

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: RENDERS DELLE OPERE DI NAVIGAZIONE

D.19

Rif. Progetto Definitivo: D.19

02 Revisione

01 Revisione

00 Emissione

GIUGNO 2021

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

PREMESSA	2
INTERVENTO N°3: INSERIMENTO ED EVOLUZIONE DELLE OPERE	8
INTERVENTO N°8: INSERIMENTO ED EVOLUZIONE DELLE OPERE	13
INTERVENTO N°10: INSERIMENTO ED EVOLUZIONE DELLE OPERE	18
ALLEGATI- RENDERS INTEGRATIVI	23

PREMESSA

La presente relazione viene redatta in seguito alla richiesta di approfondimento, all'interno del procedimento di VIA, riguardo agli scenari evolutivi di alcuni degli interventi previsti dal presente progetto. Come già riportato nel progetto definitivo presentato in VIA, le opere in progetto ricadono all'interno dell'alveo di magra del fiume Po, e sono completamente sommerse per portate dell'ordine degli 800 m³/s. Dagli annali idrologici del fiume Po, redatti da ARPAE Emilia Romagna nell'ambito del monitoraggio meteorologico regionale, è possibile ricavare le curve di durata delle portate, aggiornate, del fiume Po nel tratto di studio.

L'ultimo annale disponibile, validato, è quello relativo all'anno 2019, da cui è possibile consultare le rilevazioni delle portate in tre stazioni specifiche che ricadono in corrispondenza dell'inizio, della mezzeria e della fine del tratto interessato dagli interventi.

Tali stazioni sono Sermide, Ficarolo e Pontelagoscuro.

Di seguito si riportano le schede delle misure effettuate presso le tre stazioni di misura.

Osservando tali schede, sono disponibili quindi i valori delle curve di durata delle portate per il periodo 1944-2019.

R.T.P:

44 - PO a SERMIDE (Mir)

Anno 2019

CARATTERISTICHE DELLA STAZIONE: Bacino di dominio Km² 68724. Altitudine max 4807 m s.m. (M. Bianco). Distanza dalla foce in mare Km 112. Inizio osservazioni anno 1880. Inizio misure anno 2003. Quota zero idrometrico 5.51 m.s.m. Altezze idrometriche: max m 10.69 (20 ott. 2000); minima m -2.22 (25 apr. 1949). Portate: max m³/s 10100 (20 ott. 2000); minima m³/s 123.00 (22 lug. 2006); media m³/s 1390 (1994-2000 e 2003-2018).

NOTE:

PORTATE MEDIE GIORNALIERE in m³/s												
Giorno	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
1	995	869	790	508	2250	2170	856	738	984	892	2110	5600
2	979	972	790	498	2020	1810	848	662	981	875	1960	4600
3	968	2090	787	490	1770	1590	823	669	971	851	1820	4260
4	956	2220	783	490	1560	1440	845	686	996	857	2140	4310
5	946	1800	781	629	1500	1360	912	705	997	856	2620	3990
6	945	1480	767	1180	1860	1330	919	640	1010	837	2450	3420
7	937	1290	770	1330	2300	1370	840	578	1130	831	2300	3030
8	934	1170	754	1220	2020	1440	764	552	1200	851	2180	2780
9	923	1090	763	1060	1780	1400	719	659	1260	889	2310	2590
10	914	1050	804	1010	1750	1310	712	757	1330	854	2680	2430
11	916	1020	797	999	1740	1280	713	700	1290	814	2510	2270
12	912	1040	764	982	1630	1260	660	637	1200	808	2230	2120
13	901	1080	744	1020	1670	1440	610	599	1130	797	2120	2050
14	889	1050	733	1020	1950	1820	580	598	1110	770	2250	2070
15	883	1000	729	1010	1780	1990	582	693	1070	749	2160	2090
16	869	971	729	1110	1530	1880	673	786	1050	750	2310	2080
17	863	949	727	1070	1370	1730	816	754	1020	878	3100	2010
18	867	931	711	980	1290	1610	1090	691	1000	1330	3800	1960
19	886	911	700	902	1430	1480	1160	656	1020	1440	3910	2030
20	906	908	700	859	1890	1320	968	633	1060	1210	4210	2460
21	902	894	689	825	2110	1160	839	598	1080	1200	4650	2750
22	883	887	670	803	1980	1090	756	601	1080	1500	4870	3850
23	859	862	651	794	1810	1080	692	649	1060	2840	4320	5240
24	852	834	629	833	1650	1160	612	734	1020	3770	4030	6220
25	853	816	619	1200	1510	1180	564	817	997	3850	5010	5650
26	852	818	595	2000	1480	1050	537	875	985	3640	6970	4380
27	853	803	575	2700	1580	911	546	831	974	3830	8050	3590
28	857	790	560	2750	1810	835	669	783	941	3630	8220	3100
29	853		536	2760	2150	820	816	770	926	3030	7780	2750
30	864		527	2500	2660	844	850	813	907	2580	6750	2460
31	863		527		2590		824	927		2300		2290

ELEMENTI CARATTERISTICI PER L'ANNO 2019												
	ANNO	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre
Q max (m³/s)	8230	995	2220	804	2760	2660	2170	1160	927	1330	3850	8230
Q media (m³/s)	1520	899	1090	700	1180	1820	1370	768	703	1060	1620	3730
Q minima (m³/s)	490	852	790	521	490	1290	820	537	552	907	749	1820
Q media (l/s Km²)	22.1	13.1	15.9	10.2	17.2	26.5	20.0	11.2	10.2	15.4	23.6	54.2
Deflusso (mm)	695.5	35.1	38.5	27.3	44.7	70.9	51.7	29.9	27.4	39.9	63.2	140.6
Afflusso meteorico (mm)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Coefficiente di deflusso	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

