

Regione Lombardia



Regione Lombardia

Provincia di Sondrio



Comune di Morbegno



DOCUMENTO DI POLIZIA IDRAULICA

STUDIO RETICOLO IDRICO MINORE CANONI REGIONALI DI POLIZIA IDRAULICA

D.G.R. N. X/7581 DEL 18.12.2017 - D.G.R. N. 11/698 DEL 24.10.2018

"Reticoli idrici regionali e revisione canoni di occupazione delle aree del demanio idrico"

A - ELABORATO TECNICO

<p>Progettisti:</p> <p>Amos Baggini Ingegnere STUDIO TECNICO L.go Sindelfingen, 9 - 23100 Sondrio Tel. +39 0342 512086 Fax. +39 0342 512086 Mobile +39 336 481636 e mail: studio.tecnico@bagginiprogettazioni.it</p> <p>Guido Merizzi Geologo STUDIO GEOLOGIA via Lungo Mallerò Diaz, 9 - 23100 Sondrio Tel. +39 0342 514527 Fax. +39 0342 512086 Mobile +39 348 7482878 e mail: guidomerizzi@teletu.it</p>		Allegato:
		1
		Scala:
		Data: APRILE 2020
		Agg: LUGLIO 2020
Oggetto: CRITERI GENERALI PER LE VERIFICHE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA		

INDICE

1 . MODELLO TRASFORMAZIONE AFFLUSSI-DEFLUSSI – REGIONALIZZAZIONE CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA.....	1
1.1. GENERALITA' – CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA.....	1
1.2. CALCOLO DELLE PORTATE PER BACINI MEDI ($S > 0,5 \text{ Km}^2$).....	5
1.3. CALCOLO DELLE PORTATE PER PICCOLI BACINI ($S < 0,5 \text{ Km}^2$).....	7
2. VERIFICHE IDRAULICHE.....	10
2.1. VERIFICHE IDRAULICHE IN MOTO UNIFORME.....	10
2.2. VERIFICHE IDRAULICHE SEZIONI A STRAMAZZO.....	10
2.3. VERIFICHE IDRAULICHE IN MOTO UNIFORME PER TRATTI INTUBATI.....	11
2.4. FRANCHI DI SICUREZZA.....	11

1 . MODELLO TRASFORMAZIONE AFFLUSSI-DEFLUSSI – REGIONALIZZAZIONE CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA

1.1. GENERALITA' – CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA

PREMESSA

Nel presente Allegato 1 dell'Elaborato Tecnico viene indicata, in modo schematico, una procedura per il calcolo delle portate di piena di un corso d'acqua, utilizzando diversi modelli, a seconda delle dimensioni e caratteristiche dei bacini idrici sottesi.

In particolare per bacini montani di dimensioni < 0,5 Km² un modello afflussi-deflussi basato sul noto metodo razionale, mentre per bacini pianeggianti e più o meno urbanizzati si propone l'utilizzo del metodo dell'Ing. De Martino.

Di tali modelli si entra nel merito nei paragrafi seguenti. In entrambi i metodi il calcolo si basa sulla conoscenza dei dati pluviometrici per piogge intense, in genere di durata inferiore all'ora, in quanto trattasi sempre di bacini molto piccoli, caratterizzati da tempi di corrivazione modesti.

A titolo esemplificativo, il territorio comunale ai fini dell'intensità di pioggia è stato suddiviso in quattro zone, peraltro caratterizzate da piovosità molto simili. In particolare si sono considerate le seguenti zone:

- Zona 1 - versante retico (Loc. Selvapiana, Cerido ecc);
- Zona 2 - fondovalle in destra F. Adda (Loc. Campovico, Paniga ecc.)
- Zona 3 - fondovalle in sinistra F. Adda (Capoluogo, zona industriale ecc.)
- Zona 4 - versante orobico (Loc. Arzo, Campo Erbolo ecc.)

