

### **ALLEGATO 3**

**DISCIPLINA TECNICA DA  
UTILIZZARE COME STANDARD  
PROVINCIALE PER LA STIMA  
DELLE PORTATE AL COLMO,  
PER LA DEFINIZIONE DELLA  
PORTATA SMALTIBILE,  
PER LA DISCIPLINA DELLE DISTANZE  
DI SICUREZZA DAGLI ALVEI**

**Allegato 3: Disciplina tecnica da utilizzare come standard provinciale per la stima delle portate al colmo, per la definizione della portata smaltibile, per la disciplina delle distanze di sicurezza dagli alvei**

0. Elementi generali di riferimento

Piena di riferimento: piena con tempo di ritorno (Tr) di 200 anni.

- Il **Rischio (R)** statistico associabile a tale evento estremo; vale a dire la probabilità che un evento di piena, di tempo di ritorno pari a 200 anni, ha di manifestarsi in **n** anni, è qui a fianco riportato:

$$R = 1 - \left[ 1 - \left| \frac{1}{Tr} \right| \right]^n$$

R (%)	n	R (%)	n
0.9975	2	18.1680	40
2.4751	5	22.1687	50
4.8890	10	39.4230	100
9.5390	20	52.8521	150
13.9616	30	63.3042	200

1. Stima delle portate al colmo (qmax) di dato tempo di ritorno

1.1. *Criterio 1*

**Valutazione della Qmax attraverso la relazione di regionalizzazione** dei parametri statistici delle serie storiche delle portate massime annuali registrate alle numerose stazioni idrometriche di Liguria e Toscana elaborata da **Canuti e Moisello** nella forma che dipende unicamente dall'area (S) del bacino sottesa alla sezione di verifica. **Scarsa affidabilità se utilizzata per bacini di piccole dimensioni (Area <alcuni km<sup>2</sup>)**

$$Q_{\max} = U + \frac{Y}{\alpha} \quad (1)$$

dove:

U= Norma (valore che si ripete maggiormente, valore che compete al max di frequenza)

$$U = M - 0.45 * SD \quad (1.1)$$

$\alpha$ =misura della dispersione della funzione, dipende dal numero di osservazioni e dalla distribuzione a cui appartiene la norma

$$\alpha=1.283/SD \quad (1.2)$$

Y= variabile ridotta di Gumbel dipendente dal tempo di ritorno (Tr), nel caso nostro pari a 200 anni

$$Y=-\text{Ln}(-\text{Ln}(1-1/\text{Tr})) \quad (1.3)$$

M= media delle portate massime annuali (vedi fig. 1.1)

$$M= 3.15*S^{0.752} \quad (1.4)$$

SD= Deviazione standard (o scarto quadratico medio) delle portate massime annuali (vedi fig. 1.2)

$$SD= 2.31*S^{0.672} \quad (1.5)$$

## 1.2. Criterio 2

### i. Metodo razionale

La particolare caratteristica della formula razionale prevede in via teorica, una relazione diretta tra pioggia e portata e consente di assumere come tempo di ritorno della portata al colmo lo stesso delle piogge che, teoricamente, la generano.

### **Adattabile a bacini di tutte le dimensioni attraverso un'opportuna scelta della formula per la determinazione del tempo di corrivazione (Tc)**

Tra i metodi razionali, molteplici sono le formule utilizzabili; tra esse è stata presa in considerazione quella del **Turazza** che si basa sul presupposto che, nell'ipotesi di una precipitazione ad intensità uniforme sull'intera superficie di un determinato bacino e costante nel tempo, pervengono alla sezione di chiusura di quest'ultimo i contributi di aree via via più distanti dalla sezione stessa sino al raggiungimento della condizione di contributo contemporaneo da parte di tutto il bacino. In tali condizioni la portata al colmo ( $Q_{\max}$ ) risulta esprimibile tramite la relazione:

$$Q_{\max} = \frac{P_{\max} \cdot S \cdot Cd}{Tc} \quad (2)$$

$Q_{\max}$  = portata al colmo di dato tempo di ritorno (in m<sup>3</sup>/sec)