ELEMENTI CARATTERISTICI PER IL PERIODO 1994 - 2000 e 2003 - 2018												
	1994-2000	2003-2018	1994-2000	2003-2018	1994-2000	2003-2018	1994-2000	2003-2018	1994-2000	2003-2018	1994-2000	2003-2018
Q max (m³/s)	9880	5310	5170	5300	6410	7660	4910	4710	5200	5440	9880	5310
Q media (m³/s)	1390	1350	1280	1330	1330	1900	1500	878	848	1210	1420	2100
Q minima (m³/s)	139	502	588	560	358	368	187	139	189	512	535	559
Q media (l/s Km²)	20.2	19.6	18.6	19.3	19.4	27.6	21.8	12.8	12.3	17.6	20.7	30.5
Deflusso (mm)	638	52	45	52	50	74	57	34	33	46	55	79
Afflusso meteorico (mm)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Coefficiente di deflusso	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

DURATA DELLE PORTATE			SCALA NUMERICA DELLE PORTATE							
Giorni	2019	1994-2018	Altezza idrometrica m	Portata m³/s	Altezza idrometrica m	Portata m³/s	Altezza idrometrica m	Portata m³/s	Altezza idrometrica m	Portata m³/s
	m³/s	m³/s								
10	5010	4040	0.39	537	0.85	726	2.05	1270	4.85	3030
30	3420	2720	0.40	541	0.95	769	2.25	1370	5.65	3580
60	2270	2020	0.45	561	1.05	813	2.45	1470	6.45	4130
91	1860	1640	0.50	581	1.15	858	2.85	1710	7.25	4750
135	1290	1340	0.55	601	1.25	903	3.25	1970	8.05	5590
182	1090	1120	0.60	622	1.45	994	3.65	2220	8.85	6500
274	816	792	0.65	642	1.65	1090	4.05	2490	9.60	8220
355	560	426	0.75	684	1.85	1180	4.45	2760		

Figura 1 – Estratto delle misure del Po a SERMIDE – Annale idrologico anno 2019 (Arpae Emilia Romagna)

R.T.P.:

45 - PO a FICAROLO (Mir)

Anno 2019

CARATTERISTICHE DELLA STAZIONE: Bacino di dominio Km² 68736. Altitudini: max 4807 m s.m. (M. Bianco). Distanza dalla foce in mare Km 97. Inizio osservazioni anno 1988. Inizio misure anno 2003. Quota zero idrometrico 10.01 m s.m. Altezze idrometriche: max m 4.59 (20 ott. 2000); minima -7.05 (20 lug. 2003). Portate: max m³/s 11.200 (20 ott. 2000); minima m³/s 245.00 (vari lug. 2003); media m³/s 1530 (1992-2000 e 2003-2004 e 2007 e 2009-2016).

NOTE:

PORTATE MEDIE GIORNALIERE in m³/s												
Giorno	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
1	968	860	793	576	2140	2120	813	732	930	873	2030	5600
2	947	967	784	569	1940	1780	802	677	935	868	1900	4600
3	933	2070	781	564	1730	1570	796	678	933	848	1780	4250
4	916	2210	791	565	1540	1420	808	696	940	855	1950	4290
5	914	1790	781	651	1470	1320	856	706	949	855	2480	3980
6	910	1480	772	1100	1770	1280	868	661	976	849	2380	3330
7	901	1280	764	1280	2250	1300	817	613	1060	841	2230	2890
8	903	1140	749	1210	2010	1380	745	584	1140	850	2120	2620
9	899	1060	761	1050	1760	1360	720	635	1190	885	2170	2420
10	880	1030	798	977	1730	1270	715	735	1250	864	2530	2270
11	883	997	804	982	1730	1210	717	707	1220	823	2440	2140
12	886	1000	779	976	1620	1200	670	653	1130	818	2170	2000
13	872	1040	762	1010	1710	1330	632	616	1070	797	2050	1920
14	866	1020	749	1020	2020	1670	623	617	1050	791	2160	1920
15	855	978	739	1010	1840	1840	622	676	1020	780	2100	1940
16	844	947	743	1080	1570	1780	674	751	996	769	2200	1930
17	847	926	742	1060	1390	1640	777	741	974	838	2980	1880
18	851	910	733	973	1300	1530	993	701	970	1210	3680	1830
19	864	899	731	901	1410	1420	1100	661	992	1400	4010	1860
20	882	891	727	871	1820	1250	946	644	1020	1200	4310	2200
21	883	879	719	836	2020	1090	830	615	1040	1140	4730	2480
22	868	875	697	821	1920	1030	741	613	1050	1360	4970	3610
23	852	864	683	824	1760	1040	688	644	1030	2440	4430	5190
24	838	833	664	845	1610	1090	620	708	982	3560	4020	6220
25	836	817	656	1150	1490	1130	587	789	970	3780	4950	5720
26	838	814	653	1780	1470	1010	564	837	952	3550	6970	4420
27	842	799	635	2460	1570	867	585	802	955	3700	8080	3520
28	848	786	620	2570	1810	804	680	761	921	3600	8260	2960
29	845		597	2600	2120	783	791	745	906	2970	7810	2580
30	858		586	2390	2510	802	814	768	885	2500	6740	2280
31	853		582		2530		801	863		2220		2110

