si ottengono in termini di tiranti minimi sono comunque soddisfacenti;
- la criticità residua a valle di Stienta permane, in quanto rappresenta l'effetto della stabilizzazione del tratto di monte: alcune simulazioni di studio hanno mostrato che l'inserimento di pennelli oltre il tratto in esame, e più precisamente fino ad Occhiobello, risolve tale criticità e complessivamente il problema dei bassi fondali fino a Pontelagoscuro.

R.T.P:

8. ASPETTI GENERALI DEGLI INTERVENTI

Nel presente capitolo vengono riportate le caratteristiche generali del progetto in funzione degli aspetti specialistici riportati nei documenti specifici allegati al presente progetto.

GEOLOGIA

Le aree di inserimento dei pennelli di navigazione riguardano l'alveo di magra del fiume Po nel tratto compreso tra Revere e Ferrara. Presso tali aree, la geologia locale è rappresentata dal deposito di granulometrie medie e fini abbondantemente studiate in bibliografia.

La piatta morfologia dei sedimenti continentali nasconde un basamento d'origine marina articolato in anticlinali/sinclinali, sovrascorrimenti e faglie che seguono grossomodo l'allineamento ONO-ESE della Catena appenninica: si tratta delle cosiddette Pieghe emiliane-romagnole e ferraresi.

Al loro culmine, esse determinano uno spessore relativamente ridotto del materasso alluvionale, mentre lo incrementano negli avvallamenti, così da creare una sorta di rilievo montuoso sepolto sotto l'ampia fascia pianeggiante che borda a Nord i contrafforti appenninici, dall'Adriatico alla Provincia di Reggio Emilia. Notoriamente, quell'assetto regionale è un riflesso della collisione dei continenti africano ed europeo nell'incessante deriva di quelle zolle crostali.

La strizione dell'area mediterranea determinò il sollevamento delle Alpi e degli Appennini associando placche distensive, quali l'Avanfossa padano-adriatica.

La dinamica tettonica permane tuttora, come dimostrano i terremoti ricorrenti.

Giacché la materia è argomento d'innomerevoli pubblicazioni scientifiche e divulgative, ad esse si rimanda per i dettagli.

Ai fini del Progetto in corso, sono di maggiore interesse le problematiche ingegneristiche derivanti dalla natura dei terreni di tetto e dall'attività sismica di base.

Per la definizione delle caratteristiche geologiche sono state eseguite 20 verticali in 7 sottozone; per ognuna di esse sono state redatte delle monografie allegate nell'ambito della relazione geologica-geotecnica, a cui si rimanda per maggiori dettagli e per la definizione dei parametri geotecnici principali.

ARCHEOLOGIA

Nell'ambito della redazione del presente progetto sono state svolte indagini archeologiche indirette comprendenti il reperimento e la raccolta dei dati di archivio e bibliografici reperibili, la lettura della geomorfologia del territorio e le fotointerpretazioni.

Sulla base dei dati analizzati, quindi, sono stati definiti i gradi di potenziale archeologico in funzione della distribuzione provinciale:

- **Provincia di Mantova:** I siti ipotizzati come pre-protostorici sono tutti in alveo e pertanto già in balia dell'erosione. È quindi evidente che in questi punti eventuali interventi potrebbero ulteriormente danneggiare delle emergenze archeologiche piuttosto rare per il corso del Po. I siti di età storica sono invece in parte sepolti da imponenti coltri alluvionali (vedi ansa Revere – Bonizzo) e in parte collocati in superficie, solo il muro dell'isola Bianchi è in alveo. Ciò fa sì che la valutazione del rischio vada effettuata volta per volta, secondo gli interventi che si vorranno mettere in atto.

R.T.P:

- **Provincia di Rovigo:** La fascia di territorio a nord del fiume Po in provincia di Rovigo si suddivide in due distinte porzioni. La prima area, (Comuni di Melara, Bergantino, Castelnovo Bariano, Castelmasa, Calto, Salara, Ficarolo e in parte Gaiba), risulta interessata in maniera marginale da alluvioni. Nonostante la vicinanza con il Grande Fiume, si rileva la costante presenza di affioramenti in superficie di siti di età romana e tardo antica. Interessante notare come quest'area coincida con il tratto del Po rimasto stabile dal Medioevo ad oggi a conferma dell'equilibrio raggiunto dall'azione morfodinamica del fiume con il territorio circostante. La seconda area (coincidente con parte del Comune di Gaiba e con quelli di Stienta e Occhiobello), appare del tutto priva di rinvenimenti archeologici di età romana o tardo antica. La zona fu interessata da importanti fenomeni alluvionali che obliero sotto un cospicuo deposito il paleosuolo romano. Questa situazione non pare casuale, ma dovette trarre origine dalla rotta di Ficarolo (1152) che portò allo spostamento a nord del fiume Po (nel corso attuale), innescando processi di assestamento che cambiarono profondamente la morfologia delle zone limitrofe. Se per i ritrovamenti di età romana e tardoantica il territorio oggetto di indagine presenta due differenti situazioni, per quanto riguarda l'età medievale si nota una certa omogeneità ovvero un fenomeno di accentrimento insediativo (di fatto coincidente con gli attuali nuclei demici) lungo la sponda sinistra del fiume Po, in posizione di alti morfologici (paleodossi), con alcune eccezioni, che però non cambiano il quadro complessivo. Tale fenomeno si sviluppa già in età alto e pieno medievale ad ovest di Ficarolo, mentre è successivo alla rotta del 1152 per quanto riguarda i territori ad est.
- **Provincia di Ferrara:** Le poche testimonianze pre-protostoriche risultano sepolte sotto una spessa coltre alluvionale, come conseguenza di una rottura degli equilibri idrogeologici successiva all'VII sec. a.C. Gli studi geomorfologici e topografici hanno confermato che dall'età preromana al XII sec. il corso principale del Po defluiva nel sito dove nel VI sec. d.C. sorse il castrum bizantino di Ferrara, che dunque godette dall'Altomedioevo di una indiscussa posizione privilegiata quale punto di passaggio obbligato tra il mare e l'entroterra padano. Data la caratteristica instabilità dell'ambiente fluviale, nell'antichità non si assistette alla formazione di agglomerati di rilievo. Questa tendenza insediativa perdurò fino all'età moderna, quando le consistenti attività di bonifica acquisirono nuovi territori all'insediamento antropico.

Dalla valutazione del potenziale archeologico sono quindi stati determinati i diversi gradi di "rischio archeologico" per ogni intervento in progetto e di consequenziali impatti diversificati sul patrimonio archeologico atteso.

Dall'analisi condotta, il rischio risulta inconsistente per tutti gli interventi ad eccezione dei seguenti:

- **PROVINCIA DI MANTOVA:**
 - A monte del ponte fra Sermide e Castelnovo Bariano, in Comune di Sermide. L'intervento si colloca in un tratto di alveo del fiume Po che possiamo considerare stabile dall'età romana in poi. È quindi evidente, come peraltro dimostra la cartografia archeologica, che nell'area possono essere presenti emergenze di età storica, oltre a quella di modesta entità (13 x 16 m), di età molto tarda (post-medievale), già documentata in SE5. Tenendo poi conto dei siti documentati a monte e a valle dell'intervento non possiamo escludere che in profondità possano affiorare resti di età preromana. Va quindi considerato un

R.T.P:

- potenziale archeologico di grado 4 (NON DETERMINABILE) e un “rischio” archeologico MEDIO.
- Merlino-Sabbioni, in Comune di Felonica. L'intervento si colloca in un tratto di alveo del fiume Po che possiamo considerare stabile dall'età romana in poi. Non solo, proprio in questo tratto sono stati rinvenuti nell'Ottocento sia resti di età romana (tomba) che un lastricato post medievale, entrambi sepolti, mentre è presente un sito post-medievale affiorante, di ampia estensione (2.500 m). Quest'ultimo è posto all'estremità dell'intervento idraulico, mentre degli altri due è stata solo ipotizzata l'area del rinvenimento, perché i dati del secolo scorso sono troppo approssimativi. Si ritiene pertanto che questa zona possa conservare documentazione archeologica di un certo interesse, ma, data l'approssimazione per la fase più antica, si considera un potenziale archeologico di grado 7 (INDIZIATO DA RITROVAMENTI MATERIALI LOCALIZZATI) e un “rischio” archeologico MEDIO-ALTO.
 - **PROVINCIA DI ROVIGO:**
 - L'intervento di Gaiba si colloca lungo l'asta fluviale a sud del centro abitato attuale in un'area di aperta campagna, ma piuttosto vicina al centro demico attuale. Sebbene questa porzione del territorio risulti interessata da alluvioni piuttosto consistenti dovute alla rotta di Ficarolo (1152), adiacente alla zona dell'intervento si colloca un sito di interesse archeologico, il monastero di San Lorenzo (Goo1). L'analisi aerofotografica conferma la presenza di resti antropici da monitorare con attenzione (RO-AF 3). Pertanto, in base a tutti questi elementi, per l'intervento di Gaiba si valuta un potenziale archeologico di grado 5 (INDIZIATO DA ELEMENTI DOCUMENTARI OGGETTIVI) e un conseguente “rischio” archeologico MEDIO.

Si rimanda alla relazione archeologica ed ai rispettivi elaborati grafici per un maggior dettaglio relativo alla materia dell'archeologia.

PAESAGGIO

Il rapporto tra le opere ed il paesaggio è stato analizzato all'interno della relazione paesaggistica allegata al presente progetto. Per una maggiore comprensione dell'inserimento delle opere nel contesto fluviale, sono stati redatti appositi fotomontaggi delle opere previste.

Si ricorda sin da ora, però, che le opere, per la loro natura e concezione, sono visibili solo per il 20% di un anno solare e limitatamente ai periodi di secca del fiume Po.

Si rimanda agli elaborati qui richiamati per un maggiore dettaglio delle opere e dell'inserimento paesaggistico di esse.

INTERFERENZE

L'area di inserimento delle opere è limitata all'alveo fluviale del fiume Po. Nel tratto tra Revere e Ferrara, non sono presenti attraversamenti impiantistici dell'alveo che possono generare interferenze con il presente progetto. Pertanto, non sono previsti elaborati inerenti le interferenze all'interno del progetto stesso.

R.T.P:

ASPETTI AMBIENTALI, IMPATTI PREVISTI, GESTIONE DELLE MATERIE

Il presente progetto, ricadendo all'interno delle opere per cui è previsto il procedimento di V.I.A., è stato corredato dagli specifici elaborati richiesti dal procedimento quali: Studio di Impatto Ambientale, VINCA, Sintesi non tecnica, Piano di Cantierizzazione, Relazione preliminare sulle terre e rocce da scavo; si rimanda pertanto a tali elaborati per una trattazione dettagliata ed esaustiva sulle caratteristiche di tali componenti e l'interazione con il presente progetto.

ESPROPRI ED OCCUPAZIONI TEMPORANEE

Il presente progetto, all'interno del piano di cantierizzazione e degli elaborati connessi, definisce le modalità di fornitura dei materiali e le viabilità e le aree da utilizzare per il cantiere. Tali aree sono state definite in funzione della presenza delle rampe di discesa arginali in modo da limitare gli impatti sul territorio e la realizzazione di nuove opere.