$P_{\max}$  = precipitazioni massime (in m) di dato tempo di ritorno (nel caso nostro, Tr=200 anni) ragguagliate al bacino sotteso e di durata pari al tempo di corrivazione (Tc);

**S**= area del bacino imbrifero (in **m<sup>2</sup>**) sotteso a monte della sezione fluviale di interesse;

**T<sub>c</sub>**= tempo di corrivazione (in **sec**), vedi pag. seguente;

**C<sub>d</sub>**= Coefficiente di deflusso di piena

questo può essere posto, cautelativamente, pari ad 1 sulla base di un modello afflussi=deflussi nel quale viene fatta la logica assunzione che le condizioni idrologicamente più sfavorevoli vengono raggiunte a seguito di piogge intense e persistenti per cui abbia a ridursi fortemente sia la saturazione del suolo che dell'aria, cosicchè tanto l'infiltrazione quanto l'evapotraspirazione possano essere stimate assai prossime allo zero (almeno per un tempo corrispondente al tempo di corrivazione). In realtà i **C<sub>d</sub>** delle piene reali sono quasi sempre inferiori ad 1, per cui questa assunzione porta sempre ad una sopravvalutazione delle **Q<sub>max</sub>** la quale può però considerarsi come una specie di fattore di sicurezza, vista la comunque alta aleatorietà di tutti i tipi di valutazione della **Q<sub>max</sub>**.

**ii. Sequenza analitica per la determinazione delle *p<sub>max</sub>* utili per l'applicazione del metodo razionale**

- Determinazione del tempo di corrivazione **T<sub>c</sub>**

Il **T<sub>c</sub>** è definito come quello necessario affinché una particella d'acqua possa giungere dai punti più lontani del bacino alla sezione fluviale considerata ed è da ritenersi in teoria costante per quella determinata sezione.

Per calcolarlo esistono varie formule empiriche tra le quali indichiamo le due ritenute più valide in relazione alla grandezza del bacino imbrifero a monte della sezione esaminata:

- **Formula di Giandotti** (sperimentata per bacini da 170 a 70.000 km<sup>2</sup>)

- **Formula di Kirpich** (sperimentata per piccoli bacini, da qualche km<sup>2</sup> a qualche ettaro)

- Determinazione della pioggia massima (**P<sub>max</sub>**) con tempo di ritorno **T<sub>r</sub>**=200 anni e durata pari al tempo di corrivazione **T<sub>c</sub>**

$$P_{\max} = M + SD \cdot K$$

dove:

**P<sub>max</sub>** = precipitazione massima di durata pari al T<sub>c</sub> e con T<sub>r</sub> = 200 anni

**M**= media delle precipitazioni massime annuali di durata pari al tempo di corrivazione determinato con uno dei procedimenti di cui al punto 1;

**SD**= Deviazione standard (o scarto quadratico medio) delle precipitazioni massime annuali di durata pari al tempo di corrivazione determinato con uno dei procedimenti di cui al punto 1;

*Tali parametri devono derivare dall'analisi serie temporali dei massimi annuali di precipitazione le più lunghe possibili (30, 40 anni o più).*

**K**= fattore di frequenza dipendente dal tempo di ritorno (per noi **T<sub>r</sub>=200 anni**) e dal tipo di distribuzione di probabilità dei valori estremi di **P<sub>max</sub>** prescelto, che nel nostro caso è la **Distribuzione di Gumbel**.

Nel caso di bacini tributari di estensione tale da necessitare l'uso dei dati di più stazioni pluviometriche, tale procedura va ripetuta per tutte le stazioni utilizzate. Una volta che per ciascuna di queste sarà stato valutato la relativa **P<sub>max</sub>** (di tempo di ritorno T<sub>r</sub>=200 anni e durata pari al tempo di corrivazione, T<sub>c</sub>, della sezione esaminata), dovrà procedersi al suo ragguglio al bacino attraverso le consuete procedure di interpolazione siano esse manuali o automatiche.