ELEMENTI CARATTERISTICI PER L'ANNO 2019												
	ANNO	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre
Q max (m³/s)	8260	965	2210	804	2600	2530	2120	1100	863	1250	3780	8260
Q media (m³/s)	1480	877	1080	722	1160	1790	1310	755	698	1010	1580	3690
Q minima (m³/s)	564	836	786	582	564	1300	783	564	584	885	769	1780
Q media (l/s Km²)	21.6	12.8	15.7	10.5	16.8	26.1	19.1	11.0	10.2	14.8	22.9	53.7
Deflusso (mm)	680.5	34.2	37.9	28.1	43.6	69.8	49.4	29.4	27.2	38.2	61.4	139.3
Afflusso meteorico (mm)	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Coefficiente di deflusso	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"

ELEMENTI CARATTERISTICI PER IL PERIODO 1992 - 2000 e 2003 - 2004 e 2007 e 2009 - 2016												
	11000	5290	5410	5260	6450	7580	5100	4680	3140	7930	11000	10100
Q max (m³/s)	1530	1470	1370	1420	2010	1600	945	873	1280	1940	2310	1670
Q media (m³/s)	171	665	668	589	436	383	537	171	292	529	561	639
Q minima (m³/s)	22.2	21.4	20.0	20.7	20.7	29.3	23.3	13.7	12.7	18.6	28.2	33.7
Q media (l/s Km²)	702	57	50	55	54	78	60	37	34	48	75	87
Deflusso (mm)	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Afflusso meteorico (mm)	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Coefficiente di deflusso	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"

DURATA DELLE PORTATE		
Giorri	2019	1992-2016
	m³/s	m³/s
10	4970	4560
30	3330	2970
60	2170	2190
91	1790	1810
135	1210	1460
182	976	1210
274	802	849
353	597	495

SCALA NUMERICA DELLE PORTATE							
Altezza idrometrica m	Portata m³/s	Altezza idrometrica m	Portata m³/s	Altezza idrometrica m	Portata m³/s	Altezza idrometrica m	Portata m³/s
-5.73	584	-5.25	741	-4.05	1210	-1.25	2780
-5.70	593	-5.15	776	-3.85	1300	-0.45	3350
-5.65	609	-5.05	811	-3.65	1400	0.35	3950
-5.60	625	-4.95	848	-3.25	1590	1.15	4600
-5.55	641	-4.85	886	-2.85	1800	1.95	5750
-5.50	657	-4.65	965	-2.45	2020	2.75	6990
-5.45	674	-4.45	1050	-2.05	2250	3.54	8260
-5.35	707	-4.25	1130	-1.65	2510		

- 115 -

Figura 2 – Estratto delle misure del Po a FICAROLO – Annale idrologico anno 2019 (Arpa Emilia Romagna)

R.T.P.:

46 - PO a PONTELAGOSCURO (Mir)

Anno 2019

CARATTERISTICHE DELLA STAZIONE: Bacino di deversio Km² 70091. Altitudine max 4807 m s.m. (M. Bianco). Distanza dalla foce in mare Km 91. Inizio osservazioni anno 1807. Inizio misure anno 1922. Quota zero idrometrico 8.12 m s.m. Altezze idrometriche: max m 4.28 (14 nov. 1951); minima m -7.46 (21 lug. 2006). Portate: max m³/s 10300 (14 nov. 1951); minima m³/s 156.39 (21 lug. 2006); media m³/s 1490 (1923-1990 e 1992-2000 e 2003-2017).

NOTE:

PORTATE MEDIE GIORNALIERE in m ³ /s												
Giorno	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
1	1010	912	812	607	2300	2210	788	739	919	885	2050	5230
2	972	984	815	600	1980	1840	784	679	927	876	1900	4620
3	963	1980	810	599	1750	1590	770	677	918	857	1760	4350
4	955	2380	812	596	1550	1430	785	684	917	865	1840	4370
5	945	1880	813	664	1450	1310	835	698	938	869	2450	4150
6	942	1530	798	1040	1670	1270	857	666	960	858	2430	3570
7	938	1320	788	1260	2230	1260	814	616	1040	849	2270	3090
8	933	1190	783	1240	2090	1340	743	588	1110	856	2140	2780
9	931	1100	783	1090	1780	1340	711	611	1170	896	2130	2550
10	924	1060	818	999	1720	1260	698	718	1220	888	2520	2370
11	922	1020	831	996	1730	1190	701	702	1230	843	2510	2220
12	922	1020	807	992	1620	1170	665	635	1150	833	2230	2070
13	914	1060	789	1020	1680	1260	624	617	1080	807	2050	1970
14	909	1050	779	1040	2040	1570	614	610	1050	807	2150	1960
15	901	1010	768	1020	1900	1800	613	653	1020	791	2120	1980
16	893	978	771	1090	1610	1770	653	725	1000	783	2150	1980
17	886	957	776	1080	1400	1630	747	740	979	827	2880	1930
18	889	941	763	991	2300	1510	919	700	960	1130	3870	1870
19	902	927	765	920	1360	1410	1080	660	983	1390	4080	1880
20	916	919	755	882	1750	1250	982	640	1010	1230	4320	2210
21	922	908	747	856	2020	1100	835	616	1030	1130	4640	2540
22	911	900	727	835	1950	1020	744	607	1050	1290	4820	3570
23	894	892	706	839	1780	1020	679	633	1030	2200	4320	4950
24	883	881	693	858	1610	1050	617	689	999	3470	4090	5800
25	887	877	689	1080	1490	1120	575	773	977	3850	4740	5460
26	889	844	694	1640	1450	1010	560	817	966	3630	6420	4520
27	886	831	666	2390	1530	866	569	804	966	3740	7370	3780
28	895	817	651	2610	1780	785	663	763	941	3730	7760	3210
29	899		629	2640	2110	756	768	742	920	3120	7220	2780
30	905		618	2480	2480	784	806	754	900	2600	6200	2440
31	907		614		2630		797	839		2270		2220