Il sedime delle opere ricade completamente all'interno dell'alveo del fiume Po, pertanto in aree appartenenti al demanio fluviale; la realizzazione delle opere, quindi, comporta la sola occupazione temporanea delle aree limitrofe come definito negli specifici layout di cantiere riportati negli elaborati grafici specifici. Si rimanda pertanto agli specifici elaborati richiamati per un maggiore dettaglio delle occupazioni previste.

9. PREVISIONE DELLE FASI PROGETTUALI SUCCESSIVE

Consecutivamente al presente progetto, prima dell'affidamento dei lavori per la realizzazione degli interventi, dovrà essere redatto il progetto esecutivo dello stralcio funzionale previsto recependo tutte le prescrizioni e le indicazioni indicate nel Decreto del Ministero della Transizione Ecologica Prot. 169/2022 notificato con protocollo MITE 2022-0105129 e dai rispettivi allegati.

Nell'Allegato n°1 alla presente relazione viene riportato il quadro sinottico riepilogativo delle prescrizioni e delle osservazioni effettuate al progetto definitivo durante il procedimento di V.I.A. con l'indicazione della fase evolutiva del progetto in cui dovranno essere accolte.

Sulla base di tale quadro è possibile stimare cosa occorre prevedere nella successiva fase progettuale esecutiva e le tempistiche.

Sulla base del decreto V.I.A. e della normativa vigente il progetto esecutivo dovrà prevedere i documenti e gli elaborati indicati nell'articolo 33 e successivi del DPR 207 del 2010.

Come previsto dalla norma, il progetto deve prevedere l'aggiornamento delle relazioni specialistiche previste nel progetto definitivo integrate dalla documentazione prevista dalle prescrizioni V.I.A. quali il piano di monitoraggio ed il piano degli interventi di rinaturazione (PMA e PIR).

Il Decreto di V.I.A., all'articolo 1, riporta come validità del parere V.I.A. la scadenza di 5 anni (prorogabili) dalla data di emissione. Sulla base di tale scadenza, e osservando le richieste della V.I.A., è possibile stimare le successive attività secondo il seguente breve cronoprogramma, da effettuarsi entro un anno solare dalla validazione, da parte della Stazione Appaltante, della Progettazione Definitiva:

- Esecuzione di rilievi, indagini, etc., avvio dei monitoraggi ante operam: 2 mesi

R.T.P:

• Progettazione esecutiva:	1 mese
• Acquisizione dei pareri:	3 mesi
• Verifica di ottemperanza delle prescrizioni V.I.A.:	3 mesi
• Validazione della Progettazione Esecutiva:	1 mese
• Procedura di gara di appalto:	3 mesi
• Realizzazione dei lavori:	1 anno
• Esecuzione dei monitoraggi post operam:	3 anni

Nell'iter sopra schematizzato ed ipotizzato, le opere potranno essere realizzate entro le tempistiche di validità dell'autorizzazione ambientale. Tali scadenze sono comunque connesse ai tempi autorizzativi degli Enti coinvolti e, pertanto, si ritengono indicative dell'iter previsto.

R.T.P.:



Reggio Emilia, Gennaio 2023

BININI PARTNERS S.r.l.

Dott. Ing. Tiziano Binini

Dott. Ing. Gianluca Lombardi

Dott. Ing. Simone Pioli

Dott. Geol. Mario Mambrini

BETA STUDIO S.r.l.

Prof. Ing. Sergio Fattorelli

Dott. Ing. Massimo Coccato

Dott. Ing. Francesca Ramazzina

ETATEC STUDIO PAOLETTI S.r.l.

Prof. Ing. Alessandro Paoletti

Dott. Ing. Stefano Croci

GEN-TECH Tecnologie innovative in Biologia Animale S.r.l.

Dott. Prof. Francesco Nonnis Marzano

Dott. Prof. Rossano Bolpagni

AR/S Archeosistemi Soc. Coop.

Dott.ssa Barbara Sassi

Dott. Nicola Mancassola

Dott. Iames Tirabassi

R.T.P.:



10. BIBLIOGRAFIA

Istituto italiano di Navigazione "Le unità navali per il sistema idroviario italiano" IIN 2011.

Dott. Ing. Ostilio Gorio "Ventidue anni di studi e lavori sul Po dal 1919 al 1941" Roma - Cartotecnica italiana settembre 1953.

Ivano galvani, Maurizio Pellegrini "Navigare il Po, tra passato e futuro".

Tiziano Binini, Umberto Bonafini, Gabriele Della Luna "Dal Po al Mare del Nord-Le vie e i porti della navigazione interna in Europa" a cura della Cooperativa Architetti e Ingegneri di Reggio Emilia.

Guillaume Raccasi "Mutations géomorphologiques récentes du Rhône aval, Recherches en vue de la restauration hydraulique et de la gestion des crues. Géomorphologie. Université de Provence – Aix" Marseille I, 2008. Français.

Luigi Da Deppo e Claudio Datei "Navigazione Interna" Libreria Internazionale Cortina Padova 2003.

AIPO "Progetto preliminare di adeguamento delle condizioni di navigabilità dell'alveo di magra del fiume Po per navi di classe V - Revere – Ferrara".

AIPO (2011) "Progetto definitivo degli interventi relativi alla sistemazione a corrente libera del fiume Po nella tratta compresa tra Isola Serafini e foce Mincio per consentire il transito di una unità di navigazione della Va classe CEMT (MN-E-12/NI-1)".

ARNI (1998) "Studio di fattibilità del sistema idroviario Padano-Veneto".

ARNI e Consorzio Ferrara Ricerche (2007) "Studio di compatibilità degli interventi di progetto in alveo di Po per l'adeguamento delle condizioni di navigabilità dell'alveo di magra per navi di V classe europea nel tratto Palantone Occhiobello".

ARPA Emilia Romagna - Servizio Idrometeorologico - Area Idrologia (dal 2005 al 2013) "Annali idrologici".

Autorità di bacino del fiume Po (2004) "Catasto arginature maestre del fiume Po".

Autorità di bacino del fiume Po (2005 e 2006) "Studio di fattibilità degli interventi di gestione dei sedimenti alluvionali dell'alveo del fiume Po" stralcio Tanaro - Arda e Arda – mare.

Autorità di bacino del fiume Po (2006) "Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)".

Autorità di bacino del fiume Po (2007) "Aggiornamento delle analisi morfologiche e del bilancio del trasporto solido dell'asta del fiume Po da confluenza Stura di Lanzo all'incile del delta (periodo 2002 – 2005) e report di valutazione".

Autorità di bacino del fiume Po (2007) "Rappresentazione delle condizioni di rischio residuale lungo l'asta del fiume Po da Torino al mare: sintesi delle conoscenze e report descrittivi".

Autorità di bacino del fiume Po (2008) "Progetto strategico per il miglioramento delle condizioni di sicurezza idraulica dei territori di pianura lungo l'asta principale del fiume Po".

Cati L. (1981) – "Idrografia e Idrologia del bacino del Po". Pubbl. n. 19 dell'Ufficio Idrografico del Po.

Chow V.T., Maidment D.R., Mays L.W., 1988. "Applied Hydrology". New York, McGraw.

R.T.P:

Cooper R.H., Peterson A.W., Blench T., 1972. "A Critical Review of Sediment Transport Experiments", J. Hydraul. Div., ASCE 9S, HY5,

Galvani I., Pellegrini M., 2007. "Navigare il Po, tra passato e futuro". Cap. 4 del volume: "Un Po di carte. La dinamica fluviale del Po nell'Ottocento e la tavole della Commissione Brioschi". Ed. Diabasis, Reggio Emilia.

Interagency Committee in Water Resources. 1957. "A study of methods used in measurements and analysis of sediment loads in streams", Report n.12, Minneapolis, Minnesota.

Jacobsen R. B., Elliot C. M., Johnson H. E. "Assessment of shallow-Water Habitat Availability in Modified Dike Structures, Lower Missouri River", 2004. U.S. Geological Survey.

Jansen P. Ph. (1979) "Principles of river engineering" Pitman – London.

Julien P. Y. (2002), "River Mechanics". Cambridge – New York.

Lombardini E., (1870). "Guida allo studio dell'idrologia fluviale e dell'idraulica pratica" Milano, Tipografia degli Ingegneri, 1870.

Paoletti A., Braga G., Colombo A., Croci S., Peduzzi G.B., Savazzi G. (2007) "La gestione dei sedimenti alluvionali dell'alveo inciso del fiume Po", L'Acqua.

Regione Lombardia con il supporto di AIPO e Infrastrutture Lombarde (2009) "Attività e studi propedeutici relativi alla regimazione del Po nel tratto tra Cremona e foce Mincio - ipotesi, analisi e verifiche preliminari".

Regione Lombardia con il supporto di AIPO e Infrastrutture Lombarde (2009) "Attività e studi propedeutici relativi alla regimazione del Po nel tratto tra Cremona e foce Mincio - studi integrativi".

SIMPO S.p.A. (1984) "Studio della formazione del Piano Generale della navigazione interna Padano-Veneta".

Yalin M.S., 1971 "Theory of hydraulics model", Macmillan Education UK

R.T.P:

11. INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: corografia della zona di intervento	5
Figura 2: individuazione limiti amministrativi lungo il tratto oggetto di intervento	5
Figura 3: bacino del Po e sottobacini del distretto idrografico con individuazione della zona di intervento	6
Figura 4: portate di piena del fiume Po (PGRA)	7
Figura 5: ingrandimento della zona interessata dagli interventi di sistemazione	8
Figura 6: tabella riassuntiva per tratti delle portate di piena secondo l'ADBPo calcolate con riferimento alla piena del 2000 e al PAI con tempo di ritorno pari a 200 anni	9
Figura 7: rete idroviaria europea	11
Figura 8: percentuale in tkm delle merci trasportate nei singoli paesi europei lungo le vie navigabili (Fonte: CCNR, Eurostat)	12
Figura 9: volume annuale e ripartizione della tipologia di merci trasportate lungo il corso del Reno tradizionale e sul bacino della Mosella (fonte CCNR, Eurostat)	13
Figura 10: volume annuale e ripartizione della tipologia di merci trasportate lungo il corso del Mittelland canal e sul bacino della Senna (fonte CCNR, Eurostat)	13
Figura 11: volume annuale e ripartizione della tipologia di merci trasportate sul bacino del Rodano e della Saona e sul bacino dell'Elba (fonte CCNR, Eurostat)	14
Figura 12: volume annuale e ripartizione della tipologia di merci trasportate sul Meno e sui canali della regione ovest della Germania (fonte CCNR, Eurostat)	14
Figura 13: sistema idroviario europeo (focus sul centro Europa)	15
Figura 14: Ripartizione modale del trasporto interno di merci in alcuni paesi europei dotati di idrovie; composizione percentuale dei valori in t/km	15
Figura 15: nomenclatura sezione navigabile	16
Figura 16: caratteristiche geometriche minime per le vie navigabili della classe Va	17
Figura 17: esempio di individuazione delle curve di navigazione a seguito della sistemazione del fiume a corrente libera	17
Figura 18: schema planimetrico della rete idroviaria padano-veneta	20
Figura 19: Schema del sistema idroviario padano-veneto	22
Figura 20: classificazione C.E.M.T. delle vie navigabili secondo la risoluzione n° 92/2	24
Figura 21: classificazione idrovie in base alla "Normativa per la redazione dei progetti di vie navigabili"	25
Figura 22: esempi di sistemazione del fiume Rodano secondo lo schema di Girardon (Fonte CNR)	27
Figura 23: tracciato per la sistemazione del Po nel tratto da Torricella Parmense a foce Parma secondo il progetto di massima dell'Ufficio Idrografico del Po di Parma del 7 novembre 1923	29
Figura 24: schema della configurazione adottata per la sistemazione definitiva dell'alveo del Po nel tratto foce Adda – foce Mincio	30
Figura 25: esempio delle prime ipotesi di intervento sul Rodano secondo lo schema Girardon	33
Figura 26: il percorso del Reno-Meno-Danubio	40
Figura 27: schema planimetrico e altimetria del canale Reno-Meno-Danubio	41
Figura 28 – Esempi di pennelli trasversali per la sistemazione a corrente libera del fiume Elba vicino a Magdeburgo.	46
Figura 29 – Esempio di distribuzione dei tiranti lungo un tratto fluviale	48
Figura 30 – media annuale del numero di giorni con fondali insufficienti calcolata sull'intero campione delle località disponibili	51
Figura 31 – Media, relativa ai diversi periodi considerati, della persistenza di bassi fondali per le diverse località lungo il fiume Po a valle di foce Mincio	54
Figura 32 – Bassi fondali (< 2 m) individuati tra Foce Mincio e Valle Gaiba	55
Figura 33 – Bassi fondali (< 2 m) individuati tra Valle Gaiba e Po di Goro	55

