

459
12/01/2015



Servizio Idro-Meteo-Clima
Area Idrologia e Idrografia - Sede di Parma

Via Garibaldi, 75 - 43121 PARMA
tel 0521-274362 fax 0521-774056
diretto previsioni meteo - tel 051-6497600
sito web: <http://www.arpa.emr.it/smr>

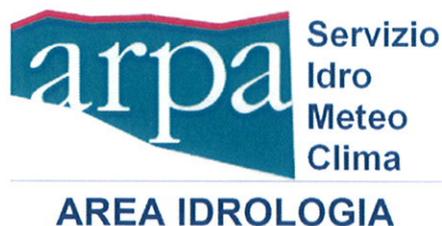
PGSIM/2015/ 1575
Parma, 23 DIC. 2015

AIPO
Via Garibaldi, 75
43121 Parma
c.a. Dott. Ing. Mirella Vergnani

Oggetto: Richiesta espressione parere sulle analisi idrologiche/idrauliche per la Progettazione della Cassa di Espansione del Torrente Baganza

Con riferimento alla richiesta prot. nr. 7.20.10 dello 01.09.2015, riguardante la richiesta di parere sulle analisi idrologiche/idrauliche per la Progettazione della Cassa di Espansione del Torrente Baganza, si trasmette la relazione idrologica redatta da questo Ufficio.

Dott. Ing. Silvano Pecora
Responsabile dell'Area Idrologia
ARPA-SIMC
Silvano Pecora



ARPA EMILIA ROMAGNA
SERVIZIO IDROMETEOClima, AREA IDROLOGIA, PARMA

Analisi idrologiche e idrauliche per la progettazione
della cassa di espansione del torrente Baganza

RELAZIONE IDROLOGICA

Con richiesta prot. nr. 7.20.10 del 01.09.2015 l'Agencia Interregionale per il fiume Po (AIPO) ha richiesto il parere sulle analisi idrologiche e idrauliche sviluppate ai fini della progettazione della cassa di espansione del torrente Baganza, trasmettendo a questo Ufficio gli elaborati progettuali, a corredo del progetto preliminare, tutti gli studi e gli approfondimenti idrologici ed idraulici relativi alla cassa di espansione in

progettazione.

La suddetta documentazione descrive, tra l'altro, i metodi applicati per la stima delle distribuzioni di probabilità delle portate al colmo massime annue per il torrente Baganza alla sezione di Ponte Nuovo, oltre alle elaborazioni statistiche per la determinazione della curva di riduzione dei colmi di piena di assegnato tempo di ritorno, dalla quale si ricavano gli idrogrammi sintetici per assegnati tempo di ritorno di interesse. La metodologia adottata per l'identificazione della forma della legge di riduzione esprime l'equazione della curva di riduzione dei colmi di piena in funzione della distribuzione di probabilità delle portate al colmo. Pertanto, nella presente relazione idrologica si è provveduto ad approfondire l'analisi delle massime portate al colmo di piena per assegnato tempo di ritorno, adottando un approccio stocastico di regionalizzazione del bacino del Parma-Baganza.

Per il bacino del torrente Baganza chiuso alla sezione di Ponte Nuovo e per quello del Parma chiuso alla sezione di Ponte Bottego sono disponibili dati di portata desunti da misure del corso d'acqua, consentendo così la suddetta analisi stocastica delle massime portate al colmo di piena.

Seguendo le indicazioni riportate nella Direttiva Europea 2007/60/CE, si è altresì provveduto a stimare gli effetti dei cambiamenti climatici sulle piene fluviali, mediante applicazione di un metodo di stima indiretta che lega il comportamento stocastico delle portate al colmo di piena con quello delle piogge intense, al fine di interpretare adeguatamente le statistiche degli eventi estremi poste a base progettuale.

BREVE DESCRIZIONE DEI BACINI DEL PARMA E BAGANZA

Il bacino del torrente Baganza è stato individuato considerando la sezione di chiusura di Ponte Nuovo, mentre per il bacino del Parma è stata considerata la sezione di chiusura di Ponte Bottego (Figura 1).