ELEMENTI CARATTERISTICI PER L'ANNO 2019												
	ANNO	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre
Q max (m ³ /s)	7760	1010	2300	831	2640	2630	2210	1080	839	1230	3850	7760
Q media (m ³ /s)	1490	918	1110	751	1160	1790	1300	741	691	1010	1590	3590
Q minima (m ³ /s)	560	885	817	614	596	1300	756	560	588	900	781	1760
Q media (l/s Km ²)	21.2	13.1	15.8	10.7	16.6	25.6	18.5	10.6	9.9	14.4	22.6	51.2
Deflusso (mm)	668.5	35.1	38.3	28.7	43.1	68.6	48.0	28.3	26.4	37.4	60.6	132.7
Afflusso meteorico (mm)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Coefficiente di deflusso	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»

ELEMENTI CARATTERISTICI PER IL PERIODO 1923-1990 e 1992-2000 e 2003-2017												
	1923-1990	1992-2000	2003-2017	1923-1990	1992-2000	2003-2017	1923-1990	1992-2000	2003-2017	1923-1990	1992-2000	2003-2017
Q max (m ³ /s)	9780	5400	5810	5940	6460	9780	6990	4500	5100	7460	9520	9020
Q media (m ³ /s)	1490	1250	1320	1530	1560	1980	1780	1120	934	1310	1710	1950
Q minima (m ³ /s)	168	573	507	539	275	312	216	168	222	320	446	540
Q media (l/s Km ²)	21.3	17.8	18.8	21.8	22.2	28.3	25.4	16.0	13.3	18.6	24.4	27.8
Deflusso (mm)	672	48	46	58	58	76	66	43	36	48	65	72
Afflusso meteorico (mm)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Coefficiente di deflusso	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»

DURATA DELLE PORTATE		
Giorni	2019	1923-2017
	m ³ /s	m ³ /s
10	4820	4150
30	3470	2900
60	2210	2210
91	1780	1810
135	1230	1450
182	984	1190
274	812	855
355	611	464

SCALA NUMERICA DELLE PORTATE							
Altezza idrometrica m	Portata m ³ /s	Altezza idrometrica m	Portata m ³ /s	Altezza idrometrica m	Portata m ³ /s	Altezza idrometrica m	Portata m ³ /s
-6.16	560	-5.70	712	-4.50	1200	-1.70	2740
-6.15	563	-5.60	748	-4.30	1290	-0.90	3310
-6.10	578	-5.50	785	-4.10	1380	-0.10	3910
-6.05	594	-5.40	823	-3.70	1580	0.70	4510
-6.00	610	-5.30	862	-3.30	1780	1.50	5460
-5.95	627	-5.10	943	-2.90	2000	2.30	6750
-5.90	643	-4.90	1030	-2.50	2240	3.73	7760
-5.80	677	-4.70	1110	-2.10	2480		

Figura 3 – Estratto delle misure del Po a PONTELAGOSCURO – Annale idrologico anno 2019 (Arpae Emilia Romagna)

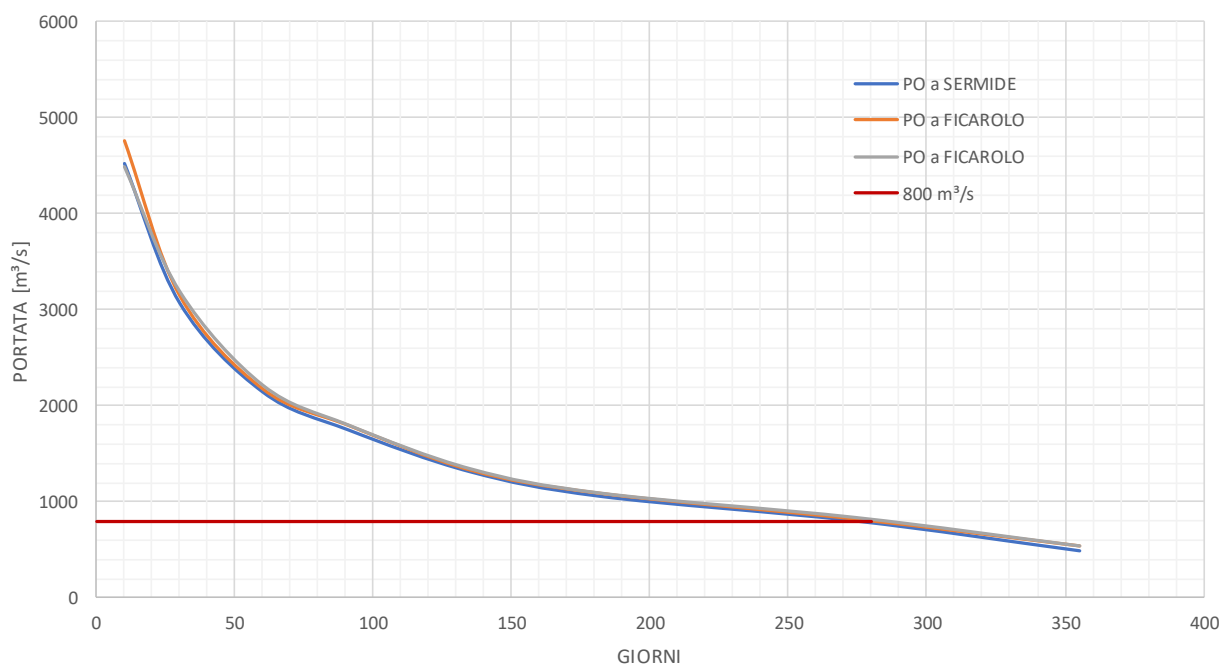
R.T.P:

Osservando i dati disponibili per le tre stazioni di misura è possibile tracciare le curve di durata (attualizzate all'anno 2019) e verificare la durata in cui la portata del fiume Po è superiore o inferiore agli 800 m³/s.