R.T.P:

Figura 34: tratto di Po interessato dalle opere di sistemazione con l'evidenziazione delle arginature maestre e golenali	59
Figura 35: progetto preliminare AIPO, intervento di Castelmassa	60
Figura 36: progetto preliminare di AIPO: intervento di Calto	61
Figura 37: progetto preliminare di AIPO: interventi di Gaiba e Ravalle	61
Figura 38: progetto preliminare di AIPO: intervento di Stienta	62
Figura 39: tiranti idrici simulati per una portata pari a 564 m ³ /s nel tratto Castelmassa-Ravalle	63
Figura 40: tiranti idrici simulati per una portata pari a 564 m ³ /s nel tratto in oggetto dopo due anni di simulazione	63
Figura 41: vista verso monte del tratto di Po fra Castelmassa e Calto (evidente la formazione di bassi fondali)	65
Figura 42: vista verso valle del tratto di Po fra Ficarolo e la curva del Panaro	65
Figura 43: vista aerea verso valle del tratto di Po in corrispondenza dell'abitato di Stienta	67
Figura 44: individuazione degli ambiti di intervento	69
Figura 45: individuazione del canale navigabile e delle curve di navigazione nel tratto in oggetto	72
Figura 46: curva di durata delle portate del fiume Po a Ficarolo (1992-2015)	74
Figura 47: simulazione degli effetti indotti dalla realizzazione dei pennelli fluviali	75
Figura 48: sezione tipo dei pennelli di navigazione	76
Figura 49: individuazione dei primi quattro ambiti di intervento contenuti nel primo stralcio di lavori finanziati	77
Figura 50: pennello longitudinale intervento 2 pennello 1 SX a valle di Castelmassa	80
Figura 51: pennelli in destra idraulica in corrispondenza di Caposotto	81
Figura 52: pennello in destra idraulica a monte di Ficarolo	82
Figura 53: pennelli in destra idraulica in corrispondenza di Ravalle	83
Figura 54 – Simulazione dello scenario con opere previste dal progetto definitivo (trattini neri): batimetria ad inizio (in alto) e fine simulazione (in basso).	88
Figura 55 – In rosso: opere selezionate come primo stralcio delle opere complessive individuate nel presente progetto definitivo. In giallo le opere di stralci successivi.	89
Figura 56 – Simulazione degli effetti delle opere selezionate dallo scenario completo, oggetto della presente progettazione: livelli corrispondenti ad una portata di 530 mc/s.	90

ALLEGATO 1

QUADRO SINOTTICO DELLE PRESCRIZIONI
ED OSSERVAZIONI RIPORTATE NEL DECRETO V.I.A.

R.T.P.:



RIEPILOGO DELLE PRESCRIZIONI E DELLE RICHIESTE DEL DECRETO V.I.A.			
ENTE RICHIEDENTE	ASPETTO DI RIFERIMENTO	FASE PROGETTUALE/LAVORI	PRESCRIZIONE/RICHIESTA
COMMISSIONE TECNICA VIA/VAS	PIANO DI MONITORAGGIO	<u>PROGETTO ESECUTIVO</u>	Nel piano di monitoraggio occorre prevedere 1 anno di misure Ante Operam. L'indicazione del numero di punti di campionamento, i parametri e la localizzazione degli stessi dovrà essere concordata con le ARPA territorialmente competenti in fase di progettazione esecutiva. Il monitoraggio post operam dovrà essere esteso ad almeno 3 anni non consecutive anzichè le due previste.
	CANTIERE: INTERFERENZE CON CENTRALE DI POTABILIZZAZIONE DI PONTELAGOSCURO	<u>LAVORI - POST REALIZZAZIONE</u>	Dovrà essere garantita, anche a seguito della realizzazione del progetto, la funzionalità dell'opera di presa della cnetrale di potabilizzazione di Pontelagoscuro, sia in periodo di magra (-7,30 sullo zero idrometrico) che di piena.
		<u>PROGETTO ESECUTIVO</u>	Gli aspetti relativi alla centrale di potabilizzazione di Pontelagoscuro dovranno essere approfonditi nella progettazione esecutiva delle opere in accordo con il gestore dell'impianto e con il comune di Ferrara.
	VIABILITA' DI CANTIERE	<u>PROGETTO ESECUTIVO</u>	In fase di progettazione esecutiva dovrà essere concordata con i Comuni interessati la viabilità dei mezzi pesanti da utilizzare al fine di tenere in conto eventuali elementi di criticità e fermo restando la necessità di privilegiare il trasporto via acqua dove possibile.
	INTERAZIONI CON SITO RETE NATURA 2000 ZSC ZSP IT4060016	<u>ANTE OPERAM/DURANTE I LAVORI</u>	Facendo seguito alla proposta di identificare due settori golenali da sottoporre, a scopo sperimentale scientifico, a rinaturazione, il Proponente predisporrà un apposito elaborato da redigere entro tre mesi dall'avvio dei monitoraggi stessi. Detto elaborato nelle aree golenali deve essere concordato preventivamente con il Servizio Aree protette, foreste e sviluppo della montagna della Regione Emilia-Romagna; in particolare per quanto riguarda l'ubicazione, l'estensione delle aree golenali coinvolte e la tipologia degli interventi di rinaturalizzazione necessari.
	MONITORAGGI AMBIENTALI	<u>ANTE OPERAM/DURANTE I LAVORI</u>	Dovranno essere trasmessi, ad ARPAE SAC di Ferrara ed al Gestore della centrale di potabilizzazione di Pontelagoscuro, il calendario degli interventi (giornale dei lavori), comunicando, almeno 15 giorni prima, l'inizio e la fine delle lavorazioni potenzialmente impattanti sulle acque superficiali delle attività di costruzione. Inoltre, prima dell'inizio dei lavori dovranno essere presentati alla Regione Emilia- Romagna (Servizio Valutazione Impatto e Promozione Sostenibilità Ambientale), ad Arpae SAC Ferrara e ad Ausl Ferrara, nonché alle altre Regioni e rispettive ARPA, il programma dei monitoraggi e il piano di emergenza da attuarsi in caso di sversamenti accidentali sul suolo o nelle acque per la fase di cantiere;
	PIANO DI UTILIZZO DELLE TERRE	<u>PROGETTO ESECUTIVO</u>	Occorre specificare la provenienza del pietrame e la tipologia, cioè se è considerato materia prima o terre e rocce. Il proponente ha inoltre specificato che il materiale in esubero sarà quindi ricollocato nei pressi di dove è stato scavato (completo riutilizzo in sito). Relativamente alla profondità di campionamento si evidenzia che il DPR n. 120/17 prevede campioni ad almeno 3 profondità per scavi superiori ai 3 metri. La profondità dei vari interventi non è indicata ma se è superiore ai 2 metri, dovranno essere dettagliate le modalità di campionamento in condizione di sommersione. In riferimento al Set analitico è necessario aggiungere il parametro IPA visti i potenziali impatti presenti sul corso d'acqua (es. scarichi civili e industriali); al fine di limitare il numero di analisi senza compromettere una sufficiente caratterizzazione ambientale si propone di analizzare almeno un campione per ogni pennello realizzato. Allo stesso tempo deve essere indagato il parametro amianto solo in presenza di materiali di riporto come indicato dalle Linee Guida SNPA: “la determinazione del parametro amianto è sempre necessaria nel caso di presenza di materiali di riporto o per scavi eseguiti in vicinanza a strutture in cui sono presenti materiali contenenti amianto (art. 4 commi 3-4 DPR 120/2017), oppure nel caso di materiali con presenza di amianto naturale (rocce ofiolitiche e loro prodotti di detrizione)”. In riferimento sempre al Piano preliminare di utilizzo delle terre e rocce da scavo proposto e tenendo conto delle controdeduzioni fornite dal Proponente circa le indagini da effettuare sui sedimenti per verificare la non pericolosità al fine del loro riutilizzo, si prende atto che: 1. la campagna di indagini volta alla caratterizzazione delle terre e rocce da scavo potrà essere effettuata solamente in seguito alla conclusione del procedimento di autorizzazione ambientale per l'insufficienza delle tempistiche idonee per procedere con una caratterizzazione ambientale (tali campagne devono essere effettuate quando i livelli del fiume Po consentono di poter raggiungere i livelli dell'alveo in corrispondenza delle opere in progetto); 2. il periodo di esecuzione della campagna di indagini può incidere sui risultati della stessa e tali valutazioni devono essere effettuate in un periodo a ridosso delle operazioni di realizzazione delle opere per avere un quadro più preciso possibile della situazione chimico-fisica delle terre oggetto di scavi e movimentazioni. Dovrà pertanto essere prevista la dovuta caratterizzazione secondo il DPR n. 120/2017 e il D. Lgs. n. 152/2006, in sede di progetto esecutivo e comunque prima della realizzazione dei singoli interventi.
	VINCA	<u>PROGETTO ESECUTIVO</u>	Al fine del controllo degli effetti sugli elementi oggetto di tutela, il previsto monitoraggio ambientale dovrà considerare gli habitat e le specie di interesse comunitario (direttamente e indirettamente) interferiti, implicando ciò anche una specifica fase ricognitiva ante operam di tali habitat e specie ovvero habitat di specie presenti (anche parzialmente) nell'intero ambito di influenza del progetto in argomento (tra Castelnovo Bariano e Occhiobello e quindi non solo in corrispondenza delle opere idrauliche). Per la durata del monitoraggio post operam dovrà essere prevista la proroga qualora gli esiti evidenziassero il venir meno delle condizioni sufficienti al mantenimento nel lungo termine dei predetti habitat e specie di interesse comunitario (secondo i valori del grado di conservazione localmente espressi). Gli esiti del monitoraggio (comprensivi di quelli della fase ricognitiva) andranno forniti anche alle Regioni nel formato vettoriale per i sistemi informativi geografici, in un formato coerente con le specifiche cartografiche regionali.
	AUTORIZZAZIONI	<u>PROGETTO ESECUTIVO/ANTE OPERAM</u>	Il Proponente dovrà acquisire tutte le autorizzazioni necessarie per l'esecuzione delle opere.
	APPROFONDIMENTI IN FASE DI P.E.	<u>PROGETTO ESECUTIVO</u>	In fase di progettazione esecutiva devono essere pianificate eventuali operazioni di dragaggio nelle zone ove si sono previsti fenomeni di deposizione di sedimenti, a tergo dei pennelli, in prossimità di pontili o altre opere di interesse locale presenti nelle aree di sponda. La viabilità locale dei mezzi pesanti dovrà essere concordata con i comuni di localizzazione anche al fine di poter rilevare e tener in conto eventuali elementi di criticità del sistema viario. Dovrà essere posta particolare attenzione nella progettazione degli interventi con specifico riferimento alla ricostituzione dei filari di sponda.
	SITI RETE NATURA 2000	<u>PROGETTO ESECUTIVO/LAVORI</u> <u>[VEDI PUNTO PER PUNTO]</u>	La Vinca può essere approvata subordinatamente all'ottemperanza delle condizioni ambientali seguenti: CONDIZIONE AMBIENTALE N.1 - VINCA - PRIMA DELL'AVVIO DEL CANTIERE 1. Il Proponente dovrà redigere un Piano per la Mitigazione, corredato da un prospetto sinottico, finalizzato a prevenire o ridurre le incidenze individuate nell'opportuna valutazione, in maniera tale che esse non influiscano sull'integrità dei siti della rete Natura 2000 localizzati all'interno dell'area di Influenza delle Azioni e, in generale sulla Biodiversità dell'Area di Influenza. Il Piano per la mitigazione dovrà essere coordinato con il Progetto PNRR Rinaturazione Po, e con i LIFE in corso, tra cui il Life integrato NatConnect 2030, e contenere tutte le misure di mitigazione già valutate in merito all'istanza e ai pareri, anche a seguito delle osservazioni espresse ai sensi dell'art. 24, comma 3 del D. Lgs. n. 152/2006. Ogni misura di mitigazione dovrà essere descritta in maniera dettagliata, specificando, inter alia, le incidenze che le misure di attenuazione intendono affrontare, in che modo eliminerà o ridurrà gli impatti negativi individuati, l'ubicazione e le tempistiche delle misure in relazione al piano o al progetto, e in che modo, quando e da chi sarà attuata, tenendo conto comunque delle indicazioni esposte nelle linee guida della Commissione Europea “Valutazione di piani e progetti in relazione ai siti Natura 2000 – Guida metodologica all'articolo 6, paragrafi 3 e 4, della direttiva Habitat 92/43/CEE, Bruxelles, 28.9.2021 C(2021) 6913 final. 2. Il Piano di mitigazione dovrà includere un programma di monitoraggio per verificare l'efficacia delle misure e, se necessario, adattarle alla luce dei risultati del monitoraggio. 3. Tali interventi dovranno includere, inter alia, quelli rivolti a: - concordare con i Comuni interessati la viabilità dei mezzi pesanti da utilizzare al fine di tenere in conto eventuali elementi di criticità del sistema viario, fermo restando la necessità di privilegiare il trasporto via acqua dove possibile; - limitare (orientativamente a 30 km/h) la velocità dei mezzi di trasporto qualora debbano transitare su strade sterrate in prossimità di recettori, nonché di favorire ove possibile la modalità di trasporto del materiale per via d'acqua; - rispettare i limiti di rumore compreso il limite del criterio differenziale nelle eventuali attività che fossero svolte in periodo notturno;