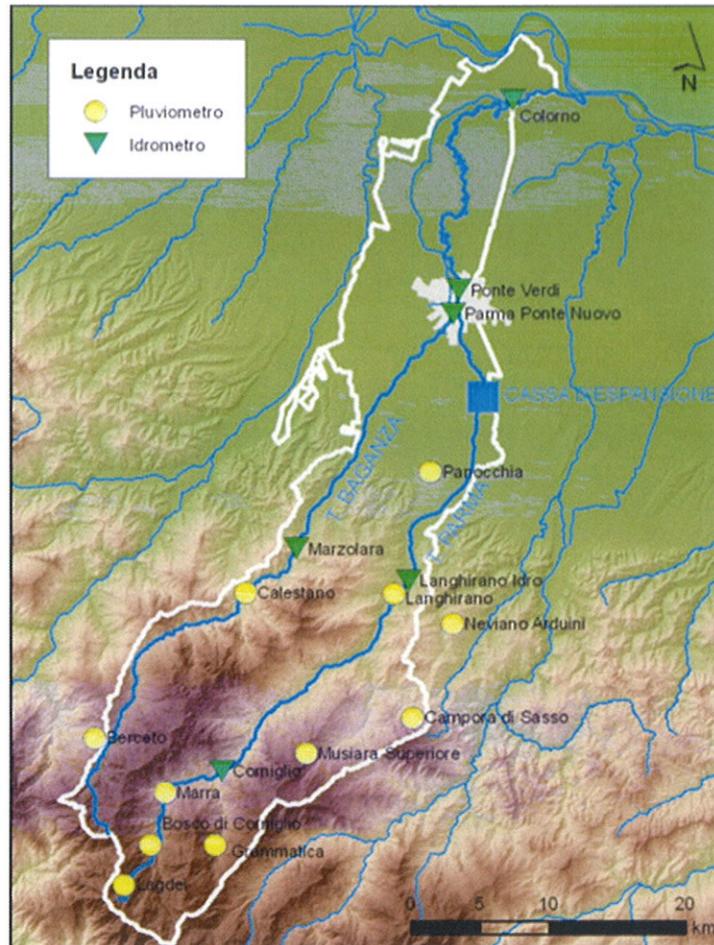


Figura 1 – Bacino del fiume Parma e del suo affluente Baganza con stazioni idropluviometriche

Il bacino del torrente Parma alla confluenza con il Baganza ha una superficie di 430 km², mentre quella del torrente Baganza alla stessa confluenza è pari a 188 km². Alla sezione idrometrica di Ponte Bottego, ubicata nel tratto cittadino, la superficie complessiva è di 618 km².

L'analisi delle curve ipsometriche determina un'altitudine media del bacino del torrente Parma pari a 580 m s.l.m.m., mentre quello del torrente Baganza è pari a 670 m s.l.m.m.. La forma dei due bacini é definita dai valori del coefficiente di compattezza calcolato con la formula di Gravelius (cerchio equivalente) e che risulta essere di 1.67 per il Parma e 2.16 per il Baganza. I valori portano a classificare i due bacini tra quelli di forma più allungata della regione padana.

Per quanto riguarda le serie storiche di registrazioni effettuate alle stazioni di monitoraggio, le osservazioni relative alla stazione di Baganza a Ponte Nuovo coprono il periodo 1980-2014, con numerosità campionaria pari a 35 anni, mentre la stazione di

Parma a Ponte Bottego dispone di osservazioni che vanno dal 1956 al 2004, avendo preso in considerazione i soli dati prima dell'entrata in funzione della cassa di espansione sul fiume Parma, realizzata nel 2005 presso l'abitato di Alberi di Vigatto.

VALUTAZIONE DELLA PORTATA DI PIENA PER ASSEGNATO TEMPO DI RITORNO

Per interpretare la serie storica di Ponte Nuovo, inizialmente si è fatto riferimento alla distribuzione generalizzata dei valori estremi GEV, che è stata applicata nell'analisi idrologica e idraulica riportata nella documentazione progettuale trasmessa a questo Ufficio.