STAZIONE:	PO a SERMIDE			PO a FICAROLO			PO a PONTELAGOSCURO		
GIORNI	PORTATE [m ³ /s]			PORTATE [m ³ /s]			PORTATE [m ³ /s]		
	2019	1994-2018	1994-2019	2019	1994-2016	1994-2019	2019	1994-2017	1994-2019
10	5010	4040	4525	4970	4560	4765	4820	4150	4485
30	3420	2720	3070	3330	2970	3150	3470	2900	3185
60	2270	2020	2145	2170	2190	2180	2210	2210	2210
91	1860	1640	1750	1790	1810	1800	1780	1810	1795
135	1290	1340	1315	1210	1460	1335	1230	1450	1340
182	1000	1120	1060	976	1210	1093	984	1190	1087
274	816	792	804	802	849	825,5	812	855	833,5
355	560	426	493	597	495	546	611	464	537,5

STAZIONE	PO a SERMIDE	PO a FICAROLO	PO a PONTELAGOSCURO	MEDIA
PORTATA	800	800	800	800
GIORNI	275,04	281,39	283,17	279,87
GIORNI/ANNO	89,96	83,61	81,83	85,13

Curve di durata delle portate nel Fiume Po



Dall'elaborazione sopra proposta è possibile quindi sostenere che mediamente (da analisi dei dati registrati) la portata del fiume Po è inferiore ad 800 m³/s per circa 85 giorni **all'anno**.

R.T.P:

Tale premessa risulta doverosa per far comprendere agli Enti che le opere in oggetto, essendo ubicate **all'interno dell'alveo di magra del fiume, sono visibili per periodi limitati dell'anno ed, inoltre, essendo** sommersi da acqua corrente per la **maggior parte dell'anno solare, non permettono l'attecchimento della** vegetazione.

Le opere tuttavia, sono realizzate con materiali naturali e principalmente di tipo inerte (pietrame) garantendo la naturalità degli interventi, e riducendone gli impatti che possono essere considerati estremamente limitati.

Sulla base di quanto premesso, e sulle ulteriori considerazioni riportate nel progetto oggetto di valutazione, vengono di seguito analizzati gli scenari evolutivi per gli interventi n° 3, 8 e 10 allegando nel seguito della presente relazione, i renders integrativi per le opere al di fuori dello stralcio funzionale oggetto comunque del presente progetto definitivo.

R.T.P:



INTERVENTO N°3: INSERIMENTO ED EVOLUZIONE DELLE OPERE

L'intervento numero 3 prevede, in seguito al completamento degli interventi previsti (oltre allo stralcio funzionale), la realizzazione di 9 pennelli di tipo trasversale in modo da concentrare la corrente di magra al centro dell'alveo di magra, come visibile nel seguente estratto planimetrico.



Figura 4 - Schema progettuale dei pennelli previsti nell'intervento n°3

Le opere in progetto, come già accennato in premessa alla presente relazione, risultano visibili solamente per una media di 85 giorni/anno.

L'introduzione dei pennelli in corrispondenza di tale intervento comporta quindi il raggiungimento di un nuovo equilibrio dell'alveo di magra in corrispondenza del tratto come definito anche dai risultati ricavati dai modelli idraulici bidimensionali a fondo mobile, il cui obiettivo è proprio quello di verificare la tendenza evolutiva dell'alveo.

Osservando la figura successiva, è possibile vedere come in corrispondenza delle immediate vicinanze dei pennelli l'alveo tende a "fissarsi" localizzando il deposito lungo le sponde e tendendo ad erodere le parti libere lungo la porzione centrale dell'alveo.

ATTENZIONE: si fa osservare che nella lettura delle differenze di tirante, tale differenza è valutata sulla base dell'attuale livello del terreno, quindi non sono riferite rispetto al fondo del fiume o al thalweg, ma rispetto al DTM disponibile. L'obiettivo della modellazione, è comunque di tipo valutativo e permette di andare a definire la sola tendenza all'erosione o al deposito.

R.T.P:



Figura 5 – Tendenza media del fondo alveo in seguito alla realizzazione delle opere

Sulla base di quanto sopra esposto, quindi, lo scenario evolutivo connesso al presente intervento prevede **l'asportazione del materiale sabbioso** depositato al centro del fiume e la localizzazione di esso lungo le due sponde ove sono presenti i pennelli in progetto.

L'evoluzione del fiume è comunque connessa al transito delle piene fluviali e delle portate di morbida (superiori a $2000 \div 2500 \text{ m}^3/\text{s}$ – portate in grado di mobilitare i sedimenti) e di conseguenza aleatoria lungo l'alveo di magra. Come già avviene allo stato attuale lungo il fiume, infatti, si possono avere formazioni e rimozioni, cicliche, di cumuli di sedimenti connesse al solo andamento dell'idrologia del bacino del fiume Po. Le modifiche morfologiche indotte dai pennelli sono quindi delle semplici delocalizzazioni in sezione di questi depositi/erosioni lungo la sezione fluviale che non compromettono l'evoluzione del fiume ma indirizzano localmente la corrente in modo da permettere di ottenere i tiranti necessari alla navigazione.

