

AGENZIA INTERREGIONALE PER IL FIUME PO
UFFICIO OPERATIVO DI MANTOVA
Fiume PO
Comuni di Serravalle a Po e Ostiglia (MN)

classifica A.I.Po : MN-E-1200

**ADEGUAMENTO IN QUOTA DELLA SAGOMA DELL'ARGINATURA MAESTRA
DEL FIUME PO NEI COMUNI DI SERRAVALLE A PO ED OSTIGLIA (MN)**

D.G.R. 542 del 17 settembre 2018 - Interventi PGRA

PROGRAMMA di interventi strutturali idraulici ed idrogeologici in aree individuate a rischio significativo nel Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.)(di concerto con l'assessore Rolfi)

CUP: B72H18000710002

PROGETTO ESECUTIVO
IMPORTO COMPLESSIVO PROGETTO: Euro 4.750.000,00
progettazione esecutiva (ai sensi dell'art. 33 del D.P.R. 05/10/2010, n. 207 e s.mm.ii.)

elaborato D.04	titolo elaborato RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA	data Febbraio 2022
		scala elaborato

REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE
A
B
C

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
Ing. Gaetano La Montagna

COORDINATORE DELLA PROGETTAZIONE
F.E.T. Arch. Lorella Togliani

TECNICO COLLABORATORE:
Geom. Elisabetta Barba

PROGETTAZIONE



bininipartners



Binini Partners S.r.l.
via Gazzata, 4
42121 Reggio Emilia
tel. +39.0522.580.578
tel. +39.0522.580.586

1. Sommario

1. PREMESSA	2
2. CARATTERISTICHE DELLE ARGINATURE MAESTRE DI PO.....	3
2.1. CARATTERISTICHE IDROLOGICHE DEL TRATTO MEDIO-INFERIORE DEL FIUME PO	3
2.2. PROFILI DI PIENA UTILIZZATI PER L'AGGIORNAMENTO DEI VALORI DI FRANCO ARGINALE	4
3. SICUREZZA IDRAULICA ALLO STATO ATTUALE	6
3.1. AGGIORNAMENTO DELLE CONDIZIONI DI SICUREZZA	6
3.2. DETERMINAZIONE TRATTI CRITICITÀ PER LE SEZIONI AIPO DA RILIEVO	8
4. INTERVENTI DI ADEGUAMENTO DELLE SOMMITA' ARGINALI	17
5. BIBLIOGRAFIA	19

1. PREMESSA

Nella presente relazione si espongono le principali caratteristiche idraulico-idrologiche del tratto arginale oggetto d'intervento. Si fa riferimento alla documentazione redatta nel PAI e nel PGRA dell'autorità di bacino del fiume Po.

Al fine di attuare le misure previste nel PGRA per l'ARS distrettuale del Fiume Po, si ritiene necessario procedere ad un aggiornamento delle condizioni di sicurezza delle arginature del Fiume Po funzionale a definire priorità di intervento e sequenze ottimali di realizzazione per garantire condizioni di sicurezza il più possibile omogenee alla scala dell'intera asta fluviale nel rispetto dei criteri fissati dalle direttive specifiche e dalla pianificazione di bacino. In seguito all'aggiornamento delle condizioni di sicurezza idrologica, si procede poi con interventi di adeguamento laddove le condizioni di sicurezza risultano critiche.

2. CARATTERISTICHE DELLE ARGINATURE MAESTRE DI PO

2.1. Caratteristiche idrologiche del tratto medio-inferiore del fiume Po

Per tratto medio-inferiore, nell'analisi delle caratteristiche idrologiche e idrauliche del bacino del Po, si intende il macrotratto compreso fra la confluenza col fiume Tanaro e l'asta principale, fino all'incile del Po di Goro.

L'asta fluviale oggetto dello studio è caratterizzata dalla presenza di rilevati arginali continui, i quali si sviluppano per circa 860 km sull'asta principale e per circa 154 km lungo i rami del delta. Tali manufatti sono realizzati a difesa di circa 7.000 km² di pianura.