La stima dei parametri della distribuzione GEV ha fornito per la stazione di Ponte Nuovo, per i rispettivi tempi di ritorno, i valori di portata di massima piena riportati in figura 2 e in tabella 1.

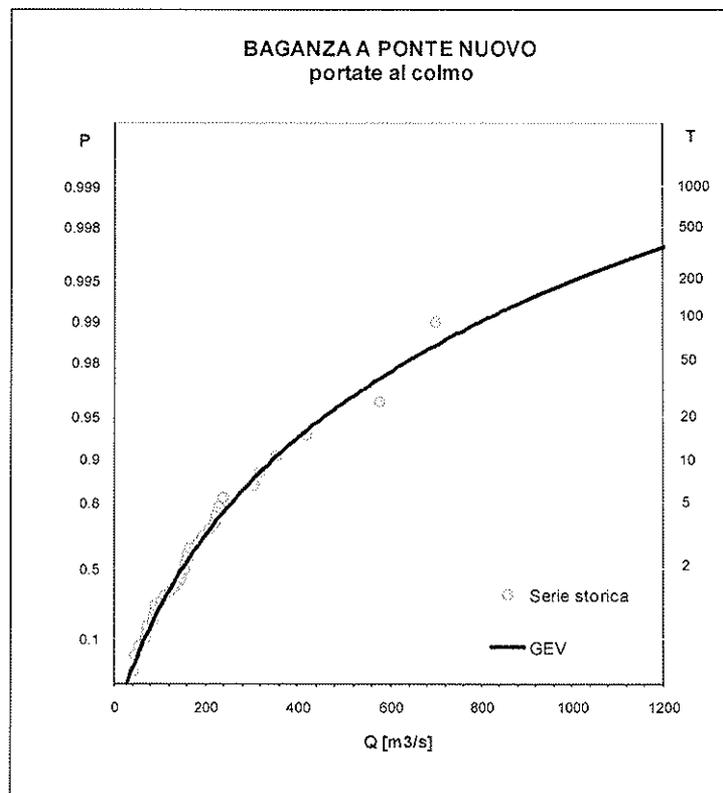


Figura 2 – Distribuzione GEV per la sezione di Baganza a Ponte Nuovo

Tempo di ritorno [anni]	Portata [m ³ /s]
5	256
10	348
20	457
50	634
100	801
200	1002
500	1335
1000	1650

Tabella 1 – Stima delle portate al colmo di piena con assegnato periodo di ritorno mediante distribuzione GEV applicata alla sezione di Baganza a Ponte Nuovo

La stessa distribuzione è stata applicata alla stazione di Parma a Ponte Bottego ed i risultati ottenuti sono posti a confronto con i corrispondenti quantili stimati alla sezione di Baganza a Ponte Nuovo, così come riportato in tabella 2:

Tempo di ritorno [anni]	Portata, Parma a Ponte Bottego [m ³ /s]	Portata, Baganza a Ponte Nuovo [m ³ /s]
5	486	256
10	591	348
20	694	457
50	830	634
100	934	801
200	1039	1002
500	1180	1335
1000	1288	1650

Tabella 2 – Stima delle portate al colmo di piena con assegnato periodo di ritorno mediante distribuzione GEV applicata alle sezioni di Parma a Ponte Bottego e Baganza a Ponte Nuovo

Dall'analisi dei valori riportati in tabella 2 per le due sezioni idrometriche si osservano portate confrontabili per il tempo di ritorno di 200 anni, mentre per più alti periodi di ritorno a Ponte Nuovo si ottengono quantili maggiori rispetto a Ponte Bottego. Tale risultato non trova riscontro nella formazione delle piene fluviali per la

tipologia dei bacini in esame, con riferimento anche alle dimensioni dei bacini sottesi.

Un'attenta analisi del comportamento statistico delle massime portate di piena registrate a Ponte Nuovo evidenzia però due possibili meccanismi probabilistici di formazione degli eventi estremi: il primo rappresentativo degli eventi medio-alti ed il secondo degli eventi estremi o rari. Questa circostanza può essere convenientemente interpretata a mezzo del modello a doppia componente TCEV, che ingloba in un'unica formulazione questi due meccanismi e che può essere scomposta nelle due componenti di Gumbel che la interpretano. A tale riguardo, si presenta la figura 3 che mostra le componenti ordinaria e straordinaria e la distribuzione a doppia componente.