Come già accennato in premessa, l'equilibrio avviene all'interno dell'alveo di magra, di conseguenza tali evoluzioni sono visibili solo per periodi limitati dell'anno (circa 85 giorni).

Lo scenario evolutivo, inoltre, rimane comunque variabile, seppur limitatamente alle sponde dove si localizzano i sedimenti, in funzione dell'idrologia e degli eventi di piena caratteristici e variabili anno per anno.

Lo scenario evolutivo può quindi essere rappresentato secondo tre differenti scenari:

- Stato attuale;
- Vista della tendenza evolutiva a breve termine per la zona di intervento (primi anni seguenti la realizzazione delle opere) osservabile per circa 85 giorni all'anno (portata inferiore a $800 \text{ m}^3/\text{s}$);
- Vista della tendenza evolutiva a lungo termine per la zona di intervento ($>2 \div 4$ anni seguenti la realizzazione delle opere) osservabile per circa 85 giorni all'anno (portata inferiore a $800 \text{ m}^3/\text{s}$);
- Vista della zona di intervento per il resto dell'anno (270 giorni).

Di seguito si riportano le fotografie ed i render previsti per l'intervento n°3 anche alla luce della modellistica fluviale idraulica effettuata.

R.T.P:



Figura 6 – Stato attuale – vista con portata pari o inferiore a $800 \text{ m}^3/\text{s}$ (**circa 85 giorni all'anno**)



Figura 7 – Scenario evolutivo a breve termine – primi anni seguenti alla realizzazione - vista in seguito per portate inferiori a $800 \text{ m}^3/\text{s}$ (**circa 85 giorni all'anno**)

R.T.P:



Figura 8 – Scenario evolutivo a lungo termine – Vista del fiume con portata inferiore a 800 m³/s



Figura 9 – Stato attuale e scenario evolutivo – Vista del fiume con portata superiore a 800 m³/s

R.T.P:

Come visibile dalle viste riportate, sia allo stato attuale che nello stato evolutivo del tratto, in corrispondenza delle portate **superiori agli 800 m³/s (circa 270 giorni all'anno) non si hanno variazioni nella percezione visiva dell'alveo fluviale: le opere sono completamente sommerse e non si ha percezione delle stesse.**

A breve termine (circa 2-3 anni) la realizzazione delle opere è visibile, solo per portate inferiori a 800 m³/s (circa 85 giorni all'anno), e sono in atto i processi evolutivi che portano al riequilibrio della sezione fluviale. Attorno ai pennelli tende a depositarsi il sedimento trasportato dalle correnti idriche passate durante l'anno e si tendono a formare gli spiaggioni attorno ad essi.

Negli anni, al perseverare del transito delle piene, il materiale sedimentato (limi e sabbie) tende a depositarsi anche negli interstizi del pietrame che compone i pennelli e ad aggregarsi agli inerti portando ad un ulteriore mascheramento facendoli quasi scomparire nel corpo degli spiaggioni stessi (scenario a lungo termine).

INTERVENTO N°8: INSERIMENTO ED EVOLUZIONE DELLE OPERE

L'intervento numero 8 prevede la realizzazione di 3 pennelli di tipo trasversale in prossimità della Curva di Ficarolo, come visibile nel seguente estratto planimetrico. Le opere previste si attestano in corrispondenza di una difesa sponale già realizzata e si estendono verso la sponda opposta.

In relazione alla lanca qui visibile, l'ubicazione dei nuovi pennelli non ne pregiudica in alcun modo il funzionamento; infatti, i pennelli di nuova realizzazione sono previsti con quota sommitale pari alla portata di 800 m³/s mentre la difesa sponale longitudinale su cui si attestano presenta quota sommitale corrispondente a portate dell'ordine dei 4000 m³/s.



Figura 10 - Schema progettuale dei pennelli previsti nell'intervento n°8

Le opere in progetto, come già accennato in premessa alla presente relazione, risultano visibili solamente per una media di 85 giorni/anno. L'introduzione dei pennelli in corrispondenza di tale intervento comporta quindi il raggiungimento di un nuovo equilibrio dell'alveo di magra in corrispondenza del tratto definito anche dai risultati ricavati dai modelli idraulici bidimensionali a fondo mobile, il cui obiettivo è proprio quello di verificare la tendenza evolutiva dell'alveo.

Osservando la figura successiva, è possibile vedere che in corrispondenza delle immediate vicinanze dei pennelli l'alveo tende a "fissarsi" localizzando il deposito lungo le sponde e tendendo ad erodere le parti libere lungo la porzione centrale dell'alveo.

ATTENZIONE: si fa osservare che nella lettura delle differenze di tirante, tale differenza è valutata sulla base dell'attuale livello del terreno, quindi non sono riferite rispetto al fondo del fiume o al Thalweg, ma rispetto al DTM disponibile. L'obiettivo della modellazione, è comunque di tipo valutativo e permette di andare a definire la sola tendenza all'erosione o al deposito.

R.T.P:



Figura 11 – Tendenza media del fondo alveo in seguito alla realizzazione delle opere

Sulla base di quanto sopra esposto, quindi, lo scenario evolutivo connesso al presente intervento prevede **l'asportazione del materiale sabbioso** depositato al centro del fiume e la localizzazione di esso lungo la sponda di ubicazione dei nuovi pennelli.

Come visibile dal risultato modellistico sopra esposto, la presenza delle difese spondali longitudinali **esistenti comporta la modifica dell'alveo** solo alle zone limitrofe, senza andare ad incidere sulle opere a tergo.