I più recenti eventi di piena del 1994 e del 2000, seppur contenuti all'interno delle arginature, hanno sollecitato in modo eccezionale i rilevati arginali evidenziando la necessità di una diversa e più articolata strategia difensiva in luogo del semplice contenimento passivo delle piene.

Nel tratto arginale compreso tra il Mincio e il Delta, l'alveo di piena vede una progressiva riduzione verso valle della sua larghezza, con argini prossimi e paralleli alle sponde, in alcuni punti con distanza molto ridotta (soprattutto in corrispondenza di Revere, Ficarolo, Pontelagoscuro, Polesella).

Per quanto riguarda i valori delle portate di piena da assumere come riferimento per le analisi idrauliche occorre fare riferimento ai valori desumibili dal PAI (Piano Assetto Idrogeologico).

Nel tratto medio ed inferiore, le arginature si presentano pressoché continue lungo entrambe le sponde con alcune interruzioni connesse alla presenza del bordo del terrazzo alto o, a tratti, dove le arginature devono essere ancora completate o sono in corso di completamento per la difesa degli abitati retrostanti (Pieve del Cairo e Sannazzaro de Burgondi, San Cipriano Po, Port'Albera e Arena Po). In tale tratto, fino a circa confluenza Mincio, le arginature delimitano un'ampia regione fluviale (larga da 2 – 3 km fino a anche a 5 km), al cui interno sono presenti numerosi sistemi arginali golenali, di fondamentale importanza per la laminazione delle piene.

Nonostante l'ampiezza della regione fluviale sono presenti alcuni importanti froldi arginali, spesso localizzati in corrispondenza dei principali centri abitati (Cremona, Boretto, Casalmaggiore, ecc.).

A valle di confluenza del Mincio le arginature si avvicinano sempre più fino a diventare un sistema di argini ravvicinati (da circa 1 km fino a circa 500 m), in froldo all'alveo inciso del Po.

2.2. Profili di piena utilizzati per l'aggiornamento dei valori di franco arginale

Il livello di sicurezza delle arginature rispetto al sormonto è rappresentato dal valore del franco idraulico, definito come differenza fra il livello di piena e la sommità arginale.

I profili di piena di riferimento per la verifica dei franchi arginali e per l'individuazione delle necessità di intervento sono definiti nella pianificazione di bacino vigente e aggiornati da ultimo nel PGRA.

I profili generalmente utilizzati per la verifica e l'adeguamento dei franchi arginali sono la SIMPO '82 e il profilo PAI 94+51.

Il profilo di piena SIMPO '82 è stato ricavato attraverso la modellazione numerica (per una condizione di moto non stazionario) con un aumento medio del 10% delle portate al colmo registrate durante la piena del 1951, mentre il profilo PAI 94+51 è ottenuto mediante modellazioni numeriche che sommano il contributo della piena del 1994 ai contributi della piena del 1951.

Nell'ambito dell'intervento di ringrosso e adeguamento arginale in progetto, si considera come piena di riferimento il profilo SIMPO del 1982.

Con la Direttiva "Linee guida per l'esecuzione degli interventi di adeguamento delle arginature di Po sia in corso di esecuzione che di progettazione" (12 agosto 1998) il Magistrato per il Po ha disposto che per il completamento degli adeguamenti in quota delle arginature resosi necessario dopo la piena del 1994 molto gravosa per l'intera asta fluviale, si continuasse ad utilizzare il profilo SIMPO82, verificando, in corrispondenza dei centri abitati, la possibilità di conseguire anche un franco minimo di 50 cm rispetto al profilo PAI.

Al verificarsi infatti di tale evento alluvionale, erano già in corso i lavori di rialzo per l'adeguamento al profilo SIMPO.

In seguito ad una valutazione tecnica e economica di costi e benefici, si convenne che era opportuno proseguire tenendo a riferimento il profilo SIMPO, nel rispetto dei principi di omogeneità e coerenza monte e valle.

