

*Provincia di Reggio Emilia
Comune di Reggio Emilia*

**PROGETTO DEFINITIVO – “PONTE DI COLLEGAMENTO
STRADALE TRA L’AREA OPERATIVA DELL’AEROPORTO DI
REGGIO EMILIA E LA PUBBLICA VIA P. MARELLI”**

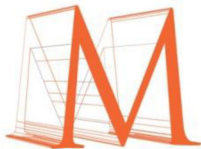


ELABORATO R.5 – RELAZIONE DI COMPATIBILITA’ IDRAULICA

Committente: AEROPORTO DI REGGIO EMILIA S.P.A.
VIA DELL’AERONAUTICA 15
42124 REGGIO EMILIA
CF: 80026270357 - P. IVA: 00904460359
tel: 0522 920464

Sito intervento: Via Pietro Montagnani Marelli - 42122 Reggio Emilia RE

Ingegneria strutturale:



**MAIN
ENGINEERING**

ING. SALVATORE VERA
MAIN ENGINEERING s.r.l.
Via Carlo Levi, 10
42124 Reggio Emilia
Tel e Fax 0522-506337
info@mainengineering.eu
[**mainengineering@pec.it**](mailto:mainengineering@pec.it)

Collaboratori tecnici:



Ing. Fabio Emmolo

Data	Revisione – note	emesso	controllato
10-01-20	Rev.0	FE	SV

Sommario

1. Generalità e scopo della presente relazione	3
2. Analisi del Rischio idraulico	3
3. Caratteristiche del nuovo ponte e suo posizionamento rispetto all'alveo	15
4. Considerazioni sul ponte ad arco esistente.....	16
5. Considerazioni finali sulla compatibilità.....	18

1. GENERALITÀ E SCOPO DELLA PRESENTE RELAZIONE

Con riferimento alla Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B emanata dall'Autorità di Bacino del Fiume Po , Il progetto di nuova realizzazione di un ponte stradale o ferroviario deve essere corredato da una relazione di progetto idraulico del manufatto contenente:

- descrizione e giustificazione della soluzione progettuale proposta in relazione all'ubicazione e alle dimensioni degli elementi strutturali interessanti l'alveo (sia in fase di costruzione che d'esercizio) in rapporto all'assetto morfologico attuale dello stesso e alla sua prevedibile evoluzione, alla natura geologica della zona interessata, al regime idraulico del corso d'acqua;
 - definizione della portata di piena di riferimento e del relativo tempo di ritorno;
 - calcolo del profilo per la piena di riferimento in condizioni di moto stazionario in essenza e in presenza del manufatto di attraversamento con evidenziazione degli effetti di rigurgito eventualmente indotti;
 - evidenziazione delle interazioni con l'alveo di piena in termini di eventuale restringimento della sezione di piena, orientamento delle pile in alveo in rapporto alla direzione della corrente, eventuale riduzione delle aree allagabili, eventuali effetti di possibili parziali ostruzioni delle luci a causa del materiale galleggiante trasportato dall'acqua;
 - individuazione e progettazione delle eventuali opere di sistemazione dell'alveo (difesa di sponda, soglia di fondo, argini) che si rendano necessari in relazione alla realizzazione del ponte secondo criteri di compatibilità e integrazione con le opere idrauliche esistenti;
 - quantificazione dello scalzamento massimo prevedibile sulle fondazioni delle pile in alveo, delle spalle e dei rilevati di approccio e progettazione delle eventuali opere di protezione necessarie;
 - indicazione delle eventuali interferenze delle opere di attraversamento con le sistemazioni idrauliche presenti (argini, opere di sponda, ...) e delle soluzioni progettuali che consentano di garantirne la compatibilità'.
- L'ampiezza e l'approfondimento del progetto idraulico e delle indagini che ne costituiscono la base dovranno essere commisurati all'importanza dell'opera e al grado di elaborazione del progetto generale.

2. ANALISI DEL RISCHIO IDRAULICO

(Fonte: PTCP 2010 Rel.6 – Geologia e Geomorfologia Cap. 2.2)

La Provincia di Reggio Emilia ha adeguato il PTCP al Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e in virtù del conseguimento dell'Intesa con l'Autorità di Bacino del fiume Po (di cui all'art.57, D.Lg.n.112/98 e all'art.21 della L.R.20/2000), lo strumento di pianificazione provinciale assume il valore e gli effetti del P.A.I.

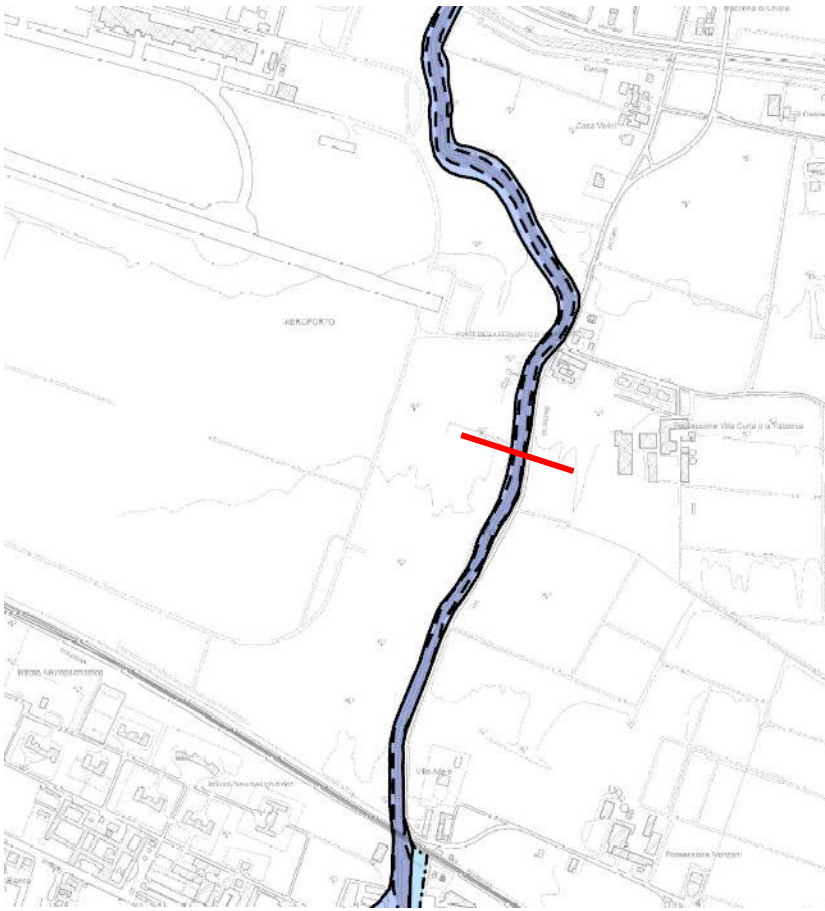
Per tale finalità nell'ambito dell'Intesa PAI - PTCP, la Provincia di Reggio Emilia ha realizzato lo Studio idraulico per la definizione delle aree esondabili dei principali corsi d'acqua estesa ai tratti di monte, nonché di verifica dei tratti già "fasciati" dal PAI vigente del Fiume Po e dei Torrenti Secchia, Crostolo e Enza.