Come per l'intervento n°3, lo scenario evolutivo può quindi essere rappresentato secondo tre differenti scenari:

- Stato attuale;
- Vista della tendenza evolutiva a breve termine per la zona di intervento (primi anni seguenti la **realizzazione delle opere**) osservabile per circa 85 giorni all'anno (portata inferiore a $800 \text{ m}^3/\text{s}$);
- Vista della tendenza evolutiva a lungo termine per la zona di intervento (>2÷4 anni seguenti la **realizzazione delle opere**) osservabile per circa 85 giorni all'anno (portata inferiore a $800 \text{ m}^3/\text{s}$);
- Vista della zona di intervento per il resto dell'anno (270 giorni).

Di seguito si riportano le fotografie ed i render previsti per l'intervento n°8 anche alla luce della modellistica fluviale idraulica effettuata.



Figura 12 – Stato attuale – vista con portata pari o inferiore a 800 m³/s (**circa 85 giorni all'anno**)



Figura 13 – Scenario evolutivo a breve termine – primi anni seguenti alla realizzazione - vista in seguito per portate inferiori a 800 m³/s (**circa 85 giorni all'anno**)

R.T.P:



Figura 14 – Scenario evolutivo a lungo termine – Vista del fiume con portata inferiore a 800 m³/s



Figura 15 – Stato attuale e scenario evolutivo – Vista del fiume con portata superiore a 800 m³/s

R.T.P:

Come visibile dalle viste riportate, sia allo stato attuale che nello stato evolutivo del tratto, in corrispondenza delle portate superiori agli 800 m³/s (circa 270 giorni all'anno) non si hanno variazioni nella percezione visiva dell'alveo fluviale: le opere sono completamente sommerse e non si ha percezione delle stesse.

A breve termine (circa 2-3 anni) la realizzazione delle opere è visibile, solo per portate inferiori a 800 m³/s (circa 85 giorni all'anno), e sono in atto i processi evolutivi che portano al riequilibrio della sezione fluviale. Attorno ai pennelli tende a depositarsi il sedimento trasportato dalle correnti idriche passate durante l'anno e si tendono a formare gli spiaggioni attorno ad essi, distinguendo ancora le opere realizzate.

Negli anni, al perseverare del transito delle piene, il materiale sedimentato (limi e sabbie) tende a depositarsi anche negli interstizi del pietrame che compone i pennelli e ad aggregarsi agli inerti portando ad un ulteriore mascheramento facendoli quasi scomparire nel corpo degli spiaggioni stessi (scenario a lungo termine).

R.T.P:

INTERVENTO N°10: INSERIMENTO ED EVOLUZIONE DELLE OPERE

L'intervento numero 10 prevede la realizzazione di 2 pennelli con configurazione planimetrica comunemente detta "a martello" o "a T", in prossimità dell'abitato di Gaiba, come visibile nel seguente estratto planimetrico.

Le opere previste si attestano in corrispondenza della sponda in sinistra idraulica, sviluppandosi verso la sponda opposta.



Figura 16 - Schema progettuale dei pennelli previsti nell'intervento n°10

In questo caso i pennelli agiscono in modo combinato sia mediante le porzioni di pennello che si sviluppano in senso trasversale che quelle in senso longitudinale.

Le opere in progetto, come già accennato in premessa alla presente relazione, risultano visibili solamente per una media di 85 giorni/anno. L'introduzione dei pennelli in corrispondenza di tale intervento comporta quindi il raggiungimento di un nuovo equilibrio dell'alveo di magra in corrispondenza del tratto definito anche dai risultati ricavati dai modelli idraulici bidimensionali a fondo mobile, il cui obiettivo è proprio quello di verificare la tendenza evolutiva dell'alveo.

L'introduzione dei pennelli in corrispondenza di tale intervento comporta quindi il raggiungimento di un nuovo equilibrio dell'alveo di magra in corrispondenza del tratto definito anche dai risultati ricavati dai modelli idraulici bidimensionali a fondo mobile, il cui obiettivo è proprio quello di verificare la tendenza evolutiva dell'alveo.

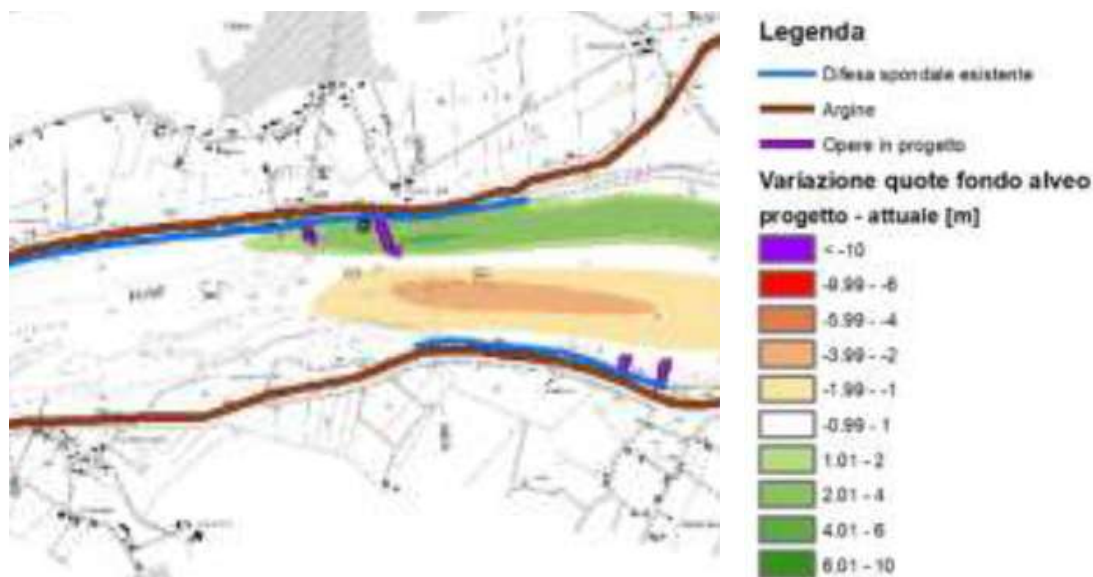


Figura 17 – Tendenza media del fondo alveo in seguito alla realizzazione delle opere