Per l'analisi idrologica di queste aree, in assenza di dati di pioggia rilevati in stazioni pluviometriche vicine per durate inferiori all'ora, ci si basa sulle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica (LSP) edite da ARPA Lombardia che ha elaborato per tutto il territorio lombardo i dati pluviometrici riferiti a durate di eventi superiori all'ora, ai sensi dell'art. 11 comma 2.b del RR n.7 del 23.11.2017 dell'area è stata effettuata,

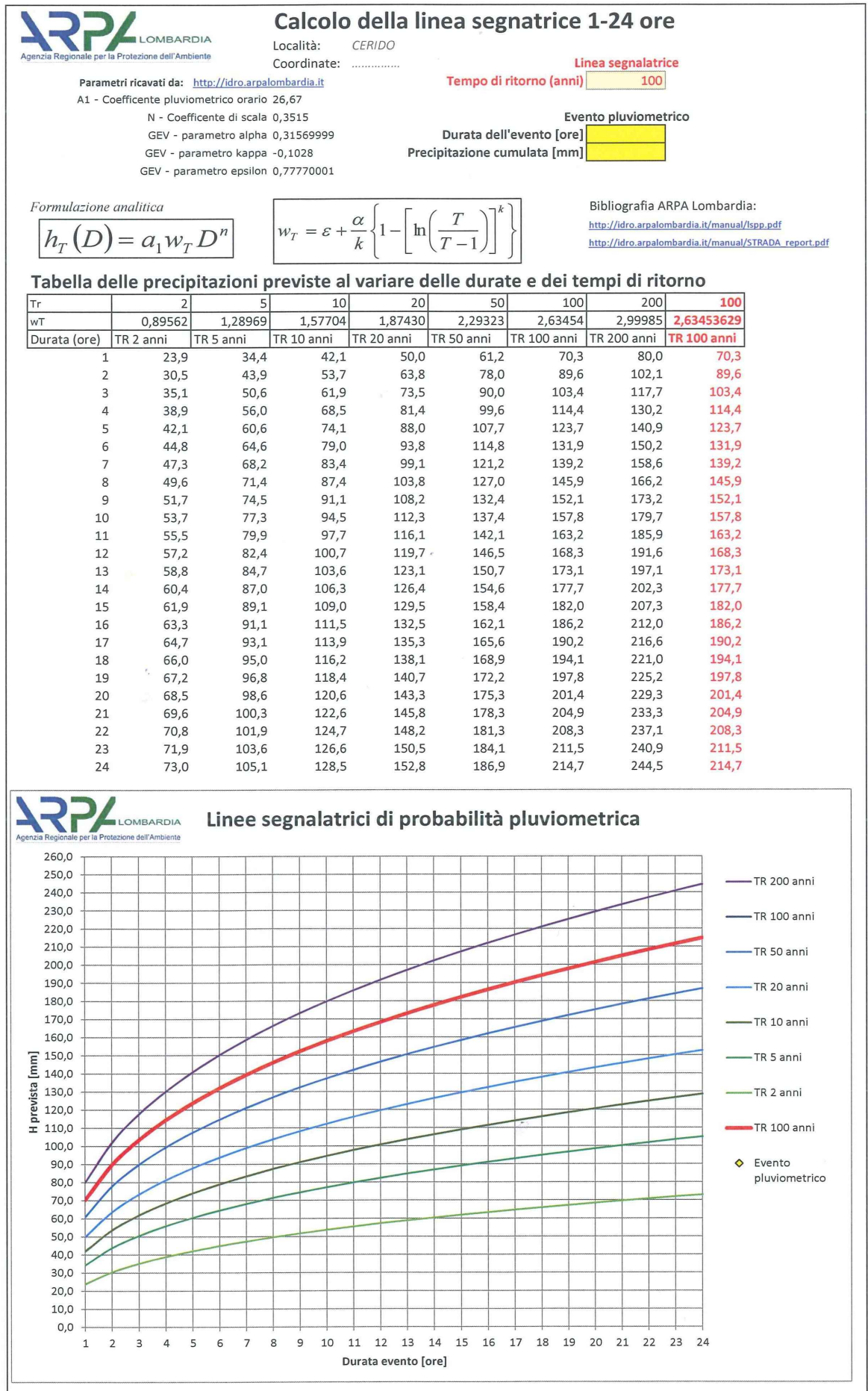
Le LSPP elaborate per diversi tempi di ritorno, in riferimento alle coordinate del baricentro delle zone suddette sono riportate di seguito.