3. SICUREZZA IDRAULICA ALLO STATO ATTUALE

3.1. Aggiornamento delle condizioni di sicurezza

L'aggiornamento delle valutazioni della sicurezza rispetto al sormonto, resosi urgente in conseguenza dei numerosi ed estesi interventi di rialzo dopo le piene del 1994 e del 2000, è stato condotto a seguito del rilievo del profilo della sommità arginale e del DTM realizzato da AIPO nel 2015 e si è articolato in tre fasi successive:

- analisi puntuale del valore del franco nei punti estremi delle sezioni trasversali;
- analisi in continuo sull'intero sviluppo arginale;
- integrazione con le conoscenze locali.

Il rilievo del profilo arginale è stato realizzato con strumentazione GPS ed ha reso disponibili le quote di sommità arginale con densità variabile, da alcune decine di metri fino al massimo a cento metri.

Utilizzando i dati di tale rilievo, sono stati aggiornati, per il tratto compreso fra confluenza Ticino e l'incile Po di Goro, i valori dei franchi arginali nei punti estremi di ciascuna delle sezioni trasversali, calcolati, come nella precedente versione rispetto al profilo SIMPo, al profilo PAI e alla piena del 2000.

I valori dei franchi sono stati accorpati in quattro classi di criticità crescenti da un franco superiore o uguale a 1 metro fino a franco inferiore o uguale a 30 cm secondo lo schema seguente:

- assente o nulla: franco $\geq 1,00$ m
- bassa: franco compreso fra 0,70 m e 1 m
- media: franco compreso fra 0,30 m e 0,70 m
- elevata: franco $\leq 0,30$ m

Al fine di consentire una valutazione estesa ad un tratto significativo, il valore del franco su una singola sezione è stato ritenuto omogeneo a monte e a valle della stessa, raccordandolo opportunamente con il valore della sezione immediatamente precedente. Tali valutazioni sono state rappresentate, rispetto al profilo SIMPO e con tre classi di colore su di un cartogramma sintetico.

Tale aggiornamento preliminare ha consentito una prima localizzazione delle criticità principali con riferimento ai singoli comparti idraulici, che risultano localizzate, procedendo da monte verso valle:

- in sponda sinistra nel tratto pavese e lodigiano compreso fra Pieve Porto Morone e la confluenza del fiume Adda,
- in sponda destra per tratti locali nel piacentino fra confluenza Tidone e Trebbia,
- su entrambe le sponde nel tratto mantovano fra confluenza Mincio e Carbonara Po,
- su entrambe le sponde per tratti locali immediatamente a monte dell'incile del Po di Goro.

L'analisi descritta nel precedente paragrafo non consente di evidenziare eventuali criticità nei tratti compresi fra una sezione e l'altra, che distano in numerosi casi fino a circa 3 km e non può quindi essere considerata adeguatamente confidente, per cui si è ritenuto necessario approfondire le analisi in continuo sull'intero sviluppo arginale.