In particolare tale studio ha sviluppato le analisi idrauliche atte alla individuazione delle Fasce Fluviali dei principali corsi d'acqua della provincia di Reggio Emilia, (bacini idrografici Po, Enza, Secchia, Crostolo e affluenti di 1° grado), sulla base dei criteri stabiliti dal P.A.I. per gli studi idraulici e idrologici.

Nell'ambito dell'analisi tra gli altri è stato preso in esame il T.Rodano per l'intero tratto compreso fra la sua confluenza nel Canalazzo Tassone fino a monte dell'abitato di Borzano di Albinea, per una estensione complessiva pari a circa 23 km .

La sezione del nuovo attraversamento in progetto si trova in un tronco non arginato del T. Rodano compreso tra l'attraversamento della linea storica FS Milano-Bologna ed il ponte ad arco denominato "Ponte della Pedagna o di Villa Curta" , adiacente la strada comunale "via Montagnani Marelli"; a valle del ponte suddetto ha inizio il tratto arginato del T.Rodano.

Il tronco fluviale in questione risulta incluso nelle fasce A e B definite dal PTCP che ha valenza normativa equivalente al PAI del Bacino del Fiume Po. I limiti delle due fasce sono praticamente coincidenti nella sezione di attraversamento come indicato nella figura seguente estratta dalla tav. P.7 .



Sezione di attraversamento

Legenda

- limite tra la Fascia A e la Fascia B (art.66)
- limite tra la Fascia B e la Fascia C (art.67)
- limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C (art.68)
- limite esterno della Fascia C (art.68)





Viste prospettica del tronco del T.Rodano in esame, di seguito viste della sezione dell'attraversamento previsto e del tracciato della prevista viabilità di collegamento all'area operativa dell' Aeroporto





All'interno delle fasce A e B (art. 72 NTA PTCP) è consentita la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico riferite a servizi essenziali non altrimenti localizzabili a condizione che non modificano i fenomeni idraulici naturali e le caratteristiche di particolare rilevanza naturale dell'ecosistema fluviale che possono aver luogo nelle fasce, che non costituiscano significativo ostacolo al deflusso e non limitino in modo significativo la capacità di invaso, e che non concorrano ad incrementare il carico insediativo.

Le nuove opere di attraversamento stradale devono essere progettate nel rispetto dei criteri e delle prescrizioni tecniche per la verifica idraulica di cui all'apposita Direttiva dell'Autorità di Bacino.

La sezione di deflusso nel tronco ed in particolare quella dell'attraversamento in progetto è approssimativamente trapezia con fondo e sponde in terra piuttosto regolari, caratterizzate da sostanziale assenza di vegetazione, fenomeno quest'ultimo conseguente al protratto invaso irriguo costantemente presente nel corso della stagione estiva.

La realizzazione dell'attraversamento e della relativa viabilità di collegamento non impatterà pertanto sulla vegetazione arborea, anche perché la localizzazione delle opere è prevista in una zona priva di quest'ultima.

Si riportano di seguito i vincoli derivanti dalla sopra citata normativa:

Portata di piena di progetto. Il tempo di ritorno della piena di progetto per le verifiche idrauliche del ponte deve normalmente rispettare i seguenti valori:

per i corsi d'acqua interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali, non inferiore a quello assunto per la delimitazione della Fascia B ($T_r=200$ anni);

Franco minimo. Il minimo franco tra la quota idrometrica relativa alla piena di progetto e la quota di intradosso del ponte deve essere non inferiore a 0.5 volte l'altezza cinetica della corrente e comunque non inferiore a un 1,50 m;

Posizionamento del ponte rispetto all'alveo. L'insieme delle opere costituenti l'attraversamento non deve comportare condizionamenti al deflusso della piena e indurre modificazioni all'assetto morfologico dell'alveo; per i corsi d'acqua non arginati le pile e le spalle devono essere poste al di fuori delle sponde incise dell'alveo; in via eccezionale la pila può interessare la sponda, purché sia integrata con opportuni accorgimenti di difesa e di rivestimento.

La struttura deve consentire il mantenimento della continuità della pista di servizio in fregio al corso d'acqua ovvero sul rilevato arginale.

Effetti idraulici indotti dal ponte. La soluzione progettuale per il ponte e per i relativi rilevati di accesso deve garantire l'assenza di effetti negativi indotti sulle modalità di deflusso in piena, inoltre non deve prodursi riduzione della superficie delle aree allagabili per effetto del ponte al fine di evitare effetti di minore laminazione della piena lungo l'asta fluviale;

L'analisi idrologica è stata condotta secondo le procedure previste dal P.A.I. mediante la determinazione delle portate di piena con l'utilizzo del metodo razionale.

Il riferimento è alle Direttive emanate dall'Autorità di Bacino del fiume Po ed in particolare alla Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po n°183, art. 17, comma 6 ter, del 18.05.1989, che definisce le prescrizioni e le raccomandazioni tecniche per la riduzione del rischio idraulico.