LINEE SEGNALTRICI DI PROBABILITA' PLUVIOMETRICA

Zona 1 - versante retico (Loc. Selvapiano, Cerido ecc);

Per la presente zona si riporta il risultato dell'intera elaborazione derivante dal modello di ARPA con evidenziati tutti i valori dei parametri pluviometrici e della relativa curva segnalatrice.

Per le aree successive verranno riportati solo i valori numerici, che verranno poi utilizzati nel seguito.



Zona 2 - fondovalle in destra F. Adda (Loc. Campovico, Paniga ecc.)

$a1 = 26,77 \quad n = 0,3515$

Tabella delle precipitazioni previste al variare delle durate e dei tempi di ritorno

Tr	2	5	10	20	50	100	200	100
wT	0,89562	1,28969	1,57704	1,87430	2,29323	2,63454	2,99985	2,63453629
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni	TR 100 anni
1	23,9	34,4	42,1	50,0	61,2	70,3	80,0	70,3
2	30,5	43,9	53,7	63,8	78,0	89,6	102,1	89,6
3	35,1	50,6	61,9	73,5	90,0	103,4	117,7	103,4
4	38,9	56,0	68,5	81,4	99,6	114,4	130,2	114,4
5	42,1	60,6	74,1	88,0	107,7	123,7	140,9	123,7
6	44,8	64,6	79,0	93,8	114,8	131,9	150,2	131,9
7	47,3	68,2	83,4	99,1	121,2	139,2	158,6	139,2
8	49,6	71,4	87,4	103,8	127,0	145,9	166,2	145,9
9	51,7	74,5	91,1	108,2	132,4	152,1	173,2	152,1
10	53,7	77,3	94,5	112,3	137,4	157,8	179,7	157,8
11	55,5	79,9	97,7	116,1	142,1	163,2	185,9	163,2
12	57,2	82,4	100,7	119,7	146,5	168,3	191,6	168,3
13	58,8	84,7	103,6	123,1	150,7	173,1	197,1	173,1
14	60,4	87,0	106,3	126,4	154,6	177,7	202,3	177,7
15	61,9	89,1	109,0	129,5	158,4	182,0	207,3	182,0
16	63,3	91,1	111,5	132,5	162,1	186,2	212,0	186,2
17	64,7	93,1	113,9	135,3	165,6	190,2	216,6	190,2
18	66,0	95,0	116,2	138,1	168,9	194,1	221,0	194,1
19	67,2	96,8	118,4	140,7	172,2	197,8	225,2	197,8
20	68,5	98,6	120,6	143,3	175,3	201,4	229,3	201,4
21	69,6	100,3	122,6	145,8	178,3	204,9	233,3	204,9
22	70,8	101,9	124,7	148,2	181,3	208,3	237,1	208,3
23	71,9	103,6	126,6	150,5	184,1	211,5	240,9	211,5
24	73,0	105,1	128,5	152,8	186,9	214,7	244,5	214,7

Zona 3 - fondovalle in sinistra F. Adda (Capoluogo, zona industriale ecc.)

$a1 = 26,24 \quad n = 0,3544$

Tabella delle precipitazioni previste al variare delle durate e dei tempi di ritorno

Tr	2	5	10	20	50	100	200	100
wT	0,89745	1,29086	1,57644	1,87083	2,28407	2,61943	2,97718	2,61942527
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni	TR 100 anni
1	23,5	33,9	41,4	49,1	59,9	68,7	78,1	68,7
2	30,1	43,3	52,9	62,8	76,6	87,9	99,9	87,9
3	34,8	50,0	61,1	72,5	88,5	101,5	115,3	101,5
4	38,5	55,4	67,6	80,2	98,0	112,3	127,7	112,3
5	41,7	59,9	73,2	86,8	106,0	121,6	138,2	121,6
6	44,4	63,9	78,1	92,6	113,1	129,7	147,4	129,7
7	46,9	67,5	82,4	97,8	119,4	137,0	155,7	137,0
8	49,2	70,8	86,4	102,6	125,2	143,6	163,2	143,6
9	51,3	73,8	90,1	107,0	130,6	149,7	170,2	149,7
10	53,3	76,6	93,5	111,0	135,5	155,4	176,7	155,4
11	55,1	79,2	96,8	114,8	140,2	160,8	182,7	160,8
12	56,8	81,7	99,8	118,4	144,6	165,8	188,5	165,8