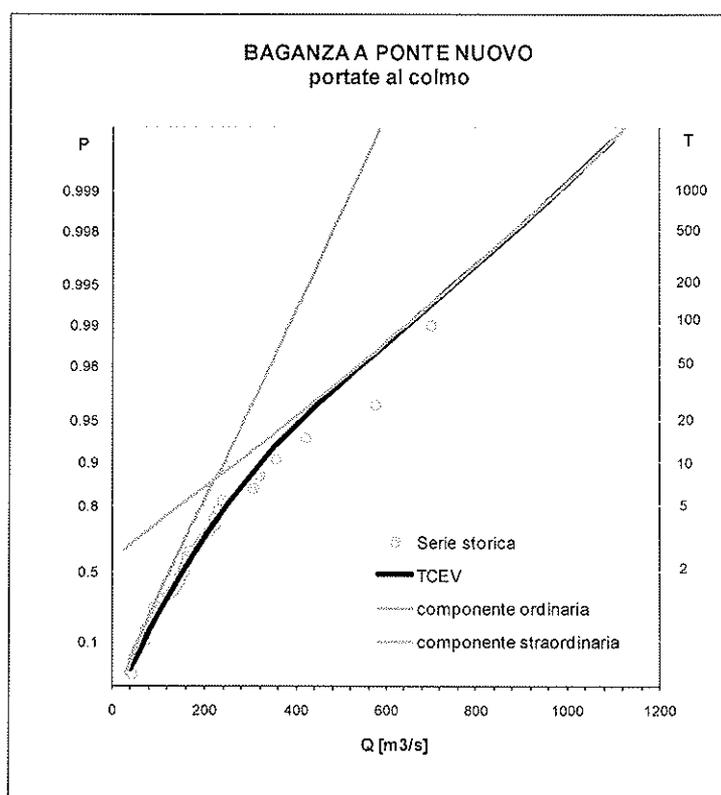


Figura 3 – Distribuzione TCEV per la sezione di Baganza a Ponte Nuovo con evidenziate le componenti ordinaria e straordinaria

A causa del numero di parametri coinvolti (Λ_1 , θ_1 , Λ_2 e θ_2), la stima dei parametri di una distribuzione TCEV da una singola serie è affetta da incertezza, particolarmente riguardo alla componente straordinaria.

Quindi le tecniche di regionalizzazione, a mezzo delle quali viene ridotta l'incertezza grazie al gran numero di dati utilizzati, diventano di un certo interesse per ottenere

grazie al gran numero di dati utilizzati, diventano di un certo interesse per ottenere affidabili stimatori di parametri e, quindi, un affidabile stimatore di portate di progetto.

Nello specifico caso della zona in esame la distribuzione TCEV può essere convenientemente impiegata per integrare l'informazione idrologica della serie storica della massime portate di piena registrate alla stazione di Ponte Nuovo con quella disponibile per la stazione di Ponte Bottego.

In particolare, si è considerato il bacino Parma-Baganza una regione omogenea, nella quale si può ammettere costante il coefficiente di asimmetria γ_1 , e quindi costanti i parametri Λ_* e θ_* , dove

$$\Lambda_* = \Lambda_2 / \Lambda_1^{1/\theta_1}$$

$$\theta_* = \theta_2 / \theta_1$$

La variabile standardizzata Y risulta in tal caso identicamente distribuita

$$Y = \frac{X}{\theta_1} - \ln \Lambda_1$$

con X la portata.

I valori di portata di piena per assegnato tempo di ritorno alla sezione di Ponte Nuovo sono stati ottenuti mediante una distribuzione a doppia componente con una stima al 1° livello di regionalizzazione, assumendo per i due parametri Λ_* e θ_* i valori stimati dal campione composto dalle due serie di Ponte Nuovo e Ponte Bottego e successivamente sono stati stimati i parametri Λ_1 e θ_1 per le singole serie storiche ed i parametri Λ_2 e θ_2 dipendenti da quelli già calcolati.