RIEPILOGO DELLE PRESCRIZIONI E DELLE RICHIESTE DEL DECRETO V.I.A.			
ENTE RICHIEDENTE	ASPETTO DI RIFERIMENTO	FASE PROGETTUALE/LAVORI	PRESCRIZIONE/RICHIESTA
			<p>- informare la popolazione interessata della collocazione temporale e durata delle attività con evidenziazione di quelle che potrebbero essere particolarmente disturbanti per il rumore prodotto;</p> <p>- pianificare eventuali operazioni di dragaggio nelle zone ove si sono previsti fenomeni di deposizione di sedimenti, a tergo dei pennelli, in prossimità di pontili o altre opere di interesse locale presenti nelle aree di sponda;</p> <p>- fornire una dettagliata descrizione degli interventi previsti circa la ricostituzione dei filari di sponda;</p> <p>- individuare tutte le tipologie di rifiuti prodotti durante le lavorazioni;</p> <p>- prevedere, se in coerenza con ulteriori interventi localizzati sui territori delle altre Regioni interessate, a favore degli habitat e degli habitat di specie, interventi di miglioramento della componente riparia (a partire da quella forestale) al fine di recuperare complessivamente il geosigmeto igrofilo della vegetazione ripariale (Salicion albae, Populion albae, Alno-Ulmion), adeguando gli interventi in parola all’articolazione delle fitocenosi lungo il gradiente trasversale, alla scelta delle specie da impiegare e al relativo rapporto di abbondanza/dominanza, realizzando in via preferenziale questi interventi sia in corrispondenza e nelle aree di prossimità (almeno 500 m a monte e a valle) delle opere idrauliche, sia in corrispondenza delle principali aree golenali (Castelnuovo Bariano, Calto, Ficarolo, Gaiba, Stienta e Occhiobello);</p> <p>- approfondire gli aspetti inerenti alla funzionalità delle opere di presa di Pontelagoscuro, in accordo con il gestore dell’impianto e con il Comune di Ferrara.</p> <p>- Tutte quelle misure, quali il miglioramento e il ripristino di habitat, intese a ripristinare lo stato originario di habitat all’interno dei siti della rete Natura 2000 interessati dalle Azioni del progetto, non dovranno essere prese in considerazione in questo Programma, in quanto esse sono considerabili soltanto nell'ambito della procedura di cui all'articolo 6, paragrafo 4 (Livello 3); Tuttavia, nell'ambito del Programma di Mitigazione possono essere considerate quelle misure di rigenerazione naturale assistita (Assisted Natural Regeneration, o ANR) e ripristino passivo, che consentono al Proponente di intervenire con azioni per favorire il recupero naturale degli alberi e in generale della vegetazione autoctona, limitando la frequenza e la gravità dei disturbi che possono danneggiare i giovani alberi e impedirne la crescita, eliminando le barriere e le minacce alla loro crescita (quali il pascolo e l’agricoltura, appoggiandosi alla loro conoscenza del territorio e ai saperi tradizionali.</p> <p>Viceversa, le misure di compensazione potranno essere considerate nel caso in cui gli habitat deteriorati o sottratti dalle Azioni del progetto in esame ricadano all’esterno dei siti della rete Natura 2000 sopra citati.</p> <p>- Il Proponente provvederà, così come proposto dall’Ente Gestore del sito Rete Natura 2000 ZSC-ZPS IT4060016 “Fiume Po da Stellata a Mesola e Cavo Napoleonico” e previa autorizzazione del MITE, all’identificazione di almeno due settori golenali da sottoporre, a puro scopo sperimentale scientifico, a esperimenti di rinaturazione (privilegiando ove possibile le aree demaniali attualmente dedite a coltivazioni) seguendo l’approccio dello “assisted natural regeneration”, predisponendo un apposito elaborato da redigere entro tre mesi dall’avvio dei monitoraggi stessi.</p> <p>CONDIZIONE AMBIENTALE N.2 - TERRE E ROCCE DA SCAVO - PROGETTAZIONE ESECUTIVA</p> <p>Il Proponente dovrà:</p> <p>a. specificare la provenienza del materiale che andrà a costituire i pennelli e la tipologia, cioè se è considerato materia prima o terre e rocce.</p> <p>b. relativamente ai valori di fondo tenere conto che, nell’ambito della Regione Veneto, è possibile utilizzare quale documento di riferimento la pubblicazione ARPAV “Metalli e metalloidi” edizione 2019, reperibile nel sito di ARPAV;</p> <p>c. dettagliare le modalità di campionamento in condizione di sommersione qualora la profondità dei vari interventi sia superiore ai 2 metri;</p> <p>d. inserire nel Set analitico proposto il parametro IPA visti i potenziali impatti presenti sul corso d’acqua (es. scarichi civili e industriali), analizzando almeno un campione per ogni pennello realizzato al fine di limitare il numero di analisi senza compromettere una sufficiente caratterizzazione ambientale;</p> <p>e. indagare il parametro amianto solo in presenza di materiali di riporto come indicato dalle Linee Guida SNPA: “la determinazione del parametro amianto è sempre necessaria nel caso di presenza di materiali di riporto o per scavi eseguiti in vicinanza a strutture in cui sono presenti materiali contenenti amianto (art. 4 commi 3-4 DPR 120/2017), oppure nel caso di materiali con presenza di amianto naturale (rocce ofiolitiche e loro prodotti di detrizione)”;</p> <p>f. chiarire con le amministrazioni presenti quale siano i limiti da rispettare (colonna A piuttosto che colonna B) e gestire in base alla normativa (se superiore a colonna B, la normativa dei rifiuti) se, in entrambi i casi, all’esito dei risultati analitici, il terreno risultasse superiore ai limiti di riferimento per l’area oggetto di scavo;</p> <p>g. effettuare la campagna di indagini volta alla caratterizzazione delle terre e rocce da scavo solamente in seguito alla conclusione del procedimento di autorizzazione ambientale per l’insufficienza delle tempistiche idonee per procedere con una caratterizzazione ambientale, ricordando che tali campagne devono essere effettuate quando i livelli del fiume Po consentono di poter raggiungere i livelli dell’alveo in corrispondenza delle opere in progetto;</p> <p>h. prevedere l’effettuazione della campagna di indagini in un periodo a ridosso delle operazioni di realizzazione delle opere per avere un quadro più preciso possibile della situazione chimico-fisica delle terre oggetto di scavi e movimentazioni;</p> <p>i. prevedere la dovuta caratterizzazione secondo il D.P.R. n. 120/2017 e il D. Lgs. n. 152/2006, in sede di progetto esecutivo, e comunque prima della realizzazione dei singoli interventi.</p> <p>CONDIZIONE AMBIENTALE N.3 - SITO RETE NATURA 2000 - PROGETTAZIONE ESECUTIVA</p> <p>Il Proponente dovrà:</p> <p>a. concordare preventivamente il Piano degli Interventi di Rinaturazione (PIR) nelle aree golenali con il Servizio Aree protette, foreste e sviluppo della montagna della Regione Emilia-Romagna, in particolare per quanto riguarda l’ubicazione, l’estensione delle aree golenali coinvolte e la tipologia degli interventi di rinaturalizzazione necessari, secondo quanto segnalato nella condizione ambientale n. 1 di cui sopra (Rigenerazione Naturale Assistita o Ripristino passivo);</p> <p>b. perseguire la coerenza tra il progetto in valutazione e quello di “Rinaturazione Po” previsto nell’ambito dei progetti del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza e i Life in corso;</p> <p>c. acquisire l’autorizzazione ai sensi dell’art. 146, secondo le competenze definite dall’art. 80 della legge regionale lombarda 12/2005 per le opere ricadenti in ambiti assoggettati a specifica tutela paesaggistica (art. 142);</p> <p>d. nel caso si renda necessario il taglio alberi in area boscata in corrispondenza dell’intervento 7, acquisire l’autorizzazione paesaggistica ai sensi dell’art. 146 della succitata legge regionale, di competenza della Provincia di Mantova, e ai sensi del D. Lgs. del 3 aprile 2018, n. 34 (Testo unico in materia di foreste e filiere forestali - TUFF).</p> <p>CONDIZIONE AMBIENTALE N.4 - CRONOPROGRAMMA - LAVORI</p> <p>Il Proponente dovrà:</p> <p>a. tempestivamente informare ARPAE SAC di Ferrara nell'eventualità che il cronoprogramma dei lavori presentato dovesse subire sostanziali variazioni e modifiche;</p> <p>b. garantire il rispetto delle prescrizioni e condizioni di cui agli artt. 25 e 27 quater del PTCP della Provincia di Ferrara;</p> <p>c. trasmettere ad ARPAE SAC di Ferrara e all’Ente gestore degli impianti di potabilizzazione, il calendario degli interventi (giornale dei lavori), comunicando, almeno 15 giorni prima, l’inizio e la fine delle lavorazioni potenzialmente impattanti sulle acque superficiali interessate dalle attività di costruzione;</p> <p>d. garantire, anche a seguito della realizzazione del progetto proposto, la funzionalità delle opere di presa di Pontelagoscuro, in periodo sia di magra (-7,30 sullo zero idrometrico) e la quota minima a cui lavorano le opere di presa e che da -6,5 sono predisposte pompe galleggianti) sia di piena (livelli di sommergibilità del pontile -3,00/-3,50 sullo zero idrometrico).</p> <p>CONDIZIONE AMBIENTALE N.5 - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE - LAVORI</p> <p>Il piano di monitoraggio dovrà consentire, per prima cosa, di integrare le conoscenze attuali e risolvere i gap conoscitivi, alla scala ampia, di corpo idrico o di segmento fluviale omogeneo. Tale attività andrà necessariamente integrata con le strategie suggerite dai Manuali ISPRA per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida), e con le strategie in corso di definizione a supporto della pianificazione di distretto del fiume Po, in particolare in stretta sinergia con i monitoraggi del progetto PNRR Rinaturazione Po e con i Life in corso, e in particolare con il Life integrato NatConnect 2030.</p>