13	58,4	84,1	102,7	121,8	148,7	170,6	193,9	170,6
14	60,0	86,3	105,4	125,1	152,7	175,1	199,0	175,1
15	61,5	88,4	108,0	128,2	156,5	179,5	204,0	179,5
16	62,9	90,5	110,5	131,1	160,1	183,6	208,7	183,6
17	64,3	92,5	112,9	134,0	163,6	187,6	213,2	187,6
18	65,6	94,3	115,2	136,7	166,9	191,4	217,6	191,4
19	66,9	96,2	117,4	139,4	170,2	195,1	221,8	195,1
20	68,1	97,9	119,6	141,9	173,3	198,7	225,9	198,7
21	69,3	99,6	121,7	144,4	176,3	202,2	229,8	202,2
22	70,4	101,3	123,7	146,8	179,2	205,6	233,6	205,6
23	71,5	102,9	125,7	149,1	182,1	208,8	237,3	208,8
24	72,6	104,5	127,6	151,4	184,8	212,0	240,9	212,0

Zona 4 - versante orobico (Loc. Arzo, Campo Erbolo ecc.)

$a1 = 25,40 \quad n = 0,3724$

Tabella delle precipitazioni previste al variare delle durate e dei tempi di ritorno

Tr	2	5	10	20	50	100	200	100
wT	0,89382	1,29349	1,58570	1,88864	2,31660	2,66608	3,04091	2,66608324
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni	TR 100 anni
1	22,7	32,9	40,3	48,0	58,8	67,7	77,2	67,7
2	29,4	42,5	52,1	62,1	76,2	87,7	100,0	87,7
3	34,2	49,5	60,6	72,2	88,6	102,0	116,3	102,0
4	38,0	55,1	67,5	80,4	98,6	113,5	129,4	113,5
5	41,3	59,8	73,3	87,4	107,1	123,3	140,6	123,3
6	44,2	64,0	78,5	93,5	114,7	132,0	150,5	132,0
7	46,9	67,8	83,1	99,0	121,5	139,8	159,4	139,8
8	49,2	71,3	87,4	104,1	127,6	146,9	167,6	146,9
9	51,5	74,5	91,3	108,7	133,4	153,5	175,1	153,5
10	53,5	77,4	94,9	113,1	138,7	159,6	182,1	159,6
11	55,4	80,2	98,4	117,2	143,7	165,4	188,6	165,4
12	57,3	82,9	101,6	121,0	148,4	170,8	194,9	170,8
13	59,0	85,4	104,7	124,7	152,9	176,0	200,8	176,0
14	60,7	87,8	107,6	128,2	157,2	180,9	206,4	180,9
15	62,2	90,1	110,4	131,5	161,3	185,6	211,7	185,6
16	63,8	92,3	113,1	134,7	165,2	190,2	216,9	190,2
17	65,2	94,4	115,7	137,8	169,0	194,5	221,8	194,5
18	66,6	96,4	118,2	140,7	172,6	198,7	226,6	198,7
19	68,0	98,4	120,6	143,6	176,2	202,7	231,2	202,7
20	69,3	100,3	122,9	146,4	179,6	206,6	235,7	206,6
21	70,5	102,1	125,2	149,1	182,8	210,4	240,0	210,4
22	71,8	103,9	127,3	151,7	186,0	214,1	244,2	214,1
23	73,0	105,6	129,5	154,2	189,1	217,7	248,3	217,7
24	74,1	107,3	131,5	156,7	192,2	221,2	252,2	221,2

1.2. CALCOLO DELLE PORTATE PER BACINI MEDI ($S > 0,5 \text{ Km}^2$)

PREMESSA

Nel presente capitolo viene esemplificato il modello afflussi-deflussi basato sul noto metodo razionale. Tale modello è stato utilizzato per il calcolo esemplificativo delle portate e le successive verifiche dei corsi d'acqua più significativi e potrà essere utilizzato per le verifiche di compatibilità per interventi futuri per i quali si richiede tale verifica (v. Allegato B – Elaborato Normativo).