La "Direttiva sulla piena di progetto che è stata assunta per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica" definisce le linee da seguire per la determinazione delle portate di progetto per eventi con vari tempi di ritorno (T).

Il metodo razionale utilizzato, prevede la definizione delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per l'individuazione del quantitativo delle piogge intense in un determinato punto del bacino idrografico. La curva di probabilità pluviometrica dipende dai parametri a ed n che dipendono dallo specifico tempo di ritorno considerato.

A tale scopo la direttiva dell'Autorità di Bacino fornisce, per tempi di ritorno pari a 20, 100, 200 e 500 anni, i valori puntuali di a ed n distribuiti sul territorio su una maglia quadrata di lato 2 km, ottenuti mediante una interpolazione spaziale con il metodo del kriging.

La determinazione delle portate di riferimento, in mancanza di misure dirette sui corsi d'acqua, è stata condotta attraverso l'utilizzo di metodi indiretti.

Il metodo razionale considera il bacino idrografico come una singola unità e stima il valore al colmo di piena come il prodotto fra il coefficiente di deflusso del bacino, che risulta essere il parametro di stima più incerta, l'intensità di pioggia, funzione della durata dell'evento e del tempo di ritorno considerato, e della superficie del bacino. Nell'ipotesi di distribuzione uniforme della precipitazione sull'intero bacino, il metodo assume che la durata della precipitazione sia uguale al tempo di corrivazione del medesimo.

Tale valore viene stimato con vari metodi empirici di cui quello più utilizzato è quello di Giandotti.

In particolare per il T.Rodano si sono utilizzati i valori di portata calcolati con il metodo razionale, riportati nella tab.10 della citata relazione del PTCP.

Il tronco interessato è già stato oggetto di verifica idraulica in sede di redazione del PTCP, il quale riferisce "Le sezioni risultano comunque adeguate al passaggio della piena di progetto e non si segnalano criticità particolari, se non in pochi casi collegati ai modesti franchi di sicurezza che, in alcuni tratti, si riducono anche a valori inferiori ai 30 cm."

In questa sede risulta tuttavia necessario valutare in dettaglio il profilo di piena in particolare per la piena Q T=200 anni al fine di dimensionare geometricamente il nuovo attraversamento in modo da rispettare i vincoli previsti dal PTCP.

RODANO		METODO RAZIONALE			
		Q _T (m ³ /s)			
SEZ.	Località	T=20	T=100	T=200	T=500
1	Cà Spadoni	25,5	32,8	35,9	40,0
2	Fogliano nord	29,4	37,7	41,2	45,9
3	Fogliano sud	72,3	92,6	101,1	112,5
4	Conf. Acque Chiare	100,2	128,1	139,9	155,6
5	San Maurizio	91,8	117,0	127,7	141,9
6	Mancasale	95,5	121,8	132,8	147,6

La portata di riferimento viene assunta pari a 127,7 mc/sec conforme alle valutazioni del PTCP; come si vedrà in seguito infatti per tale valore di portata vengono confermate le relative valutazioni di adeguatezza delle sezioni di deflusso, anche se con franchi di piena minimi, circostanza già evidenziata dallo stesso PTCP.

Nel tronco in questione infatti il deflusso di piena è condizionato dalla presenza di un ponte ad arco in muratura (Ponte della Pedagna o di Villa Curta) che produce un rigurgito verso monte e di fatto costituisce un limitatore della portata defluente nel tronco arginato di valle; infatti in tale tratto la corrente in occasione del deflusso della piena è in regime lento.

L'analisi di moto permanente nel tronco interessato è quindi effettuata previo calcolo della altezza di pelo liquido necessaria, a monte del ponte medesimo, per il deflusso della portata di riferimento.

Il calcolo idraulico è stato effettuato con il Software "HY-8" rilasciato dalla FHWA (Federal Highway Administration-USA) che consente la precisa ricostruzione dei profili di piena considerando tutte le perdite di carico, localizzate e distribuite. Il report generato viene riportato di seguito.

L'analisi è stata effettuata per la portata di piena ordinaria (T=20 anni) per la piena di progetto (T=200 anni) e per la piena eccezionale (T=500).

E' interessante notare che il ponte ad arco in questione consente anche il transito della piena eccezionale anche se in tale condizione è prevedibile una esondazione a monte in direzione ovest.

La tracimazione si attiva per la portata di 183,19 mc/s ampiamente superiore ai valori attesi anche con metodi di stima della portata più cautelativi quali in VAPI.

Occorre considerare che, già per il valore di portata di piena di progetto considerato (127,7 mc/sec) si verificano lungo il tronco considerato valori limitatissimi di franco rispetto alle quote della sponda sinistra, pertanto sarebbe ragionevole attendersi per valori superiori delle esondazioni in direzione ovest (aeroporto) e quindi attivazione di un effetto di "laminazione impropria" causato dalla presenza del suddetto ponte ad arco che in tal modo funge da limitatore di portata per il tratto arginato di valle.

HY-8 Culvert Analysis Report

Crossing Discharge Data

Discharge Selection Method: Specify Minimum, Design, and Maximum Flow

Minimum Flow: 91,80 cms (T=20)

Design Flow: 127,7 cms (T=200)

Maximum Flow: 141,9 cms (T=500)