RIEPILOGO DELLE PRESCRIZIONI E DELLE RICHIESTE DEL DECRETO V.I.A.			
ENTE RICHIEDENTE	ASPETTO DI RIFERIMENTO	FASE PROGETTUALE/LAVORI	PRESCRIZIONE/RICHIESTA
			<p>Il Proponente, sulla base delle osservazioni prodotte dall’Ente Parco Regionale Veneto del Delta del Po relative alla necessità di condurre indagini conoscitive preventive, della durata di anno, «con esecuzione di monitoraggi floristici, vegetazionali e faunistici, in grado di coprire tutte le aree di progetto e tutte le diverse fasi fenologiche delle specie potenzialmente coinvolte dalle attività di progetto» dovrà redigere un piano di monitoraggio ambientale, che tenga conto delle indicazioni di dettaglio fornite dal suddetto Ente, alle pagine 19 e 20, Capitolo Conclusioni della nota del 10 dicembre 2021, prot. 139308, del 13.12.2021.</p> <p>Inoltre il Proponente dovrà:</p> <p>a. approfondire il tema della riduzione della connettività, in parallelo allo sviluppo esecutivo del PMA;</p> <p>b. prevedere 1 anno nella fase Ante Operam e l’indicazione del numero, dei parametri e della localizzazione dei punti di campionamento per le varie matrici ambientali dovrà essere definita in fase di progettazione esecutiva con le ARPA e gli Enti Gestori dei siti della rete natura 2000 e delle aree protette territorialmente competenti;</p> <p>c. i risultati del PMA dovranno essere utilizzati, intera alia, per rivedere il Piano degli interventi di mitigazione e compensazione, fermo restando che questi ultimi non potranno essere previsti per il ripristino degli habitat naturali eventualmente sottratti dall’inserimento dell’opera.</p> <p>d. inserire, con specifico riferimento all’Ambiente idrico, nello sviluppo attuativo del PMA:</p> <p>- stazioni di monitoraggio localizzate individuando due stazioni secondo la logica monte / valle rispetto alle opere previste nel tratto di Sermide e Felonica, cioè a monte dell’ambito di intervento 3 e a valle del 7;</p> <p>- oltre ai parametri di campo, alla torbidità / solidi sospesi e agli idrocarburi nel caso di sversamenti accidentali, monitorare anche i nutrienti azoto e fosforo con frequenza trimestrale;</p> <p>- a causa dell’interferenza delle azioni di progetto con la stazione ARPA di Felonica, effettuare il monitoraggio della fauna macrobentonica, individuando due modulate secondo il richiamato criterio monte / valle;</p> <p>- per la fauna ittica approfondire la metodologia di campionamento in occasione della comunicazione relativa alla posizione definitiva delle stazioni di campionamento, indicando in anticipo la serie storica con cui si effettuerà la comparazione dei dati di fauna ittica, e valutando le tecniche di monitoraggio e le indicazioni operative previste nel manuale ISPRA 141/2016 per le specie target;</p> <p>- rendere complementare e non sostitutiva la metodologia (Caravaggio e IQMm) dei metodi ufficiali di ARPA Lombardia;</p> <p>e. monitorare per l’avifauna monitorare la composizione specifica a seguito della realizzazione dei pennelli, rendendo disponibili i risultati anche alla Struttura Natura e Biodiversità di Regione Lombardia, man mano che essi verranno predisposti;</p> <p>f. effettuare per l’erpetofauna almeno tre rilievi / anno per tutte le specie e per l’avifauna da 6 a 8 campagne annuali nel periodo marzo-ottobre, prevedendo anche campagne nel periodo gennaio-febbraio se presente avifauna svernante.</p> <p>g. estendere il monitoraggio post operam per la matrice biodiversità ad almeno tre annualità non consecutive, al fine di verificare eventuali trend in atto;</p> <p>h. prima dell’inizio dei lavori presentare alla Regione Emilia- Romagna (Servizio Valutazione Impatto e Promozione Sostenibilità Ambientale), ad Arpae SAC Ferrara e ad Ausl Ferrara il programma dei monitoraggi e il piano di emergenza da attuarsi in caso di sversamenti accidentali sul suolo o nelle acque per la fase di cantiere;</p> <p>i. considerare gli habitat e le specie di interesse comunitario (direttamente e indirettamente) interferiti, attraverso una specifica fase ricognitiva ante operam di tali habitat e specie ovvero habitat di specie presenti (anche parzialmente) nell’intero ambito di influenza del progetto in argomento (tra Castelnovo Bariano e Occhiobello e quindi non solo in corrispondenza delle opere idrauliche);</p> <p>j. prevedere la proroga della durata del monitoraggio post operam, qualora gli esiti evidenziassero il venir meno delle condizioni sufficienti al mantenimento nel lungo termine dei predetti habitat e specie di interesse comunitario (secondo i valori del grado di conservazione localmente espressi);</p> <p>k. fornire gli esiti del monitoraggio in materia di VInCA (comprensivi di quelli della fase ricognitiva) anche alla Regione Veneto e nel formato vettoriale per i sistemi informativi geografici, in un formato coerente con le specifiche cartografiche regionali (tra cui la D.G.R. n. 1066/2007);</p> <p>l. verificare, per la durata del cantiere, gli eventuali impatti monitorando l’andamento dei livelli di falda nelle aree golenali in corrispondenza dei siti di intervento, mediante l’impiego di piezometri su entrambe le sponde, previa validazione di uno specifico progetto da parte delle ARPA;</p> <p>m. predisporre un monitoraggio, sulla base dei dati già resi disponibili dalle istituzioni, inclusa l’ARPA, dell’andamento meteo-climatico negli anni, della portata del Po e di altri parametri critici per la navigabilità.</p> <p>CONDIZIONE AMBIENTALE N.6 - CANTIERIZZAZIONE - LAVORI</p> <p>Il Proponente dovrà:</p> <p>a. posizionare in alveo tutte le aree di cantiere, in particolare per quanto riguarda l’intervento 7 che si trova in corrispondenza con area boscata in formazione ripariale, per interferire il meno possibile con la vegetazione riparia e conservare i caratteri di naturalità delle sponde;</p> <p>b. aver cura nell’apprestamento e della gestione del cantiere di evitare siti riproduttivi;</p> <p>c. garantire durante tutte le fasi di cantiere la fruibilità e la sicurezza dei percorsi ciclopedonali esistenti lungo l’argine maestro del Po, che rivestono rilievo regionale: Sentiero del Po e ciclabile “Eurovelo n. 8”, approntando opportune segnaletiche, recinzioni e schermature in considerazione del più frequente utilizzo di tali percorsi nel periodo estivo di magra, in concomitanza con l’esecuzione dei lavori;</p> <p>d. nella gestione delle previste aree di deposito [cartelli, recinzioni, scivoli in terra per l’accesso all’alveo, strutture in generale] prevedere sempre la loro integrale rimozione a lavori ultimati e avendo cura nel ripristinare a primitivo decoro le aree interessate.</p> <p>CONDIZIONE AMBIENTALE N.7 - MONITORAGGIO - PROGETTAZIONE ESECUTIVA</p> <p>Il Proponente dovrà:</p> <p>a. predisporre un monitoraggio, sulla base dei dati già resi disponibili dalle istituzioni, inclusa l’ARPA, dell’andamento meteo-climatico negli anni, della portata del Po e di altri parametri critici per la navigabilità.</p>
			<p>MINISTERO DELLA CULTURA</p> <p>ARCHEOLOGIA</p> <p><u>ANTE OPERAM/ LAVORI</u></p> <p>1. Tutti gli interventi previsti in provincia di Ferrara dovranno essere sottoposti ad assistenza in corso d'opera;</p> <p>2. Si prescrive ai fini della tutela di eventuali materiali ancora presenti e non fluitati dalla corrente del fiume, l'assistenza in corso d'opera ai lavori di dragaggio e al vaglio degli inerti prelevati in loco in corrispondenza dell'intervento previsto, in quanto la localizzazione dei rinvenimenti noti riguarda primariamente evidenze in alta quota e collocate fuori dall'alveo fluviale quale descritto dall'argine;</p> <p>3. Per il tratto ricadente in provincia di Rovigo, tutti gli interventi dovranno essere eseguiti con assistenza archeologica in corso d'opera, e che, in corrispondenza dei due punti di intervento localizzati nei comuni di Calto e Gaiba, siano eseguiti carotaggi preventivi, ai sensi dell'art. 25, c.8, lett. a) del D.Lgs. 50/2016, al fine di ottenere informazioni utili alla localizzazione, estensione e consistenza stratigrafica dei rinvenimenti archologici limitrofi noti. A seguito dei carotaggi, in cari di rinvenimenti di particolare interesse ed entità, potranno essere richiesti ulteriori sondaggi e scavi in estensione ai sensi dell'art. 25, c.8, lett.c) del D.Lgs. 50/2016.</p>
	TUTELA PAESAGGISTICA	<u>PROGETTAZIONE ESECUTIVA</u>	<p>4. Per quanto riguarda l'intervento n.1 nei pressi dell'abitato di Sermide, considerata l'elevata visibilità dal ponte della S.P. 34bis, nei periodi di maggiore esposizione, e l'impossibilità di mitigazione, dovrà essere valutata la possibilità di ridurre il numero di pennelli o di ridurne la lunghezza, compatibilmente con le esigenze di natura tecnica.</p>
		<u>ANTE OPERAM/LAVORI</u>	<p>5. Dovrà essere ridotto al minimo indispensabile l'impatto sugli elementi vegetali presenti nelle zone golenali e sulle sponde, al fine di tutelare i caratteri di naturalità di tali aree anche durante la fase di cantiere;</p> <p>6. La viabilità di cantiere, se di nuova definizione, non dovrà essere realizzata con manto bituminoso o altro tipo di materiale di tipo permanente. I percorsi di cui si prevede il mantenimento a scopi manutentivi, se non tracciati semplicemente in terra, potranno essere realizzati in pietrisco stabilizzato, con le stesse caratteristiche delle strade bianche d'argine.</p>
		<u>LAVORI</u>	<p>7. Ripristino delle alberature abbattute nelle aree golenali e/o sulle sponde (es. pioppi) e ricostituzione dello stato naturale dei luoghi per quanto riguarda la viabilità di cantiere di cui non è previsto il mantenimento a scopi manutentivi.</p>
		<u>POST OPERAM</u>	<p>8. La condizione di visibilità delle opere delle strade d'argine dovrà sempre essere mitigata attraverso il mantenimento di elementi vegetali (alberature, pioppeti, arbusti, ecc.) nelle aree golenali e, in generale, lungo le sponde dove dovrà essere favorita la formazione di vegetazione spontanea. Tale condizione risulta particolarmente significativa laddove le strade d'argine si avvicinano alla riva: la posizione sopraelevata, infatti, in condizione di scarsa copertura vegetale, consentirebbe una visibilità elevata dei pennelli nei periodi di maggior esposizione.</p>