ANALISI GEOMORFICA DEL BACINO

I parametri morfologici che caratterizzano i bacini forniscono alcune indicazioni utili allo scopo di evidenziare ed interpretare le relazioni intercorrenti fra le condizioni geostutturali dei bacini idrografici e le caratteristiche dei relativi reticoli di drenaggio. Inoltre alcuni di questi parametri vengono utilizzati direttamente nella modellazione idrologica, ad esempio per la stima del tempo di corrivazione. Nella tabella seguente vengono riportati alcuni valori che sarebbe utile determinare nello studio del bacino:

Parametri geomorfici Bacino	
Superficie [km^2]	
Perimetro [km]	
Lunghezza [km]	
Quota massima [m. s.l.m.]	
Altezza media [m. s.l.m.]	
Quota minima [m. s.l.m.]	

CARATTERISTICHE IDROLOGICHE E CALCOLO PORTATA DI PIENA

In accordo a quanto indicato nel par. 3.2.1. della direttiva *“Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B”* del Piano Stralcio delle fasce Fluviali per la stima della precipitazione di progetto dovrà essere utilizzato un tempo di ritorno non inferiore a 100 anni e la nota relazione:

$$h = a t^n \quad (1)$$

dove:

h - precipitazione di progetto con assegnato tempo di ritorno (mm)

a = $a_1 \times wT$: parametri pluviometrici caratteristici della serie storica riportati nelle tabelle di cui al punto precedente e funzione di T_r

n - parametri pluviometrici caratteristici della serie storica riportati nelle tabelle di cui al punto precedente

t - durata della pioggia assegnata pari al tempo di corrivazione T_c (ore)

Per il calcolo del tempo di corrivazione è stata utilizzata la nota relazione di Giandotti

$$T_c = \frac{4 \times \sqrt{A} + 1,5xL}{0,8 \times \sqrt{H_m}} \quad (2)$$

dove A è l'area del bacino (Km²), L la lunghezza dell'asta fluviale principale (Km) e H_m (m) l'altezza media del bacino sulla sezione di chiusura (altezza media – quota minima).

Per il calcolo della portata di piena utilizzata per la verifica idraulica è stato adottato il Metodo Razionale.

$$Q = k C i J_o A \quad (3)$$

Dove:

Q - portata di piena (mc/s) con dato tempo di ritorno

C - coefficiente di deflusso che tiene conto della riduzione della portata meteorica per effetto dell'infiltrazione (vedi tabella seguente).

A - area del bacino (Kmq)

J_o - intensità della pioggia di progetto (mm) = h/t_c (4) con $h = a t_c^n$

k - fattore che tiene conto della non uniformità delle unità di misura usate. Se **A** è espressa kmq ed **i** in mm/h, per ottenere la portata in mc/s bisogna attribuire a **k** un valore di **0,278**

Le portate al colmo sopra stimate rappresentano unicamente l'effetto dello scorrimento superficiale e non tengono quindi conto di eventuali punte indotte dalla rottura di sbarramenti temporanei legati a frane e scoscendimenti difficilmente prevedibili in termini quantitativi ma che dovranno, comunque, essere considerati in fase di analisi del bacino.

Per un primo calcolo del coefficiente di deflusso C da utilizzare nella formula precedente si fornisce un metodo schematico indicato nella tabella seguente:

Tabella valori schematica per determinazione coefficiente C

PARAMETRO A		PARAMETRO B		PARAMETRO C		PARAMETRO D	
<i>Litologia predominante nel bacino</i>		<i>Copertura vegetale presente nel bacino</i>		<i>Pendenza media bacino</i>		<i>Sviluppo reticolo idrico superficiale</i>	
Descrizione	Valore	Descrizione	Valore	Descrizione	Valore	Descrizione	Valore
Roccia 80% Materiali di copertura 20%	1	Nulla	1	i > 100%	1	Sviluppato	0.9
Roccia 50% Materiali di copertura 50%	0.9	Poco estesa	0.85	70%<i<100%	0.85	Medio	0.8
Roccia 20% Materiali di copertura 80%	0.85	Mediamente estesa	0.80	50%<i<70%	0.80	Poco sviluppato	0.7
Materiali di copertura 100%	0.8	Molto estesa	0.75	i < 50%	0.75	Assente	0.6

Il valore del coefficiente C potrà essere determinato, in prima approssimazione, dal prodotto dei diversi valori dei parametri A, B, C e D indicati nella tabella precedente e caratteristici del bacino in esame.

$$C = \text{parametro A} * \text{parametro B} * \text{parametro C} * \text{parametro D}$$

1.3. CALCOLO DELLE PORTATE PER PICCOLI BACINI (S < 0,5 Km²)

Nel caso di bacini idrici di modestissime dimensioni (< 0,5 Km²) i metodi tradizionali dell'idrologia cadono in difetto.

