



*Presidenza del Consiglio dei Ministri*

Commissario straordinario di Governo alla ricostruzione nei territori colpiti dall'alluvione verificatasi in Emilia-Romagna, Toscana e Marche

---

# **PIANO SPECIALE PRELIMINARE**

Relazione di Piano

**ALLEGATO 9**

**CRITERI PER LA VALUTAZIONE DELLA COMPATIBILITÀ IDRAULICA  
DEI PONTI E DELLE INFRASTRUTTURE**

**Marzo 2024**



## Indice

1.	Premessa .....	2
2.	Costruzione del modello idraulico.....	3
2.1.	Assetto geometrico .....	3
2.2.	Metodo di calcolo.....	3
2.3.	Parametri di scabrezza .....	4
2.4.	Scenari geometrici di riferimento .....	4
3.	Caratteristiche morfologiche e granulometriche dell'alveo.....	6
4.	Portata di riferimento per la valutazione di compatibilità .....	7
4.1.	Tratto montano e tratto vallivo in assenza di argini classificati .....	7
4.2.	Tratto vallivo con presenza di argini classificati .....	7
4.3.	Stima della portata di piena di riferimento .....	7
5.	Criteri di compatibilità idraulica .....	8
5.1.	Ponti e infrastrutture esistenti .....	8
5.1.1.	Criteri e prescrizioni .....	8
5.1.2.	Condizioni di esercizio transitorio .....	9
5.1.3.	Interventi di adeguamento e miglioramento idraulico .....	9
5.2.	Ponti e infrastrutture in progetto.....	10
5.2.1.	Criteri e prescrizioni .....	10

## 1. Premessa

L'obiettivo principale del presente allegato al piano speciale è la definizione dei criteri per la valutazione della compatibilità idraulica dei ponti e delle infrastrutture relativamente all'identificazione e alla quantificazione degli effetti delle sopraccitate opere, esistenti o in progetto, sulle condizioni di deflusso e di espansione delle piene lungo il corso d'acqua interessato. In particolare, gli effetti principali si riferiscono alle modificazioni indotte sul profilo di piena, alla variazione della capacità di deflusso, alle interazioni con le opere di difesa idraulica, alle modifiche indotte sull'assetto morfologico e alle condizioni di sicurezza dell'intervento rispetto alla piena.

L'ampiezza e l'approfondimento delle indagini e delle valutazioni di seguito descritte, devono essere commisurate all'importanza dell'intervento e alla rilevanza delle interazioni indotte con l'assetto idraulico del corso d'acqua interessato.

In sede di avvio delle attività di valutazione della compatibilità idraulica del ponte, il proprietario/gestore, l'Autorità idraulica competente e l'Autorità di bacino distrettuale condividono le portate di piena e gli altri parametri funzionali alla costruzione del modello idraulico e alle analisi da sviluppare, anche al fine di raccordare le attività medesime con le attività di studio in corso per l'aggiornamento della pianificazione di bacino.

Anche in ragione di una corretta pianificazione delle risorse e della reale capacità operativa del proprietario/gestore, le verifiche di compatibilità idraulica verranno condotte sulle strutture esistenti secondo un ordine di priorità definito preventivamente di comune accordo tra il proprietario/gestore, l'Autorità idraulica competente e l'Autorità di bacino, che tenga conto, tra l'altro, delle effettive limitazioni alla circolazione del ponte o dell'infrastruttura nel corso dell'evento alluvionale, di preventive e speditive verifiche di scala minore sulle opere coinvolte dall'evento, delle indicazioni della pianificazione di bacino e degli studi propedeutici al suo aggiornamento, della progettazione/realizzazione di interventi di laminazione dell'onda di piena e più in generale di interventi di significativo interesse finanziati nelle Ordinanze commissariali o previsti nel Piano Speciale e da ogni altra considerazione utile a definire una scala di precedenza.