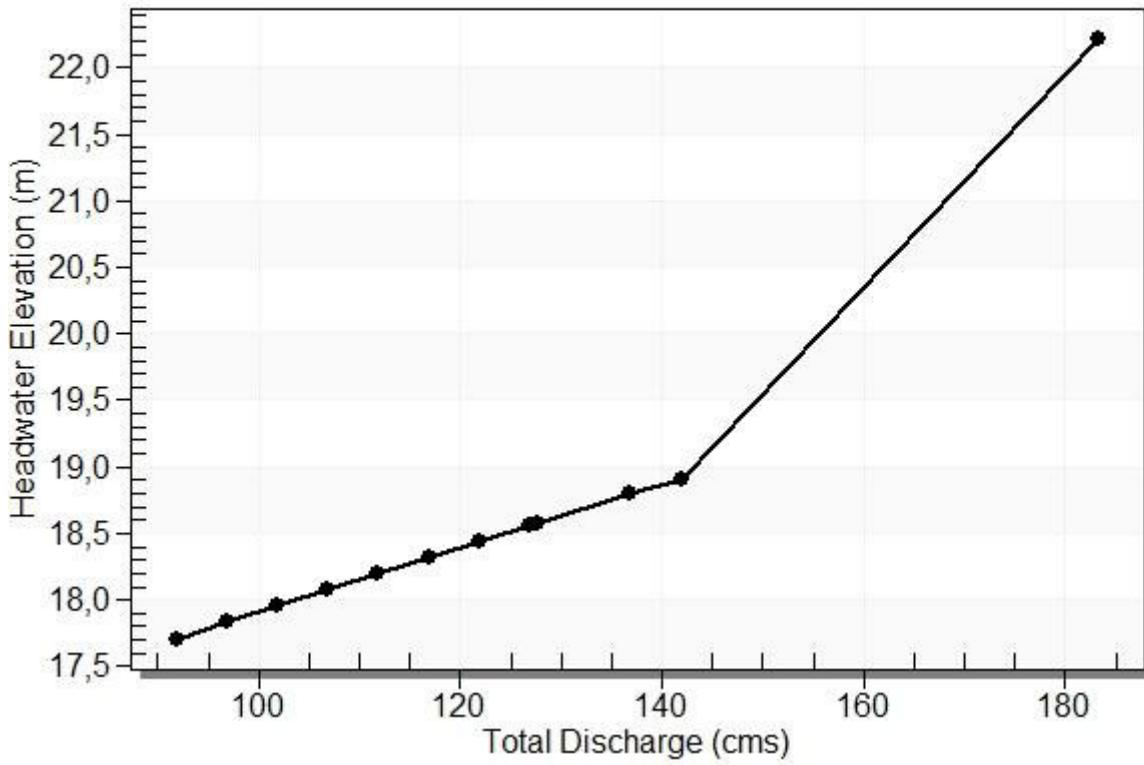
Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: Ponte Villa Curta

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	Ponte Arco Villa Curta Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
17.71	91.80	91.80	0.00	1
17.84	96.81	96.81	0.00	1
17.96	101.82	101.82	0.00	1
18.08	106.83	106.83	0.00	1
18.20	111.84	111.84	0.00	1
18.32	116.85	116.85	0.00	1
18.44	121.86	121.86	0.00	1
18.56	126.87	126.87	0.00	1
18.58	127.70	127.70	0.00	1
18.79	136.89	136.89	0.00	1
18.91	141.90	141.90	0.00	1
19.88	183.19	183.19	0.00	Overtopping

Rating Curve Plot for Crossing: Ponte Villa Curta

Total Rating Curve

Crossing: Ponte Villa Curta



Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
91.80	91.80	17.71	3.078	3.709	7-H2t	-0.305	1.997	3.180	3.180	2.625	2.370
96.81	96.81	17.84	3.195	3.836	7-H2t	-0.305	2.059	3.277	3.277	2.697	2.406
101.82	101.82	17.96	3.311	3.960	7-H2t	-0.305	2.115	3.372	3.372	2.768	2.441
106.83	106.83	18.08	3.428	4.083	7-H2t	-0.305	2.172	3.464	3.464	2.839	2.474
111.84	111.84	18.20	3.545	4.204	7-H2t	-0.305	2.227	3.554	3.554	2.910	2.507
116.85	116.85	18.32	3.654	4.324	7-H2t	-0.305	2.282	3.642	3.642	2.980	2.538
121.86	121.86	18.44	3.754	4.442	7-H2t	-0.305	2.337	3.728	3.728	3.050	2.568
126.87	126.87	18.56	3.853	4.560	7-H2t	-0.305	2.390	3.813	3.813	3.120	2.597
127.70	127.70	18.58	3.870	4.579	7-H2t	-0.305	2.399	3.827	3.827	3.132	2.602
136.89	136.89	18.79	4.052	4.793	7-H2t	-0.305	2.493	3.977	3.977	3.261	2.652
141.90	141.90	18.91	4.151	4.910	7-H2t	-0.305	2.544	4.057	4.057	3.333	2.679

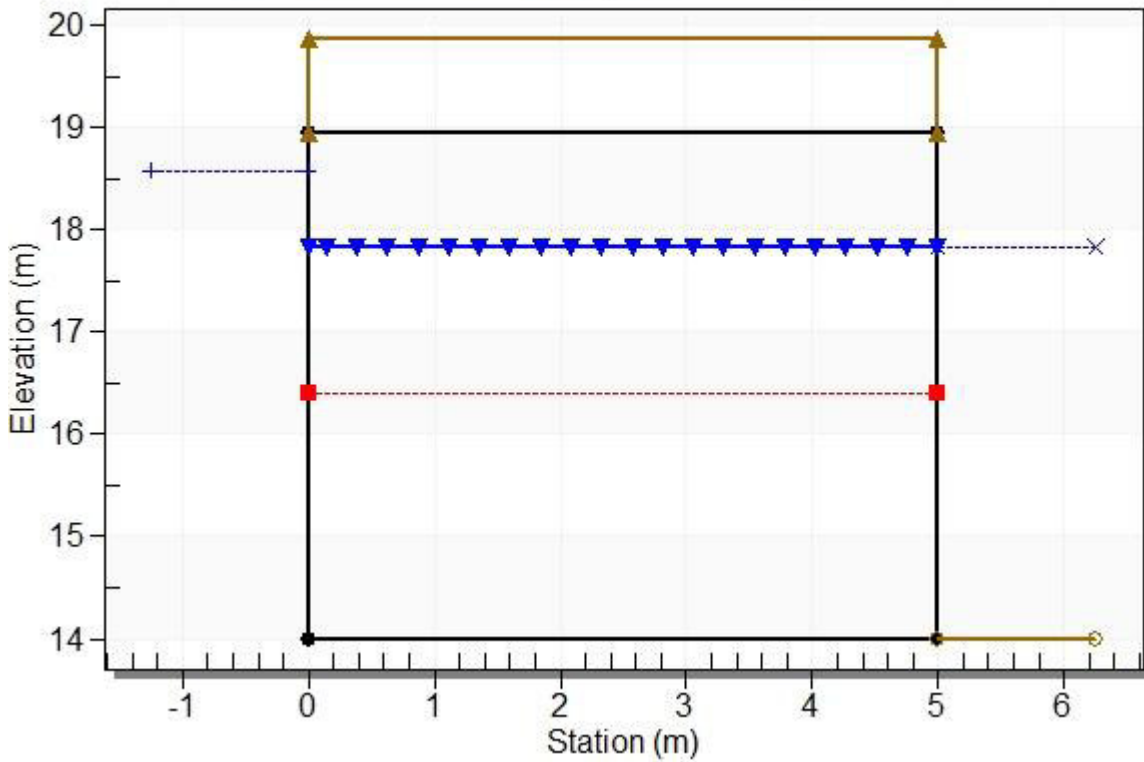
Table 2 - Culvert Summary Table: Ponte Arco Villa Curta