Si propone quindi un calcolo condotto come per il drenaggio delle portate meteoriche, considerato che buona parte di tali bacini sono rappresentati da territorio parzialmente antropizzato. Il calcolo presenta sempre qualche difficoltà, legata sia all'intensità della precipitazione presa in considerazione, sia a situazioni particolari di copertura del terreno (coefficienti di assorbimento). Il calcolo proposto in questa sede, pur abbastanza approssimativo, è da ritenersi senz'altro sufficiente ad un dimensionamento ragionevolmente cautelativo delle opere oggetto di autorizzazione.

Per il calcolo ci si avvale del metodo dell'Ing. De Martino, che, per bacini e reti di drenaggio di modesta portata dà i risultati più affidabili. Il calcolo si basa sulla determinazione del coefficiente udometrico tramite la seguente formula:

$$u_b = \lambda * \frac{\Psi * J_o}{0,36} \quad (5)$$

dove:

u_b : è la portata unitaria espressa in l/s*ha

Ψ : è il coefficiente di assorbimento medio che dipende dalla permeabilità e dalle caratteristiche dell'area

J_o : è l'intensità di pioggia corrispondente alla durata di 15' (tempo di corrivazione convenzionalmente assunto per bacini di dimensioni assai modeste), espressa in mm/h per Tempo di ritorno di 100 anni

λ : è il cosiddetto coefficiente di ritardo che risulta funzione di A, J_o , Ψ , i (pendenza media della rete) e W2 (invaso specifico nei piccoli specchi e sul terreno). Di questo coefficiente di ritardo il De Martino ha fornito un'ampia messe di valori, dai quali, per interpolazione, si sono ricavati i valori raccolti in letteratura, ciascuna corrispondente ad un differente valore dell'invaso specifico W2 delle piccole canalizzazioni e sul terreno.

Per quanto concerne il valore da attribuire all'intensità di pioggia J_o si sono assunti i parametri della curva di possibilità climatica del bacino della zona 3 (Morbegno zona industriale, che rappresenta una buona media di tutti i valori, peraltro molto simili tra loro; applicando i valori per $Tr = 100$ anni, si ottiene:

$$a = a_1 * wT = 26,24 * 2,691943 = 68,7 \text{ mm} \quad n = 0.3544$$

$$T_c, \text{ data la modestia delle aree in gioco, assunto} = 15' = 0,25 \text{ h}$$

Le LSPP si riferiscono ad una durata minima di un'ora e il loro utilizzo per durate sensibilmente inferiore porta ad una sovrastima dell'evento pluviometrico stesso quindi, come indicato all'allegato G del RR n.7 del 23.11.2017, al parametro "n" viene assegnato il valore di 0.5.

Da cui per $Tr = 100$ anni applicando la (1) si ottiene $h = 35,35$ mm
e applicando la (4) si ottiene $Jo = 137,4$ mm/h

Analogamente per $Tr = 20$ anni

$$a = a_1 \times w_T = 26,24 \times 1,8708 = 49,1 \text{ mm} \quad n = 0.50$$

e applicando la (1) si ottiene $h = 24,55$ mm

da cui con la (4) si ottiene $Jo = 98,2$ mm/h

Si può suddividere il territorio del bacino esaminato in diversi tipi di aree scolanti che, a titolo esemplificativo, possono essere così caratterizzate:

- A. Aree scolanti caratterizzate da notevole percentuale di superfici pavimentate e/o coperte, terreni sostanzialmente pianeggianti (es. zona industriale) e con buona capacità di invaso specifico; il coefficiente udometrico assunto viene di seguito calcolato.
- B. Aree scolanti caratterizzate da minore percentuale di superfici pavimentate e/o coperte, qualche area verde, terreni in leggera pendenza (es. aree urbanizzate), solo parzialmente rocciosi e con buona capacità di invaso specifico;
- C. Aree scolanti caratterizzate da minime superfici coperte, aree quasi totalmente a verde, pendenze piuttosto elevate, scarsa capacità di invaso (es. versanti terrazzati, boschi di versante);
- D. Aree scolanti caratterizzate da minime superfici coperte, aree quasi totalmente a verde, buone capacità di invaso, pendenze modeste (aree agricole di pianura).