Il suddetto ordine di priorità sarà -almeno in prima fase- prioritariamente individuato nell'ambito del reticolo idrografico principale e delle relative opere d'arte maggiormente coinvolte durante gli eventi alluvionali, tenendo conto anche degli esiti delle valutazioni eseguite da parte dei gestori delle infrastrutture viarie ai sensi delle Linee guida Ponti del 2022 (*LINEE GUIDA PER LA CLASSIFICAZIONE E GESTIONE DEL RISCHIO, LA VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA ED IL MONITORAGGIO DEI PONTI ESISTENTI* pubblicate con Decreto del Ministro delle Infrastrutture e della Mobilità sostenibili 1 luglio 2022, pubblicato nella GURI del 23.08.2022), condivise e concordate con le autorità idrauliche competenti, nonché delle indicazioni date dalle istruzioni operative ANSFISA (*Istruzioni Operative per l'applicazione delle LINEE GUIDA PER LA CLASSIFICAZIONE E GESTIONE DEL RISCHIO, LA VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA ED IL MONITORAGGIO DEI PONTI ESISTENTI* previste dall'articolo 1, comma 3, del Decreto del Ministro delle Infrastrutture e della Mobilità sostenibili 1 luglio 2022, pubblicato nella GURI del 23.08.2022) relativamente alla gestione di tali esiti.

## 2. Costruzione del modello idraulico

### 2.1. Assetto geometrico

Le verifiche idrauliche contenute nella relazione di compatibilità idraulica devono essere condotte adottando modellazioni idrauliche implementate attraverso appropriate schematizzazioni geometriche del corso d'acqua e del ponte o dell'infrastruttura oggetto di studio.

La base altimetrica del modello va costruita sulla base del più recente DTM e/o rilievo topografico integrato con l'informazione batimetrica funzionale a rappresentare compiutamente la geometria del corso d'acqua. L'estensione e il livello di approfondimento dei rilievi deve essere condivisa tra il proprietario/gestore e l'Autorità idraulica.

L'opera deve essere rappresentata, nell'ambito della schematizzazione idraulica, ricomprendendo l'intradosso e l'estradosso dell'impalcato, le spalle, la quota di posa delle fondazioni, la quota dell'estradosso dell'eventuale plinto di fondazione, la geometria delle pile, il rilevato di accesso e qualsiasi altro elemento dell'opera che possa interferire con il deflusso della piena.

È necessario che le verifiche si riferiscano ad un tratto di corso d'acqua significativo, la cui estensione, definita in condivisione tra il proprietario/gestore e l'Autorità idraulica, riguardi almeno il tratto per il quale ci si può attendere un'influenza dell'opera o dell'intervento per cui le verifiche sono effettuate<sup>1</sup>. Nel caso in cui il manufatto sia collocato a monte di una confluenza, occorre verificare se la distanza sia sufficiente a non risentire del livello idrico nel corpo ricettore, ed in caso contrario, la schematizzazione geometrica deve estendersi fino alla confluenza. Nel caso in cui a monte o a valle siano presenti altre opere di attraversamento, il modello deve ricomprendere la descrizione geometrica di questi manufatti e tener conto della loro presenza in termini di modificazione delle condizioni al contorno e di regimi di moto che la corrente instaura a causa dell'interferenza da essi provocata.

### 2.2. Metodo di calcolo

Il codice di calcolo da utilizzare per valutare gli effetti di un ponte (e dei relativi rilevati di accesso) o di un'infrastruttura sul profilo idrico, relativo alla portata di piena di riferimento, nel tratto di corso d'acqua, dipende dal livello di approfondimento delle analisi da condurre, che dovrà essere definito e condiviso preventivamente tra il proprietario/gestore e l'Autorità idraulica.

In termini modellistici, sono possibili le seguenti alternative in termini di campo di moto:

- modello numerico monodimensionale (1D), utilizzabile nel caso in cui il flusso idrico è descrivibile con buona approssimazione lungo una sola direzione prevalente;
- modello numerico 1D-2D accoppiato, utilizzabile in presenza di schemi fluviali più complessi del precedente e usando la modellazione 1D, ad esempio, per l'asta fluviale principale, e la modellazione 2D nelle zone esterne che lo richiedono al fine di descrivere in maniera adeguata la propagazione dei deflussi;
- modello numerico bidimensionale (2D), da utilizzarsi nel caso in cui il flusso idrico non è descrivibile con buona approssimazione lungo una sola direzione prevalente oppure risulta di interesse lo studio di determinate porzioni della sezione trasversale.

In generale, un modello numerico monodimensionale, se tiene conto della variazione delle dimensioni dell'alveo e delle singolarità localizzate (rappresentate da manufatti, bruschi restringimenti o allargamenti, variazioni di scabrezza, salti di fondo), è generalmente adatto ad affrontare tutte le situazioni in cui la valutazione degli effetti degli interventi in progetto sulle condizioni di deflusso è rappresentabile unicamente in termini di modificazione del profilo idrico lungo la sola direzione

---

<sup>1</sup> Il tratto significativo è da intendersi come il tratto per il quale insiste l'effetto della presenza del manufatto sul corso d'acqua (ad esempio il tratto interessato dal rigurgito indotto dal ponte).

prevalente del flusso. Nei casi, invece, di particolare complessità che richiedano la valutazione di fenomeni specifici (quali ad esempio i valori locali delle velocità di corrente ai fini della quantificazione della capacità erosiva della corrente), occorre ricorrere ad un modello numerico 1D-2D accoppiato o bidimensionale.

Inoltre, in termini di condizioni di moto sono consigliabili le seguenti alternative:

- moto permanente, utilizzabile nel caso in cui si possa, con buona approssimazione, ritenere trascurabile la laminazione dell'onda di piena di riferimento lungo il tratto analizzato;
- moto vario, da utilizzarsi nel caso in cui la laminazione dell'onda di piena di riferimento lungo il tratto analizzato non è trascurabile.

Il codice di calcolo impiegato per la valutazione del profilo idrico e delle altre caratteristiche del moto va adeguatamente descritto in relazione. Nel caso siano utilizzati programmi di calcolo numerico generalmente noti nella letteratura tecnico-scientifica, è sufficiente l'indicazione precisa del programma utilizzato.

In funzione dello schema di calcolo utilizzato, le condizioni al contorno da assegnare sono:

- la portata di piena di riferimento, che costituisce la condizione di input di monte;
- una ulteriore condizione idraulica nella sezione di valle (nel caso di condizioni di moto in corrente lenta) o di monte (nel caso di condizioni di moto in corrente veloce).

Nel calcolo idraulico, si può in estrema ipotesi ricorrere a metodologie semplificate (moto uniforme) solo ed esclusivamente nel caso in cui il tratto analizzato:

- abbia geometria approssimativamente cilindrica;
- non contenga sul contorno sezioni critiche costituite da salti, strettoie naturali o artificiali che provocano innalzamento del profilo di piena;
- non presenti situazioni con passaggio di corrente da condizione supercritica a subcritica e viceversa.

In termini di trattazione idraulica dell'infrastruttura, è necessario specificare i parametri impiegati per la schematizzazione delle pile, delle spalle, dell'impalcato e dei rilevati di accesso nonché la metodologia di calcolo impiegata per descrivere il deflusso attraverso il manufatto e per valutare la capacità erosiva della corrente e gli effetti sul manufatto e sul territorio circostante.

### **2.3. Parametri di scabrezza**

I parametri di scabrezza devono essere opportunamente selezionati al fine di effettuare una corretta valutazione delle perdite di carico, dato che la determinazione di tali parametri è complessa in quanto risulta funzione di molti fattori quali la scabrezza delle superfici, la geometria del corso d'acqua, il livello del tirante idrico, i fenomeni di erosione e deposito e la presenza della vegetazione. Per questo motivo, la selezione dei parametri di scabrezza deve essere effettuata a seguito di un'accurata analisi del tratto di corso d'acqua da modellare e deve essere svolta un'opportuna analisi di sensitività volta a valutare come le variazioni dei parametri di scabrezza modifichino i profili risultanti relativi agli scenari modellati.

### **2.4. Scenari geometrici di riferimento**

Le simulazioni idrauliche volte alla stima delle condizioni di deflusso devono essere effettuate considerando i seguenti scenari in termini di assetto geometrico:

- assenza dell'infrastruttura (condizione indisturbata);
- presenza dell'infrastruttura nella configurazione definitiva;
- nel caso di infrastrutture in progetto o di interventi di adeguamento e/o miglioramento su infrastrutture esistenti, vanno considerate le fasi significative di intervento, tenendo conto delle opere provvisorie eventualmente inserite, qualora comportino effetti più gravosi sulle condizioni

di deflusso della portata di piena di riferimento, definita, per la configurazione transitoria, in modo condiviso tra proprietario/gestore e l'Autorità idraulica.

Nel caso in cui le caratteristiche e la collocazione plano-altimetrica delle opere, anche secondo le indicazioni dell'Autorità idraulica, possano comportare il rischio di ostruzione parziale delle luci a causa dei materiali trasportati, è necessario che la verifica dell'infrastruttura preveda uno scenario idraulico con parzializzazione della sezione di deflusso.

Per tutti gli scenari considerati, devono essere riportati gli esiti delle modellazioni idrauliche in termini di livelli, di velocità e di energia cinetica con cui avviene il passaggio attraverso l'infrastruttura. Questi risultati devono essere restituiti in forma grafica e tabellare sia per la sezione in corrispondenza dell'attraversamento sia per le sezioni di monte e valle per le quali sia identificabile l'effetto della presenza del manufatto.

### 3. Caratteristiche morfologiche e granulometriche dell'alveo

Le analisi morfologiche devono caratterizzare il tratto di corso d'acqua interessato dall'opera, con riferimento all'alveo attivo e alle forme fluviali abbandonate e/o riattivabili in piena.

Tenendo conto degli studi e delle informazioni messe a disposizione dalle Amministrazioni competenti, le valutazioni devono essere finalizzate a:

- definire il grado di stabilità dell'alveo inciso, in concomitanza a situazioni di piena, in rapporto a possibili fenomeni di divagazione trasversale (erosioni di sponda, modificazioni del tracciato del thalweg) e di innalzamento o abbassamento del fondo alveo, tenendo conto delle opere di difesa idraulica presenti e dell'assetto complessivo dell'alveo;
- definire le condizioni morfologiche dell'area golenale o inondabile, con particolare riferimento alla presenza di forme fluviali abbandonate e/o riattivabili in piena e alla distinzione tra zone sede di deflusso in piena e quelle che svolgono funzioni di invaso; complessivamente gli elementi considerati devono permettere di valutare il grado di stabilità dell'alveo di piena;
- definire, in relazione agli elementi di cui ai punti precedenti, la tendenza evolutiva dell'alveo, anche in relazione al grado di sistemazione idraulica presente o eventualmente in progetto; gli elementi di interesse concernono le modificazioni del tracciato planimetrico dell'alveo inciso, la variazione delle quote di fondo (tendenza all'erosione o al deposito) e le trasformazioni delle aree golenali o inondabili.

Le analisi devono essere condotte attraverso i seguenti elementi principali:

- definizione dell'alveo tipo attuale e valutazione comparativa delle caratteristiche planimetriche dell'alveo e delle sue modificazioni recenti (ultimi 30-40 anni);
- quantificazione delle modificazioni geometriche dell'alveo inciso tramite confronto di sezioni e profili d'alveo riferiti a rilievi topografici eseguiti in epoche diverse (dove disponibili) ovvero tramite la considerazione di altri indicatori locali;
- identificazione delle evidenze morfologiche di antichi alvei abbandonati;
- ricostruzione delle aree allagate in occasione di significativi e recenti eventi di piena e delle modalità di allagamento.

Inoltre, nel caso in cui nell'ambito delle analisi idrauliche si renda necessario effettuare valutazioni sulla capacità di trasporto solido nel tratto interessato e su eventuali fenomeni erosivi locali, deve essere prodotta, qualora non già disponibile, una caratterizzazione del materiale d'alveo mediante analisi granulometriche. I punti di campionamento, individuati con l'Autorità idraulica, devono riguardare i depositi di fondo alveo, le sponde ed eventualmente le aree golenali e devono essere in numero adeguato alla rappresentazione delle caratteristiche del materiale; devono essere impiegate metodiche di campionamento e analisi granulometrica del materiale adatte alla dimensione e all'assortimento del materiale stesso.



## **4. Portata di riferimento per la valutazione di compatibilità**

### **4.1. Tratto montano e tratto vallivo in assenza di argini classificati**

Nei tratti montani dei corsi d'acqua e nei tratti vallivi dei corsi d'acqua, in assenza di argini classificati, la portata di piena di riferimento per la verifica di compatibilità è la portata individuata nella pianificazione per la definizione dell'assetto di progetto (generalmente coincidente con lo scenario con tempo di ritorno 200 anni).

Quando si tratti di corsi d'acqua del reticolo secondario e/o di infrastrutture di importanza molto modesta, anche in funzione delle indicazioni fornite dall'Autorità idraulica, possono essere considerate piene con tempi di ritorno inferiori in relazione ad esigenze specifiche adeguatamente motivate.

Oltre che per la portata di piena di riferimento, le simulazioni idrauliche devono essere condotte anche per portate con tempi di ritorno superiori (al massimo pari a 200 anni), concordate con le Amministrazioni competenti, qualora necessario ai fini della completa valutazione dei fenomeni di interesse.

In caso di rigurgito, devono essere eseguite simulazioni idrauliche aventi, come forzanti, portate via via crescenti fino al raggiungimento della quota di intradosso dell'impalcato (passaggio da moto in superficie libera a moto in pressione) e deve essere rappresentato il profilo di rigurgito generato dal ponte per tutto il tratto per il quale insiste l'effetto.

### **4.2. Tratto vallivo con presenza di argini classificati**

Nei tratti vallivi dei corsi d'acqua, in presenza di argini classificati, considerando che gli stessi hanno già quote non significativamente incrementabili per raggiunte condizioni limite strutturali, la portata di piena di riferimento per la verifica di compatibilità è da intendersi come la portata di piena massima contenibile a franco nullo nel sistema arginale esistente, in assenza di interferenze del ponte. Nel caso siano previsti, nell'assetto di progetto, interventi di adeguamento locale degli argini, la portata di piena di riferimento è da intendersi come la portata di piena massima contenibile a franco nullo nel sistema arginale di progetto.

Oltre che per la portata di piena di riferimento, le simulazioni idrauliche devono essere condotte anche considerando come forzanti portate con tempi di ritorno superiori (al massimo pari a 200 anni), concordati con le Amministrazioni competenti, qualora necessario ai fini della completa valutazione dei fenomeni di interesse.

In caso di rigurgito, devono essere eseguite simulazioni idrauliche aventi come forzanti portate via via crescenti fino al raggiungimento della quota di intradosso dell'impalcato (passaggio da moto in superficie libera a moto in pressione) e deve essere rappresentato il profilo di rigurgito generato dal ponte per tutto il tratto per il quale insiste l'effetto.

### **4.3. Stima della portata di piena di riferimento**

Nelle more dell'aggiornamento dei PAI, le portate di riferimento con assegnato tempo di ritorno sono da desumere dai PAI attualmente vigenti relativi all'UoM Reno, UoM Bacini Romagnoli e UoM Conca Marecchia. Qualora non disponibili per la sezione di interesse, con il supporto tecnico dato dalle Amministrazioni competenti, dovranno essere svolte opportune valutazioni sulla loro stima sulla base delle portate con assegnato tempo di ritorno disponibili e di uno studio idrologico realizzato appositamente per l'analisi di compatibilità idraulica.

## 5. Criteri di compatibilità idraulica

I criteri di compatibilità, che assumono carattere di prescrizione per i ponti e le infrastrutture esistenti e in progetto, sono elencati nei successivi paragrafi.

### 5.1. Ponti e infrastrutture esistenti

#### 5.1.1. Criteri e prescrizioni

##### 5.1.1.1. Franco idraulico

Il franco idraulico, definito come la distanza tra la quota idrometrica, relativa alla piena di riferimento, immediatamente a monte del ponte, e la quota di intradosso del ponte, è da assumersi, come definito dalle NTC 2018, non inferiore a 1,5 m e comunque dovrà essere scelto tenendo conto di considerazioni e previsioni sul trasporto solido di fondo e sul trasporto di materiale flottante, così come congiuntamente individuate di comune accordo dal proprietario/gestore e l'Autorità idraulica, garantendo un'adeguata distanza tra l'intradosso del ponte e il fondo alveo.

Quando l'intradosso delle strutture non sia costituito da un'unica linea orizzontale tra gli appoggi, il franco idraulico deve essere assicurato per una ampiezza centrale di 2/3 della luce, e comunque non inferiore a 40 m.

Nel caso di corsi d'acqua arginati, la quota di intradosso del ponte deve comunque essere superiore a quella della sommità arginale, così come congiuntamente individuate di comune accordo dal proprietario/gestore e l'Autorità idraulica. Nel caso di corsi d'acqua non arginati, la quota di intradosso del ponte deve risultare superiore al ciglio di sponda.

##### 5.1.1.2. Effetti idraulici indotti dal ponte

Gli elementi strutturali del ponte, e i relativi rilevati di accesso, non devono comportare effetti negativi sulle modalità di deflusso della piena nel corso d'acqua; in particolare, il profilo idrico di rigurgito, eventualmente indotto dall'opera di attraversamento, deve essere compatibile con l'assetto difensivo presente e non deve comportare un aumento delle condizioni di rischio idraulico per il territorio circostante. Tale aumento deve essere quantificato sulla base del confronto tra le condizioni attuali e quelle in assenza dell'opera.