## 2. Criterio per la definizione della Portata smaltibile da una sezione fluviale e per lo spandimento degli eventuali volumi esondabili nel territorio circostante

### *2.1 Verifiche idrauliche in moto uniforme della portata smaltibile da una sezione (Metodo di Chezy).*

$$Q_{CHEZY} = V_{CHEZY} \cdot A \quad \text{dove}$$

**Q<sub>CHEZY</sub>**= portata massima, in m<sup>3</sup>/sec, smaltibile senza esondazione dalla sezione di interesse

**A**= area della sezione di flusso in m<sup>2</sup>.

**V<sub>CHEZY</sub>**= velocità media dell'acqua (in m/s) nella sezione esaminata, definita pari a:

$$V_{CHEZY} = X \cdot \sqrt{R \cdot i} \quad \text{dove}$$

**R**= raggio idraulico in m definito come il rapporto tra l'area bagnata (**A**) della sezione e il relativo contorno o perimetro bagnato **P**.

$i$  = *gradiente idraulico* (pendenza del pelo libero dell'acqua che nel caso del moto uniforme coincide con la pendenza del canale)

$X$  = *coefficiente legato alla scabrezza del perimetro della sezione fluviale di interesse*, determinabile attraverso più procedimenti fra i quali viene qui consigliata la seguente:

**- Formula di Manning**

$$X = \frac{1}{n} R^{1/6}$$

dove  $n$  = indice di scabrezza di Ganguillet-Kutter i cui valori sono ricavabili da apposite tabelle.

2.2 *Verifiche idrauliche in moto uniforme per lo spandimento della portata della piena di riferimento in una sezione.*

**Problema inverso:** Data una  $Q_{max}$  di  $Tr=200$  ricavare la sezione necessaria a smaltirla

- 1) Rilievo sezione 1:100, 1:200 e valutazione parametri utili, Area, Perimetro, Raggio Idraulico, in funzione di diversi valori di altezza idrometrica  $H$  e quindi per diverse sezioni bagnate
- 2) Determinazione della portata smaltibile dalla sezione fluviale al variare dell'altezza idrometrica.
- 3) Correlazioni statistiche attraverso funzioni potenziali tra  $Q_{CHEZY}$  in funzione di  $H$
- 4) Sulla base delle leggi matematico-statistiche di correlazione prima individuate, procedere per tentativi all'individuazione dell'altezza della sezione avente area e raggio idraulico necessari allo spandimento della piena di riferimento

### 3. Proposta e normativa per la disciplina delle distanze di sicurezza degli alvei

#### 3.1. *Situazione 1*

$Q_{max}$  CHEZY (calcolata con il metodo di cui al par. 2.1) >  $Q_{max}$   $T_r=200$  (calcolata con uno dei criteri di cui al par.1)

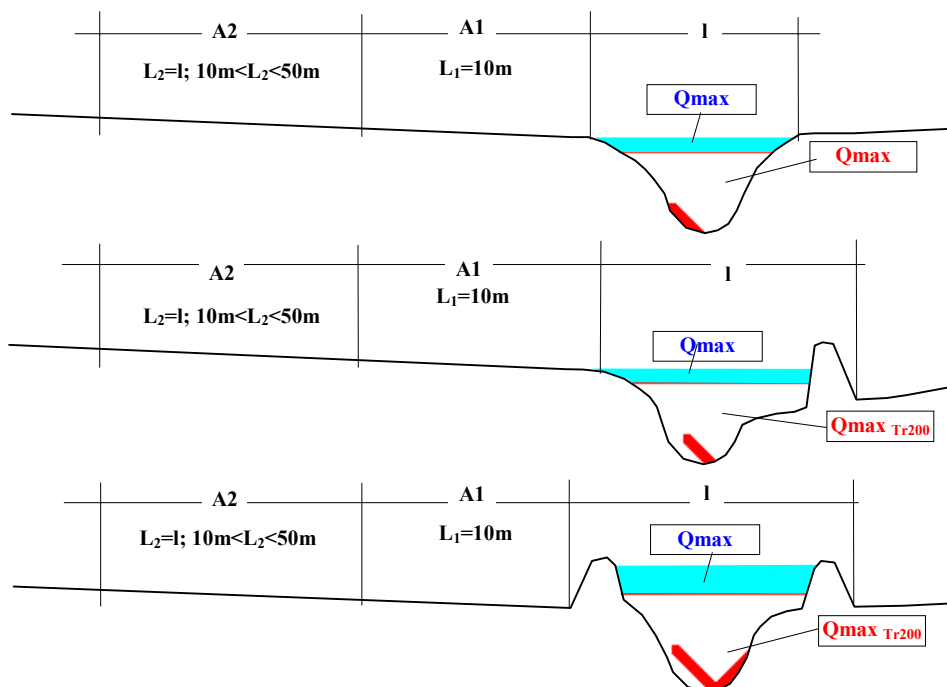
**La Sezione risulta essere entro i termini di sicurezza rispetto ad una piena con  $T_r=200$  anni, per cui:**

3.1.1) *Nelle aree di futura espansione* gli ambiti di protezione fluviale risultano così definiti:

- **Ambito A1** di larghezza  $L_1=10m$  a partire dal ciglio della sponda fluviale o dal piede dell'argine
- **Ambito A2**, immediatamente esterno all'ambito A1 e di lunghezza  $L_2$  pari alla larghezza  $l$  del corso d'acqua, così come definita dalla 230/94, fino ad un **massimo di 50 m** e comunque **non inferiore a 10 m**.

3.1.2) *Nelle zone già urbanizzate* gli ambiti di protezione fluviale, definiti secondo la procedura di cui al punto 1a, individuano comunque aree nelle quali:

- sono vietati interventi futuri in contrasto con quanto stabilito dalla 230/94 per gli ambiti A1 e A2;
- è comunque consigliabile incentivare lo spostamento delle attività in contrasto con quanto stabilito dalla 230/94 per gli ambiti A1 e A2



### 3.2. Situazione 2

$Q_{max\ CHEZY}$  (calcolata con il metodo di cui al par. 2.1) <  $Q_{max\ Tr=200}$  (calcolata con uno dei criteri di cui al par.1)

La Sezione risulta essere a rischio di esondazione rispetto ad una piena con  $Tr= 200$  anni, per cui:

3.2.1) Nelle aree di futura espansione gli ambiti di protezione fluviale risultano così definiti:

- **Ambito A1** di larghezza  $L_1=10m$  a partire dal ciglio della sponda fluviale o dal piede dell'argine,
- **Ambito B**, immediatamente esterno all'ambito A1 e di lunghezza  $L_2$  pari alla distanza  $L_{Q_{max-Tr200}}$  intercorrente tra il ciglio di sponda ed il limite estremo di spandimento della  $Q_{max\ Tr200}$  individuato attraverso la procedura di cui al par.2.2.

Qualora nell'area circostante la sezione esaminata il corso d'acqua risulti arginato, ma l'altezza degli argini sia insufficiente a contenere la portata  $Q_{max\ Tr200}$ , gli ambiti vanno definiti come se gli argini stessi non esistessero

3.2.2) Nelle zone già urbanizzate gli ambiti di protezione fluviale, risultano così definiti:

- **Ambito A1 - Ambito B**, secondo la procedura di cui al precedente punto **c.1.1**.

In tali ambiti:

- sono vietati interventi futuri in contrasto con quanto stabilito dalla 230/94 per gli ambiti A1 e B;
- deve incentivarsi la tendenza delle amministrazioni ad incentivare lo spostamento delle attività in contrasto con quanto stabilito dalla 230/94 per gli ambiti A1 e B al di fuori degli ambiti medesimi

**Per gli insediamenti esistenti ricadenti negli ambiti suddetti**, dovranno essere predisposte adeguate opere di protezione e salvaguardia possibilmente attive (casse di espansione poste a monte) o passive (arginature nuove o adeguamento di quelle preesistenti). In questo caso **l'estensione dell'ambito B va successivamente ridefinita** in funzione del mutato regime idraulico imposto dalle opere di difesa attiva; nel caso di scelte di difesa passiva (ex novo o adeguamento di quelle già esistenti) l'**Ambito B**, immediatamente esterno all'ambito A1 e di lunghezza  $L_2$  pari alla larghezza **I** del corso d'acqua, così come definita dalla 230/94, e



comunque **non inferiore a 50 m**.

Qualora il costo di tali opere fosse dello stesso ordine di grandezza dell'onere necessario allo spostamento degli insediamenti esistenti fuori dagli ambiti suddetti, questa seconda opzione deve essere privilegiata.