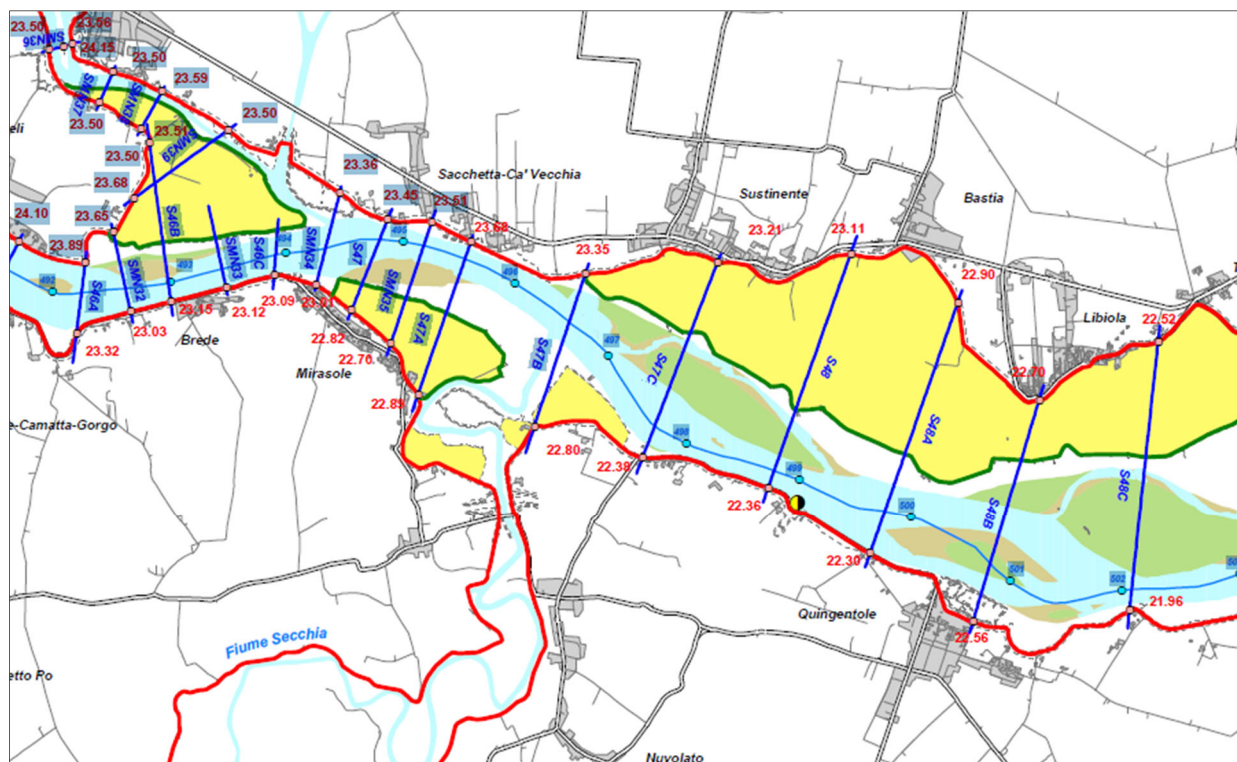
Per tali attività è stato utilizzando il DTM realizzato da AIPO a febbraio 2015 nel tratto compreso fra Cremona ed il mare ed i rilievi delle sommità arginali del 2015 e già sopra descritti, nel tratto confluenza Ticino - Cremona.

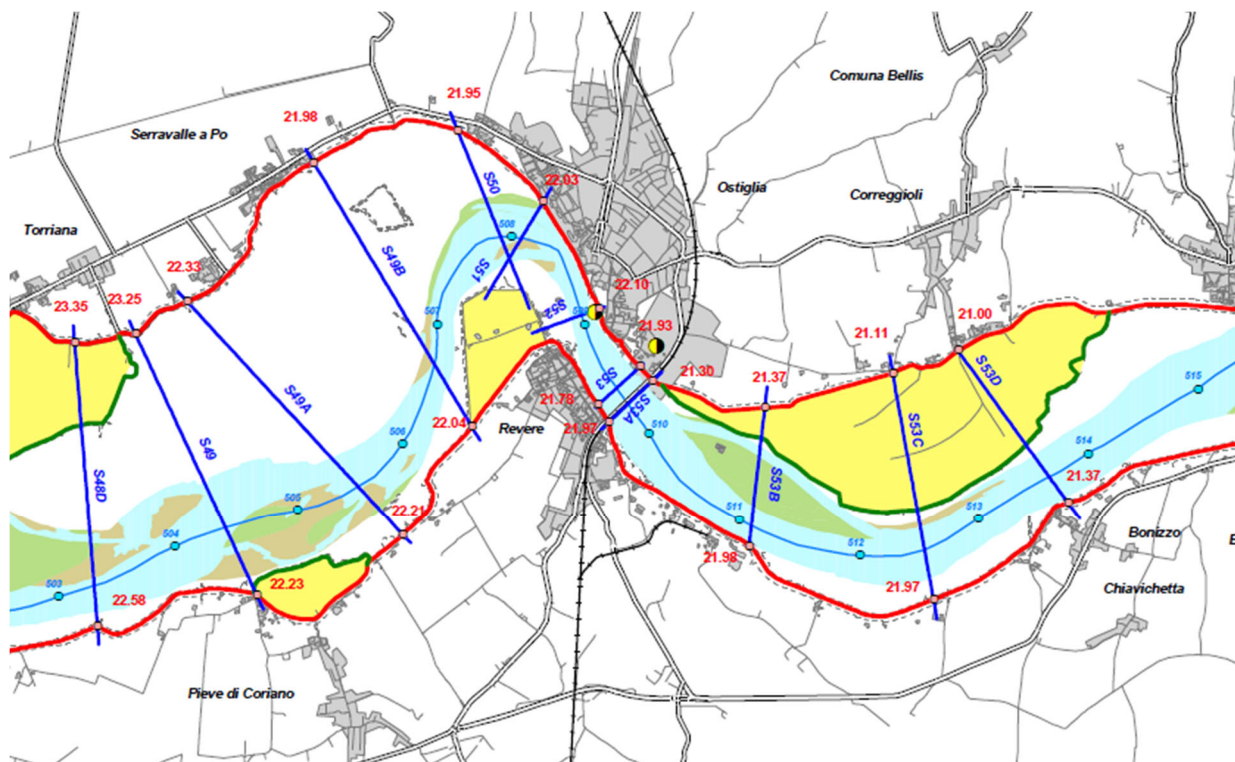
Lungo l'intero sviluppo arginale a valle di confluenza Ticino è stata costruita una superficie interpolante i diversi livelli di piena SIMPO e PAI. A tale superficie, regolarizzata in maglie (grid) di