CALCOLO PORTATE PER TR = 100 ANNI

PER AREE DI TIPO A

Per queste sono stati assunti ad esempio i seguenti valori:

$$\psi = 0,50$$

invaso specifico $W_2 = 30$ mc/ha

pendenza media rete $< 5\%$

Dalle tabelle summenzionate (non riportate per brevità) si ottiene:

$$\lambda = 0,55$$

$$Jo = 137,4 \text{ mm/h}$$

Applicando la formula del De Martino, si ottiene:

$$u_A = 0,55 \cdot 0,5 \cdot 137,4 / 0,36 = 105 \text{ l/s*ha}$$

CALCOLO PORTATE PER AREE DI TIPO B

Analogamente a sopra si assumono i seguenti valori:

$$\psi = 0,3$$

invaso specifico $W_2 = 20$ mc/ha

pendenza media rete $> 10\%$

Si ottiene:

$$\lambda = 0,55$$

Con la stessa intensità di pioggia, si ottiene: $u_C = 0,55 \cdot 0,3 \cdot 137,4 / 0,36 = 63 \text{ l/s*ha}$

CALCOLO PORTATE PER AREE DI TIPO C

Analogamente a sopra si assumono i seguenti valori:

$$\psi = 0,3$$

invaso specifico $W_2 = 30$ mc/ha

pendenza media rete $> 5\%$

Si ottiene:

$$\lambda = 0,50$$

Con la stessa intensità di pioggia, si ottiene: $u_B = 0,50 \cdot 0,3 \cdot 137,4 / 0,36 = 57 \text{ l/s*ha}$

CALCOLO PORTATE PER AREE DI TIPO D

Analogamente a sopra si assumono i seguenti valori:

$$\psi = 0,3$$

invaso specifico $W_2 = 40 \text{ mc/ha}$

pendenza media rete $< 0,5\%$

Si ottiene:

$$\lambda = 0,45$$

Con la stessa intensità di pioggia, si ottiene: $u_C = 0,45 \cdot 0,3 \cdot 137,4 / 0,36 = 51 \text{ l/s*ha}$

CALCOLO PORTATE PER TR = 20 ANNI

Analogamente a sopra per Tr 20 anni si adotta

$$J_0 = 98,2 \text{ mm/h}$$

PER AREE DI TIPO A

$$u_A = 0,55 \cdot 0,5 \cdot 98,2 / 0,36 = 75 \text{ l/s*ha}$$

CALCOLO PORTATE PER AREE DI TIPO B

Con la stessa intensità di pioggia, si ottiene: $u_C = 0,55 \cdot 0,3 \cdot 98,2 / 0,36 = 45 \text{ l/s*ha}$

CALCOLO PORTATE PER AREE DI TIPO C

Con la stessa intensità di pioggia, si ottiene: $u_B = 0,50 \cdot 0,3 \cdot 98,2 / 0,36 = 41 \text{ l/s*ha}$

CALCOLO PORTATE PER AREE DI TIPO D

Con la stessa intensità di pioggia, si ottiene: $u_C = 0,45 \cdot 0,3 \cdot 98,2 / 0,36 = 36 \text{ l/s*ha}$

2. VERIFICHE IDRAULICHE

2.1. VERIFICHE IDRAULICHE IN MOTO UNIFORME

Le verifiche idrauliche possono essere condotte per le sezioni significative del corso d'acqua in moto uniforme tramite la formula di Chezy

$$Q = A \times \chi \times \sqrt{R \cdot i} \quad (1)$$

dove:

Q = portata defluente

A = sezione bagnata

R = raggio idraulico = A/P con P perimetro bagnato

$\chi = c \times R^{1/6}$ secondo Strikler

dove

c = scabrezza (v. tabella)

i = pendenza media del tratto di alveo interessato

VALORI PRATICI PER IL COEFFICIENTE "c"	
VALORE	TIPO DI ALVEO
15	alveo naturale sconnesso con massi e variazioni di percorso
20	alveo naturale con letto ghiaioso senza variazioni di percorso
25	alveo parzialmente naturale con andamento regolare e arginature in pietra
30-35	alveo artificiale con rivestimento del fondo e pareti in pietra e cls e con andamento regolare
40-45	alveo artificiale con rivestimento del fondo e pareti in cls liscio e con andamento regolare