La procedura appena descritta ha fornito per la stazione di Baganza a Ponte Nuovo, per i rispettivi tempi di ritorno, i valori di portata di massima piena riportati in figura 4 e in tabella 3.

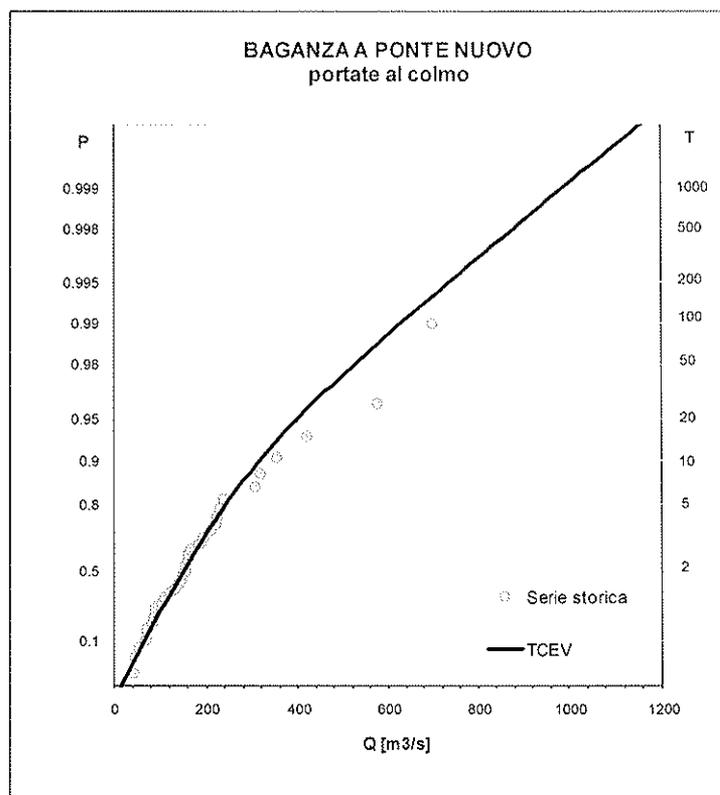


Figura 4 – Distribuzione TCEV per la sezione di Baganza a Ponte Nuovo

Tempo di ritorno [anni]	Portata, Baganza a Ponte Nuovo [m ³ /s]
5	244
10	317
20	400
50	526
100	630
200	736
500	878
1000	986

Tabella 3 – Distribuzione TCEV per la sezione di Baganza a Ponte Nuovo

La stessa distribuzione TCEV applicata alla stazione di Ponte Bottego viene di seguito confrontata con le stime effettuate per Ponte Nuovo.

Tempo di ritorno [anni]	Portata, Parma a Ponte Bottego [m ³ /s]	Portata, Baganza a Ponte Nuovo [m ³ /s]
5	485	244
10	613	317
20	758	400
50	981	526
100	1163	630
200	1350	736
500	1600	878
1000	1790	986

Tabella 4 – Distribuzione TCEV per Parma a Ponte Bottego e Baganza a Ponte Nuovo

I quantili posti a confronto in tabella 4 confermano l'adeguatezza della distribuzione TCEV nell'interpretazione dei dati in esame, in considerazione anche dei bacini sottesi alle sezioni idrometriche considerate.

In accordo con la Direttiva Europea 2007/60/CE, relativamente alla valutazione e gestione dei rischi di alluvioni, sono stati altresì presi in considerazione gli effetti dei cambiamenti climatici sulla formazione delle piene fluviali. A tal riguardo, sono state effettuate simulazioni idrologiche e idrauliche proiettate al 2100 e basate sullo scenario climatico RCP 4.5, che prevede una stabilizzazione della forzante totale radiativa al 2100 mediante l'adozione di tecnologie e strategie atte a ridurre le emissioni di gas serra. Precisamente, nello scenario RCP 4.5 viene ipotizzato un aumento delle emissioni di CO₂ fino al 2040 ed una successiva diminuzione fino ad un valore inferiore all'attuale, di circa 4.2 PgC/Yr.