1 metro è stata sottratta la superficie del terreno derivante dal grid del DTM 2015 o, nel tratto confluenza Ticino - Cremona, da un grid appositamente creato con i punti di livellazione delle sommità arginali. I dati del DTM sono stati inoltre corretti con le informazioni derivanti dalle livellazioni di sommità in tutti quei tratti dove sono presenti muri (ad esempio; confluenza Ongina, Mezzani, Boretto, ecc.) la cui sommità non è stata rilevata con il laserscanner e quindi non è presente nel DTM.

3.2. Determinazione tratti criticità per le sezioni AIPO da rilievo

Al fine di individuare analiticamente, all'interno del tratto arginale in progetto, le zone a differente criticità, sono stati utilizzati i dati ufficiali forniti dall'Autorità di bacino del fiume Po, ovvero le sezioni notevoli che attraversano tutta l'asta del fiume Po alle quali sono riferiti i livelli idrici ottenuti con il profilo di piena SIMPO '82. Le sezioni sono rappresentate nelle due immagini successive:





I dati relativi al livello SIMPO '82 e alla quota arginale delle sezioni ADBPO sono riportati in tabella seguente:

Sezione ADBPO [-]	Livello idrico SIMPO'82 [m slm]	Franco [m]	Quota Argine [m slm]
47B	22,15	1,20	23,35
47C	22,02	1,19	23,21
48	21,87	1,24	23,11
48A	21,82	1,08	22,90
48B	21,78	0,92	22,70
48C	21,72	0,80	22,52
48D	21,67	1,68	23,35

49	21,62	1,63	23,25
49A	21,54	0,69	22,23
49B	21,45	0,53	21,98
50	21,36	0,59	21,95
51	21,16	0,87	22,03
52	21,03	1,07	22,10
53	20,84	1,09	21,93
53A	20,79	0,51	21,30
53B	20,65	0,72	21,37
53C	20,50	0,61	21,11
53D	20,38	0,62	21,00
54	20,16	0,95	21,11
54A	19,96	0,65	20,61
55	19,85	0,59	20,44

Le 31 sezioni del rilievo di AIPO indicate nella tabella successiva, comprendono il tratto dell'intervento in progetto, che parte da monte dell'abitato di Libiola (MN) e termina a valle del paese di Ostiglia (MN), al confine regionale fra Lombardia e Veneto:

Sezione	Distanze cumulate	Quota ciglio
rilievo 1	Sezioni	asfalto
	[m]	[m slm]
1	0,00	22,89
2	407,40	22,72
3	806,65	22,81
4	988,75	22,79