N.B. i valori possono essere mediati sul contorno bagnato in caso di parti con scabrezza notevolmente diversa (es. fondo sconnesso e pareti arginate in cls)

2.2. VERIFICHE IDRAULICHE SEZIONI A STRAMAZZO

Le verifiche idrauliche per le sezioni con opere trasversali al corso d'acqua possono essere condotte tramite la formula speditiva dello stramazzo.

Nel caso in cui l'opera trasversale non rallenta la corrente idrica (alveo compensato a monte) la portata defluente si può valutare tramite la formula:

$$Q = A \times \mu \times \sqrt{2 \times g \times (h+k)} \quad (2)$$

dove $k = V_0^2/2g$

V_0 = velocità nel tratto di alveo a monte dello stramazzo calcolata con la (1)

h = tirante idraulico (altezza pelo libero a monte della traversa)

A = area bagnata della sezione

g = accelerazione di gravità = 9,81 m/s²

μ = coefficiente di efflusso che in prima approssimazione può essere assunto pari a 0,35/0,45

Nel caso in cui l'opera trasversale rallenta la corrente idrica (alveo non compensato – briglia vuota di materiale) la portata defluente si può valutare tramite la formula:

$$Q = A \times \mu \times \sqrt{2 \times g \times h} \quad (3)$$

con il consueto significato dei simboli.

Per l'altezza del pelo libero in corrispondenza della traversa, tenendo conto della componente cinetica della corrente, si ha $h_0 = 2/3 h$

Tali verifiche vanno estese per un tratto di alveo a monte e a valle della sezione in esame sufficientemente lungo, in relazione al contesto topografico, alla presenza di criticità ecc ed in funzione del tipo di corrente (veloce o lenta) al fine di garantire l'assenza di effetti negativi indotti sulle modalità di deflusso in piena; in particolare dovrà essere verificato il profilo idrico di rigurgito eventualmente indotto dall'insieme delle opere di attraversamento.

2.3. VERIFICHE IDRAULICHE IN MOTO UNIFORME PER TRATTI INTUBATI

In caso di tratti intubati le verifiche idrauliche possono essere condotte in moto uniforme sempre tramite la formula di Chezy

$$Q = A \times \chi \times \sqrt{R \cdot i} \quad (1)$$

$$\text{dove } \chi = \frac{100 \cdot \sqrt{R}}{\sqrt{R} + m} \quad (2)$$

con $m = 0,35$ (scabrezza tubazioni pvc o gres o cemento)

A = area bagnata i = pendenza R = raggio idraulico

La portata defluente a massimo riempimento (circa portata massima) per le diverse tratte viene calcolata tramite la (1) e la (2).

2.4. FRANCHI DI SICUREZZA

Le verifiche idrauliche si devono intendere soddisfatte se il calcolo idraulico effettuato coi criteri di cui sopra porta a franchi di sicurezza rispetto alle quote minime di sponda pari a 100 cm per tempi di ritorno ventennali e 50 cm per tempi di ritorno centennali, su tutto il tratto di corso d'acqua influenzato dall'opera oggetto di autorizzazione. Ciò vale per tutti i corsi d'acqua del reticolo minore, ad eccezione dei fossi di bonifica, per i quali è ritenuto sufficiente un franco di 50 cm per tempi di ritorno ventennali.

Fanno eccezione le verifiche di compatibilità per strutture importanti (ponti, attraversamenti aerei di metanodotti o altri sottoservizi e in altri eventuali casi significativi su richiesta del Tecnico Comunale) per i quali si richiede un franco di sicurezza di cm 100 per tempi di ritorno centennali, indipendentemente dalla categoria dei corsi d'acqua. Per i tratti per i quali si ritiene indispensabile ricorrere alla tombinatura, si richiede che nella sezione idraulica (tubo o scatolare) a sezione piena defluisca una portata pari al doppio di quella calcolata con tempi di ritorno centennali, per tener conto di possibili fenomeni di ostruzione.