RIEPILOGO DELLE PRESCRIZIONI E DELLE RICHIESTE DEL DECRETO V.I.A.			
ENTE RICHIEDENTE	ASPETTO DI RIFERIMENTO	FASE PROGETTUALE/LAVORI	PRESCRIZIONE/RICHIESTA
			9. Qualora gli interventi proposti dovessero determinare la formazione di spiaggette tra i vari pennelli visibili per gran parte dell'anno, sarebbe preferibile, se realizzabile per esempio attraverso le attività di manutenzione e dragaggio dell'alveo, che le stesse avessero un aspetto naturale, evitando l'effetto "a pettine" visibile nel citato esempio del fiume Elba.
		<u>ANTE OPERAM/LAVORI/ESERCIZIO</u>	10. Considerato che il fine delle opere in progetto è condizionato al mutamento dell'attuale flusso di sedimentazione del materiale trasportato dalle acque, per consentire la creazione di un'area centrale dell'alveo idonea alla navigazione, è necessario che in corso di realizzazione delle opere, dovranno essere previsti interventi aggiuntivi di mitigazione in corrispondenza delle parti affioranti dei pennelli, anticipando artificialmente il naturale deposito di limi e sabbie negli interstizi del pietrame che li compongono, producendo un aspetto il più possibile omogeneo e naturale dei nuovi "spiaggioni". In fase di esercizio, dovrà essere previsto un costante controllo tramite le misure di mitigazione e compensazione del Pinao di Monitoraggio Ambientale (PMA) e del Piano degli Interventi di Rinaturazione (PIR), con l'obiettivo di minimizzare la presenza dei pennelli, garantendo costantemente l'omogeneità del deposito sulle sponde di nuova formazione.
REGIONE VENETO	CANTIERE E REALIZZAZIONE	<u>PROGETTAZIONE ESECUTIVA</u>	<p>Occorre specificare la provenienza del pietrame per la costituzione dei pennelli.</p> <p>1. Relativamente alle motivazioni che portano alla scelta della metodologia di campionamento (per aree e non per tratti lineari come suggerito dalle Linee Guida SNPA 22/2019), si ritiene che le stesse siano condivisibili. Tuttavia, a pag. 6 del documento relativo alla terre e rocce "Piano preliminare di utilizzo", relativamente ai valori di fondo si evidenzia che in generale è previsto che tali valori siano determinati e quindi confrontati con i valori rilevati; in assenza non esiste certezza che il superamento sia di origine naturale o antropica. Si ricorda che nell'ambito della Regione Veneto è possibile utilizzare quale documento di riferimento la pubblicazione ARPAV "Metalli e metalloidi" edizione 2019, reperibile nel sito di ARPAV.</p> <p>2. Relativamente alla profondità di campionamento si evidenzia che il DPR n. 120/17 prevede campioni ad almeno 3 profondità per scavi superiori ai 3 metri. La profondità dei vari interventi non è indicata ma se è superiore ai 2 metri, andrebbero meglio dettagliate le modalità di campionamento in condizione di sommersione.</p> <p>In riferimento al Set analitico proposto al paragrafo 5.2 si ritiene necessario aggiungere il parametro IPA visti i potenziali impatti presenti sul corso d'acqua (es. scarichi civili e industriali); al fine di limitare il numero di analisi senza compromettere una sufficiente caratterizzazione ambientale si propone di analizzare almeno un campione per ogni pennello realizzato. Allo stesso tempo si suggerisce di indagare il parametro amianto solo in presenza di materiali di riporto come indicato dalle Linee Guida SNPA: "la determinazione del parametro amianto è sempre necessaria nel caso di presenza di materiali di riporto o per scavi eseguiti in vicinanza a strutture in cui sono presenti materiali contenenti amianto (art. 4 commi 3-4 DPR 120/2017), oppure nel caso di materiali con presenza di amianto naturale (rocce ofiolitiche e loro prodotti di detrizione).</p> <p>Infine si ricorda che in Veneto è consuetudine che i ten-eni scavati in corsi d'acqua siano associati ai limiti di colonna B, dell'allegato 5 della parte IV del D.Lgs 152/06 ma nel testo unico ambientale- parte IV, titolo V, che presenta limiti diversi a seconda della specifica destinazione urbanistica, i corsi d'acqua non sono esplicitamente citati. Nell'ambito dell'istruttoria è da chiarire con le altre amministrazioni presenti quale siano i limiti da rispettare (colonna A piuttosto che colonna B). In entrambi i casi si deve ricordare al proponente che, all'esito dei risultati analitici, il terreno che risultasse superiore ai limiti di riferimento per l'area oggetto di scavo dovrà essere gestito in base alla normativa (se superiore a colonna B, la normativa dei rifiuti).</p> <p>3. In fase di progettazione esecutiva devono essere pianificate eventuali operazioni di dragaggio nelle zone ove si sono previsti fenomeni di deposizione di sedimenti, a tergo dei pennelli, in prossimità di pontili o altre opere di interesse locale presenti nelle aree di sponda.</p> <p>4. La viabilità locale dei mezzi pesanti deve essere concordata con i comuni di localizzazione anche al fine di poter rilevare e tener in conto eventuali elementi di criticità del sistema viario.</p> <p>5. Il proponente fornisce alcune informazioni generali circa la ricostituzione dei filari di sponda, senza fornire una dettagliata descrizione degli interventi previsti. Dichiara che andrà a sviluppare nel dettaglio la progettazione degli interventi nelle fase successiva di progetto esecutivo. Si ritiene che debba essere posta particolare attenzione a questo aspetto di notevole importanza.</p> <p>6. Relativamente al Piano di Monitoraggio Ambientale si ribadisce quanto indicato nel parere del comitato VIA n.124/2020; in particolare la necessità di prevedere 1 anno di Ante Operam. Pertanto l'indicazione del numero, dei parametri e della localizzazione dei punti di campionamento per le varie matrici ambientali andrà definita in fase di progettazione esecutiva con le ARPA territorialmente competenti.</p> <p>Inoltre si riprende quanto indicato nel parere in sede di comitato VIA: il monitoraggio post operam per la matrice biodiversità dovrà essere esteso ad almeno 3 annualità non consecutive e non 2 come proposto dal proponente, al fine di verificare eventuali trend in atto.</p> <p>7. Ribadendo il fatto che la competenza in materia di valutazione di incidenza è della VIA nazionale, si conferma quanto già detto con il precedente parere. Pertanto, il progetto in argomento (sia rispetto alla realizzazione delle opere idrauliche e degli interventi complementari e sia rispetto la fase di esercizio) non dovrà comportare il coinvolgimento (diretto e indiretto, anche temporaneo) degli habitat di interesse comunitario e dovrà consentire il mantenimento dell'idoneità degli ambienti ricadenti nell'ambito di influenza rispetto alle specie di interesse comunitario di cui è possibile o accertata la presenza in tale ambito secondo la D.G.R. n. 2200/2014 (ovvero andranno acquisite e mantenute superfici di equivalente idoneità).</p> <p>Al fine del controllo degli effetti sugli elementi oggetto di tutela, il previsto monitoraggio ambientale dovrebbe considerare gli habitat e le specie di interesse comunitario (direttamente e indirettamente) interferiti. Ciò implica altresì una specifica fase ricognitiva ante operam di tali habitat e specie ovvero habitat di specie presenti (anche parzialmente) nell'intero ambito di influenza del progetto in argomento (tra Castelnuovo Bariano e Occhiobello e quindi non solo in corrispondenza delle opere idrauliche). Per la durata del monitoraggio post operam dovrebbe essere prevista la proroga qualora gli esiti evidenziassero il venir meno delle condizioni sufficienti al mantenimento nel lungo termine dei predetti habitat e specie di interesse comunitario (secondo i valori del grado di conservazione localmente espressi). Gli esiti del monitoraggio (comprensivi di quelli della fase ricognitiva) andranno forniti anche alla Regione V eneto e nel formato vettoriale per i sistemi informativi geografici, in un formato coerente con le specifiche cartografiche regionali (tra cui la D.G.R. n. 1066/2007).</p> <p>In aggiunta al precedente parere si introduce infine una ulteriore osservazione in materia di gestione dei siti di Rete Natura 2000 (rispondente agli obblighi degli artt. 3 e 6, par. 2, della Direttiva 92/43/Cee) volta al miglioramento dell'integrità dei siti natura 2000 per le interferenze, anche temporanee, nella realizzazione dell'opera. In tal senso, se in coerenza con ulteriori interventi localizzati sui territori delle altre Regioni interessate, a favore degli habitat e degli habitat di specie, potrebbero essere previsti interventi di miglioramento della componente riparia (a partire da quella forestale) al fine di recuperare complessivamente il geosigmeto igrofilo della vegetazione ripariale (Salicion albae, Populion albae, Alno-Ulmion), adeguando gli interventi in parola all'articolazione delle fitocenosi lungo il gradiente trasversale, alla scelta delle specie da impiegare e al relativo rapporto di abbondanza/dominanza. In via preferenziale, questi interventi potrebbero realizzarsi sia in corrispondenza e nelle aree di prossimità (almeno 500 m a monte e a valle) delle opere idrauliche e sia in corrispondenza delle principali aree golenali (Castelnuovo Bariano, Calto, Ficarolo, Gaiba, Stienta e Occhiobello).</p>
REGIONE EMILIA ROMAGNA	CENTRALE IDROELETTRICA DI PONTELOAGOSCURO	<u>PROGETTO ESECUTIVO/ESERCIZIO</u>	1. dovrà essere garantita la funzionalità delle opere di presa di Pontelagoscuro, sia in periodo di magra (-7,30 sullo zero idrometrico è la quota minima a cui lavorano le opere di presa, da -6,5 vengono predisposte pompe galleggianti) che di piena (livelli di sommergibilità del pontile -3,00/- 3,50 sullo zero idrometrico); 2. Gli aspetti di cui al punto 1 dovranno essere approfonditi nella progettazione esecutiva delle opere.
	CANTIERI E VIABILITA' DI ACCESSO	<u>PROGETTAZIONE ESECUTIVA</u>	1. dovrà essere concordata con i Comuni interessati la viabilità dei mezzi pesanti da utilizzare al fine di tenere in conto eventuali elementi di criticità e fermo restando la necessità di privilegiare il trasporto via acqua dove possibile.
	INTERFERENZE SITO RETE NATURA 2000	<u>PROGETTAZIONE ESECUTIVA</u>	1. Si chiede che il Piano degli Interventi di Rinaturazione (PIR) nelle aree golenali sia concordato preventivamente con il Servizio Aree protette, foreste e sviluppo della montagna della Regione Emilia-Romagna; in particolare per quanto riguarda l'ubicazione, l'estensione delle aree golenali coinvolte e la tipologia degli interventi di rinaturalizzazione necessari.
	INIZIO LAVORI E MONITORAGGI AMBIENTALI	<u>CANTIERE</u>	1. Durante la realizzazione dei lavori, si dovrà trasmettere ad ARPAE SAC di Ferrara e all'Ente Gestore degli impianti di potabilizzazione, il calendario degli interventi (giornale dei lavori), comunicando, almeno 15 giorni prima, l'inizio e la fine delle lavorazioni potenzialmente impattanti sulle acque superficiali interessate dalle attività di costruzione.