Straight Culvert
Inlet Elevation (invert): 14.00 m, Outlet Elevation (invert): 14.00 m
Culvert Length: 5.00 m, Culvert Slope: 0.0000

Culvert Performance Curve Plot: Ponte Arco Villa Curta

Crossing - Ponte Villa Curta, Design Discharge - 127.70 cms

Culvert - Ponte Arco Villa Curta, Culvert Discharge - 127.70 cms



Water Surface Profile Plot for Culvert: Ponte Arco Villa Curta

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Depth (m)	Velocity (m/s)	Shear (Pa)	Froude Number
91.80	17.18	3.18	2.37	68.58	0.48
96.81	17.28	3.28	2.41	70.67	0.48
101.82	17.37	3.37	2.44	72.71	0.48
106.83	17.46	3.46	2.47	74.70	0.48
111.84	17.55	3.55	2.51	76.64	0.48
116.85	17.64	3.64	2.54	78.54	0.48
121.86	17.73	3.73	2.57	80.40	0.48
126.87	17.81	3.81	2.60	82.23	0.48
127.70	17.83	3.83	2.60	82.53	0.48
136.89	17.98	3.98	2.65	85.77	0.49
141.90	18.06	4.06	2.68	87.49	0.49

Site Data - Ponte Arco Villa Curta

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 14.00 m

Outlet Station: 5.00 m

Outlet Elevation: 14.00 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - Ponte Arco Villa Curta

Barrel Shape: User Defined

Barrel Span: 12260.00 mm

Barrel Rise: 4950.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0120 (top and sides)

Manning's n: 0.0120 (bottom)

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge with Headwall

Inlet Depression: None

Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: Ponte Villa Curta)

Tailwater Channel Data - Ponte Villa Curta

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 9.00 m

Side Slope (H:V): 1.00 (1:1)

Channel Slope: 0.0022

Channel Manning's n: 0.0330

Channel Invert Elevation: 14.00 m

Roadway Data for Crossing: Ponte Villa Curta

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 27.00 m

Crest Elevation: 19.88 m

Roadway Surface: Paved

Roadway Top Width: 5.00 m

La quota di deflusso della portata di riferimento a monte del ponte è 18,58 m; si fa notare che la quota d'intradosso dell'arco in chiave è 19,03 m pertanto permane comunque un minimo di franco che si annulla praticamente in condizioni di piena eccezionale (quota deflusso 18,91 m)

Sulla base della geometria delle sezioni rilevate e della valutazione della scabrezza è possibile ricostruire il profilo di piena per $Q=127,7$ mc/sec corrispondente a $T=200$ anni e stabilire il livello di piena in corrispondenza della sezione di attraversamento in modo da poter fissare la quota d'intradosso del nuovo ponte.

Il calcolo viene svolto mediante foglio elettronico excel con n. 3 iterazioni successive.

Il calcolo delle perdite di carico si effettua con la formula di Manning: $v = (1/n) * R^{2/3} * i^{1/2}$ dalla quale si ricava: $i = ((n*Q/A) / R^{2/3})^2$

Pertanto noti A ed R si ricava la perdita di carico per unità di lunghezza

Per quanto riguarda il valore di n si fa riferimento alle indicazioni fornite dalle tabelle di "Open Channel Hydraulics", Ven te Chow, McGraw Hill International Editions (tab.1).

dove: v = velocità media della corrente (m/s)

Tab. 1: metodo per il calcolo del coefficiente di scabrezza n nei corsi d'acqua

Condizioni dell'alveo	Valori
Materiale costituente l'alveo	n0 0.020
Terra	0.020
Roccia	0.025
Alluvione grossolana	0.028
Alluvione fine	0.024
Irregolarità della superficie della sezione	n1 0.000
Trascurabile	0.000
Bassa	0.005
Moderata	0.010
Elevata	0.020
Variazione della forma e della dimensione della sezione trasversale	n2 0.000
Graduale	0.000
Variazione occasionalmente	0.005
Variazione frequente	0.010-0.015
Effetto relativo di ostruzioni	n3 0.000
Trascurabile	0.000
Modesto	0.010-0.015
Apprezzabile	0.020-0.030
Elevato	0.040-0.060
Effetto della vegetazione	n4 0.005-0.010
Basso	0.005-0.010
Medio	0.010-0.025
Alto	0.025-0.050
Molto alto	0.050-0.100
Grado di sinuosità dell'alveo	n5 1.000
Modesto	1.000
Apprezzabile	1.150
Elevato	1.300

$$n = (n0 + n1 + n2 + n3 + n4) m5 = (0.020+0.000+0.00+0.010+0.005) \times 1 = 0.035$$

Di seguito è riportata la tabella di calcolo con ricostruzione del profilo di piena e calcolo dei franchi rispetto alle quote delle sponde per T=200 e T=500.