5	1515,56	22,56
6	1920,55	22,53
7	2199,98	22,57
8	2913,47	22,50
9	3594,05	22,36
10	3939,01	22,22
11	4505,96	22,29
12	5006,78	22,22
13	5388,51	22,17
14	5646,85	22,14
15	5932,18	21,95
16	6273,01	21,98
17	6731,20	21,81
18	7093,08	21,98
19	7596,75	21,88
20	8273,93	22,17
21	8720,83	22,09
22	8894,69	22,25
23	9153,22	21,80
24	9362,45	21,98
25	10053,24	21,55
26	10400,51	21,41
27	11117,81	21,15
28	11618,18	21,03
29	12138,59	21,04
30	12544,96	20,86
31	12750,07	21,26

La planimetria di rilievo con le sezioni è riportata nella Tavola P.05 degli elaborati di progetto.

Per determinare i livelli idrici per le sezioni di AIPO, in primo luogo sono stati associati i livelli idrici delle sezioni ADBPO alle sezioni AIPO poste immediatamente a monte di esse. Per le sezioni AIPO restanti si è proceduto calcolando livelli idrici intermedi a partire da quelli noti.

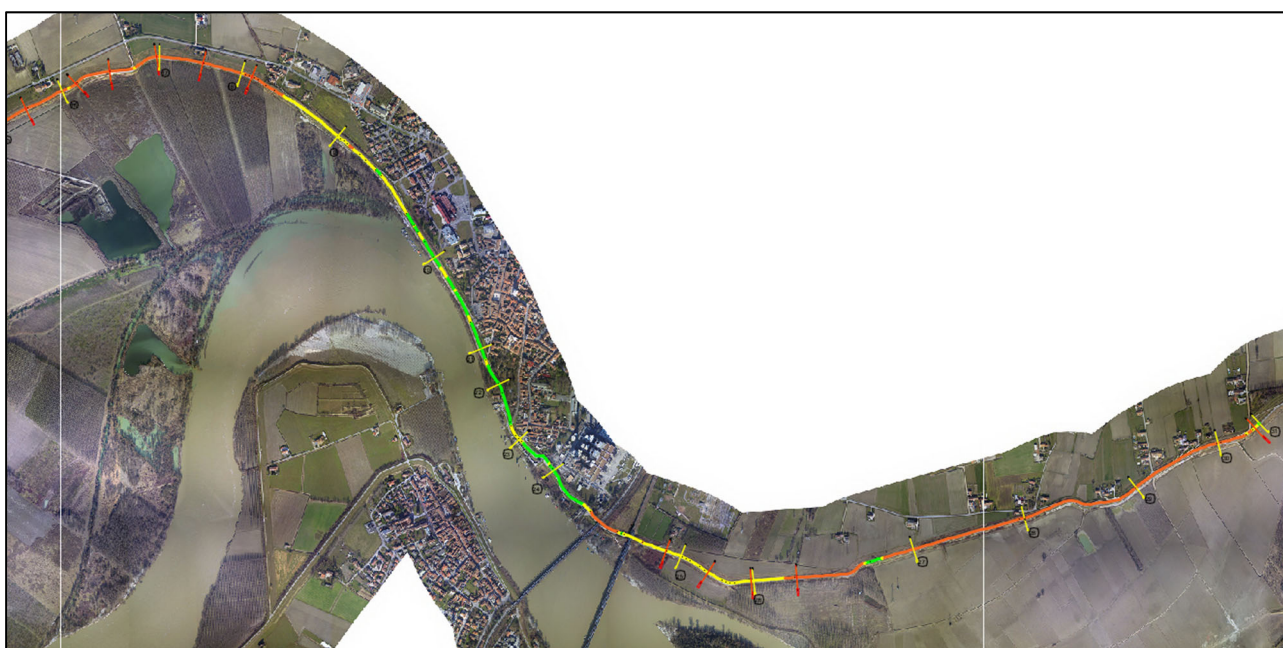
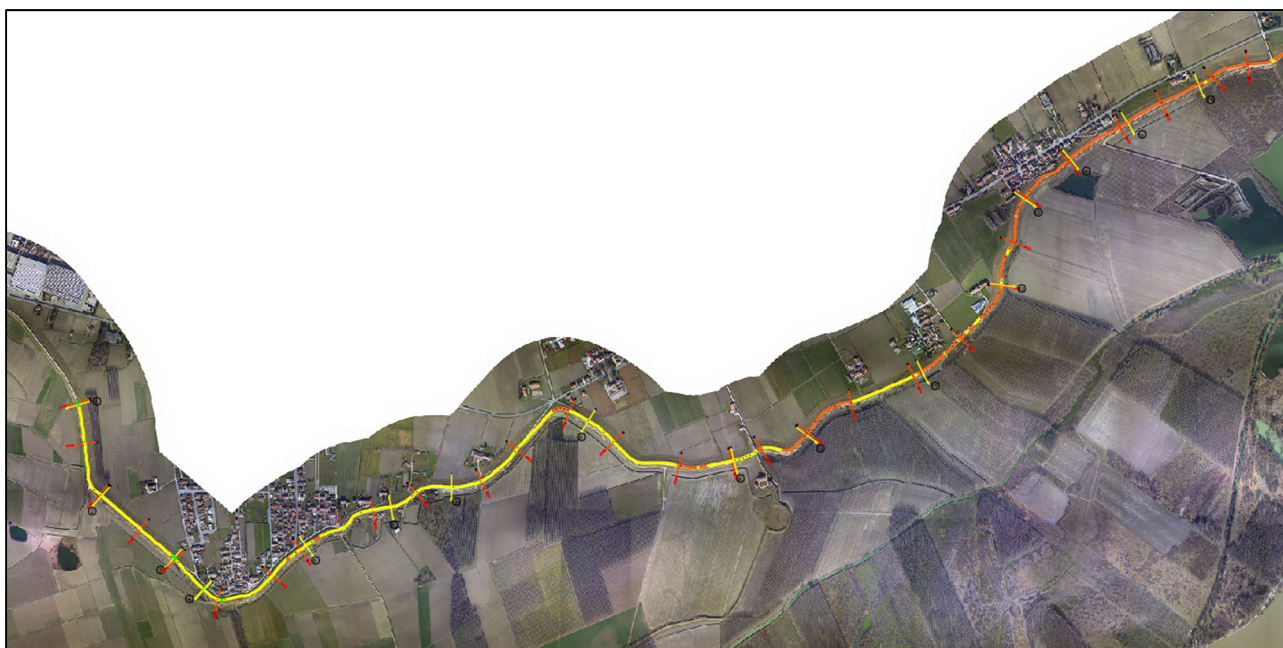
I risultati finali sono descritti all'interno della tabella seguente:

Sezione	Distanze cumulate Sezioni	Quota ciglio asfalto	Livello SIMPO '82 Ricavato	Franco
rilievo 1	[m]	[m slm]	[m slm]	[m]
1	0,00	22,89	21,82	1,07
2	407,40	22,72	21,80	0,92
3	806,65	22,81	21,79	1,02
4	988,75	22,79	21,78	1,01
5	1515,56	22,56	21,75	0,81
6	1920,55	22,53	21,73	0,80
7	2199,98	22,57	21,72	0,85
8	2913,47	22,50	21,67	0,83
9	3594,05	22,36	21,62	0,74
10	3939,01	22,22	21,54	0,68
11	4505,96	22,29	21,51	0,78
12	5006,78	22,22	21,48	0,74
13	5388,51	22,17	21,46	0,71
14	5646,85	22,14	21,45	0,69
15	5932,18	21,95	21,43	0,52
16	6273,01	21,98	21,41	0,57

17	6731,20	21,81	21,38	0,43
18	7093,08	21,98	21,36	0,62
19	7596,75	21,88	21,16	0,72
20	8273,93	22,17	21,09	1,08
21	8720,83	22,09	21,05	1,04
22	8894,69	22,25	21,03	1,22
23	9153,22	21,80	20,92	0,88
24	9362,45	21,98	20,84	1,14
25	10053,24	21,55	20,71	0,84
26	10400,51	21,41	20,65	0,76
27	11117,81	21,15	20,56	0,59
28	11618,18	21,03	20,50	0,53
29	12138,59	21,04	20,38	0,66
30	12544,96	20,86	20,29	0,57
31	12750,07	21,26	20,24	1,02

Attraverso questa procedura è stato possibile poi ricavare il franco per ciascuna sezione, insieme all'andamento delle quote arginali e dei livelli idrici ricostruiti e quindi suddividere l'intero tratto considerato in zone a differente criticità, come mostrato nel profilo longitudinale rappresentato nella Tavola 12 degli elaborati di progetto.