RIEPILOGO DELLE PRESCRIZIONI E DELLE RICHIESTE DEL DECRETO V.I.A.			
ENTE RICHIEDENTE	ASPETTO DI RIFERIMENTO	FASE PROGETTUALE/LAVORI	PRESCRIZIONE/RICHIESTA
			2. Prima dell'inizio dei lavori dovranno essere presentati alla Regione E.R. (servizio VIPSA), ad ARPAE SAC Ferrara ed AUSL Ferrara il programma dei monitoraggi e il piano di emergenza da attuarsi in caso di sversamenti accidentali sul suolo o nelle acque per la fase di cantiere.
	TERRE E ROCCE DA SCAVO	<u>PROGETTAZIONE ESECUTIVA / REALIZZAZIONE</u>	1. la campagna di indagini volta alla caratterizzazione delle terre e rocce da scavo potrà essere effettuata solamente in seguito alla conclusione del procedimento di autorizzazione ambientale con una caratterizzazione ambientale (tali campagne devono essere effettuate quando i livelli del fiume Po consentono di poter raggiungere i livelli dell'alveo in corrispondenza delle opere in progetto). 2. il periodo di esecuzione della campagna di indagini può incidere sui risultati della stessa e tali valutazioni devono essere effettuate in un periodo a ridosso delle operazioni di realizzazione delle opere per avere un quadro più preciso possibile della situazione chimico-fisica delle terre oggetto di scavi e movimentazioni.
	CRONOPROGRAMMA - RIFIUTI - RUMORE	<u>PROGETTAZIONE ESECUTIVA /REALIZZAZIONE</u>	1. Nell'eventualità che il cronoprogramma dei lavori presentato dovesse subire sostanziali variazioni e modifiche, dovrà essere tempestivamente informata ARPAE SAC di Ferrara; 2. in fase attuativa e nelle operazioni di cantiere si raccomanda particolare attenzione per garantire il rispetto delle prescrizioni e condizioni di cui agli artt. 25 e 27 quater del PTCP della Provincia di Ferrara; 3. nella fase di progettazione esecutiva si ritiene opportuno individuare tutte le tipologie di rifiuti prodotti durante le lavorazioni; 4. in fase di cantiere dovranno essere adottati tutti i provvedimenti idonei a limitare la rumorosità.
REGIONE LOMBARDIA	ATMOSFERA	<u>CANTIERE</u>	Si raccomanda di limitare la velocità dei mezzi di trasporto nei cantieri (orientativamente a 30 km/h) qualora debbano transitare su strade sterrate in prossimità dei recettori, nonché di favorire ove possibile la modalità di trasporto del materiale per via d'acqua.
	RUMORE	<u>CANTIERE</u>	1. le eventuali attività che venissero svolte in periodo notturno rispettino i limiti di rumore compreso il limite del criterio differenziale; 2. sia data informazione alla popolazione interessata della collocazione temporale e durata delle attività con evidenziazione di quelle che potrebbero essere particolarmente disturbanti per il rumore prodotto
	AMBIENTE IDRICO	<u>PROGETTAZIONE ESECUTIVA</u>	il PMA si riferirà, per le strategie di mitigazione, agli specifici Piani Nazionali di gestione delle specie aliene che ISPRA sta elaborando di concerto con Università e Società Scientifiche
	COMPONENTI NATURALISTICHE E BIODIVERSITA'	<u>PROGETTAZIONE ESECUTIVA</u>	Relativamente agli aspetti di vegetazione ed habitat, nello s.i.a. si fa riferimento unicamente alla bibliografia esistente e, su quella base, si ipotizzano impatti e mitigazioni. Per quanto riguarda la vegetazione e la flora (FV), la fauna (FA) e la biodiversità ed ecosistemi (EC) gli impatti sono considerati “trascurabili o “non significativi” in corso d’opera e “minori” in fase di esercizio. Nella richiesta di integrazioni è stato richiesto di chiarire la motivazione per cui non siano state realizzate specifiche indagini di campo. Il proponente ha integrato la documentazione specificando che verrà demandata alla fase di monitoraggio ante operam (AO) la caratterizzazione locale degli habitat, ai fini della redazione del Piano degli interventi di rinaturazione [PIR – vedi al successivo par. 2.11]], che “sarà elaborato come allegato alla prima redazione del piano di aggiornamento delle conoscenze ambientali”. Si ribadisce quindi che “le operazioni di rinaturazione saranno primariamente finalizzate al miglioramento strutturale e compositazionale delle formazioni arboree ripariali, mediante per esempio il contenimento delle specie aliene invasive”. I riferimenti sulla presenza e valutazione dello stato di conservazione di specie e habitat sono stati aggiornati sulla base di quanto già disponibile dell’ultima fase di reporting ai sensi dell’ex art. 17 della “Direttiva habitat” (DH) relativa al periodo 2013- 2018. Per quanto riguarda l’impatto inerente al rischio di diffusione di specie e vegetazione alloctona (impatto FVES2), ulteriore oggetto di richiesta di chiarimenti - il proponente ha dato riscontro dettagliando il contesto vegetazionale delle sponde del fiume Po, senza tuttavia effettuare sopralluoghi specifici, sottolineando la forte presenza di vegetazione alloctona pregressa, documentata da studi specialistici (es. Bolpagni 2013, Poldini et al., 2011). A tal proposito, ha riportato i riferimenti a due documenti importanti per il contenimento della vegetazione alloctona, ossia i Piani Nazionali di gestione delle specie aliene di rilevanza unionale e/o nazionale redatte da parte del MITE, e le schede di gestione delle alloctone sviluppate nell’ambito del Progetto Life Gestire 2020 da parte di Regione Lombardia. Tali linee guida verranno utilizzate nel Piano di monitoraggio ambientale (PMA) per le opportune strategie di mitigazione. I sopralluoghi specifici vengono perciò demandati alla fase di monitoraggio AO, esplicitata appunto nel PMA allegato alle integrazioni. Per l’avifauna sarà di particolare interesse monitorare la composizione specifica a seguito della realizzazione dei pennelli, che porterà verosimilmente, come riportato nel PMA, ad un “cambio di habitat (un ampliamento locale degli habitat tuttora presenti) che potrebbe, dunque, attrarre specie di uccelli non presenti o che non utilizzano attualmente le aree prossime ai Gruppi di Intervento”. Anche in questo caso, per l’eventuale presenza della Sterna comune (Sterna hirundo) e del Fraticello (Sterna albifrons), verranno messe in atto le indicazioni metodologiche predisposte con il progetto Life Gestire 2020. Si concorda di monitorare le dinamiche idrogeomorfologiche attraverso il ricorso a “tecniche di telerilevamento, integrando rilievi LIDAR con immagini satellitari (a media ed elevata risoluzione), e specifiche campagne di rilievo in situ, tra cui la scansione batimetrica dei fondali” e si chiede, a tal proposito, che le informazioni ottenute con tali strumenti vengano comparate con i risultati ottenuti con il sistema IDRAIM che - sebbene abbia “limiti conoscitivi / interpretativi” per questi ambienti fluviali così ampi, così come dichiarato dal proponente - ha tuttavia il vantaggio di essere un metodo standardizzato e utilizzato, anche ai fini della classificazione dei Corpi Idrici, su ampia scala nel territorio del distretto idrografico. E' in ogni caso necessario, in concomitanza con le fasi successive di progettazione, dettagliare il PMA condividendolo con Regione Lombardia. Si evidenzia infine la necessità di perseguire la coerenza tra il progetto in valutazione e quello di “Rinaturazione Po” previsto nell’ambito dei progetti del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza.
	PAESAGGIO	<u>PROGETTAZIONE ESECUTIVA/CANTIERE</u>	Per quanto riguarda invece le aree di cantiere, il deposito materiali e la viabilità interessata per l’approvvigionamento del materiale, si ritiene necessario fornire alcune indicazioni al fine di una maggior tutela della fascia di rispetto del fiume Po, in coerenza con quanto stabilito dall’art. 142.1, lett. c) e con le indicazioni del Piano paesaggistico regionale (PPR), da tenere presenti nei successivi sviluppi esecutivi del progetto; segnatamente: 1. tutte le aree di cantiere dovranno essere posizionate in alveo, in particolare per quanto riguarda l’intervento 7 che si trova in corrispondenza con area boscata in formazione ripariale [cfr. sistema informativo regionale beni ambientali – SIBA], tutelata ex 142.1 lett. g), per interferire il meno possibile con la vegetazione riparia e conservare i caratteri di naturalità delle sponde; 2. durante tutte le fasi di cantiere dovrà essere garantita la fruibilità e la sicurezza dei percorsi ciclopedonali esistenti lungo l’argine maestro del Po, che rivestono rilievo regionale: Sentiero del Po [art.26 delle n.t.a. del PPR] e ciclabile “Eurovelo n. 8”; si richiede pertanto di approntare opportune segnaletiche, recinzioni e schermature in considerazione del più frequente utilizzo di tali percorsi nel periodo estivo di magra, in concomitanza con l’esecuzione dei lavori; 3. deve essere posta particolare attenzione nella gestione delle previste aree di deposito [cartelli, recinzioni, scivoli in terra per l'accesso all'alveo, strutture in generale] prevedendo sempre la loro integrale rimozione a lavori ultimati e avendo cura nel ripristinare a primitivo decoro le aree interessate.
	CANTIERIZZAZIONE	<u>PROGETTAZIONE ESECUTIVA</u>	Poiché tuttavia questo tratto del Po è già diffusamente interessato dalla presenza di specie altamente invasive [ad es. tra le vegetali terrestri, Amorpha fruticosa, Sicyos angulatus e Humulus japonicus], il proponente intende definire indicazioni di pronto intervento, contenimento ed eliminazione in condizioni di sicurezza degli individui e popolamenti alieni individuati nelle aree di cantiere. Le indicazioni di dettaglio dovranno essere redatte nell’ambito delle attività della prima fase di attuazione del PMA, in modo che possano essere sviluppate e implementate “sulla base di dati aggiornati sulla presenza e diffusione delle specie vegetali aliene invasive nelle aree di cantiere (nell’ambito del Piano generale dei monitoraggi ambientali – PGMA)” [v. nel successivo paragrafo dedicato]. I riferimenti per tale sviluppo – esplicitati nella documentazione integrativa - sono costituiti dalle “liste nere” regionali, nazionale ed europea e dalle specifiche linee guida delle Regioni Piemonte e Lombardia volte alla gestione e al controllo delle specie esotiche nei cantieri con movimento terra.
	GESTIONE DELLE TERRE	<u>PROGETTAZIONE ESECUTIVA</u>	La caratterizzazione ex d.p.r. 120/2017 e d.lgs. 152/2006 dovrà essere puntualmente eseguita in sede di progetto esecutivo e comunque prima della realizzazione dei singoli interventi in progetto.