Sez. n.	Quota fondo(m)	A(mq)	C(m)	R(m)	Q(mc/sec)	n	i(m/m)	L(m)	Δh (m)	Quota p.a.(m)	Tirante acqua(m)	B.S.	B.D.	Franco (m)
1	15,56	66,82	28,95	2,31	127,7	0,035	0,0015	230,0	0,34	19,65	4,09	20,0	20,9	0,35
2	15,27	64,51	24,62	2,62	127,7	0,035	0,0013	295,5	0,39	19,31	4,04	19,8	20,4	0,49
3 -Nuovo ponte	14,65	55,3	25,2	2,19	127,7	0,035	0,0023	117,3	0,27	18,92	4,27	19,2	19,8	0,28
4	14,21	63,91	24,27	2,63	127,7	0,035	0,0013	72,6	0,10	18,66	4,45	19,1	19,5	0,44
5-Ponte esistente monte	14,00	44,31	28,26	1,57	127,7	0,035	0,0056		0	18,56	4,56	19,8	19,6	1,24
6-Ponte esistente valle	14,00	44,31	28,26	1,57	127,7	0,035	0,0056	5	0,74	17,82	3,82	19,8	19,6	1,78
7	14,00	56,32	23,14	2,43	127,7	0,035	0,0019	95,8	0,18	17,64	3,64	19,1	18,7	1,06

Sez. n.	Quota fondo(m)	A(mq)	C(m)	R(m)	Q(mc/sec)	n	i(m/m)	L(m)	Δh (m)	Quota p.a.(m)	Tirante acqua (m)	B.S.	B.D.	Franco (m)
1	15,56	66,82	28,95	2,31	141,90	0,035	0,0015	230	0,34	20,00	4,44	20	20,9	0,00
2	15,27	64,51	24,62	2,62	141,90	0,035	0,0013	295,5	0,39	19,66	4,39	19,8	20,4	0,14
3 -Nuovo ponte	14,65	55,30	25,20	2,19	141,90	0,035	0,0023	117,3	0,27	19,27	4,62	19,2	19,8	-0,07
4	14,21	63,91	24,27	2,63	141,90	0,035	0,0013	72,6	0,10	19,01	4,80	19,1	19,5	0,09
5-Ponte esistente monte	14,00	44,31	28,26	1,57	141,90	0,035	0,0056		0,00	18,91	4,91	19,8	19,6	0,89
6-Ponte esistente valle	14,00	44,31	28,26	1,57	141,90	0,035	0,0056	5	5,00	18,06	4,06	19,8	19,6	1,54
7	14,00	56,32	23,14	2,43	141,90	0,035	0,0019	95,8	0,18	17,88	3,88	19,1	18,7	0,82

Le sezioni di rilievo sono riportate nel relativo elaborato grafico. Si osserva che i franchi di piena per la Q200 corrispondono alle indicazioni del PTCP (minimi circa 30 cm) mentre il pelo libero per la piena di progetto in corrispondenza del nuovo ponte è a quota 18,92 m.

Pertanto la quota d'intradosso del nuovo ponte a travata sarà almeno pari a 20,42 m (1,50 m di franco, superiore a 0,5 volte l'altezza cinetica della corrente, pari a $0,5v^2/2g=0,5*(127,7/55,30)^2/2*9.81=0,14$ m).

La distanza tra l'intradosso del ponte e il fondo del torrente è adeguata, pari a 6,25 m.

Detta quota d'intradosso non verrà raggiunta neppure dalla portata Q500, per la quale comunque si verificano annullamenti dei franchi ed esondazioni in sponda sinistra.

In tal modo non vi saranno modifiche di alcuna delle condizioni idrauliche di deflusso tra la situazione precedente e quella successiva alla realizzazione dell'opera.

3. CARATTERISTICHE DEL NUOVO PONTE E SUO POSIZIONAMENTO RISPETTO ALL'ALVEO

Il ponte previsto è a travata semplice con campata unica di luce m 26,00 e larghezza di carreggiata pari a 6 m , semplicemente appoggiata su due spalle di tipo passante posizionate al di fuori delle sponde incise, in corrispondenza dei cigli della sezione trasversale, in modo da lasciare completamente libera la sezione di deflusso, rispettando come indicato il franco di 1 m tra l'intradosso della travata e il pelo libero della corrente di deflusso della portata di progetto corrispondente a T=200 anni (Q=127,7 mc/sec).

La progettazione strutturale del nuovo ponte tiene pertanto conto di tale vincolo dell'altezza delle travate con un opportuno dimensionamento di queste ultime, in modo da non richiedere raccordi difficoltosi e invasivi alla viabilità

adiacente ad est ed al piano di campagna ad ovest; in particolare viene così garantita la continuità non solo della strada comunale adiacente ma anche della pista di servizio corrente lungo la sponda in sinistra idraulica.

In questo modo la quota di intradosso dell'impalcato del ponte è anche superiore a quella del piano campagna circostante come richiesto per i corsi d'acqua non arginati.

Le spalle sono costituite semplicemente dalla trave cuscino di appoggio delle travi, che è collegata direttamente alle teste dei pali di fondazione, e dai muretti paraghiaia.

I pali saranno del tipo CFA (Continuous Flight Auger) cioè trivellati gettati in opera, eseguiti a rotazione con l'utilizzo di una apposita rotary montante apposita elica continua dotata di un'asta cava e chiusa alla base con un dispositivo che impedisce l'entrata di terreno ed acqua durante lo scavo. Tale tecnica non prevede l'utilizzo di fanghi bentonitici e limita il terreno asportato al solo volume del palo di progetto, inoltre i pali potranno essere realizzati dall'apposita macchina posizionata sulla sponda senza rendere necessario realizzare piazzole provvisorie in alveo.

In tal modo la nuova opera sarà completamente ininfluente sul regime di deflusso delle piene nel delicato tratto in questione, regimato di fatto come sopra illustrato dall'esistente ponte ad arco di Villa Curta, non interagirà idraulicamente con quest'ultimo né comporterà modificazioni morfologiche dell'alveo o danni alle relativi sponde, né determinerà alcun aggravamento delle condizioni di sicurezza idraulica del territorio.

4. CONSIDERAZIONI SUL PONTE AD ARCO ESISTENTE

Trattasi di un ponte a singola arcata ribassata di luce 12,26 m e altezza libera in chiave di 4,95 m, in muratura storica di mattoni pieni tradizionali reggiani e malta di calce idraulica, che si può far risalire al secolo XIX ed è già presente con la relativa viabilità interpodereale consolidata nella mappa catastale di primo impianto del 1888, inoltre presumibilmente l'opera è stata oggetto di lavori di ristrutturazione negli anni intorno al 1930 in cui il Torrente Rodano fu interessato da lavori di adattamento idraulico per l'utilizzo irriguo che ancora oggi ne viene fatto come canale di risalita delle acque nel periodo estivo.