Sulla base di quanto sopra esposto, quindi, lo scenario evolutivo connesso al presente intervento prevede l'asportazione del materiale sabbioso depositato al centro del fiume e la localizzazione di esso lungo la sponda di ubicazione dei nuovi pennelli.

Come visibile dal risultato modellistico sopra esposto, la presenza delle difese spondali longitudinali esistenti comporta la modifica dell'alveo solo alle zone limitrofe, senza andare ad incidere sulle opere a tergo.

Come per gli interventi precedenti, lo scenario evolutivo può quindi essere rappresentato secondo tre differenti scenari:

- Stato attuale;
- Vista della tendenza evolutiva a breve termine per la zona di intervento (primi anni seguenti la realizzazione delle opere) osservabile per circa 85 giorni all'anno (portata inferiore a $800 \text{ m}^3/\text{s}$);
- Vista della tendenza evolutiva a lungo termine per la zona di intervento ($>2-4$ anni seguenti la realizzazione delle opere) osservabile per circa 85 giorni all'anno (portata inferiore a $800 \text{ m}^3/\text{s}$);
- Vista della zona di intervento per il resto dell'anno (270 giorni).

Di seguito si riportano le fotografie ed i render previsti per l'intervento n°10 anche alla luce della modellistica fluviale idraulica effettuata.



Figura 18 – Stato attuale – vista con portata pari o inferiore a 800 m³/s (**circa 85 giorni all'anno**)



Figura 19 – Scenario evolutivo a breve termine – primi anni seguenti alla realizzazione - vista in seguito per portate inferiori a 800 m³/s (**circa 85 giorni all'anno**)

R.T.P:



Figura 20 – Scenario evolutivo a lungo termine – Vista del fiume con portata inferiore a 800 m³/s



Figura 21 – Stato attuale e scenario evolutivo – Vista del fiume con portata superiore a 800 m³/s

R.T.P:

Come visibile dalle viste riportate, sia allo stato attuale che nello stato evolutivo del tratto, in corrispondenza delle portate superiori agli $800 \text{ m}^3/\text{s}$ (circa 270 giorni all'anno) non si hanno variazioni nella percezione visiva dell'alveo fluviale: le opere sono completamente sommerse e non si ha percezione delle stesse.

A breve termine (circa 2-3 anni) la realizzazione delle opere è visibile, solo per portate inferiori a $800 \text{ m}^3/\text{s}$ (circa 85 giorni all'anno), e sono in atto i processi evolutivi che portano al riequilibrio della sezione fluviale. Attorno ai pennelli tende a depositarsi il sedimento trasportato dalle correnti idriche passate durante l'anno e si tendono a formare gli spiaggioni attorno ad essi, distinguendo ancora le opere realizzate.

Negli anni, al perseverare del transito delle piene, il materiale sedimentato (limi e sabbie) tende a depositarsi anche negli interstizi del pietrame che compone i pennelli e ad aggregarsi agli inerti portando ad un ulteriore mascheramento facendoli quasi scomparire nel corpo degli spiaggioni stessi (scenario a lungo termine).

R.T.P:

ALLEGATI- RENDERS INTEGRATIVI

R.T.P:



INTERVENTO N°1 – RENDERS OPERE DI NAVIGAZIONE (Portata inferiore a 800 m³/s)



R.T.P:

INTERVENTO N°3 – RENDERS OPERE DI NAVIGAZIONE (Portata inferiore a 800 m³/s)



R.T.P:

INTERVENTO N°4 – RENDERS OPERE DI NAVIGAZIONE (Portata inferiore a 800 m³/s)



R.T.P:

INTERVENTO N°5 – RENDERS OPERE DI NAVIGAZIONE (Portata inferiore a 800 m³/s)



R.T.P:

INTERVENTO N°6 – RENDERS OPERE DI NAVIGAZIONE (Portata inferiore a 800 m³/s)



R.T.P:

INTERVENTO N°8 – RENDERS OPERE DI NAVIGAZIONE (Portata inferiore a 800 m³/s)



R.T.P:

INTERVENTO N°9 – RENDERS OPERE DI NAVIGAZIONE (Portata inferiore a 800 m³/s)



R.T.P:

INTERVENTO N°10 – RENDERS OPERE DI NAVIGAZIONE (Portata inferiore a 800 m³/s)



R.T.P:

INTERVENTO N°11 – RENDERS OPERE DI NAVIGAZIONE (Portata inferiore a 800 m³/s)



R.T.P:

INTERVENTO N°13 – RENDERS OPERE DI NAVIGAZIONE (Portata inferiore a 800 m³/s)



R.T.P:

INTERVENTO N°14 – RENDERS OPERE DI NAVIGAZIONE (Portata inferiore a 800 m³/s)



R.T.P:

INTERVENTO N°15 – RENDERS OPERE DI NAVIGAZIONE (Portata inferiore a 800 m³/s)



R.T.P: