

## ALLEGATO B

### CRITERI TECNICI PER LA VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITA' E DEL RISCHIO LUNGO IL RETICOLO IDROGRAFICO

*A distanza di anni dalla DGR 45-6656/2002, sulla base delle esperienze condotte in sede dei gruppi interdisciplinari, si ritiene utile effettuare dei relativi aggiornamenti, anche in relazione alle recenti modifiche in campo urbanistico di tipo normativo e procedurale (L.R. 1/07).*

*In tal senso indicazioni erano già emerse nel corso degli incontri tenutisi tra la Regione Piemonte (Direzione Difesa del Suolo, Direzione Opere Pubbliche e Direzione Urbanistica), ARPA, Ordine dei Geologi, Federazione Interregionale degli Ordini degli Ingegneri del Piemonte e della Valle d'Aosta (FIOPA) e Ordine degli Architetti, compendiate nel verbale conclusivo dell'agosto 2005.*

*Il presente documento è stato quindi redatto anche sulla base di ulteriori contributi forniti dagli operatori di settore (ARPA, Ordine dei Geologi, FIOPA e Ordine degli Architetti) nell'ambito di specifici confronti tecnici conclusisi nell'incontro del 28 maggio 2009.*

*Gli obiettivi che si intendono raggiungere possono essere così sintetizzati:*

- *fornire delle linee guida tecnico-normative maggiormente chiare e dettagliate per effettuare le analisi di adeguamento al PAI e per le successive verifiche ed aggiornamenti del quadro del dissesto;*
- *integrare, dettagliare e fornire specificazioni tecniche per le parti carenti o del tutto mancanti nei precedenti criteri (si cita a titolo di esempio il trasporto solido, il franco idraulico, la valutazione delle opere, il reticolo artificiale, i dissesti lineari, l'assetto idraulico di progetto, la valutazione del rischio all'interno dei centri edificati, la ripermimetrazione delle aree a rischio molto elevato (RME));*
- *fornire un quadro di riferimento più operativo e di supporto ai professionisti, per quanto concerne la stima delle portate, anche attraverso la metodologia di regionalizzazione della portate VA.PI.-Piemonte;*
- *prevedere delle modifiche e specificazioni in merito alle metodologie di indagine in modo da avere un quadro del dissesto maggiormente rappresentativo dello stato dei luoghi e basato, per studi alla scala sovracomunale, anche su elementi tecnici maggiormente caratterizzanti lo stato di pericolosità (tiranti-velocità); tali modifiche hanno inoltre l'obiettivo di introdurre maggiori elementi di flessibilità nelle analisi, come ad esempio la possibilità di enucleare aree a pericolosità media-moderata (Em) e molto elevata (Ee) (e non già solo a pericolosità elevata (Eb)) all'interno delle aree inondabili per Tr 200 anni, oppure la possibilità di modificare, in situazioni dove vi siano delle chiare evidenze, delle aree di esondazione presenti nel PAI anche senza la necessità di effettuare un oneroso studio idraulico; tali modifiche, predisposte comunque nel pieno rispetto del principio di cautela, hanno esclusivamente l'obiettivo di rendere più coerente il quadro del dissesto rispetto allo stato dei luoghi, evitando quelle incongruenze che le metodologie attuali possono produrre, come lamentato dai Comuni ed evidenziato anche congiuntamente nell'ambito degli incontri tra Regione Piemonte, ARPA, FIOPA, Ordine dei Geologici e Ordine degli Architetti;*
- *incentivare gli studi sull'intera asta fluviale, o tronco idraulicamente significativo della stessa, attraverso la pianificazione sovracomunale;*
- *rendere maggiormente compatibili gli indirizzi tecnici con l'esigenza di definire, appena verrà modificato il titolo IV delle NdA del PAI, una mappatura delle aree a diverso grado di rischio, come richiesto dall'art. 1 comma 1 della L. 267/98;*
- *ribadire in modo maggiormente pregnante la necessità di un approccio interdisciplinare alle problematiche connesse alla pericolosità ed al rischio di inondazione ai fini di una corretta gestione del territorio, che veda l'integrazione di competenze geologiche, ingegneristiche e pianificatorie sia in fase di elaborazione dei piani sia in fase di valutazione degli stessi.*

## INDICE

1.	<i>Premessa</i> .....	3
2.	<i>Indicazioni generali sull'analisi tecnica</i> .....	4
2.1	Analisi e rilievo degli elementi fisici naturali ed antropici caratterizzanti il corso d'acqua e il territorio interessato.....	4
2.2	Analisi storiche .....	5
2.3	Analisi morfodinamica del corso d'acqua .....	6
2.4	Analisi idrologiche-idrauliche.....	7
2.4.1	Valutazioni idrologiche .....	7
2.4.1.1	Valutazioni idrologiche tramite il VA.PI. Piemonte.....	8
2.4.2	Valutazioni idrauliche .....	10
2.4.2.1	Premesse e indicazioni generali .....	10
2.4.2.1.1	Opere idrauliche e di contenimento.....	11
2.4.2.1.2	Energia specifica .....	11
2.4.2.1.3	Franco idraulico.....	11
2.4.2.1.4	Trasporto solido.....	12
2.4.2.2	Valutazioni idrauliche speditive .....	15
2.4.2.3	Valutazioni idrauliche approfondite .....	16
2.5	Valutazione ed utilizzo di studi già realizzati .....	17
3.	<i>Indirizzi tecnici sulle fasce fluviali</i> .....	18
3.1	Indicazioni generali.....	18
3.2	Valutazione delle condizioni di rischio nei territori della fascia C, delimitati con segno grafico indicato come "limite di progetto tra la fascia B e la fascia C".....	18
3.3	Delimitazione delle fasce fluviali mediante attestazione delle stesse su elementi fisici rilevabili alla scala di maggior dettaglio.....	19
3.4	Valutazione delle condizioni di rischio nei territori classificati come fascia A e B ricadenti all'interno dei centri edificati, ai sensi dell'art. 39, comma 2, delle NdA del PAI .....	19
3.5	Indicazioni in merito ai territori in fascia C.....	20
4.	<i>Indirizzi tecnici sulle aree a rischio idrogeologico molto elevato (RME) identificate come ZONA I e ZONA B-Pr.</i> .....	22
4.1	Indicazioni generali.....	22
4.2	Riperimetrazione delle aree RME .....	22
4.3	Valutazione delle condizioni di rischio nei territori classificati come Zona I e Zona B-Pr ricadenti all'interno dei centri edificati, ai sensi dell'art. 51, comma 5, delle NdA del PAI.....	23
5.	<i>Criteri per la perimetrazione delle aree di esondazione</i> .....	24
5.1	Dissesti lineari .....	24
5.2	Aree di esondazione: indicazioni generali .....	24
5.2.1	Aree di esondazione: analisi semplificate .....	25
5.2.2	Aree di esondazione: analisi approfondite .....	26
6.	<i>Indicazioni sulle analisi da effettuarsi sul reticolo artificiale</i> .....	27
7.	<i>Indicazione sulle analisi da effettuarsi sugli invasi di competenza regionale</i> .....	28
8.	<i>Fasce di tutela dai corsi d'acqua derivanti dal R.D. 523/1904</i> .....	29
9.	<i>Criteri di compatibilità idraulica delle previsioni urbanistiche</i> .....	30
10.	<i>Rilevamento opere idrauliche. Sistema informativo catasto opere idrauliche (SICOD)</i> .....	31
11.	<i>Elaborati da produrre</i> .....	32
12.	<i>Indicazioni generali per la pianificazione a livello sovracomunale</i> .....	33
12.1	Individuazione delle aree inondabili e suddivisione in classi di pericolosità anche mediante la caratterizzazione dell'evento di piena per Tr 200 anni, con il criterio idraulico tiranti-velocità.....	33
12.2	Assetto idraulico di progetto .....	34

## 1. Premessa

I presenti criteri forniscono indicazioni per gli studi finalizzati a valutare la compatibilità idraulica delle previsioni degli strumenti urbanistici e territoriali o più in generale delle proposte di uso del suolo, ricadenti in aree che risultino soggette a possibile esondazione.

Per quanto riguarda le verifiche di compatibilità idraulica i presenti criteri sono da considerarsi complementari alla Direttiva *“Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all’interno delle fasce A e B”*, approvata con deliberazione 11 maggio 1999, n. 2, del Comitato Istituzionale dell’Autorità di Bacino per il fiume Po, e alle sue successive modifiche e integrazioni, nonché alla *“Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica”* dell’Autorità medesima.

I presenti criteri si applicano pertanto ai casi in cui la normativa di piano di bacino prevede approfondimenti alla scala di maggior dettaglio; in particolare si applica per le seguenti casistiche:

### a) Corsi d’acqua con fasce fluviali

- Valutazione delle condizioni di rischio nei territori della Fascia C, delimitati con segno grafico indicato come “limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C”, ai sensi dell’art. 31, comma 5, delle NdA del PAI;
- delimitazione delle fasce fluviali mediante attestazione delle stesse su elementi fisici rilevabili alla scala di maggior dettaglio, ai sensi dell’art. 27, comma 3, delle NdA del PAI;
- valutazione delle condizioni di rischio nei territori classificati come fascia A e B ricadenti all’interno dei centri edificati, ai sensi dell’art. 39, comma 2, delle NdA del PAI;
- analisi sui territori in fascia C ai fini degli adempimenti di cui all’art. 31 comma 4 delle NdA del PAI.

### b) Aree a rischio idrogeologico molto elevato (RME)

- Valutazione delle condizioni di rischio nei territori classificati come Zona I e Zona B-Pr ricadenti all’interno dei centri edificati, ai sensi dell’art. 51, comma 5, delle NdA del PAI;
- ripermimetrazione delle aree RME zona I e zona B-Pr.

### c) Aree di esondazione

- Determinazione e valutazione delle condizioni di pericolosità nelle aree caratterizzate da esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio (corrispondenti alle aree Ee, Eb, Em definite nel PAI).

## **2. Indicazioni generali sull'analisi tecnica**

Le condizioni di pericolosità indotte dai corsi d'acqua andranno determinate sulla base di analisi tecniche correlate al corso d'acqua e delle condizioni di dissesto individuate dal PAI o comunque conosciute.

Gli studi da effettuare andranno sviluppati correlando le seguenti tipologie di analisi:

- 1) Analisi e rilievo degli elementi fisici naturali ed antropici caratterizzanti il corso d'acqua e il territorio interessato;
- 2) Analisi storiche;
- 3) Analisi morfodinamica del corso d'acqua;
- 4) Analisi idrologiche – idrauliche;
- 5) Valutazione ed utilizzo di studi già effettuati.

Le analisi di cui ai punti 1, 2 e 3 andranno sempre effettuate, mentre l'analisi relativa al punto 4 andrà effettuata qualora si rendano necessarie analisi approfondite (vedere par. 5.2.2) o qualora occorran ulteriori valutazioni, anche di tipo idraulico "speditivo", al fine di ridurre, per quanto possibile, le incertezze connesse all'individuazione degli areali di esondazione e delle relative classi di pericolosità.

Di seguito si fornisco le indicazioni generali per effettuare le analisi sopra indicate, rimandando alla letteratura tecnica per gli specifici approfondimenti.

### **2.1 Analisi e rilievo degli elementi fisici naturali ed antropici caratterizzanti il corso d'acqua e il territorio interessato**

In via preliminare occorrerà effettuare una descrizione degli elementi fisici relativi al corso d'acqua indagato e di tutte le relative interferenze antropiche.

Qualora si intenda procedere con simulazioni idrauliche, gli elementi fisici relativi al corso d'acqua potranno essere definiti tramite un dettagliato rilievo topografico; il rilievo topografico, in tal caso, dovrà riguardare le sezioni d'alveo, le golene e comunque le aree interessate dalla propagazione della piena e dovrà essere esteso in modo che le relative sezioni, in via generale, contengano i livelli di piena. Qualora, in casi comunque eccezionali, i livelli idrici non dovessero essere contenuti nelle sezioni di rilievo, occorrerà utilizzare criteri di cautela sia nella modellizzazione idraulica che nella determinazione delle aree esondabili: tali situazioni andranno comunque esplicitamente descritte.

A scala locale si dovrà quindi procedere alla definizione della base topografica con attività di campagna da cui ricavare la batimetria e le condizioni plano-altimetriche delle aree potenzialmente inondabili.

I rilievi topografici dovranno essere agganciati ai caposaldi di rilievi AIPO o dell'Autorità di bacino del fiume Po, laddove presenti.

L'estensione del corso d'acqua da rilevare e la localizzazione delle sezioni trasversali oggetto del rilievo, dovranno essere definite in funzione della morfologia del corso d'acqua e della topografia dell'area di indagine. Il rilievo andrà esteso sia a monte che a valle in modo da comprendere sezioni singolari, cioè sezioni che per una serie di caratteristiche, svincolano le condizioni di moto della corrente di monte da quelle di valle o sono determinanti nel definire i profili di moto (ponti, sezioni ristrette, etc.).

Laddove non si abbiano sezioni singolari prossime ai luoghi di indagine, il rilievo dovrà estendersi, a monte e a valle del tratto in questione, fino a quelle sezioni per le quali il moto non risente di significative influenze: si chiarisce a tal fine che dovranno essere individuate quelle sezioni per le quali il profilo longitudinale del pelo libero della corrente

raggiunge altezze prossime a quelle di moto uniforme. Nei casi ove sia possibile è opportuno che vengano riportate le misure di portata e di livello disponibili nelle sezioni estreme (di monte in regime idraulico torrentizio e di valle in regime idraulico fluviale), al fine di individuare scale di deflusso in forma monomia, quale condizione al contorno dalla quale effettuare la simulazione idraulica.

In ogni caso, anche qualora non si effettui uno studio idraulico, occorrerà considerare e analizzare le opere idrauliche e le opere interferenti con il corso d'acqua che dovranno essere inoltre censite mediante la metodologia SICOD (vedere par. 10); occorrerà altresì descrivere e definire, anche sinteticamente, le urbanizzazioni presenti nelle aree potenzialmente allagabili e individuare i tratti dei corsi d'acqua intubati.

Andranno inoltre descritti ed analizzati gli elementi fisici che possono avere effetti sull'officiosità idraulica del corso d'acqua (come ad esempio depositi, restringimenti e vegetazione in alveo, luci di attraversamenti parzialmente/totalmente occluse etc...) o che possono essere funzionali alla determinazione dei coefficienti di scabrezza per le eventuali simulazioni idrauliche; si specifica che eventualmente tali coefficienti potranno essere desunti per via tabellare o tramite misure di portata e di livello in sezioni indisturbate.

In questa fase risulta di particolare importanza la definizione di tutti gli elementi che possono comportare delle criticità, con particolare riferimento agli attraversamenti insufficienti: questi elementi dovranno comunque essere analizzati nelle fasi di studio, sia dal punto di vista locale che da un punto di vista degli effetti complessivi indotti sul corso d'acqua.

Si fa inoltre presente che, in assenza di rilievo topografico di dettaglio, occorrerà comunque descrivere, anche tramite rilievi puntuali, gli elementi geometrici necessari a definire lo stato dei luoghi, come, ad esempio, quote di piazzali, quote di piani di calpestio, quote del fondo alveo, caratteristiche fisiche del corso d'acqua etc..

Per quanto attiene le opere di difesa o interferenti non ancora realizzate od ultimate occorrerà inoltre fornire tutti gli elementi conoscitivi disponibili, quali la documentazione tecnico-progettuale e le relative analisi su come tali opere influiscano sul comportamento idraulico del corso d'acqua. A tal fine si specifica che, ai fini della determinazione delle condizioni attuali di rischio, le opere di difesa realizzate in attuazione delle indicazioni contenute nel PAI potranno essere considerate qualora sia presente il certificato di collaudo (o di regolare esecuzione).

Ulteriori indicazioni di riferimento per il rilevamento dei temi relativi alle problematiche fluviali, sono contenuti all'Allegato A "Definizione di minima dei tematismi da affrontare in cartografia" elaborati A2 e B2 – Carta geomorfologica, dei dissesti, della dinamica fluviale e del reticolo idrografico minore" della Circ. P.G.R. n. 7/LAP/96 e s.m.i.

## **2.2 Analisi storiche**

L'analisi storica assume un ruolo fondamentale nella determinazione delle aree in dissesto legate all'attività fluviale e torrentizia.

In presenza di informazioni storiche occorrerà realizzare una rappresentazione degli allagamenti storici registrati fornendo ogni indicazione nota sugli stessi (tiranti idrici, velocità, direzioni di flusso, areali di allagamento, materiale solido fluitato o depositatosi, comportamento delle infrastrutture interferenti con il corso d'acqua, danni registrati).

Tale analisi andrà effettuata in modo critico, descrivendo l'evento storico nel modo più dettagliato possibile e ricostruendone, sulla base dei dati disponibili, anche la relativa dinamica; si specifica inoltre che l'analisi non si dovrà limitare alla mera rappresentazione storica dell'evento ma dovrà contenere anche delle valutazioni in merito alla ripetibilità

dello stesso, anche in relazione alle modifiche dei luoghi verificatesi, con particolare riferimento ad eventuali opere di difesa realizzate.

Le analisi storiche assumono particolare importanza per le modellizzazioni idrauliche, sia per definire le condizioni al contorno che per una corretta taratura del modello.

In linea generale saranno considerate molto affidabili le valutazioni idrauliche basate su modelli in grado di riprodurre gli effetti indotti da uno o più eventi significativi. Per tali valutazioni occorrerà eseguire due simulazioni: la prima basata su un modello geometrico coerente con le condizioni morfologiche e topografiche presenti durante l'evento considerato e la seconda, successiva, eseguita sulla base del modello geometrico aggiornato alle condizioni attuali con il relativo modello idraulico tarato con i parametri dedotti dalla precedente simulazione.

Si specifica inoltre che, ai fini della determinazione del quadro del dissesto, gli allagamenti individuati a seguito di un evento storico dovranno essere sempre rappresentati, anche se ritenuti non più ripetibili (in tale caso potrà essere definita una classe di pericolosità media-moderata Em).

### **2.3 Analisi morfodinamica del corso d'acqua**

L'analisi dovrà essere mirata, in modo particolare, ad individuare, rappresentare e descrivere gli elementi ed i processi geomorfologici significativi per la determinazione e la caratterizzazione delle aree in dissesto legate all'attività fluviale o torrentizia.

Tali valutazioni, che dovranno contenere inoltre descrizione e commento della cartografia prevista dalla circ. P.G.R. n. 7/LAP/96 e s.m.i., andranno dettagliatamente riportate in uno specifico capitolo nell'ambito della relazione geologico-tecnica o costituirne specifico allegato.

Particolare attenzione dovrà essere posta all'analisi dei processi geomorfologici (erosioni laterali e di fondo, trasporto e deposizione di sedimenti) e delle forme fluviali potenzialmente riattivabili in occasione di eventi di piena nonché alla ricostruzione delle tendenze evolutive caratterizzanti la dinamica del corso d'acqua oggetto d'indagine, le cui risultanze dovranno essere tenute in conto per la determinazione delle aree in dissesto.

A tal proposito si evidenzia che le aree interessate da dissesto idraulico sono definite nel PAI come aree caratterizzate da fenomeni di *“esondazione e dissesti morfologici di carattere torrentizio lungo le aste dei corsi d'acqua (erosioni di sponda, sovraincisioni del thalweg, trasporto di massa)”*.

La determinazione delle aree in dissesto, pertanto, anche in presenza di uno studio idraulico approfondito, non dovrà essere effettuata tramite una mera trasposizione delle aree di esondazione definite mediante la modellizzazione idraulica, ma dovrà risultare dall'integrazione di queste con le risultanze scaturenti anche dall'analisi geomorfologica.

In linea generale di seguito si forniscono indicazioni su come effettuare, da un punto di vista metodologico, l'analisi morfodinamica; quanto sotto riportato andrà calibrato in relazione al tipo di bacino esaminato e alle relative problematiche presenti.

Per effettuare tale analisi si sottolinea l'importanza dell'esecuzione di una ricerca, condotta in modo accurato, a partire dai dati storici reperibili presso le diverse fonti (CNR – IRPI, Enti vari, Archivi, etc.), accompagnata dal confronto delle differenti cartografie (a partire dall'inizio del 1800) e delle riprese aerofotografiche, per la ricostruzione dell'evoluzione del corso d'acqua nonché della tendenza rilevabile al momento dello studio, al fine di rappresentare la condizione naturale del corso d'acqua nel tempo precedente l'antropizzazione più invasiva e quella osservabile a seguito dei condizionamenti antropici

più recenti. Si dovranno individuare, su base geomorfologica, gli ambiti di maggior concentrazione dei processi caratterizzati da elevata energia.

Per quanto riguarda la restituzione cartografica, questa potrà essere sviluppata mediante applicazioni di metodologia GIS per la mappatura georiferita sulla base C.T.R. dell'idrografia acquisita dalla cartografia storica e per l'allestimento delle carte delle trasformazioni idrografiche. Mediante la composizione multitemporale degli andamenti fluviali nei tratti con maggiori variazioni, si potranno mappare con evidenza planimetrica i campi d'inviluppo dell'idrografia estinta negli ultimi due secoli al contorno del corso d'acqua, con restituzione semplificata dei parametri geometrici e sedimentari dell'alveo, al fine di segnalare l'evoluzione di tendenza.

Andrà inoltre evidenziata l'eventuale presenza di interventi, opere o attività antropiche che abbiano in qualche modo determinato delle modificazioni significative rispetto all'assetto morfologico ed alla dinamica del corso d'acqua.

Nel caso in cui siano da temere fenomeni di sovralluvionamento correlati a fenomeni di instabilità dei versanti occorrerà fornire inoltre una stima della granulometria del materiale d'alveo (diametro efficace o meglio curva granulometrica del sottofondo e dello strato di armatura del letto) e identificare le possibili fonti di alimentazione dei detriti (frane, scoscendimenti superficiali, ecc.), fornendo altresì una valutazione, anche di prima approssimazione, della quantità e della qualità degli inerti che possono giungere nell'area di interesse.

Nel caso in cui siano da temere fenomeni di debris flow, occorrerà individuare i tronchi torrentizi morfologicamente predisposti al processo e determinare, almeno come ordine di grandezza, il volume di materiale movimentabile dalla colata.

Tali parametri dovranno essere debitamente tenuti in conto ai fini della determinazione degli elementi morfologici sui quali attestare le aree di esondazione.

## **2.4 Analisi idrologiche-idrauliche**

Le analisi idrologiche-idrauliche risultano indispensabili qualora occorra avere un quadro di valutazione maggiormente approfondito in relazione alle problematiche che il corso d'acqua può ingenerare (come ad esempio tratti intubati, attraversamenti insufficienti in corrispondenza di abitati, areali potenzialmente inondabili sulla base delle precedenti analisi ed interferenti con abitati) e in relazione alle ricadute normative; tali analisi andranno effettuate in modo integrato con le precedenti che, si ribadisce, risultano comunque indispensabili sia per la corretta interpretazione delle presenti analisi e sia per la susseguente definizione degli areali di esondazione e delle relative classi di pericolosità.

### **2.4.1 Valutazioni idrologiche**

I valori delle portate di piena con assegnato tempo di ritorno devono essere determinati, in linea generale, tramite elaborazioni statistiche su serie storiche di dati idrometrici e/o pluviometrici. L'analisi idrologica andrà effettuata in relazione allo specifico bacino idrografico, anche tramite la comparazione analitica dei risultati ottenuti mediante l'impiego di più metodi di calcolo e il confronto con le informazioni disponibili (dati sulle piene storiche, dati sul dimensionamento delle opere idrauliche presenti etc..).

Si specifica che l'Autorità di Bacino del fiume Po nella *“Direttiva sulla piena di progetto da assumere per la progettazione e le verifiche di compatibilità idraulica”* ha fornito i valori di portata di piena e delle precipitazioni intense da assumere come base di progetto e dei relativi metodi e procedure di valutazione per le diverse aree del bacino.

Per quanto attiene tale direttiva, alla quale si rimanda, si indica quanto segue:

- i valori di portata al colmo associati ai vari tempi di ritorno presenti nella direttiva o contenuti in progetti di variante alle fasce fluviali, possono essere utilizzati senza ulteriori analisi, a meno di non chiederne una relativa modifica ai sensi dell'art. 10, comma 3, delle NdA del PAI; in via cautelativa potranno essere utilizzati, anche in assenza del relativo aggiornamento, valori di portata superiori rispetto a quelli indicati, qualora si abbiano elementi conoscitivi in tal senso, fornendo comunque adeguata motivazione tecnica;
- i valori di portata al colmo associati ai vari tempi di ritorno indicati nella direttiva, costituiscono comunque riferimento nel caso di analisi da effettuarsi in sezioni di chiusura non presenti nella stessa, nel caso in cui i rispettivi bacini considerati siano idrologicamente simili (valutazioni per similitudine idrologica);
- i valori indicati per le precipitazioni (parametri a, n) possono essere utilizzati come riferimento per studi che, per dimensioni e importanza, non necessitano di valutazioni idrologiche approfondite alla scala locale (punto 5 della relativa direttiva); in linea generale si indica quindi la necessità di effettuare un'analisi statistica dei dati pluviometrici delle stazioni più vicine al bacino in esame, fornendo analisi comparative di confronto critico, nel caso si abbiano delle problematiche per le quali si ritiene di procedere mediante valutazioni idrauliche approfondite (vedasi par. 2.4.2.3).
- come indicato nella deliberazione n. 12 del 2008 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po, in presenza di studi di fattibilità redatti dall'Autorità medesima, si dovranno assumere come riferimento i valori di portata in essi indicati qualora risultino superiori ai relativi valori riportati nella direttiva.

Ai fini del calcolo della portate di piena si rimanda alla letteratura tecnica, ivi compresa la stessa direttiva sopra citata che contiene delle indicazioni tecniche per il calcolo delle portate al colmo.

In linea generale si indica comunque che occorrerà effettuare il confronto critico tra metodologie diverse ai fini della definizione del metodo di calcolo e della stima dei relativi parametri idrologici; tali valutazioni dovranno essere riferite in modo esplicito al bacino in esame.

Ai fini di fornire un ulteriore riferimento per la determinazione dei valori di portata al colmo associati a vari tempi di ritorno, la Regione Piemonte, tramite il CNR-CUGRI di Salerno, come previsto dalla stessa direttiva sopra indicata, ha elaborato uno specifico modello di regionalizzazione per il Piemonte: il *VA.PI. Piemonte*.

A tal fine si specifica che gli scostamenti tra la stima locale e la stima VAPI rientrano nell'ambito delle valutazioni sul franco idraulico, descritto successivamente (par. 2.4.2.1).

#### **2.4.1.1 Valutazioni idrologiche tramite il VA.PI. Piemonte**

Il VA.PI. Piemonte è un modello di calcolo composto da una base modellistica idrologica avanzata e da un software applicativo di tipo GIS che consente, per ogni assegnata sezione del reticolo idrografico della Regione, la stima in automatico della relazione tra il valore della portata di piena ed il valore del suo periodo di ritorno.

Il VA.PI. Piemonte fornisce stime modellistiche delle portate al colmo di piena: come modello risente pertanto delle limitazioni intrinseche, dovute alla:

- a) descrizione fisica dei processi rilevanti;
- b) valutazione dei dati di input: forzanti esterne;



c) parametrizzazione dei processi.

Nel caso di piccoli bacini di alta montagna (pochi km<sup>2</sup>) i risultati del modello VA.PI. sono puramente orientativi a causa della significativa dipendenza del loro bilancio di trasformazione afflussi-deflussi di piena dalla fenomenologia periglaciale e dalle singole, particolari situazioni geologiche ed idrogeologiche; debbono altresì ritenersi puramente indicativi per piccoli bacini di pianura (inferiori a circa 100 km<sup>2</sup>), a causa della significativa dipendenza del loro bilancio di trasformazione afflussi-deflussi di piena dalle caratteristiche singole del reticolo di drenaggio. Si specifica inoltre che per i bacini di grandi dimensioni (dell'ordine di 10<sup>4</sup> km<sup>2</sup>), le stime sono da considerarsi puramente idrologiche.

I valori forniti dal modello costituiscono comunque elemento ulteriore di conoscenza che va a compararsi con quelli già utilizzati.

Rispetto alle stime VAPI, le stime locali possono avere livelli di scostamento differenti, calcolabili, in valore assoluto con:

$$\Delta u = \left| \frac{Q_{VAPI200}}{A} - \frac{Q_{stima\ 200}}{A} \right|$$

dove  $Q_{VAPI200}$  è la portata a  $Tr=200$  anni calcolata dal modello VA.PI., mentre la  $Q_{stima200}$  è la stima locale della stessa portata.

Dalle indagini condotte, gli scostamenti tra le stime VAPI e le stime locali risultano essere maggiori per i bacini di piccole dimensioni e inferiori per i bacini di grandi dimensioni. L'analisi condotta porta pertanto a concludere che, in media, le stime locali si discostano tanto più dalle stime VAPI quanto più piccola è l'estensione dei bacini idrografici. Le medesime considerazioni valgono per i valori massimi degli scostamenti tra stime locali e stime VAPI.

La Regione Piemonte, Direzione Opere Pubbliche, Economia Monta e Foreste, Difesa del Suolo, ha predisposto un sito internet a cui si rimanda per avere ulteriori dettagli in merito. Operando scelte basate su criteri statistici, sono state individuate curve soglia di scostamento tra stime locali e stime VAPI, denominate curve TUD (dall'acronimo Threshold Udometric Deviance); per il significato statistico e per il metodo di ottenimento, si rimanda al sito citato.

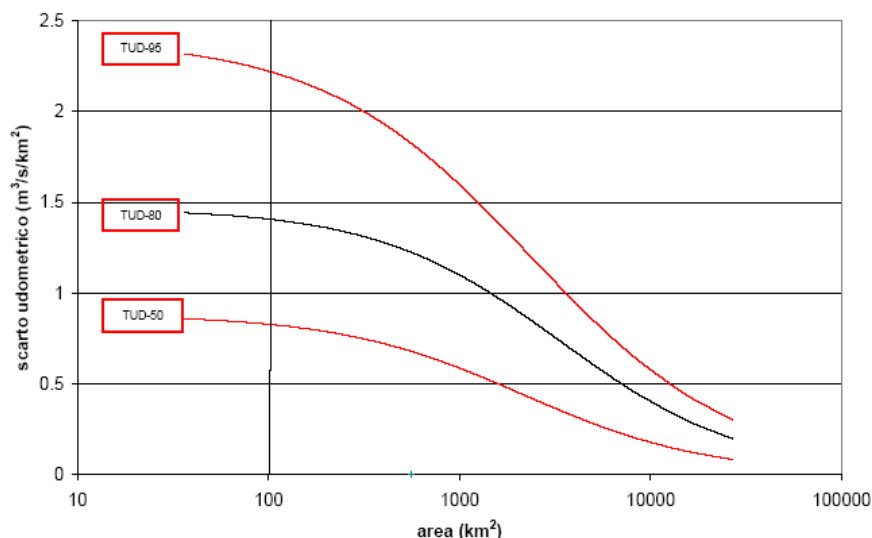
L'utilizzo di queste curve deve essere inteso quale indirizzo per gli operatori nel settore.

Per la valenza delle curve TUD, rappresentate nella figura sotto riportata, è possibile riferirsi alle seguenti considerazioni:

- Se si assume come *threshold* la curva *TUD-95*, implicitamente si ammette che siano affidabili, a livello idrologico, scarti tra valutazioni locali e valutazioni VAPI (in valore assoluto) compresi tra 0 e 2,2 per i bacini di 100 km<sup>2</sup> e circa tra 0 e 0,3 per i bacini di circa 25000 km<sup>2</sup>. Per tutti i casi di aree intermedie tra 100 km<sup>2</sup> e 25000 km<sup>2</sup>, il valore limite inferiore è ovviamente zero e il valore superiore è dato dalla curva *TUD-95*.
- Se si assume come *threshold* la curva *TUD-80*, implicitamente si ammette che siano affidabili, a livello idrologico, scarti tra valutazioni locali e valutazioni VAPI (in valore assoluto) compresi circa tra 0 e 1,4 per i bacini di 100 km<sup>2</sup> e circa tra 0 e 0,19 per i bacini di circa 25000 km<sup>2</sup>. Per tutti i casi di aree intermedie tra 100 km<sup>2</sup> e 25000 km<sup>2</sup>, il

valore limite inferiore è ovviamente zero e il valore superiore è dato dalla curva *TUD-80*.

- Se si assume come *threshold* la curva *TUD-50*, implicitamente si ammette che siano affidabili, a livello idrologico, scarti tra valutazioni locali e valutazioni VAPI (in valore assoluto) compresi circa tra circa 0 e 0,82 per i bacini di  $100 \text{ km}^2$  e circa tra 0 e 0,08 per i bacini di circa  $25000 \text{ km}^2$ . Per tutti i casi di aree intermedie tra  $100 \text{ km}^2$  e  $25000 \text{ km}^2$ , il valore limite inferiore è ovviamente zero e il valore superiore è dato dalla curva *TUD-50*.
- Se si assume come *threshold* l'asse delle x, si impone, sostanzialmente, che il valore di riferimento sia la stima del VAPI.



**Rappresentazione delle curve TUD**

## **2.4.2 Valutazioni idrauliche**

### **2.4.2.1 Premesse e indicazioni generali**

La modellizzazione idraulica assume un ruolo di fondamentale importanza qualora si intenda definire, con un maggior dettaglio, la pericolosità idraulica. Pur considerando che le metodologie per effettuare le valutazioni idrauliche sono affidate alla buona pratica professionale, si propone qui di seguito una classificazione delle stesse, al fine di fornire delle linee guida utili ai fini applicativi, nell'ambito delle finalità del presente documento.

La suddivisione proposta è desunta da una serie di considerazioni maturate nell'ambito della pratica amministrativa e professionale e si distingue tra valutazioni speditive e approfondite.

In via preliminare, si ribadisce che, in virtù del fatto di essere riferite a processi naturali, le modellazioni idrauliche si basano necessariamente su rilievi topografici di campo (vedasi par. 2.1).

Nella modellizzazione idraulica occorrerà prestare particolare attenzione ai casi in cui siano prevedibili fenomeni di trasporto di materiale flottante: in tali casi occorrerà effettuare delle simulazioni prevedendo anche degli scenari con luci di attraversamento parzialmente o totalmente occluse, da definirsi in relazione al ponte considerato (presenza di pile in alveo, larghezza delle luci, altezza dell'impalcato).

#### 2.4.2.1.1 Opere idrauliche e di contenimento

In relazione alle opere presenti, si specifica che, in linea generale, non potranno essere considerati limiti idonei al contenimento dei livelli idrici manufatti di tipo privato (casa di abitazione, recinzione etc...). Tali limiti potranno essere eccezionalmente considerati qualora si forniscano congrue motivazioni tecniche suffragate da valutazioni di idoneità idraulica dei suddetti elementi, effettuate anche in relazione alle spinte idrodinamiche.

Per le opere idrauliche presenti, ai fini dei relativi calcoli, occorrerà effettuare delle valutazioni, anche di tipo speditivo, in relazione alla loro efficienza in caso di piena, indicando eventuali elementi di degrado rilevabili anche visivamente ed eventuali tratti inadeguati e/o non presenti; andranno inoltre effettuate delle valutazioni, anche sintetiche, degli scenari di rischio possibili in assenza delle stesse.

Si ribadisce inoltre che, ai fini della determinazione delle condizioni attuali di rischio idraulico, le opere di difesa realizzate a seguito delle indicazioni contenute nel PAI potranno essere considerate qualora sia presente il certificato di collaudo (o di regolare esecuzione).

#### 2.4.2.1.2 Energia specifica

Gli studi idraulici dovranno mettere in evidenza, oltre agli usuali parametri idraulici, anche i livelli dell'energia specifica (cioè il livello del pelo libero e dell'energia cinetica); tale indicatore, infatti, evidenzia le potenziali pericolosità di un corso d'acqua non solo in termini di altezza idrica ma anche in relazione alla velocità della corrente.

Particolare attenzione occorrerà prestare qualora si abbiano significativi scostamenti tra i livelli idrici e i livelli dell'energia specifica; in tali casi occorrerà valutare attentamente i processi erosivi del corso d'acqua e tenere adeguatamente in considerazione tale problematica ai fini della valutazione del franco idraulico, di cui al successivo paragrafo.

#### 2.4.2.1.3 Franco idraulico

I risultati delle simulazioni idrauliche andranno analizzati anche in riferimento al franco idraulico. Infatti, in analogia con il franco idraulico di sicurezza per la progettazione di un'opera, si può considerare tale parametro anche ai fini della pianificazione territoriale. Il riferimento a tale indicatore è opportuno in considerazione dell'incertezza da cui sono affette le analisi idrauliche, sia che vengano effettuate per il dimensionamento di un'opera e sia che vengano effettuate per la determinazione di areali di esondazione.

Ai fini della pianificazione si ritiene che tale valore non possa essere prefissato ma che debba essere funzione del grado di affidabilità dei parametri di calcolo scelti (portata di calcolo, coefficienti di scabrezza, etc...). In linea generale, si indica che l'utilizzo di parametri di calcolo ritenuti cautelativi fa sì che si possa accettare un valore minore del franco idraulico e che, in generale, franchi limitati dovranno comportare analisi più approfondite.

Nel caso in cui il franco risulti limitato in relazione ai parametri di calcolo utilizzati e al grado di approfondimento delle analisi effettuate, occorrerà estendere, con particolare attenzione ai casi nei quali l'energia specifica risulti elevata, secondo il principio di cautela, le aree di inondazione individuate e/o definire delle norme d'uso dei suoli cautelative.

A titolo esemplificativo si riportano di seguito le incertezze nel calcolo dei livelli nel caso di un alveo rettangolare largo correlate a variazioni della scabrezza e della portata al colmo.

Esempio 1: incertezze nel calcolo dei livelli idrici, nel caso di valori diversi del coefficiente  $c$  di Strickler. Supponendo di avere effettuato una simulazione con  $c=40 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  e di avere un'incertezza  $\Delta c= -10 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ , le incertezze di  $h$  (pari al 60% delle incertezze di  $c$ ) risultano del 19%, secondo la formula:

$$\frac{\Delta h}{h} = \left(1 + \frac{\Delta c}{c}\right)^{-\frac{3}{5}} - 1$$

Esempio 2: incertezze nel calcolo dei livelli idrici, nel caso di valori diversi di portata al colmo. Supponendo di avere effettuato una simulazione con  $Q=1000 \text{ m}^3/\text{s}$  e di avere un'incertezza  $\Delta Q=100 \text{ m}^3/\text{s}$ , le incertezze di  $h$  (pari al 60% delle incertezze di  $Q$ ) risultano del 6%, secondo la formula:

$$\frac{\Delta h}{h} = \left(1 + \frac{\Delta Q}{Q}\right)^{-\frac{3}{5}} - 1$$

Si specifica che la validità dei calcoli effettuati è tanto maggiore quanto più piccola è l'incertezza dei parametri di scabrezza o di portata. Quando le incertezze risultano elevate occorrerà valutare la sensibilità dei risultati in relazione alla variabilità dei parametri, effettuando simulazioni differenti.

#### 2.4.2.1.4 Trasporto solido

Occorrerà effettuare valutazioni sul trasporto solido qualora tale problematica non risulti trascurabile per il corso d'acqua oggetto di studio, in considerazione anche agli eventi pregressi e alle valutazioni morfologiche effettuate. Tali analisi dovrà essere effettuata, in linea generale, qualora si proceda con una analisi idraulica di tipo approfondito.

Le analisi devono essere rapportate alla complessità della geomorfologia in esame. Per una valutazione più accurata degli effetti del trasporto solido, per casi di una certa complessità, si dovranno comunque applicare modelli più complessi presenti in letteratura (come ad esempio le equazioni di Exner), rispetto a quanto riportato nel presente documento.

Di seguito si riporta un approccio di tipo speditivo per la valutazione del trasporto solido, rivolto principalmente ai corsi d'acqua fluviali; risulta tuttavia utilizzabile anche per gli alvei torrentizi, qualora le pendenze di fondo risultino contenute (indicativamente non oltre il 5-10%). Per maggiori approfondimenti si rimanda comunque alla letteratura tecnica presente in materia; si specifica inoltre che potrà essere scaricata dal sito internet della Regione Piemonte ulteriore documentazione tecnica maggiormente applicabile agli alvei torrentizi; potranno essere altresì scaricati degli esempi di calcolo del metodo speditivo proposto.

Le indicazioni che seguono hanno la finalità di:

- fornire utili indicazioni in merito ai processi morfodinamici alla scala di tratto di corso d'acqua;
- stimare correttivi da applicare ai risultati delle elaborazioni idrauliche, generalmente condotte a fondo fisso.

Il campo di applicazione della metodologia esclude, in via del tutto generale:

- a. i tratti di corsi d'acqua di testata dei bacini idrografici, di conoide o a monte di conoidi;
- b. i tratti di corsi d'acqua con elevato approvvigionamento solido dai versanti;
- c. correnti non Newtoniane (trasporto solido in massa, colate di detrito, fluidi iperconcentrati);
- d. valutazioni locali in merito ad erosioni e/o depositi (quali erosioni/depositi in corrispondenza dei ponti, nei restringimenti, negli allargamenti)
- e. trend evolutivi a lunga scala temporale.

Per le valutazioni del trasporto solido ci si dovrà riferire alle seguenti condizioni:

- portata idrica a piene rive;
- portata idrica eccezionale (in genere  $T_r=200$  anni).

Le elaborazioni sui processi di morfodinamica, condotte con le metodologie di seguito riportate, forniscono risultati solo indicativi, e devono essere utilizzate al fine di avere maggiori cautele nella definizione degli scenari di pericolosità; in tal senso:

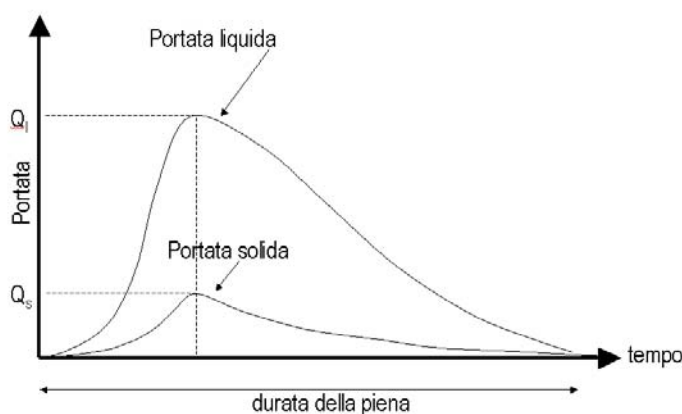
- per i tratti di corsi d'acqua in sovralluvionamento (di seguito descritti) dovranno essere aumentati i livelli idrici della quota  $\Delta Z_{\text{morf}}$  conseguente ai fenomeni di deposito, nonché della quota  $\delta_s$  relativa al trasporto solido;
- per i tratti in erosione i valori  $\Delta Z_{\text{morf}}$  andranno tenuti in conto esclusivamente ai fini della valutazione dell'efficienza delle opere presenti e della stabilità delle sponde; i livelli idrici andranno aumentati della quota  $\delta_s$  relativa al trasporto solido.

Si schematizzano le seguenti casistiche:

### 1. Tratti di corsi d'acqua in sovralluvionamento

In tal caso, poiché i depositi di sedimenti rappresentano un possibile effetto di innalzamento del fondo alveo, si può valutare il grado di sovralluvionamento *medio nel tratto di alveo attivo* con la seguente metodologia:

- calcolo della portata solida defluente nell'alveo inciso corrispondente alla portata liquida utilizzata nella simulazione, mediante l'applicazione di formule note, come, ad esempio, la formula di Meyer Peter Muller, di Schoklitsch o di Smart e Jaeggi;
- calcolo del volume solido totale transitante ( $V_s$ ), approssimabile, per eccesso, con il semiprodotto della  $Q_s$  per la durata totale della piena;

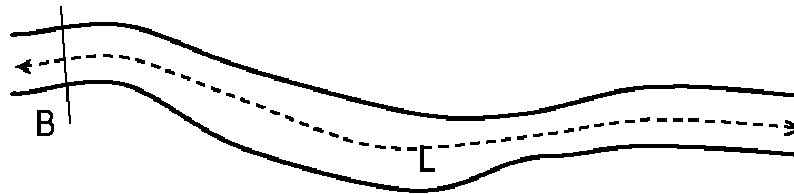


- calcolo della variazione del fondo alveo in sovralluvionamento (media nel tratto), approssimativamente con:

$$\Delta z_{morf} = \frac{V_s}{B * L}$$

con:

- Vs = volume solido totale transitante;
- L = lunghezza del tratto considerato;
- B = larghezza del tratto considerato.



## 2. Tratti di corsi d'acqua in equilibrio

In tal caso l'effetto della portata solida sulla piena è dovuto all'incremento dei livelli idrici conseguenti al trasporto di materiale solido al fondo. Lo strato di materiale solido in movimento  $\delta_s$  è ottenibile da formule proposte in letteratura. In particolare si segnalano le seguenti:

Formula	Campo di impiego	Autore
$\frac{\delta_s}{d} = 2.5(\Theta - \Theta_c)$	Formula semplificata	(Nielsen, 1992)
$\frac{\delta_s}{d} = \frac{\Theta_o}{\Theta_c}$	Formula di prima approssimazione $d = d_{50}$	(Du Boys, 1879)
$\frac{\delta_s}{d} = 0.3 \left( d_s \left( \frac{(s-1)g}{\nu^2} \right)^{1/3} \right)^{0.7} \sqrt{\frac{\tau_*}{(\tau_*)_c} - 1}$	$0.2 \leq d_s \leq 2 \text{ mm}$ $d > 0.1 \text{ m}$ $Fr < 0.9$	Van Rijn (1993)
$\frac{\delta_s}{d} = K_m \left( \frac{\Theta}{k_2 \cos \theta} \right)^{1/3} \left( 1 - \sqrt{\frac{\Theta_c}{\Theta}} \right)^{3/4}$	$0.056 < \Theta < 0.225$ $K_2 = \tan(\phi)$ $K_m = 6$	Franzi (2001)
$\frac{\delta_s}{d} = K_s \left( \frac{\Theta}{(\tan \phi - \tan \theta) \cos \theta} \right) \left( 1 - 0.1 \left( \frac{\sin \theta}{\Theta} \right)^{2/3} \right)$	$\Theta > 0.3 \div 0.4$ $K_s = 3$ $\tan \theta < 0.1 \div 0.15$	Franzi (2001)

ove i simboli usati hanno il seguente significato:

- $\nu$  = viscosità cinematica dell'acqua
- $\phi$  = angolo di attrito al taglio del materiale d'alveo
- $\theta$  = angolo di inclinazione dell'alveo
- Fr = numero di Froude della corrente
- d = diametro del sedimento

e dove si può porre:  $\frac{\tau}{\tau_c} = \frac{\Theta_o}{\Theta_c}$

### 3. Tratti di corsi d'acqua in erosione:

In tal caso l'abbassamento del fondo *medio nel tratto di alveo attivo* è calcolabile con le stesse procedure viste per il caso del sovralluvionamento, intendendo il  $\Delta z$  con valore negativo. In tal caso le erosioni si manifestano sia in un abbassamento del fondo alveo sia in un allargamento dell'alveo stesso. In via del tutto qualitativa, in assenza di valutazioni specifiche, e per alvei cilindrici si può far riferimento alla formula (si veda Doyle & Harbor, 2003):

$$\Delta w = \psi \Delta Z_{\text{morf}}$$

dove  $\Delta Z_{\text{morf}}$  rappresenta la variazione media di fondo alveo,  $\Delta w$  la variazione di ampiezza dell'alveo e  $\psi$  un parametro variabile con la granulometria d'alveo ( $\psi=5$  per alvei sabbiosi e sponde coesive;  $\psi=128$  per alvei ghiaiosi, e sponde non coesive).

#### **2.4.2.2 Valutazioni idrauliche speditive**

Le valutazioni idrauliche speditive sono definite tali in quanto si basano su modelli semplificati e necessitano pertanto di un numero generalmente inferiore di parametri.

Tali analisi andranno effettuate laddove si vogliano ridurre le incertezze derivanti dall'utilizzo delle precedenti metodologie in ambiti dove non siano presenti particolari criticità di carattere idraulico e si voglia procedere secondo quanto indicato nel par. 5.2.1 (aree di esondazione: analisi semplificate) per la perimetrazione degli areali di esondazione e delle relative classi di pericolosità.

Tra i modelli semplificati sono qui annoverati:

- a) lo schema semplificato del moto uniforme;
- b) l'efflusso da luci a battente o a stramazzo (foronomia);
- c) lo schema semplificato di moto in condizioni critiche (Froude = 1).

Per quanto attiene il campo di validità dello schema semplificato di moto uniforme, pur rimandando in linea generale alla letteratura tecnica, si ricorda che, anche per valutazioni speditive, la relativa applicabilità si ha qualora il tronco d'interesse:

- abbia geometria approssimativamente cilindrica, con scabrezza e pendenza di fondo approssimativamente costanti;
- non contenga al suo interno o sul contorno sezioni critiche costituite da salti o strettoie naturali o artificiali che provochino apprezzabili scostamenti dalle condizioni di moto uniforme, ovvero, nel caso di corrente subcritica, non sia interessato da profili di rigurgito per via di eventuali strettoie o confluenze;
- non presenti situazioni transcritiche con passaggio di corrente da condizione supercritica a subcritica o viceversa.

Per i corsi d'acqua torrentizi (alvei a forte pendenza) la determinazione dei livelli idrici potrà avvenire considerando lo stato critico.

Per l'efflusso attraverso luci a stramazzo si rimanda alla letteratura tecnica; si specifica che la determinazione dei coefficienti di deflusso deve essere effettuata considerando le effettive condizioni strutturali e manutentive delle opere.

Sia nel caso dello schema di moto uniforme sia in quello di moto critico, i livelli idrici determinati andranno inoltre incrementati sulla base delle valutazioni sul trasporto solido.

#### **2.4.2.3 Valutazioni idrauliche approfondite**

Tali valutazioni andranno effettuate laddove sussistono problematiche di carattere idraulico e si voglia procedere secondo quanto indicato nel par. 5.2.2 (aree di esondazione: analisi approfondite) per la perimetrazione degli areali di esondazione e delle relative classi di pericolosità.

Le valutazioni idrauliche approfondite vengono effettuate sulla base della definizione di un modello idraulico, secondo quanto indicato nella letteratura tecnica con particolare riferimento alla "Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B" dell'Autorità di Bacino del fiume Po.

Le valutazioni idrauliche approfondite andranno effettuate sulla base di una delle seguenti schematizzazioni, progressivamente più complesse, delle condizioni di moto:

- a) moto stazionario monodimensionale (moto permanente);
- b) moto vario monodimensionale o quasi bidimensionale;
- c) moto vario bidimensionale, alle differenze o agli elementi finiti.

La scelta del codice di calcolo dipende dal livello di approfondimento delle analisi da condurre.

Nel condurre tali valutazioni occorrerà prestare particolare attenzione nella definizione delle condizioni al contorno, sviluppando i calcoli a partire da sezioni ove si può determinare con buona affidabilità il relativo livello idrico (ad esempio sezioni singolari ove si ha il passaggio della corrente in condizioni di stato critico oppure sezioni in cui è applicabile la schematizzazione in moto uniforme). Ai fini della determinazione delle condizioni al contorno e della taratura del modello idraulico tramite un evento storico significativo, laddove ciò risulti possibile, si rimanda a quanto espresso nel par. 2.2.

Nei casi ove sia possibile si specifica inoltre che è sempre preferibile far riferimento a condizioni al contorno ricavate da misure di portata/livello, regolarizzate in forma monomia e a condizioni di scabrezza tarate sulla base di misure di campo.

In caso di confluenze, in alvei fluviali, occorrerà integrare le equazioni di De Saint Venant a partire dalle condizioni energetiche o di livello idrico del corso d'acqua principale; sulla base dell'analisi dei relativi bacini idrografici (lunghezze delle aste, superfici, tempi di corrivazione, analisi dei regimi pluviometrici dei singoli bacini, analisi idrogrammi di piena se presenti, informazioni storiche in merito ad eventi pregressi con particolare riferimento alle risposte idrologiche dei singoli bacini etc...) si dovranno valutare le diverse combinazioni degli scenari idrologici ritenuti possibili e significativi ai fini delle analisi idrauliche, effettuando quindi una simulazione idraulica per ogni scenario idrologico determinato. In tal caso, ai fini della pericolosità idraulica, si dovrà far riferimento, per ciascuna sezione, ai livelli idrici massimi per essa calcolati.



Lo studio idraulico andrà interpretato anche mediante le altre metodologie di analisi, comprese quelle idrauliche speditive, con particolare attenzione ai casi in cui si hanno condizioni di deflusso idrico anche al di fuori dell'alveo.

L'output della modellazione dovrà contenere tiranti idrici, velocità ed energia cinetica in funzione delle portate correlate ai tempi di ritorno presi in considerazione.

Le analisi effettuate andranno integrate con le relative valutazioni sul trasporto solido.

## **2.5 Valutazione ed utilizzo di studi già realizzati**

Per le analisi da effettuare si potrà far riferimento agli studi già redatti, in particolare qualora questi siano stati oggetto di valutazione da parte degli uffici regionali e provinciali nell'ambito del Gruppo di lavoro formato ai sensi delle DGR n. 70-15074 del 17/03/05 e n. 39-8244 del 18/02/08. Tali studi, con le relative schede di valutazione del grado di affidabilità, potranno essere consultati via internet.

In ogni caso il professionista sarà tenuto a valutare l'adeguatezza delle informazioni contenute negli studi esistenti in relazione ai dettami contenuti nella presente direttiva ed, eventualmente, ad aggiornarli anche in relazione alla situazione attuale dello stato dei luoghi e agli eventuali eventi storici intercorsi dalla data di redazione dello studio.

Si specifica inoltre che occorrerà allegare i relativi studi alle valutazioni effettuate qualora questi non derivino dall'attività di cui alle DGR sopra richiamate.

Per i corsi d'acqua per i quali l'Autorità di Bacino del fiume Po ha predisposto degli studi di fattibilità sarà necessario, anche ai sensi della Deliberazione del C.I. n.12/2008, utilizzare i dati derivanti dalle analisi idrologica e idraulica, come riferimento per le verifiche di compatibilità; in tali casi non si renderà necessario effettuare ulteriori studi idrologici-idraulici, salvo diverse indicazioni motivate da parte degli uffici regionali.

### **3. Indirizzi tecnici sulle fasce fluviali**

#### **3.1 Indicazioni generali**

Per i Comuni entro i cui ambiti territoriali ricadano corsi d'acqua delimitati dalle fasce fluviali, l'adeguamento alle fasce fluviali vigenti avviene tramite la trasposizione delle fasce medesime sugli elementi di piano e l'applicazione delle relative norme del titolo II del PAI; in tal senso occorrerà verificare il piano vigente e, se del caso, modificarlo da un punto di vista urbanistico.

I limiti delle fasce fluviali dovranno essere riportati conformemente con quanto presente nel PAI, con la possibilità di prevedere delle modificazioni soltanto per la fattispecie di cui all'art. 27, comma 3, delle NdA del PAI.

Si specifica che, pur dovendo comunque effettuare tutte le analisi, compresa la determinazione degli areali di esondazione, anche sui corsi d'acqua minori, ai fini della determinazione del livello di pericolosità idraulica e della susseguente definizione delle norme d'uso dei suoli, non si dovranno cartografare areali di esondazione all'interno degli ambiti di fascia A e B nella cartografia contenente la proposta di aggiornamento al PAI in quanto, in tali ambiti, risulta preponderante l'attività del corso d'acqua principale.

Si evidenzia inoltre che dovranno essere prese adeguatamente in considerazione ai fini della determinazione delle norme d'uso dei suoli, eventuali analisi che definiscano, per il corso d'acqua delimitato dalle fasce fluviali, delle aree inondabili esterne rispetto ai limiti delle fasce vigenti; i relativi areali di esondazione, che comunque andranno evidenziati, non dovranno essere tradotti in aree di esondazione a diverso grado di pericolosità o in modifiche rispetto alle fasce fluviali e non dovranno quindi essere riportati nella cartografia contenente la proposta di aggiornamento al PAI. Tali analisi, qualora non desunte da studi di fattibilità dell'Autorità di Bacino del fiume Po, dovranno essere inoltre trasmesse all'Autorità stessa per le valutazioni di competenza in merito ad eventuali modifiche ai limiti delle fasce fluviali.

Si chiarisce inoltre che, qualora le analisi condotte indichino particolari situazioni di pericolosità, si potranno adottare norme anche più restrittive rispetto a quelle presenti nel titolo II delle NdA del PAI.

Si evidenzia inoltre che le analisi contenute negli studi di fattibilità effettuati dall'Autorità di bacino del fiume Po devono essere prese come riferimento, anche ai sensi della deliberazione del C.I. n. 12/2008 dell'Autorità stessa.

#### **3.2 Valutazione delle condizioni di rischio nei territori della fascia C, delimitati con segno grafico indicato come "limite di progetto tra la fascia B e la fascia C"**

I disposti di cui all'art. 31, comma 5, delle NdA del PAI impongono ai Comuni, in sede di adeguamento degli strumenti urbanistici, di individuare le condizioni di rischio nelle porzioni di territorio ubicate in fascia C, a tergo del limite di fascia B di progetto. Tale limite evidenzia la necessità di assicurare alle aree in fascia C ad esso esterne, un livello di sicurezza adeguato fino a quando l'opera non venga realizzata e collaudata e risulta conclusa la procedura di cui all'art. 28 delle NdA del PAI e del relativo Regolamento attuativo allegato alla deliberazione del C.I. n. 11 del 5 aprile 2006; tale cautela deriva dal fatto che, in assenza dell'opera di controllo, questi territori sono esposti ad un rischio di esondazione più intenso rispetto a quello previsto per la fascia C vera e propria.

Per individuare le condizioni di rischio dovranno essere preliminarmente definite le porzioni di territorio inondabili per la piena di riferimento (in genere associata al Tr 200 anni). A tal fine si potrà procedere con le analisi indicate nel par. 2.

Si evidenzia in tal senso che la "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per la progettazione e le verifiche di compatibilità idraulica" contiene, in corrispondenza delle sezioni utilizzate per tracciare le fasce fluviali, i valori di portata associati al tempo di ritorno di riferimento e i corrispondenti tiranti idraulici. Tali livelli possono essere utilizzati per la perimetrazione delle relative aree di inondazione, avuto riguardo di renderli congruenti con le quote topografiche definite alla scala locale.

Dovranno inoltre essere prese come riferimento le aree di esondazione in naturalità presenti negli studi effettuati da parte dell'Autorità di bacino del fiume Po a supporto della pianificazione (Sottoprogetto SP1, "*Piene e naturalità alvei fluviali*", Studi di fattibilità e seguenti). Si evidenzia inoltre che le aree inondabili per il Tr di riferimento, nell'ambito delle recenti varianti alle fasce fluviali, sono rappresentate nelle relative cartografie: in tal caso, la relativa determinazione si intende già contenuta nel PAI stesso.

Individuate le porzioni di territorio potenzialmente inondabili, con i relativi indicatori della pericolosità idraulica (tiranti, velocità e tempi di ritenzione qualora conosciuti), i Comuni dovranno sovrapporli con le urbanizzazioni presenti e con le previsioni urbanistiche definendo quindi le condizioni di rischio; le relative norme d'uso dei suoli dovranno evitare, in attesa della realizzazione o adeguamento delle opere esistenti, trasformazioni urbanistiche incompatibili. La verifica del rischio quindi si concluderà applicando, anche parzialmente, le norme relative alla fascia B tramite le modalità vigenti in Regione Piemonte (circ. PGR 7/LAP/96 e s.m.i.).

### **3.3 Delimitazione delle fasce fluviali mediante attestazione delle stesse su elementi fisici rilevabili alla scala di maggior dettaglio**

L'articolo 27, comma 3, delle Norme d'Attuazione del PAI permette, tramite gli strumenti di pianificazione provinciali e comunali, di far coincidere i limiti delle fasce fluviali con elementi fisici rilevabili ad una scala di maggior dettaglio rispetto a quella utilizzata nella pianificazione di bacino.

Gli elementi fisici sui quali far coincidere il limite delle fasce fluviali che si intende modificare devono essere chiaramente individuati in cartografia e descritti, tramite apposito capitolo all'interno della relazione tecnica, specificandone tipologia, caratteristiche dimensionali ed idoneità a rappresentare il nuovo limite di fascia in coerenza con le definizioni delle fasce fluviali contenute nel PAI.

In caso di proposta di riduzione dell'ampiezza della fascia fluviale, potranno essere effettuati ulteriori approfondimenti di indagine, secondo quanto indicato nel par. 2, ad integrazione dell'analisi sugli elementi fisici; in tal caso la proposta di modifica potrà essere ritenuta accettabile qualora supportata da evidenze incontrovertibili ed ampiamente cautelative in termini di sicurezza.

In ogni caso, dovrà essere rispettato il principio di unitarietà delle fasce fluviali, ponendo particolare attenzione, quindi, in prossimità dei limiti amministrativi.

Si chiarisce, infine, che non è possibile applicare l'art. 27 delle Norme d'Attuazione del PAI ai limiti di progetto tra la fascia B e C.

### **3.4 Valutazione delle condizioni di rischio nei territori classificati come fascia A e B ricadenti all'interno dei centri edificati, ai sensi dell'art. 39, comma 2, delle NdA del PAI**

Nei centri edificati, così come definiti dall'art. 39, comma 1, lettera c) dalle NdA del PAI, possono essere applicate le norme degli strumenti urbanistici generali vigenti all'interno delle fasce A e B qualora vengano valutate le condizioni di rischio, provvedendo, se necessario, a modificare lo strumento urbanistico al fine di minimizzarle.

La valutazione delle condizioni di rischio dovrà avvenire secondo quanto indicato nel par. 2, con la necessità di procedere anche mediante analisi idrauliche approfondite; tali analisi non dovranno essere effettuate qualora esse siano già presenti negli studi di fattibilità dell'Autorità di Bacino del fiume Po, salvo diverse indicazioni motivate da parte degli uffici regionali competenti.

Individuate le condizioni di pericolosità occorrerà analizzare le urbanizzazioni presenti e le previsioni in fascia A e B, in modo da evitare trasformazioni urbanistiche incompatibili; la verifica del rischio va quindi effettuata redigendo apposito documento nel quale vengano evidenziate:

- le porzioni di territorio con le relative condizioni di pericolosità idraulica;
- le urbanizzazioni presenti in tali ambiti territoriali;
- le previsioni urbanistiche e le norme d'uso dei suoli contenute nel PRGC vigente;
- le divergenze tra le norme contenute nel PRGC vigente e quelle di cui all'art. 39, commi 3 e 4 (rispettivamente per la fascia A e per la fascia B);
- le misure che si intendono attuare per minimizzare il relativo rischio.

Tale analisi andrà tradotta secondo le modalità vigenti in Regione Piemonte (circ. PGR 7/LAP/96 e s.m.i.), andando a definire delle classi di sintesi che dovranno, in linea generale, essere conformi rispetto alle norme delle fasce fluviali; leggere differenze potranno essere ammesse qualora vengano congruamente motivate sulla base dell'analisi effettuata, in relazione alle misure individuate per la minimizzazione del rischio.

Si ribadisce inoltre che non si potranno proporre nuovi limiti di fascia B di progetto né modificazioni alle fasce fluviali; le misure da individuare per la mitigazione del rischio sono pertanto quelle volte alla riduzione della vulnerabilità, tramite misure non strutturali o interventi tecnici a carattere locale, oppure tramite la riduzione del valore dei beni esposti.

### **3.5 Indicazioni in merito ai territori in fascia C**

Ai sensi dell'art. 31, comma 4, delle NdA del PAI, compete agli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti per i territori ricadenti in fascia C. Le analisi in tal senso potranno essere effettuate secondo le metodologie previste nel par. 2; tali indagini tecniche non sono richieste qualora siano già presenti negli studi di fattibilità dell'Autorità di Bacino del fiume Po, salvo diverse indicazioni motivate da parte degli uffici regionali competenti.

Particolare attenzione occorrerà prestare per quei territori ubicati in posizione retrostante un'opera arginale; per tali opere occorrerà effettuare delle valutazioni, anche di tipo speditivo, in relazione alla loro efficienza in caso di piena, indicando eventuali elementi di degrado rilevabili anche visivamente ed eventuali tratti inadeguati e/o non presenti.

Si fa presente, in linea generale, che il grado di sicurezza di un territorio retrostante un'opera arginale è correlato sia alla funzionalità dell'opera idraulica che alla sua posizione plano-altimetrica rispetto all'opera stessa e al corso d'acqua; il grado di sicurezza dell'opera arginale è a sua volta funzione delle modalità costruttive, della propria idoneità strutturale, a sua volta funzione del proprio stato manutentivo, della sua adeguatezza idraulica e del relativo posizionamento rispetto all'alveo (un argine in frodo al corso d'acqua, in linea generale, offre minori garanzie di sicurezza rispetto ad un argine posto ben distante dall'alveo attivo).

In presenza di opere arginali gli studi dovranno inoltre contenere delle valutazioni, anche sintetiche, degli scenari di rischio possibili in assenza di esse; in tale ipotesi, si fa presente che l'analisi storica, qualora siano presenti eventi significativi, risulta quella maggiormente indicata.

Risulta inoltre molto importante valutare le condizioni con le quali la rete idrografica minore scarica nel corso d'acqua recettore; le relative problematiche possono essere potenzialmente causate dal rigurgito indotto dal corso d'acqua principale oppure dalla barriera geometrica costituita dall'argine stesso o da altra opera, eventualmente presente. Nel caso siano presenti tali problematiche, occorrerà individuare le conseguenti aree di allagamento classificandole in livelli di pericolosità, come indicato nello specifico capitolo sulle aree di esondazione.

Le risultanze delle analisi condotte verranno quindi tradotte secondo le modalità vigenti in Regione Piemonte (circ. PGR 7/LAP/96 e s.m.i.).

#### **4. Indirizzi tecnici sulle aree a rischio idrogeologico molto elevato (RME) identificate come ZONA I e ZONA B-Pr.**

##### **4.1 Indicazioni generali**

Le aree a rischio idrogeologico molto elevato sono individuate sulla base della valutazione dei fenomeni di dissesto idraulico e idrogeologico, della relativa pericolosità e del danno atteso.

Per quanto attiene le norme d'uso dei suoli si chiarisce che, per dette aree, trova applicazione quanto previsto nell'art. 51 delle NdA del PAI; norme maggiormente restrittive potranno essere comunque definite nei casi in cui le analisi condotte indichino particolari situazioni di rischio.

##### **4.2 Riperimetrazione delle aree RME**

In linea generale si specifica che la perimetrazione delle aree identificate come Zona I potrà essere eventualmente modificata, anche parzialmente, qualora:

- siano state realizzate e collaudate opere idonee a fare ritenere gli ambiti in sicurezza;
- nella verifica alla scala locale del quadro del dissesto tali ambiti non risultino inondabili oppure, in caso contrario, inondabili con una pericolosità media-moderata;
- nella verifica alla scala locale non si riscontrano valori esposti in ambiti individuati in aree RME: in tal caso si potranno definire, in tali ambiti, delle aree di esondazione a diversa classe di pericolosità in sostituzione della perimetrazione RME.

La proposta di modifica oppure di inserimento di nuove aree RME Zona I, da effettuarsi secondo i criteri di cui all'art. 49, comma 2, delle NdA del PAI, dovrà essere effettuata sulla base di idonea documentazione contenente, in modo esplicito, le relative richieste supportate da valutazioni tecniche approfondite effettuate secondo i dettami di cui al par. 2.

Si evidenzia in tal senso che le analisi contenute negli studi di fattibilità effettuati da parte dell'Autorità di bacino del fiume Po, devono essere prese come riferimento per le relative valutazioni, anche ai sensi della deliberazione n. 12/2008 del C.I. dell'Autorità stessa.

Nell'ipotesi di richiesta di modifica di aree RME zona I, a seguito della realizzazione e collaudo di opere di mitigazione del rischio, occorrerà produrre la seguente documentazione:

- Certificazione di collaudo o di regolare esecuzione;
- Cartografia "Interrelazione tra il PAI e l'intervento realizzato" (Planimetria su base CTR, rappresentante la delimitazione delle aree di esondazione e dell'area RME vigenti ed il tracciato delle opere idrauliche realizzate, nonché la loro identificazione in relazione al progetto e al relativo certificato di collaudo o di regolare esecuzione);
- Relazione tecnica dell'intervento realizzato, contenente tutte le analisi tecniche effettuate; tale relazione, in particolare, dovrà evidenziare in modo chiaro i seguenti aspetti:
  - a. descrizione delle caratteristiche dimensionali, costruttive e funzionali delle opere idrauliche realizzate;
  - b. profilo longitudinale delle opere con indicazione delle massime quote idriche correlate alla piena di riferimento per il relativo tratto di corso d'acqua (in

- genere tale portata è associata al Tr 200 anni) e del conseguente franco di sicurezza;
  - c. descrizione delle eventuali modifiche indotte all'assetto del corso d'acqua dalle opere realizzate;
  - d. valutazione del rischio residuo.
- Cartografia "Proposta di modifica dell'area RME" (Planimetria su base CTR contenente la proposta di ripermimetrazione dell'area RME in seguito alla realizzazione e collaudo di opere di mitigazione del rischio).

Si specifica che quanto sopra indicato risulta applicabile anche per le aree RME classificate come Zona B-Pr; per tale fattispecie, tuttavia, la documentazione dovrà essere integrata con la delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino di presa d'atto del collaudo dell'opera, ai sensi dell'art. 28 delle NdA del PAI e relativo Regolamento attuativo allegato alla deliberazione del C.I. n. 11 del 5 aprile 2006.

Si chiarisce inoltre che le aree escluse dalla perimetrazione RME andranno classificate secondo le modalità vigenti in Regione Piemonte (circ. PGR 7/LAP/96 e s.m.i.) sulla base della valutazione del rischio residuo.

#### **4.3 Valutazione delle condizioni di rischio nei territori classificati come Zona I e Zona B-Pr ricadenti all'interno dei centri edificati, ai sensi dell'art. 51, comma 5, delle NdA del PAI**

Nei centri edificati, così come definiti dall'art. 51, comma 4, delle NdA del PAI, possono essere applicate le norme degli strumenti urbanistici generali vigenti all'interno della ZONA B-Pr e ZONA I, previa valutazione delle condizioni di rischio, provvedendo, se necessario, a modificare lo strumento urbanistico al fine di minimizzarle.

La valutazione delle condizioni di rischio dovrà avvenire secondo quanto indicato nel par. 2, con la necessità di procedere anche mediante analisi idrauliche approfondite; tali analisi idrauliche non sono richieste, salvo diverse indicazioni motivate da parte degli uffici regionali competenti, qualora siano già presenti negli studi di fattibilità dell'Autorità di Bacino del fiume Po.

Individuate le condizioni di pericolosità occorrerà analizzare le urbanizzazioni presenti e le relative previsioni in ZONA B-Pr e ZONA I, in modo da evitare trasformazioni urbanistiche incompatibili; la verifica del rischio va quindi effettuata redigendo un apposito documento nel quale vengano evidenziate:

- le porzioni di territorio con le relative condizioni di pericolosità idraulica;
- le urbanizzazioni presenti in tali ambiti territoriali;
- le previsioni urbanistiche e le norme d'uso dei suoli contenute nel PRGC vigente;
- le divergenze tra le norme contenute nel PRGC vigente e quelle di cui all'art. 51 commi 2 e 3 delle Nda del PAI (rispettivamente per la ZONA B-Pr e per la ZONA I);
- le misure che si intendono attuare per minimizzare il relativo rischio.

Tale analisi andrà tradotta secondo le modalità vigenti in Regione Piemonte (circ. PGR 7/LAP/96 e s.m.i.), andando a definire delle classi di sintesi che dovranno, in linea generale, essere conformi rispetto alle relative norme del titolo IV delle NdA del PAI; leggere differenze potranno essere ammesse, qualora vengano congruamente motivate, sulla base delle risultanze dell'analisi effettuata, in relazione alle misure di minimizzazione del rischio individuate.

Le misure di mitigazione del rischio dovranno essere volte alla riduzione della vulnerabilità, anche a livello delle singole aree, oppure alla riduzione del valore dei beni esposti.

## **5. Criteri per la perimetrazione delle aree di esondazione**

Di seguito si riportano i criteri per tradurre le analisi tecniche effettuate al par. 2, in dissesti PAI, sia come perimetrazione che come classe di pericolosità.

### **5.1 Dissesti lineari**

I dissesti lineari andranno rappresentati laddove sussistano preponderanti fenomeni erosivi all'interno dell'alveo; per le relative analisi si rimanda a quanto indicato nel par. 2, con particolare riferimento all'analisi morfodinamica. In tali casi sarà utile individuare una fascia di rispetto sul corso d'acqua, da individuarsi secondo le modalità vigenti in Regione Piemonte (circ. PGR 7/LAP/96 e s.m.i.), che sarà funzione sia delle attività erosive all'interno dell'alveo e sia della stabilità delle sponde dello stesso.

### **5.2 Aree di esondazione: indicazioni generali**

La perimetrazione delle aree di esondazione e delle relative classi di pericolosità dovrà avvenire sulla base delle analisi descritte nel par. 2; si specifica, in tal senso, che si intendono approfondite quelle analisi effettuate anche con valutazioni idrauliche approfondite (vedasi par. 2.4.2.3), mentre si intendono semplificate quelle effettuate senza tali valutazioni.

Il processo per tradurre le analisi effettuate in aree di esondazione può essere sinteticamente così descritto:

#### **a. Analisi effettuate senza valutazioni idrauliche approfondite:**

- determinazione degli areali assoggettati alla dinamica del corso d'acqua, sulla base delle analisi morfodinamiche, includendo gli ambiti territoriali interessabili sia da possibili fenomeni di riattivazione di forme fluviali e sia da possibili fenomeni di divagazione del corso d'acqua correlati a processi erosivi;
- attestazione degli areali di esondazione su elementi morfologici, da determinare sulla base dell'analisi e il rilievo degli elementi fisici naturali ed antropici caratterizzanti il corso d'acqua e il territorio interessato, sulla base di eventuali problematiche correlate a fenomeni di sovralluvionamento e sulla base di eventuali analisi idrauliche speditive;
- confronto critico tra gli areali individuati e i dati storici disponibili;
- definizione delle aree di esondazione, supportate da esplicite motivazioni tecniche in merito alle scelte effettuate.

#### **b. Analisi effettuate con valutazioni idrauliche approfondite:**

- confronto tra i livelli di piena ottenuti con il modello idraulico e la morfologia del territorio e susseguente tracciamento delle aree inondabili per la piena di riferimento;
- confronto critico fra la delimitazione delle aree ottenute al punto precedente con le informazioni disponibili relative ad eventi storici e con le informazioni di carattere morfodinamico desunte dall'analisi del territorio;
- definizione delle aree di esondazione supportate da esplicite motivazioni tecniche in merito alle scelte effettuate.



Si ricorda sulla base di quanto indicato nel par. 2.2, che, ai fini della determinazione del quadro del dissesto, gli allagamenti individuati a seguito di un evento storico dovranno essere sempre rappresentati, anche se ritenuti non più ripetibili (in tale caso potranno essere associati ad una classe di pericolosità media-moderata Em).

Si specifica altresì che, in linea generale, sarà possibile definire una classe di pericolosità media-moderata (Em), per eventuali aree assoggettate a ristagni d'acqua non correlati all'esondabilità del corso d'acqua e determinati in base alle analisi storiche e/o morfologiche.

Ai fini della determinazione delle aree di esondazione e delle relative classi di pericolosità si indica che, in linea generale, occorrerà evitare l'individuazione di "isole" di territorio definite come non inondabili ed intercluse entro aree che viceversa siano state considerate tali, oppure di "isole" di territorio classificate con una pericolosità minore rispetto alle aree circostanti. Tali situazioni, ai fini della pianificazione, possono essere eventualmente ammesse in casi singolari e congruamente motivati (ad esempio qualora l'"isola" abbia caratteristiche, sia per sviluppo territoriale, sia per urbanizzazioni presenti, di particolare entità).

### **5.2.1 Aree di esondazione: analisi semplificate**

Le analisi semplificate potranno essere ritenute esaustive qualora si intenda procedere alla determinazione delle aree di esondazione senza la necessità di andare a graduare in modo compiuto le relative classi di pericolosità. Vista la natura semplificata delle analisi non si ritiene infatti possibile graduare, con tale metodologia, le relative classi di pericolosità; si ritiene invece possibile andare a definire un'unica classe di pericolosità molto elevata (Ee) e, in casi comunque eccezionali e ben motivati, ove vi siano evidenze oggettive circa le basse condizioni di pericolosità, la classe media-moderata (Em).

Le analisi semplificate potranno quindi essere utilizzate per:

- individuare areali a pericolosità molto elevata (Ee) e/o media-moderata (Em) sulla base di valutazioni geomorfologiche-storiche e/o analisi geomorfologiche-storiche e idrauliche speditive, laddove il PAI non individua areali di esondazione;
- ad eccezione di quanto indicato sopra, modificare le aree di esondazione presenti nel PAI nei casi in cui queste, principalmente per fattori correlati alla scala con cui sono state tracciate, risultino palesemente non rispondenti allo stato dei luoghi.

Si specifica che le valutazioni scaturenti da tale metodologia avranno un minor grado di affidabilità rispetto a quelle derivanti dall'uso di analisi approfondite; pertanto si precisa che, qualora nell'applicazione di tale criterio gli elementi riscontrati non consentano di definire univocamente gli areali di esondazione e le relative classi di pericolosità, occorrerà interpretare le risultanze delle analisi condotte in modo cautelativo o procedere mediante analisi approfondite.

Ai fini della determinazione dei livelli idrici tramite calcoli idraulici di tipo speditivo, si chiarisce che occorrerà assumere i tempi di ritorno (Tr) in analogia con quanto indicato per le analisi approfondite di cui al paragrafo seguente.

### **5.2.2 Aree di esondazione: analisi approfondite**

Le analisi approfondite potranno essere utilizzate per graduare le aree di esondazione nelle diverse classi di pericolosità e per modificare quelle attualmente presenti nel PAI.

L'individuazione delle aree inondabili e la relativa suddivisione in classi di pericolosità dovrà avvenire mediante analisi effettuate sulla base di diversi tempi di ritorno (Tr), definiti come di seguito indicato:

- Tr per la definizione di aree a pericolosità molto elevata (Ee): 20-50 anni;
- Tr per la definizione di aree a pericolosità elevata (Eb): 100-200 anni;
- Tr per la definizione di aree a pericolosità medio-moderata (Em): 300-500 anni.

In linea generale occorrerà utilizzare il limite superiore del range indicato; l'utilizzo del limite inferiore dovrà essere motivato sulla base di considerazioni oggettive. A titolo esemplificativo si specifica che, qualora la simulazione per Tr 200 anni producesse una classificazione della pericolosità ritenuta non conforme rispetto alle stesse analisi condotte, ad esempio qualora si abbiano areali con tiranti idrici di pochi centimetri e basse velocità, si potrà effettuare la simulazione per Tr 100 anni.

Eventuali previsioni urbanistiche non dovranno comunque comportare aumenti della portata relativa al Tr 200 anni per i territori di valle.

## **6. Indicazioni sulle analisi da effettuarsi sul reticolo artificiale**

Il Comune dovrà redigere un apposito fascicolo di valutazione; tale fascicolo dovrà contenere una descrizione della rete artificiale, un relativo censimento con particolare riferimento alle opere di regolazione e una relazione in merito alla gestione del reticolo stesso.

Le analisi dovranno inoltre contenere delle valutazioni in merito alla funzionalità dei canali stessi; occorrerà cioè valutare se tali canali assolvono un compito esclusivamente di tipo irriguo oppure se possono, al pari di quelli naturali, diventare collettori delle acque di piena; in tal caso si dovranno determinare degli areali di esondazione in analogia con quanto si effettua con i corsi d'acqua naturali.

Si ritiene inoltre importante, in linea generale, che vi siano delle valutazioni di carattere complessivo sul reticolo artificiale, sia in ordine al funzionamento che alla relativa gestione; tali valutazioni andranno effettuate, per quanto possibile, in relazione anche alle caratteristiche del reticolo rispetto alla scala dello strumento di pianificazione.

Si specifica inoltre che per i corsi d'acqua non naturali (esempio canali di irrigazione) trova applicazione l'art. 133 del R.D. 8 maggio 1904, n. 368, nonché l'art. 14 comma 7 delle NdA del PAI che, si ricorda, fissa una fascia minima di rispetto di m. 5,00.

## **7. Indicazione sulle analisi da effettuarsi sugli invasi di competenza regionale**

Si dovranno censire tutti gli invasi presenti sul territorio comunale, con l'obiettivo di valutare ogni accumulo idrico a cielo aperto con riguardo alla loro pericolosità nei confronti della pubblica incolumità (invasi senza recinzione, cartellonistica di segnalazione..).

Per quanto riguarda gli invasi rientranti tra le competenze di cui alla L.R. n. 25 del 6 ottobre 2003 e relativo regolamento di attuazione D.P.G.R. n.12/R del 9 novembre 2004, si dovranno inoltre valutare le aree del proprio territorio comunale considerabili a rischio per deflussi causati dall'eventuale collasso degli sbarramenti artificiali corrispondenti.

Tali zone dovranno essere indagate da un tecnico abilitato alla firma di progetti, con capacità di valutazione di problemi idraulici, strutturali e geotecnici, almeno per una distanza "d" a valle dello sbarramento pari a:

$$d = \text{Volume d'invaso} / (1 \times 10^4)$$

(con d espresso in km e il volume in m<sup>3</sup>)

considerando direzioni idraulicamente significative.

Il Volume d'invaso si calcola considerando la somma dei volumi idraulicamente liberi di defluire contenuti nell'invaso in questione, negli invasi che gravitano su di esso e nella rete artificiale afferente.

Il sistema idrico da considerare è quello compreso nei 10 km a monte dell'invaso in esame.

Individuate le aree potenzialmente interessate dagli allagamenti o dall'onda di piena causata dal collasso dello sbarramento o del versante interessato dall'invaso ed il grado di coinvolgimento delle stesse, si valuteranno distintamente:

- densità di edificazione;
- presenza di insediamenti significativi per finalità di Protezione Civile (categorie da proteggere o da attivare);
- presenza di insediamenti significativi per quantità di popolazione;
- presenza di insediamenti significativi per valore;
- presenza di infrastrutture;
- ipotesi urbanistiche.

Si chiarisce inoltre che, come indicato al punto 9.3 della Circ. P.G.R. n. 7/LAP/96 e s.m.i., tali valutazioni non avranno effetti sulla determinazione delle classi di pericolosità geologica ed idoneità all'utilizzazione urbanistica contenute nella cartografia di sintesi, ma si intendono esclusivamente a supporto del piano di protezione civile.

## **8. Fasce di tutela dai corsi d'acqua derivanti dal R.D. 523/1904**

Per le acque pubbliche, fatte salve eventuali norme più restrittive, trova applicazione l'art. 96 lett. f) del R.D. 523/1904.

In relazione alla circolare PGR 14/LAP/PET dell'8 ottobre 1998 si chiarisce che gli ambiti territoriali assoggettati ai disposti del R.D. sopra citato restano tali anche se non individuati come inondabili dalle verifiche di adeguamento al PAI; come si evince infatti dalla stessa circolare, i disposti di cui all'art. 96 lett. f) del R.D. 523/1904 hanno finalità complementari rispetto a quelle indicate nel PAI, correlate alla salvaguardia del corso d'acqua e all'accessibilità allo stesso.

I limiti di inedificabilità previsti dal R.D. 523/1904 sono pertanto da considerarsi cogenti e aggiuntivi rispetto a quelli scaturenti dal PAI.

Nell'ambito dell'applicazione della circ. PGR 14/LAP/PET dell'8 ottobre 1998, si chiarisce che, per i corsi d'acqua che non rientrano nella competenza regionale, eventuali pareri da parte dell'autorità idraulica competente dovranno essere già acquisiti all'atto della presentazione della documentazione tecnica a corredo del P.R.G.C..

## **9. Criteri di compatibilità idraulica delle previsioni urbanistiche**

L'obiettivo primario della verifica delle compatibilità idraulica e idrogeologica delle previsioni degli strumenti urbanistici vigenti con le condizioni di dissesto presenti o potenziali (ex art. 18, delle NdA del PAI), è quello di dimostrare, mediante uno specifico elaborato di valutazione, che, per effetto delle previsioni urbanistiche, non viene aggravato l'esistente livello di rischio idraulico né viene pregiudicata la possibilità di riduzione di tale livello.

A tal fine, è pertanto duplice l'approccio che deve ispirare la valutazione medesima.

In primo luogo, deve essere verificata l'ammissibilità della previsione urbanistica, considerando le interferenze tra i dissesti idraulici presenti o potenziali e le destinazioni o trasformazioni d'uso del suolo.

In secondo luogo, va evidenziato che l'impermeabilizzazione delle superfici e la loro regolarizzazione contribuisce, in modo determinante, all'incremento del coefficiente di deflusso ed al conseguente aumento del coefficiente udometrico delle aree trasformate; pertanto ogni previsione urbanistica che provochi una significativa variazione di permeabilità superficiale dovrà prevedere misure compensative volte a mantenere costante il coefficiente udometrico secondo il principio dell'"invarianza idraulica".

In linea generale le previsioni urbanistiche vigenti, ai sensi dell'art. 18 delle NdA del PAI, risultano idraulicamente compatibili, se ubicate in areali di esondazione, qualora siano contemporaneamente soddisfatte le seguenti ipotesi:

- a. siano compatibili con l'assetto idraulico di progetto, qualora conosciuto; nel caso in cui questo non sia determinato occorrerà effettuare delle specifiche valutazioni in merito, ponendo particolare attenzione alla salvaguardia della officiosità idraulica del corso d'acqua;
- b. non comportino riduzione delle aree inondabili utili alla laminazione del colmo di piena;
- c. non comportino aumenti di portata per gli scenari di riferimento, anche in considerazione all'eventuale aumento delle superfici impermeabili;
- d. sia possibile, sulla base delle condizioni di pericolosità emerse dalle analisi, adottare misure (non strutturali e/o strutturali), anche a livello locale, per renderle idonee; si specifica che possibili opere pubbliche o di riassetto pubblico potranno, in linea generale, essere definite per la messa in sicurezza dell'esistente e non già per rendere compatibili nuove previsioni.

## **10. Rilevamento opere idrauliche. Sistema informativo catasto opere idrauliche (SICOD)**

Nella redazione degli elaborati cartografici che costituiscono gli allegati al PRGC, la circolare 8 maggio 1996 n. 7/LAP richiede, sia per i territori di montagna che per quelli di pianura, la “carta delle opere idrauliche censite”.

La circolare rimanda, per l'utilizzo dei graficismi, alla DGR n. 2-19274 dell'8 marzo 1988 “modalità per la formazione degli strumenti urbanistici generali ed esecutivi e loro varianti ai fini della prevenzione del rischio sismico”, mentre suggerisce che i dati vengano censiti tramite schede, lasciando al redattore la scelta.

Al fine di valorizzare e rendere omogeneo il lavoro di censimento richiesto si dovrà utilizzare la metodologia e la classificazione delle opere derivante dal “SICOD” (DGR n. 47-4052 del 01 ottobre 2001).

Il SICOD raccoglie le informazioni relative alle caratteristiche geometriche delle opere, ai materiali con cui sono realizzate, alla loro ubicazione, allo stato di efficienza oltre alle fotografie e a tutte le altre informazioni necessarie per poter interpretare correttamente l'opera. Le opere di difesa sono organizzate secondo una specifica classificazione, che si rifà alle tipologie riscontrabili sul territorio regionale.

Per favorire il lavoro di rilevamento e la redazione della documentazione necessaria, viene fornito il SICOD\_LT, un database che raccoglie ed organizza le informazioni alfanumeriche relative alle opere idrauliche e che è valido su base comunale. Dal SICOD\_LT è possibile stampare direttamente le schede descrittive delle opere, suddivise per tipologia e già adatte ad essere utilizzate nella documentazione a corredo del piano regolatore. Per quanto riguarda la parte geografica, è invece necessario redigere una carta tradizionale in scala 1:10.000 come richiesto dalla circolare PGR 7/LAP del '96 e s.m.i.. La documentazione fotografica relativa alle opere censite potrà essere utilemente raccolta su supporto informatico.

I relativi dati dovranno essere trasmessi al Settore Pianificazione e Difesa del Suolo – Dighe. Si specifica che la carta, il database, le fotografie e gli eventuali shapefile potranno essere registrati su supporto informatico senza invio di documentazione cartacea.

Si fa presente che il SICOD\_LT, la legenda da utilizzare nella carte, le modalità di utilizzo del data base, le schede predisposte per facilitare l'attività specifica di rilevamento sul terreno sono scaricabili dal sito del SICOD all'indirizzo:

[http://www.sistemapiemonte.it/sicod/provenienza\\_dati.shtml](http://www.sistemapiemonte.it/sicod/provenienza_dati.shtml)

Il materiale raccolto, previa verifica e validazione da parte del Settore Pianificazione e Difesa del Suolo – Dighe, sarà pubblicato e reso fruibile attraverso il sistema di consultazione e scarico delle informazioni SICODWEB, all'indirizzo <http://www.sistemapiemonte.it/sicod/index.shtml>. Dal medesimo servizio è possibile scaricare le informazioni già presenti ed utilizzarle direttamente per la redazione della carta delle opere idrauliche censite, verificando la eventuale necessità di aggiornamento.

## **11. Elaborati da produrre**

In via generale, nell'ambito degli elaborati da prodursi ai sensi della circ. PGR 7/LAP/96, si evidenzia l'importanza della rappresentazione delle seguenti informazioni per quanto concerne i corsi d'acqua:

1. carta del reticolo idrografico, con indicazione delle opere idrauliche presenti, dei tratti tombinati, delle principali criticità e degli invasi di competenza regionale;
2. censimento delle opere idrauliche e delle opere interferenti con il corso d'acqua;
3. rappresentazione grafica delle informazioni storiche sugli allagamenti e sulle modificazioni morfologiche dell'alveo;
4. relazioni tecniche sulle valutazioni condotte con relativi elaborati grafici;
5. carta dello stato di fatto degli insediamenti e delle infrastrutture esistenti all'interno dei territori delimitati dalle fasce fluviali;
6. proposta di aggiornamento al PAI: in tal senso si specifica che occorrerà indicare in modo chiaro qual è la cartografia contenente tale proposta; qualora essa non risulti definibile in modo chiaro all'interno delle cartografie di analisi, occorrerà produrre apposita cartografia contenente le vigenti perimetrazioni presenti nel PAI, in termini di areali di esondazioni, RME e fasce fluviali, e la relativa proposta di modifica.

Gli elaborati prodotti dovranno rappresentare in modo chiaro e comprensibile le problematiche presenti, le analisi e le valutazioni svolte con le relative risultanze. Si puntualizza che potranno essere richiesti ulteriori elaborati e/o approfondimenti in funzione dei casi specifici.

Gli elaborati di analisi andranno trasmessi anche su supporto informatico, preferibilmente in formato shp o dwg; tale supporto dovrà contenere copia completa di tutti gli elaborati richiesti dalla circ. PGR 7/LAP/96 e s.m.i..

Al fine di evitare inutili produzioni di cartografie, oppure di evitare di non inviare elaborati invece utili ai fini delle valutazioni istruttorie, si consiglia di contattare direttamente gli uffici regionali interessati prima dell'invio della documentazione.



## 12. Indicazioni generali per la pianificazione a livello sovracomunale

Le analisi sui corsi d'acqua andrebbero effettuate, preferibilmente, sull'intera asta idraulica e sul relativo contorno idraulico di interesse, al fine di potere determinare, in modo affidabile, il quadro della pericolosità idraulica e le susseguenti misure atte alla mitigazione del rischio. In tale ottica la scala di studio più appropriata per tali problematiche risulta certamente quella sovracomunale.

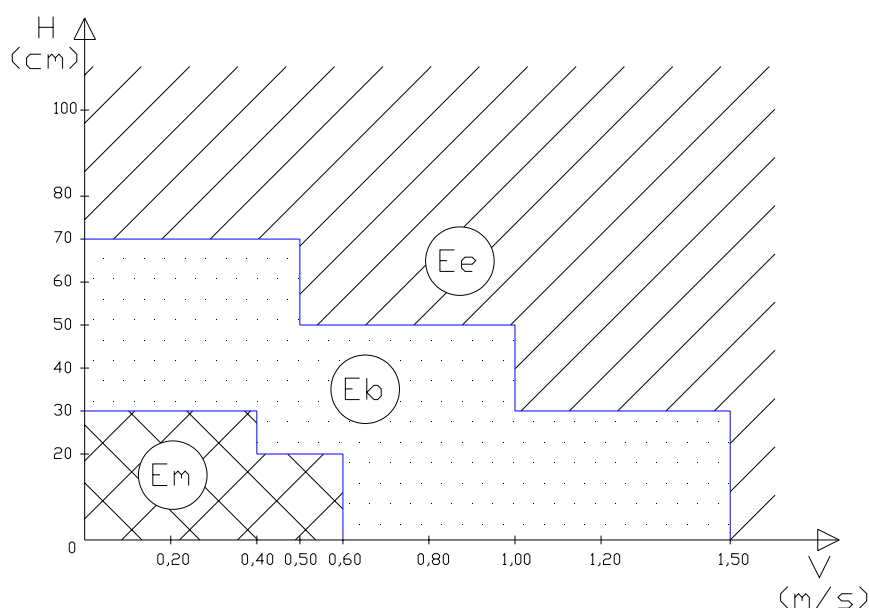
Qualora gli studi riguardino l'intera asta, o tronco idraulicamente significativo della stessa, si specifica che si dovrà applicare quanto indicato per la scala comunale, con la possibilità aggiuntiva di potere definire l'assetto idraulico di progetto del corso d'acqua e di affinare le analisi tramite l'utilizzo di criteri basati sui tiranti e sulle velocità, secondo quanto successivamente indicato.

### 12.1 Individuazione delle aree inondabili e suddivisione in classi di pericolosità anche mediante la caratterizzazione dell'evento di piena per Tr 200 anni, con il criterio idraulico tiranti-velocità

Come premessa si ribadisce che le aree di inondazione e le relative classi di pericolosità andranno determinate correlando tutte le analisi svolte (l'analisi e il rilievo degli elementi fisici naturali ed antropici caratterizzanti il corso d'acqua e il territorio interessato, l'analisi storica di eventi significativi, l'analisi morfodinamica del corso d'acqua) con le valutazioni idrauliche approfondite.

In alternativa al criterio di cui al par. 5.2.2, si potrà utilizzare la seguente metodologia:

- Individuazione delle aree a pericolosità molto elevata (Ee) tramite il criterio probabilistico correlato ai tempi di ritorno, così come indicato nel par. 2.4.2.2 (Tr 20-50 anni); oltre tali areali occorrerà aggiungere quelli individuati con il criterio di cui al punto seguente.
- Simulazione idraulica effettuata con la portata correlata al Tr 200 anni: le relative aree di inondazione potranno essere suddivise in classi di pericolosità sulla base del seguente diagramma tiranti-velocità:



- Individuazione degli areali a pericolosità media-moderata (Em): oltre quanto determinato sulla base del criterio tiranti-velocità per Tr 200 anni, andranno individuati ulteriori areali utilizzando le altre analisi svolte (l'analisi e il rilievo degli elementi fisici naturali ed antropici caratterizzanti il corso d'acqua e il territorio interessato, l'analisi storica di eventi significativi, l'analisi morfodinamica del corso d'acqua) eventualmente integrate con una simulazione idraulica effettuata per lo scenario corrispondente ad un tempo di ritorno (Tr) pari a 300/500 anni, in analogia con quanto previsto nel par. 5.2.2.

Effettuate le valutazioni sopra indicate occorrerà inoltre rianalizzare il comportamento idraulico del corso d'acqua per Tr 200 anni, con l'esclusione delle aree individuate potenzialmente come Em sulla base del diagramma sopra riportato. Nel caso in cui si determinino modificazioni negative, le suddette aree non potranno essere classificate a pericolosità media-moderata (Em) ma dovranno essere classificate a pericolosità elevata (Eb).

Si specifica che il diagramma tiranti-velocità è stato definito sulla base delle analisi contenute nello studio *“definizione degli ambiti normativi alle fasce di inondabilità in funzione di tiranti idrici e velocità di scorrimento della Regione Liguria – allegato 1 (prof. R. Rosso Politecnico di Milano)*. A tal proposito si chiarisce che tale diagramma non è finalizzato alla determinazione di soglie di pericolosità relativa da utilizzarsi per la definizione degli ambiti normativi, come nella direttiva della Regione Liguria, ma ha lo scopo di individuare, in termini ampiamente cautelativi rispetto ai valori limite presenti nello studio stesso, le porzioni di territorio che possono essere escluse da una perimetrazione a pericolosità elevata e le porzioni di territorio che è bene classificare a pericolosità molto elevata anche se non inondabili per Tr pari a 20-50 anni.

## **12.2 Assetto idraulico di progetto**

Per assetto idraulico di progetto deve intendersi l'assetto più idoneo al corso d'acqua in considerazione agli aspetti idraulici, naturalistici-ambientali e alle urbanizzazioni presenti.

L'analisi sull'intera asta, o tronco idraulicamente significativo della stessa, permetterà quindi di effettuare:

- valutazioni in merito al comportamento idraulico del corso d'acqua con la definizione di misure, per quanto possibile, volte a migliorare l'efficienza idraulica in senso generale dello stesso, quali la rimozione di ostacoli, infrastrutture ed edifici interferenti negativamente con il regime idraulico delle acque, l'aumento di volumi disponibili per l'espansione delle piene e l'eliminazione di potenziali esondazioni, non funzionali alla laminazione, che possono ingenerare criticità ad infrastrutture o ad altri corsi d'acqua;
- valutazioni in relazione agli aspetti naturalistici-ambientali con la definizione di misure volte alla tutela dell'esistente e ad una relativa riqualificazione; in particolare andranno determinate misure volte a riportare alla naturalità, per quanto possibile, i corsi d'acqua, eliminando tratti tombinati e tratti canalizzati;
- valutazioni in relazione a interventi di difesa: per la salvaguardia degli abitati presenti potranno essere proposte, ai fini della pianificazione, opere di difesa, qualora gli interventi di cui ai punti precedenti non risultino sufficienti.

L'assetto di progetto dovrà essere valutato in relazione alle variazioni che esso può comportare all'idrogramma di piena; andrà altresì effettuata una ulteriore simulazione idraulica in condizioni di progetto che attesti il miglioramento o comunque il non aggravio delle condizioni di pericolosità dei territori di valle, sia in termini di portata idraulica che di livelli idrici.

Nel caso siano presenti studi di fattibilità dell'Autorità di bacino del fiume Po che definiscono gli assetti di progetto, si potrà fare riferimento a questi senza la necessità di effettuare ulteriori analisi, salvo diverse indicazioni motivate da parte degli uffici regionali competenti.