##### 5.1.1.3. Condizioni di sicurezza idraulica del ponte e delle opere collegate

Il manufatto e le opere connesse devono essere sottoposti a verifica della stabilità strutturale rispetto ai seguenti aspetti:

- scalzamento massimo sulle fondazioni delle pile e/o delle spalle;
- urti e abrasioni provocate dalla corrente sulle pile in alveo;
- scalzamento massimo sui rilevati di accesso per effetto dell'erosione della corrente;
- spinta idrodinamica per effetto del sovrizzo indotto dalla struttura. Dove opportuno, la valutazione deve essere condotta anche con riferimento a condizioni di tracimazione del ponte stesso per effetto dell'ostruzione delle luci.

Per i rilevati di accesso e le spalle, deve essere inoltre valutata la vulnerabilità rispetto a possibili fenomeni di divagazione planimetrica dell'alveo (forme fluviali relitte e riattivabili in piena) ed in generale, la compatibilità dell'infrastruttura con i possibili fenomeni di mobilità morfologica.

### **5.1.2. Condizioni di esercizio transitorio**

Nei casi in cui la verifica di compatibilità idraulica dell'opera esistente non è adeguata rispetto alle prescrizioni di cui al precedente punto 5.1.1, l'Autorità idraulica competente al rilascio del parere idraulico di compatibilità (nulla-osta idraulico) definisce, su proposta del proprietario/gestore e sulla base degli elementi derivanti dallo studio, le condizioni di esercizio transitorio dell'opera valide fino alla realizzazione degli interventi di adeguamento.

Tali condizioni devono contenere:

- la definizione della portata massima compatibile con l'assetto attuale del corso d'acqua, così come definita nella verifica di compatibilità;
- l'installazione da parte del proprietario/ente gestore, in una sezione adeguata in prossimità del ponte, o l'identificazione, qualora già disponibile nelle vicinanze dell'opera, di un idrometro con l'evidenziazione del livello di guardia e di quello di superamento delle condizioni di sicurezza, per il quale deve essere sospesa l'agibilità del ponte. Nel caso di nuova installazione, l'idrometro verrà interconnesso, anche ai fini del maggior efficientamento possibile della conoscenza del fenomeno di piena nella propria evoluzione, alla rete regionale e gestito nella complessiva rete attualmente presente. È demandata a specifici protocolli operativi la modalità di trasferimento delle informazioni ai fini della segnalazione degli stati idrometrici di guardia e del superamento delle condizioni di sicurezza;
- la programmazione degli interventi periodici di ispezione e manutenzione dell'opera e dell'alveo, da valutare di volta in volta in base al grado di interferenza del manufatto e da attuare da parte del proprietario/gestore per un tratto adeguato<sup>2</sup> a monte e a valle dell'infrastruttura, da definire con l'Autorità idraulica competente, e secondo procedure di autorizzazione codificate che ne possano assicurare la tempestività d'esecuzione;
- la definizione da parte delle Amministrazioni competenti dei tempi medi di preannuncio della piena e dei tempi medi di formazione dell'onda di piena.

Tali condizioni di esercizio transitorio, verranno disciplinate da un Protocollo di realizzazione e manutenzione inerente alla specifica infrastruttura, o alle specifiche infrastrutture eventualmente interferenti.

Le condizioni di esercizio transitorio costituiscono allegato alla concessione di occupazione del demanio fluviale collegata all'opera.

Le stesse condizioni sono trasmesse ai soggetti competenti per le funzioni di protezione civile e inserite nei rispettivi strumenti di pianificazione.

### **5.1.3. Interventi di adeguamento e miglioramento idraulico**

Nei casi in cui l'attraversamento esistente (e i relativi rilevati di accesso) non è adeguato rispetto alle prescrizioni di cui al precedente punto 5.1.1, è necessario predisporre un progetto di adeguamento contenente gli interventi necessari per rimuovere gli elementi per i quali l'opera non è adeguata.

Nel caso gli interventi di adeguamento idraulico non siano realizzabili per comprovate ragioni di fattibilità tecnica o costi sproporzionati, è consentito realizzare anche solo interventi di miglioramento volti alla progressiva diminuzione dell'effetto dell'infrastruttura sul deflusso della piena di riferimento. Tali interventi di miglioramento devono essere corredati dalle relative condizioni di esercizio transitorio.

Nei casi in cui problemi di incompatibilità siano determinati dalle condizioni di scalzamento massimo non compatibili con la stabilità delle fondazioni, è comunque preferibile una soluzione di intervento diretto sulle fondazioni stesse per il conseguimento dei parametri di sicurezza necessari. Solo in casi eccezionali,

---

<sup>2</sup> Il tratto adeguato è da intendersi come il tratto per il quale insiste l'effetto della presenza del manufatto sul corso d'acqua (ad esempio il tratto interessato dal rigurgito indotto dal ponte).

previa accurata verifica idraulica, sono possibili soluzioni alternative volte alla stabilizzazione delle quote del fondo alveo.

Nel caso siano necessari interventi dettati da esigenze di stabilità dell'infrastruttura, deve essere contestualmente valutata la possibilità tecnica ed economica di adeguare o migliorare anche idraulicamente l'infrastruttura medesima. Nel caso ciò non sia realizzabile per ragioni di fattibilità tecnica o costi sproporzionati, comprovate dal proprietario dell'infrastruttura, e il livello di criticità strutturale del ponte sia tale da comprometterne la stabilità, è possibile realizzare interventi di adeguamento strutturale a condizione che gli stessi non determinino un peggioramento della compatibilità idraulica e che siano definite e dettagliate le relative condizioni di esercizio transitorio.

Nel caso siano necessari interventi di potenziamento, sia strutturale che viabilistico, dell'infrastruttura devono essere contestualmente realizzati anche gli eventuali interventi almeno di miglioramento e, se possibile, di complessivo adeguamento idraulico dell'infrastruttura stessa. Nel caso tali interventi di miglioramento o adeguamento non siano realizzabili per ragioni di fattibilità tecnica o costi sproporzionati, comprovate dal proprietario dell'infrastruttura, è possibile procedere con il potenziamento solo a condizione che l'intervento stesso non determini un peggioramento della compatibilità idraulica e che siano definite e dettagliate le relative condizioni di esercizio transitorio. Rientrano nella fattispecie di cui sopra, i progetti di potenziamento di itinerari legati al consolidamento e/o all'incremento del carico massimo dei ponti per assicurare itinerari strategici per il trasporto su gomma e i progetti di adeguamento della sezione stradale alle Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali di cui al D.M. 19 aprile 2006.

## **5.2. Ponti e infrastrutture in progetto**

### **5.2.1. Criteri e prescrizioni**

#### *5.2.1.1. Franco idraulico*

Il franco idraulico, definito come la distanza tra la quota idrometrica, relativa alla piena di riferimento, immediatamente a monte del ponte, e la quota di intradosso del ponte, è da assumersi, come definito dalle NTC 2018, non inferiore a 1,5 m e comunque dovrà essere scelto tenendo conto di considerazioni e previsioni sul trasporto solido di fondo e sul trasporto di materiale flottante, così come congiuntamente individuate di comune accordo dal proprietario/gestore e l'Autorità idraulica, garantendo un'adeguata distanza tra l'intradosso del ponte e il fondo alveo.

Quando l'intradosso delle strutture non sia costituito da un'unica linea orizzontale tra gli appoggi, il franco idraulico deve essere assicurato per una ampiezza centrale di 2/3 della luce, e comunque non inferiore a 40 m.

Nel caso di corsi d'acqua arginati, la quota di intradosso del ponte deve comunque essere superiore a quella della sommità arginale, così come congiuntamente individuate di comune accordo dal proprietario/gestore e l'Autorità idraulica. Nel caso di corsi d'acqua non arginati, la quota di intradosso del ponte deve risultare superiore al ciglio di sponda.

#### *5.2.1.2. 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.

Nel caso di realizzazione di nuovi ponti o infrastrutture è opportuno evitare il posizionamento di pile e spalle in alveo. Nel caso non sia possibile rispettare questa condizione, compatibilmente con i vincoli di natura strutturale, le pile in alveo devono essere orientate parallelamente al filone principale della corrente, deve essere preferita una soluzione che collochi le pile in golena o nelle zone dove il livello idrometrico in piena sia relativamente modesto, è preferibile la forma circolare o di tipo profilato in modo da costituire minore ostacolo alla corrente (minore esposizione all'erosione) e, nei casi in cui si abbia

elevata velocità di corrente abbinata a un trasporto solido significativo, la parte delle pile a contatto con la corrente deve essere opportunamente protetta. Le fondazioni delle pile e/o delle spalle devono essere tali da garantire la stabilità del ponte nello scenario di massimo scalzamento senza la necessità di opere di stabilizzazione del fondo alveo.

Devono essere inoltre rispettate le seguenti condizioni:

- per i corsi d'acqua arginati, le spalle e le pile del ponte devono trovarsi sul lato campagna, ad una distanza minima di 10 m dal piede dell'argine; nel caso in cui non sia possibile rispettare questa prescrizione per ragioni di fattibilità tecnica o costi sproporzionati, è consentito diminuire tale distanza purché siano realizzati, da parte del proprietario/gestore, tutti gli opportuni accorgimenti di difesa, rivestimento e rinforzo dell'argine necessari a garantirne la stabilità compensando l'interferenza prodotta sul rilevato arginale dalla nuova infrastruttura;
- per i corsi d'acqua arginati, la posizione delle pile sul lato fiume deve essere al di fuori del corpo arginale;
- per i corsi d'acqua non arginati, le pile e le spalle devono essere poste al di fuori delle sponde incise dell'alveo.

È inoltre raccomandabile di:

- prevedere un dislivello tra la quota di intradosso e il fondo alveo non inferiore a 6-7 m quando si possa temere il transito di alberi di alto fusto; valori maggiori vanno mantenuti per ponti con luci inferiori ai 30 m o posti su torrenti potenzialmente soggetti a deposito;
- ai fini della definizione della luce del ponte e dell'ubicazione dei manufatti relativi (pile e spalle), considerare, oltre alle dimensioni attuali dell'alveo, anche quelle eventuali di progetto.

#### *5.2.1.3. Effetti idraulici indotti dal ponte*

Gli elementi strutturali del ponte, e i relativi rilevati di accesso, non devono comportare effetti negativi sulle modalità di deflusso della piena nel corso d'acqua; in particolare, il profilo idrico di rigurgito, eventualmente indotto dall'insieme delle opere di attraversamento, deve essere compatibile con l'assetto difensivo presente e non deve comportare un aumento delle condizioni di rischio idraulico per il territorio circostante. Tale aumento deve essere quantificato sulla base del confronto tra le condizioni attuali e quelle in presenza dell'opera.

Vanno inoltre verificati i seguenti aspetti: l'assenza di riduzione della superficie delle aree allagabili, destinate alla laminazione dell'onda di piena per effetto del ponte, al fine di evitare effetti di minore laminazione della piena lungo l'asta fluviale; la compatibilità dell'opera, e delle eventuali sistemazioni idrauliche connesse, con gli effetti indotti da possibili ostruzioni delle luci ad opera di corpi flottanti trasportati dalla piena ovvero di deposito anomalo di materiale derivante dal trasporto solido, soprattutto nel caso possano realizzarsi a monte invasi temporanei di dimensione significativa.

#### *5.2.1.4. Opere idrauliche collegate al ponte*

Nel caso in cui l'inserimento o la presenza del ponte comporti la realizzazione di opere idrauliche con funzioni di sistemazione dell'alveo nel tratto interessato dall'attraversamento, il progetto deve comprendere la definizione delle opere stesse con lo stesso livello di dettaglio relativo all'opera principale.

#### *5.2.1.5. Condizioni di sicurezza idraulica del ponte e delle opere collegate*

Il manufatto e le opere connesse devono essere sottoposti a verifica della stabilità strutturale rispetto ai seguenti aspetti:

- scalzamento massimo sulle fondazioni delle pile e/o delle spalle;
- urti e abrasioni provocate dalla corrente sulle pile in alveo;
- scalzamento massimo sui rilevati di accesso per effetto dell'erosione della corrente;

- spinta idrodinamica per effetto del sovrizzo indotto dalla struttura. Dove opportuno, la valutazione deve essere condotta anche con riferimento a condizioni di tracimazione del ponte stesso per effetto dell'ostruzione delle luci.

Per i rilevati di accesso e le spalle, deve essere inoltre valutata la vulnerabilità rispetto a possibili fenomeni di divagazione planimetrica dell'alveo (forme fluviali relitte e riattivabili in piena) ed in generale, la compatibilità dell'infrastruttura con i possibili fenomeni di mobilità morfologica.