L'applicazione di un metodo indiretto, che permette di ricavare la distribuzione delle portate al colmo di piena a partire dalla probabilità delle piogge intense, consente di stimare l'effetto di una variazione di pioggia in condizioni di cambiamento climatico. Infatti, considerando la distribuzione di probabilità delle precipitazioni intense e di breve durata, unitamente ad un modello per la risposta del terreno, quale il metodo SCS-CN, è possibile ricavare una formulazione analitica della distribuzione dei colmi di piena ed i legami funzionali tra i parametri delle distribuzioni stesse.

Sulla base dei risultati delle simulazioni climatiche effettuate, si è ottenuto un

incremento delle piogge intense in proiezione a +100 anni di circa il +20% rispetto al clima attuale, a cui corrisponde un aumento in termini di portata al colmo 200-ennale pari a circa il 35%.

In particolare, nell'applicazione del metodo indiretto in condizioni di cambiamento climatico, sono stati ricavati i valori dei parametri delle distribuzioni che rappresentano le componenti ordinaria e straordinaria, determinando così la legge TCEV valida in proiezione climatica.

In tabella 5 sono riportati i quantili delle portate al colmo di piena massimi annuali in condizioni di cambiamento climatico ed in figura 5 vengono mostrate le due leggi a confronto, riferite al clima attuale e in condizioni di cambiamento climatico.

Tempo di ritorno [anni]	Portata, Baganza a Ponte Nuovo [m³/s]
5	350
10	461
20	585
50	752
100	872
200	992
500	1156
1000	1264

Tabella 5 – Distribuzione TCEV per la sezione di Baganza a Ponte Nuovo in condizioni di cambiamento climatico

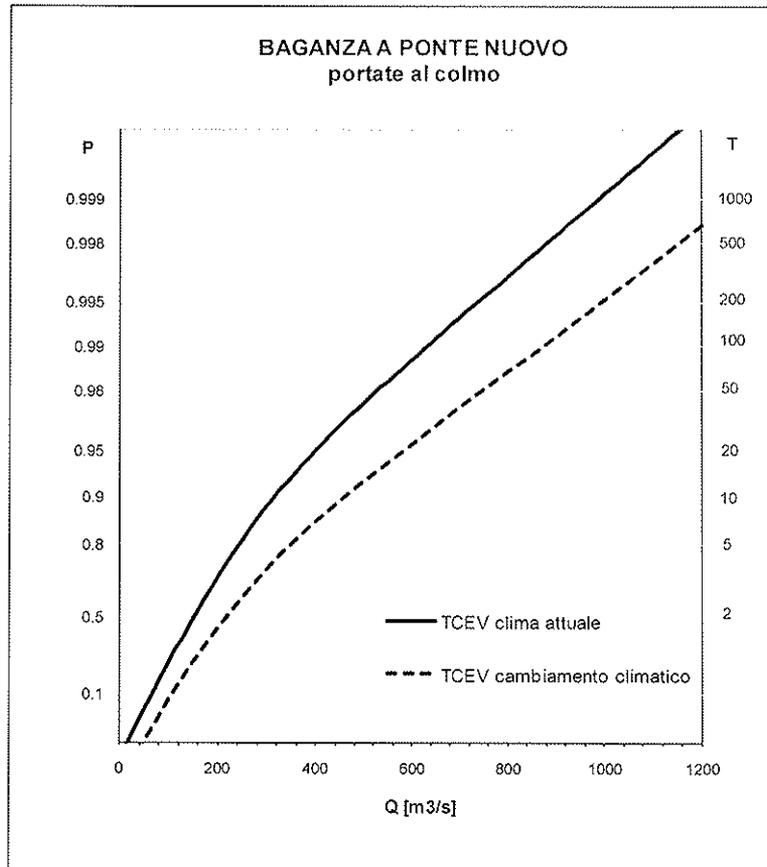


Figura 5 – Distribuzione TCEV per la sezione di Baganza a Ponte Nuovo nel clima attuale e in condizioni di cambiamento climatico

CONCLUSIONI

Lo studio idrologico condotto nel bacino in esame si è avvalso delle serie storiche delle portate massime annuali al colmo di piena alle sezioni di chiusura del Baganza a Ponte Nuovo e Parma a Ponte Bottego, al fine di interpretare il comportamento stocastico di formazione delle piene fluviali nel bacino del Parma-Baganza.

La principale difficoltà di previsione delle portate contraddistinte da un assegnato tempo di ritorno può essere adeguatamente superata legando lo studio specifico delle portate ad un'analisi dei fenomeni idrologici condotta su più ampia scala territoriale. Tale modo di procedere, se da un lato rappresenta la via più corretta da un punto di vista statistico per l'elaborazione dei dati idrologici a disposizione in una zona più ampia e per l'attribuzione di un periodo di ricorrenza ad un dato evento idrologico, dall'altro può non essere sufficientemente sensibile per cogliere il comportamento di un bacino di

limitate dimensioni, quindi con tempi di risposta molto brevi.

Le considerazioni svolte nei paragrafi precedenti confermano la validità e la correttezza del procedimento adottato per i calcoli idrologici necessari per la determinazione delle portate di piena di assegnato tempo di ritorno alla sezione di Ponte Nuovo, tenendo anche conto degli effetti dei cambiamenti climatici sulla stima delle portate temibili al colmo di piena mediante l'applicazione di un metodo di stima indiretto che si basa sul calcolo della distribuzione dei colmi di piena a partire dalla distribuzione delle piogge intense.

Tempo di ritorno [anni]	Portata, Baganza a Ponte Nuovo [m³/s]
5	350
10	461
20	585
50	752
100	872
200	992
500	1156
1000	1264

Tabella 6 – Stima delle portate massime annuali al colmo di piena per assegnato tempo di ritorno alla sezione di Baganza a Ponte Nuovo in condizioni di cambiamento climatico

E' d'obbligo sottolineare che le elaborazioni di cui sopra sono il risultato delle attuali disponibilità di dati e conoscenze e che la carenza delle stesse per il periodo più recente, soprattutto per quanto riguarda gli effetti in atto dei cambiamenti climatici sulla severità degli eventi di piena, conduce a risultati non scevri da margini di incertezza.

Va inoltre considerato che ai valori corrispondenti ai tempi di ritorno di 500 e 1000 anni non può ovviamente essere attribuito un vero e proprio significato statistico, sia come considerazione generale che a causa del relativamente breve periodo di osservazione disponibile. Tali valori vanno dunque interpretati come attribuibili ad eventi che, sulla base delle osservazioni disponibili, hanno una probabilità molto bassa di verificarsi.

Per quanto sopra e in considerazione del materiale solido che viene trasportato sul

fondo, in sospensione e sulla superficie delle acque in occasione delle piene, si raccomanda l'adozione di opportuni accorgimenti nonché franchi e coefficienti di sicurezza sovradimensionati per tutte quelle opere, impianti o parte di essi che abbiano particolare attinenza con la pubblica incolumità.

Ad evitare che anche in futuro o per eventuali ulteriori interventi si debba lamentare la mancanza di dati utili a una più corretta progettazione si raccomanda di comprendere, fra le previsioni progettuali, l'installazione di un idoneo sistema di registrazione e telemisura dei livelli idrometrici all'interno della cassa e a valle della stessa, nonché di prevedere una serie di misure di portata da effettuarsi a valle della cassa per verificare e definire sperimentalmente una attendibile scala di deflusso in corrispondenza del manufatto.

Sarà opportuno che i dati delle telemisure, come pure le elaborazioni delle misure di portata, siano conformi agli standard utilizzati da questa Agenzia. Si raccomanda pertanto di concordarne con lo scrivente le caratteristiche tecniche e operative.

Parma, lì 18 dicembre 2015

ING. ENRICA ZENONI
Collaboratore Tecnico Professionale



DR. ING. SILVANO PECORA
RESPONSABILE DELL'AREA IDROLOGIA
Servizio IdroMeteoClima
ARPA Emilia-Romagna