Dal punto di vista planimetrico la zonazione ottenuta è rappresentata nelle due immagini seguenti:



La zonazione fornisce un risultato analogo a quello ottenuto dall'ADBPO.

In particolare si evidenzia una zona a bassa o nulla criticità in corrispondenza del centro abitato di Ostiglia, mentre nelle porzioni immediatamente a monte e a valle del paese si riscontrano prevalentemente zone a criticità media.

4. INTERVENTI DI ADEGUAMENTO DELLE SOMMITA' ARGINALI

Sulla base delle analisi e delle considerazioni precedenti sono stati ipotizzati gli interventi oggetto del presente progetto definitivo.

Questi riguarderanno principalmente il rialzo e l'adeguamento in sagoma del rilevato arginale sinistro di Po a valle dell'abitato di Ostiglia al fine di garantire lungo l'intero sviluppo arginale il franco minimo di 1 metro rispetto alla piena di riferimento.

I lavori saranno inoltre l'occasione per adeguare la sede stradale sommitale utilizzata come viabilità comunale e garantire una larghezza della sede stradale pari a 6 metri, ove possibile, con due banchine laterali di 1 metro per parte.

Dal punto di vista delle macro lavorazioni gli interventi previsti in progetto riguarderanno le seguenti attività:

- taglio e sfalcio di vegetazione erbacea e arbustiva lungo i paramenti arginali interessati dai lavori di adeguamento in quota e in sagoma, se presenti;
- scotico di terreno vegetale, radici e ceppaie sull'intera superficie dei paramenti arginali interessati dai lavori di rialzo e ringrosso arginale. Il materiale proveniente dalle suddette operazioni di scotico dovrà essere stoccato nell'ambito del cantiere per poi essere riutilizzato durante la ricostruzione dell'argine secondo le sagome in progetto;
- scavo di sbancamento, finalizzato alla formazione di gradonature sul rilevato esistente, per consentire un adeguato immorsamento del terreno posto in opera per il ringrosso e il sovrizzo arginale;
- prelievo e trasporto in cantiere di materiale proveniente da aree appartenenti al Demanio Pubblico dello Stato poste in prossimità del Canalbiano, per la formazione del rialzo e ringrosso dei rilevati arginali;
- miscelazione con mezzi meccanici dei materiali argillosi provenienti dalla riprofilatura arginale per la realizzazione delle gradonature di immorsamento e dalle aree di prelievo

presso il canalbianco prima della successiva messa in opera per la formazione dei rilevati arginali;

- formazione di rilevati costituenti le arginature esistenti, secondo le sezioni degli elaborati progetto. La quota di sommità arginale dovrà essere raggiunta attraverso la realizzazione di strati di spessore massimo pari a 30 cm, che devono essere opportunamente compattati in più passate mediante l'utilizzo di mezzi meccanici vibranti, e attraverso una perfetta profilatura delle scarpate;
- inerbimento dei nuovi paramenti arginali, mediante stesa e modellazione terreno di scotico precedentemente asportato;
- ripristino e allargamento della strada di servizio in corrispondenza del nuovo coronamento arginale e di tutti i collegamenti stradali con la strada di servizio.

5. BIBLIOGRAFIA

Analisi di fattibilità tecnico ed economica per il miglioramento delle condizioni di sicurezza rispetto al sormonto degli argini maestri del fiume Po – PGRA 2015-2021, Ottobre 2017;

PROGETTO STRATEGICO PER IL MIGLIORAMENTO DELLE CONDIZIONI DI SICUREZZA IDRAULICA DEI TERRITORI DI PIANURA LUNGO L'ASTA MEDIO - INFERIORE DEL FIUME PO – comitato tecnico 28/09/2005;