Come è stato dimostrato il ponte ad arco esistente, pur essendo idraulicamente adeguato al deflusso delle portate di piena anche eccezionali non rispetta i requisiti relativi al franco tra l'intradosso e il livello idrico di piena.

Per quanto riguarda le condizioni di manutenzione e funzionalità del ponte (presumibilmente di proprietà Comunale dato l'uso pubblico della relativa viabilità) si riferisce un non buono stato di conservazione dei timpani e parapetti, muri d'ala e di risvolto, mentre l'arco e le spalle appaiono ancora in sufficienti condizioni di conservazione e stabilità strutturale, come testimoniato dalla seguente documentazione fotografica.

Viste da monte





Viste da valle:





Le condizioni del ponte sono aggravate dalla presenza di vegetazione infestante e da tubazioni zancate sul timpano lato monte. Inoltre sempre a monte in sponda sinistra è presente un'ampia erosione con messa a vista della parte iniziale del muro di risvolto.

Si rileva infine la presenza sul fondo dei rottami delle parti di muratura crollate nel tempo a testimonianza dello stato di abbandono e di assenza di manutenzione.

L'arco, in buone condizioni statiche, ha uno spessore di 4 teste di mattone reggiano (56 cm).

La larghezza netta dell'impalcato è di m 5,50

Una prima valutazione statica speditiva eseguita consente di considerare le strutture del ponte stesso idonee a carichi stradali fino a 26 T, nella condizione attuale.

Volendo conservare il ponte sia in considerazione della caratteristica tipologia e della sua valenza tipologica e paesaggistica, che lo rendono meritevole di tutela, sia per ragioni di sicurezza e funzionalità dell'area del Campo Volo, in particolare in relazione ai nuovi usi connessi alla nuova Arena Spettacoli, si rendono necessari interventi di ripristino e consolidamento dei timpani e dei muri di risvolto danneggiati nonché di ripristino e adeguamento dei parapetti e delle relative copertine in muratura di mattoni, ed anche di ripristino e consolidamento della sponda sinistra a monte del ponte con realizzazione di una berma in pietrame antierosione.

Considerata, oltre ai necessari interventi di restauro e di manutenzione straordinaria si ritiene necessario che sia istituito dall'Ente Proprietario del ponte (Comune di Reggio Emilia) ovvero dall'Ente Gestore del corso d'Acqua (Consorzio di Bonifica) un servizio di vigilanza e periodica manutenzione con definizione di un protocollo di intervento in condizioni di emergenza per il monitoraggio e la rimozione di eventuali detriti galleggianti che si accumulino a monte del ponte stesso, ciò anche in considerazione del fatto che il corso d'acqua in questione è dotato di un sistema di telecontrollo dei livelli idrometrici facente capo al sistema gestionale del Consorzio di Bonifica (impianto di S.Maurizio sul T. Rodano).

5. CONSIDERAZIONI FINALI SULLA COMPATIBILITÀ

Ai fini della valutazione di compatibilità vengono evidenziati i seguenti punti costituenti gli effetti del progetto sul tronco di corso d'acqua interessato:

E.1. Modifiche indotte sul profilo involuppo di piena. Rappresentano l'effetto di restringimenti di sezioni o di ostacoli al deflusso nel tratto di corso d'acqua interessato derivanti dall'intervento: le modifiche devono essere quantificate sulla base del confronto tra il profilo di piena in condizioni indisturbate e quello a intervento realizzato; vanno inoltre evidenziati, qualora presenti, effetti temporanei dello stesso tipo connessi alle fasi di realizzazione dell'opera.

Elementi di compatibilità considerati:

- innalzamento max del profilo di piena : pari a zero
- estensione del tratto fluviale interessato dall'innalzamento: pari a zero
- franco residuo rispetto agli argini (se esistenti): invariato rispetto alla condizione precedente alla costruzione
- opere eventuali di contenimento dei livelli idrici previste nel

progetto: nessuna perché l'opera non modifica le condizioni preesistenti

Criteri guida di compatibilità:

tratti non arginati:

- assenza di variazioni alla delimitazione della fascia B per effetto dei maggiori livelli idrici del profilo di piena: verificato

- assenza di maggiori rischi su opere presenti: verificato

- assenza di necessità di nuove opere di contenimento: verificato

tratti arginati:

- franco di 1,0 m rispetto agli argini o comunque non inferiore a quello esistente nella situazione indisturbata:SI

E.2. Riduzione della capacità di invaso dell'alveo. Vanno quantificate, ove presenti, le riduzioni delle superfici allagabili causate dalla realizzazione dell'intervento e l'effetto delle stesse in termini di diminuzione della laminazione in alveo lungo il tratto fluviale, per mezzo delle simulazioni idrauliche di cui ai punti precedenti mettendo in evidenza la riduzione del volume di invaso e il corrispondente aumento del colmo di piena.

Fattori determinanti: riduzioni delle superfici allagabili all'interno della fascia B causate dalla realizzazione dell'intervento: nessuna

Modalità di quantificazione: confronto tra il valore dell'idrogramma

Elementi di compatibilità da considerare:

- aumento max del colmo di piena (% rispetto alla situazione indisturbata): pari a zero

- estensione del tratto fluviale interessato dall'aumento: pari a zero

- aumento del profilo idrico di piena conseguente : pari a zero

- eventuali nuove aree inondabili con funzioni di compenso previste nel progetto: nessuna

Criteri guida di compatibilità:

tratti non arginati:

- assenza di variazioni alla delimitazione della fascia B per effetto dei maggiori livelli idrici del profilo di piena nel tratto a valle:SI

- assenza di maggiori rischi su opere presenti:SI

- assenza di necessità di nuove opere di contenimento:SI

tratti arginati:

- franco di 1,0 m rispetto agli argini o comunque non inferiore a quello esistente nella situazione indisturbata:SI

E.3. Interazioni con le opere di difesa idrauliche (opere di sponda e argini) esistenti. Vanno evidenziate localizzazione e caratteristiche strutturali degli elementi costituenti parte delle opere in progetto che danno luogo alle possibili interazioni e gli accorgimenti adottati (distanze di rispetto, soluzioni costruttive) per garantire l'assenza di effetti negativi sulla stabilità e sull'efficienza di funzionamento delle opere idrauliche.