RIEPILOGO DELLE PRESCRIZIONI E DELLE RICHIESTE DEL DECRETO V.I.A.			
ENTE RICHIEDENTE	ASPETTO DI RIFERIMENTO	FASE PROGETTUALE/LAVORI	PRESCRIZIONE/RICHIESTA
	MISURE DI MITIGAZIONE E COMPENSAZIONE (PMA)	<u>PROGETTAZIONE ESECUTIVA</u>	<p>1. Circa l’impatto “riduzione della connettività” – al quale nello s.i.a. è stata associata la misura consistente nel ricreare fasce, corridoi ecologici di riconnessione ove ritenuto possibile e utile a supporto della ricostruzione delle connettività locale – il riscontro alla richiesta di “adeguatamente descrivere e illustrare in che modo la creazione di nuovi elementi di connessione ecologica risulterà efficace nell’ottica di potenziamento delle rete ecologica locale”, non appare sufficientemente articolata nella documentazione integrativa.</p> <p>E’ quindi necessario che tale aspetto venga affinato, in parallelo allo sviluppo esecutivo del PMA, e sottoposto a verifica di ottemperanza.</p> <p>2. Si ritiene che – diversamente da quanto indicato nel PMA - il monitoraggio dell' "alterazione della fauna" debba essere svolto in tutte le fasi dell’opera. Le fasi di AO e CO risultano, infatti, importanti anche per definire le eventuali azioni mitigative da mettere in atto. In particolare, il monitoraggio in CO permette di valutare in modo tempestivo la messa in atto di tali azioni per contrastare eventuali impatti causati dalle azioni del progetto sulle specie faunistiche monitorate, in particolare quelle sensibili oggetto di tutela.</p> <p>Rispetto alle frequenze proposte nel PMA si ritiene necessario effettuare:</p> <ul style="list-style-type: none">- per l’erpetofauna almeno tre rilievi / anno per tutte le specie;- per l’avifauna da 6 a 8 campagne annuali nel periodo marzo-ottobre, prevedendo anche campagne nel periodo gennaio-febbraio se presente avifauna svernante. <p>3. Riguardo all'ambiente idrico, si ritiene necessario inserire nello sviluppo attuativo del PMA:</p> <ul style="list-style-type: none">- stazioni di monitoraggio: la loro localizzazione andrà definita individuando due stazioni secondo la logica monte / valle rispetto alle opere previste nel tratto di Sermide e Felonica, cioè a monte dell’ambito di intervento 3 e a valle del 7;- parametri chimici: oltre ai parametri di campo, alla torbidità / solidi sospesi e agli idrocarburi nel caso di sversamenti accidentali, occorre - in considerazione dei significativi interventi sulle caratteristiche morfologiche del fiume, che possono avere conseguenze sulla sua capacità auto depurativa - monitorare anche i nutrienti azoto e fosforo con frequenza trimestrale;- elementi biologici – macroinvertebrati: a causa dell’interferenza delle azioni di progetto con la stazione ARPA di Felonica, non è superfluo effettuare il monitoraggio della fauna macrobentonica, che è quindi opportuno prevedere individuando due modulate secondo il richiamato criterio monte / valle;- fauna ittica - considerate le dimensioni e non guadabilità del fiume, si concorda con il proponente di effettuare i campionamenti della fauna ittica una volta in AO ed una volta in PO, sia nella stazione di monte che di valle, con le determinazioni dei parametri riportati nel PMA presentato e con particolare riguardo per le specie di interesse comunitario; la metodologia di campionamento dovrà essere meglio descritta in occasione della comunicazione relativa alla posizione definitiva delle stazioni di campionamento (occorre inoltre indicare in anticipo la serie storica con cui si effettuerà la comparazione dei dati di fauna ittica, e valutare le tecniche di monitoraggio e le indicazioni operative previste nel manuale ISPRA 141/2016 per le specie target);- elementi idromorfologici: viene prospettato l'utilizzo di tecniche di telerilevamento, integrando rilievi LIDAR con immagini satellitari e specifiche campagne di rilievo in situ, che consentono elevate precisioni e risoluzioni spazio-temporali, permettendo ricostruzioni DEM dal cui confronto sarà possibile quantificare differenze topografiche, superando i limiti conoscitivi / interpretativi spesso associati al ricorso ad indicatori di assetto riferiti a sezioni o tratti limitati di corso fluviale; si ritiene tale metodologia complementare ma non sostitutiva dei metodi ufficiali (Caravaggio e IQMm) indicati nel sopra citato documento di ARPA Lombardia. <p>Si richiama che un sistema complesso come quello legato al Po influenza la circolazione idrica sotterranea nell’intorno; dai dati a disposizione di ARPA Lombardia risulta che le soggiacenze in alcuni piezometri, anche relativamente profondi, posti lungo il corso del fiume vengono influenzate dal suo livello; la regimazione e l’abbassamento del fondale nel canale centrale potrebbe avere effetti sugli andamenti delle soggiacenze della falda; si ritiene quindi necessario verificare e gli eventuali impatti monitorando l’andamento di livelli di falda nelle aree golenali in corrispondenza dei siti di intervento, mediante la terebrazione di almeno due piezometri per sponda dotati di misuratore di livello in continuo.</p> <p>Si ritiene che il richiesto sviluppo del PMA possa essere effettuato contestualmente alla redazione del progetto esecutivo. E’ in ogni caso necessario, in concomitanza con le fasi successive di progettazione, che lo sviluppo di dettaglio del PMA sia condiviso - oltre che con il MITE – con le Regioni interessate, alle quali dovrà essere presentato con congruo anticipo rispetto all’inizio delle attività.</p> <p>E’ opportuno richiamare e sottolineare che nel PMA:dovranno essere specificate anche le modalità di elaborazione dei dati, di redazione dei report e le relative cadenze temporali, nonché la definizione degli interventi correttivi e/o delle ulteriori azioni di mitigazione da effettuare nel caso si rilevassero impatti non previsti o di peso significativamente più rilevante di quanto stimato e valutato;</p> <ul style="list-style-type: none">- la collocazione delle stazioni da monitorare a partire dall’AO dovrà essere supportata da sopralluoghi preventivi per verificare l’idoneità dei siti e la presenza di specie e habitat sensibili oggetto di tutela in prossimità degli interventi;- le frequenze, i periodi e le stazioni dei rilievi dovranno rimanere costanti durante tutti gli anni di monitoraggio per garantire la confrontabilità dei dati raccolti.
PARCO REGIONALE VENETO DEL DELTA DEL PO	VINCA/PIANO DI MONITORAGGIO	<u>PROGETTAZIONE ESECUTIVA</u>	<p>1. Entro e non oltre 60 gg dalla data di eventuale autorizzazione dovrà essere trasmessa all'Ente lo Studio di Incidenza Ambientale in forma di documento unico, completo di tutte le integrazioni prodotte in esito alle osservazioni pervenute ed ai chiarimenti formulati dal proponente a seguito della richiesta del 10 dicembre 2021.</p> <p>2. Entro e non oltre 60 gg dalla data di eventuale autorizzazione dovrà essere trasmessa all'Ente un Piano di Monitoraggio ambientale, a livello esecutivo, per le matrici Fauna, Flora e Vegetazione che dettagli in modo approfondito localizzazione dei punti di monitoraggio, le metodiche di indagine, le tempistiche, le modalità di consegna dei risultati corredato da cartografia georiferita dei punti di monitoraggio. In relazione alla quantità dei punti di monitoraggio si evidenzia che il numero dei punti di monitoraggio proposti dovrà essere in grado di rappresentare in modo significativo l'intero tratto di progetto ricadente all'interno dell'area di competenza dello scrivente Ente gestore. Tale Piano dovrà inoltre prevedere almeno ulteriori 2 punti di "bianco", per ciascuna componente indagata, posti all'esterno dell'area di influenza di progetto. Tale PMA stralcio sarà oggetto di approvazione da parte dello scrivente Ente Gestore che riserva la facoltà di richiedere eventuali integrazioni e modifiche a quanto sarà trasmesso dal Proponente.</p> <p>3. Gli esiti del monitoraggio Ante Operam dovranno essere trasmessi periodicamente trasmessi allo scrivente Ente Gestore che provvederà alla loro valutazione al fine della verifica della coerenza con le assunzioni formulate dal proponente sulle Misure di Conservazione di cui alla DGR 789/2016 e s.m.i. e oltre che per la definizione dei periodi di attività dei cantieri;</p> <p>4. Relativamente alle misure di mitigazione e compensazione il P.I.R. (Piano degli Interventi di Rinaturazione) che il proponente si è impegnato a redigere ad integrazione del P.G.M.A.; dovrà essere trasmesso, a questo ente gestore, entro 3 mesi dall'avvio del Monitoraggio Ambientale e sarà oggetto di preventiva approvazione da parte dello scrivente Ente Gestore per quanto di competenza territoriale. Rimane salva la facoltà di richiedere eventuali integrazioni e modifiche a quanto sarà trasmesso dal Proponente.</p>