Non essendo presenti interazioni con opere idrauliche esistenti la presente verifica non è pertinente

E.4. Opere idrauliche in progetto nell'ambito dell'intervento. Nel caso in cui l'intervento in progetto comporti la necessità di realizzare opere idrauliche di sistemazione dell'alveo, queste ultime vanno definite a livello di progetto Definitivo, esplicitandone la compatibilità e l'integrazione con le opere idrauliche esistenti.

Non essendo prevista in progetto la realizzazione di nuove opere idrauliche la presente verifica non è pertinente

E.5. Modifiche indotte sull'assetto morfologico planimetrico e altimetrico dell'alveo di inciso e di piena. Valutazione degli effetti della soluzione progettuale proposta per l'intervento in rapporto all'assetto morfologico attuale dell'alveo e alla sua prevedibile evoluzione, con evidenziazione degli elementi che garantiscono l'assenza di modificazioni indotte sia sull'alveo inciso (effetti erosivi di fondo e/o di sponda, modificazioni di tracciato planimetrico) che su quello di piena (attivazione di vie di deflusso preferenziali incompatibili con l'assetto e le opere esistenti).

Fattori determinanti: opere in progetto e soluzioni di inserimento delle stesse nel sistema fluviale.

Modalità di quantificazione: valutazioni idrauliche sugli effetti idrodinamici coinvolti, in rapporto alle caratteristiche geomorfologiche dell'alveo e alle relative tendenze evolutive.

Elementi di compatibilità da considerare:

- effetti erosivi di fondo e/o di sponda indotti nell'alveo inciso: nessuno

- attivazione di nuove vie di deflusso all'interno dell'alveo di piena: nessuno

Criteri guida di compatibilità:

- assenza di effetti erosivi nell'alveo inciso non controllati da opere: confermata

- assenza di vie di deflusso preferenziali in piena incompatibili con l'assetto attuale e di progetto del corso d'acqua e con le relative opere idrauliche: confermata

E.6. Modifiche indotte sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale. Vanno evidenziate le modificazioni conseguenti alla realizzazione dell'opera e gli interventi di mitigazione adottati, con particolare riferimento alle emergenze connesse al sistema fluviale e alle componenti naturalistiche, ambientali e paesistiche più sensibili nei confronti degli effetti indotti dalla realizzazione dell'opera

Fattori determinanti: opere in progetto e soluzioni di inserimento delle stesse nel sistema fluviale.

Modalità di quantificazione: valutazioni sugli effetti delle opere in progetto in rapporto alle componenti naturalistiche, ambientali e paesistiche del sistema fluviale: nessuna interazione con elementi naturali

Elementi di compatibilità da considerare:

- presenza di componenti o elementi di particolare rilevanza o sensibilità alle modificazioni indotte: nessuno
- opere di mitigazione previste: pavimentazione della viabilità di collegamento realizzata in prato armato con esclusione di superfici a vista in materiali artificiali

Criteri guida di compatibilità:

- miglioramento delle condizioni dell'ecosistema fluviale ottenibili con l'intervento: non applicabile trattandosi di opera puntuale di attraversamento
- recupero ambientale delle aree al contorno: non applicabile trattandosi di opera puntuale di attraversamento, tuttavia si veda quanto previsto in merito alla viabilità di collegamento ed al ponte esistente

E.7. Condizioni di sicurezza dell'intervento rispetto alla piena. Vanno evidenziate le condizioni di stabilità delle opere costituenti l'intervento in relazione alle sollecitazioni derivanti dalle condizioni di deflusso in piena con riferimento in particolare agli effetti connessi ai livelli idrici di piena e a quelli derivanti dell'azione erosiva della corrente sulle strutture e sulle fondazioni. Vanno inoltre evidenziati gli accorgimenti e le misure tecniche adottati al fine di evitare condizioni di pericolo per le persone e di danno per i beni, come pure le eventuali riduzioni temporanee di funzionalità dell'intervento connesse al verificarsi di un evento di piena.

Fattori determinanti:

- condizioni di stabilità delle opere costituenti l'intervento in relazione alle sollecitazioni derivanti dal deflusso in piena, con riferimento in particolare agli effetti connessi ai livelli idrici e a quelli derivanti dell'azione erosiva della corrente sulle strutture e sulle fondazioni;
- tipologia funzionale dell'intervento.

Modalità di quantificazione: valutazione delle condizioni di funzionalità dell'opera in concomitanza di un evento di piena: l'opera prevista non interagisce con il deflusso delle piene

Elementi di compatibilità da considerare:

- misure di protezione previste in progetto rispetto alla sicurezza strutturale e alla funzionalità dell'intervento: si veda quanto sopra anche in relazione ai criteri di progettazione dell'impalcato, delle spalle e delle fondazioni
- modalità di funzionamento o di utilizzo dell'opera nel corso degli eventi di piena: l'opera prevista non interagisce con il deflusso delle piene e la relativa funzionalità non viene ridotta in tali circostanze; per contro l'opera può costituire una alternativa al vicino ponte in caso di disfunzioni nonché essere utilizzata per l'intercettazione di materiale galleggiante prima che quest'ultimo si addossi al ponte esistente più a valle
- sistemi di preannuncio e di allarme per la piena: come detto .

Criteri guida di compatibilità:

- condizioni di rischio compatibili: il corso d'acqua in questione è dotato di un sistema di telecontrollo dei livelli idrometrici facente capo al sistema gestionale del Consorzio di Bonifica (impianto di S.Maurizio sul T. Rodano).

Reggio Emilia, 10 Gennaio 2020



A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Salvatore Vera", written over the professional stamp.

**Il Progettista
Ing. Salvatore Vera**