

SS38 "dello Stelvio" - Tangenziale Sud di Sondrio

Nuovo attraversamento in viadotto della linea ferroviaria Sondrio-Tirano e nuove connessioni alla viabilità locale tra le Pk 40+000 e la Pk 40+700 nei Comuni di Sondrio e Montagna in Valtellina

PROGETTO DEFINITIVO

COD. MI634

PROGETTAZIONE:



PROGETTISTI:

*Ing. Stefano Monni
Ordine Ing. Prato n. 155*

*Ing. Carlo Mazzetti
Ordine Ing. Siena n. 1177*

*Dott. Luciano Luciani
Dott. Sc. Forestali*

*Dott. Giulio Tona
Ordine Agronomi e Forestali Firenze n. 1045*

*Ing. Michele Frizzarin
Ordine Ing. Verona n. A4547*

Il responsabile dell'integrazione tra le varie discipline specialistiche:

*Ing. Stefano Monni
Ordine Ing. Prato n. 155*

Il coordinatore della sicurezza in fase di progettazione:

*Arch. Giorgio Salimbene
Ordine Arch. Firenze n. 3997*

Il geologo:

*Dott. Geol. Pier Paolo Binazzi
Ordine Geologi Toscana n. 130*

VISTO Il responsabile del procedimento:

Ing. Giancarlo Luongo

IDROLOGIA E IDRAULICA

RETICOLO IDROGRAFICO

RELAZIONE IDROLOGICA

CODICE PROGETTO

PROGETTO

LIV. PROG.

ANNO

DPMI0634 D 23

NOME FILE

T00ID01IDRRE01A.DOC

CODICE ELAB.

T00ID01IDRRE01

REVISIONE

SCALA:

A

—

A

EMISSIONE

AGOSTO 2023

E. LUCCHESI

C. MAZZETTI

S. MONNI

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

Indice

1	PREMESSA.....	2
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	4
3	ANALISI IDROLOGICA	5
3.1.1	Curve di probabilità pluviometrica.....	6
3.1.1.1	Torrente Davaglione	6
3.1.1.2	Idraulica di piattaforma.....	9
3.1.2	Determinazione della portata liquida	12

1 PREMESSA

Il presente elaborato, nell'ambito della trattazione degli aspetti idrologico-idraulici del progetto in oggetto, affronta le tematiche idrologiche dell'opera in progetto. Verrà quindi trattata la determinazione delle altezze di pioggia alla base dei valori di portata che verranno poi adottati per la verifica degli elementi idraulici, affrontata negli altri elaborati di tipo idraulico.

In particolare, gli aspetti che vengono trattati sono la compatibilità idraulica dell'intervento nei confronti del reticolo idrografico principale e lo smaltimento delle acque di piattaforma, al fine di garantire l'ufficiosità delle strade in caso di eventi piovosi.

Si riporta in Figura 1 una pianta dell'attuale configurazione dello svincolo mentre in Figura 2 la configurazione di progetto.

Sono stati utilizzati i valori di pioggia estratti dal Portale Idrologico Geografico di ARPA Lombardia mentre per la caratterizzazione idrologica del Bacino del Torrente Davaglione i dati riportati nel Sistema Informativo Bacini e Corsi d'Acqua (SIBCA) della Regione Lombardia.

In linea con le indicazioni riportate nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018) è stata adottata la portata con tempo di ritorno duecentennale.

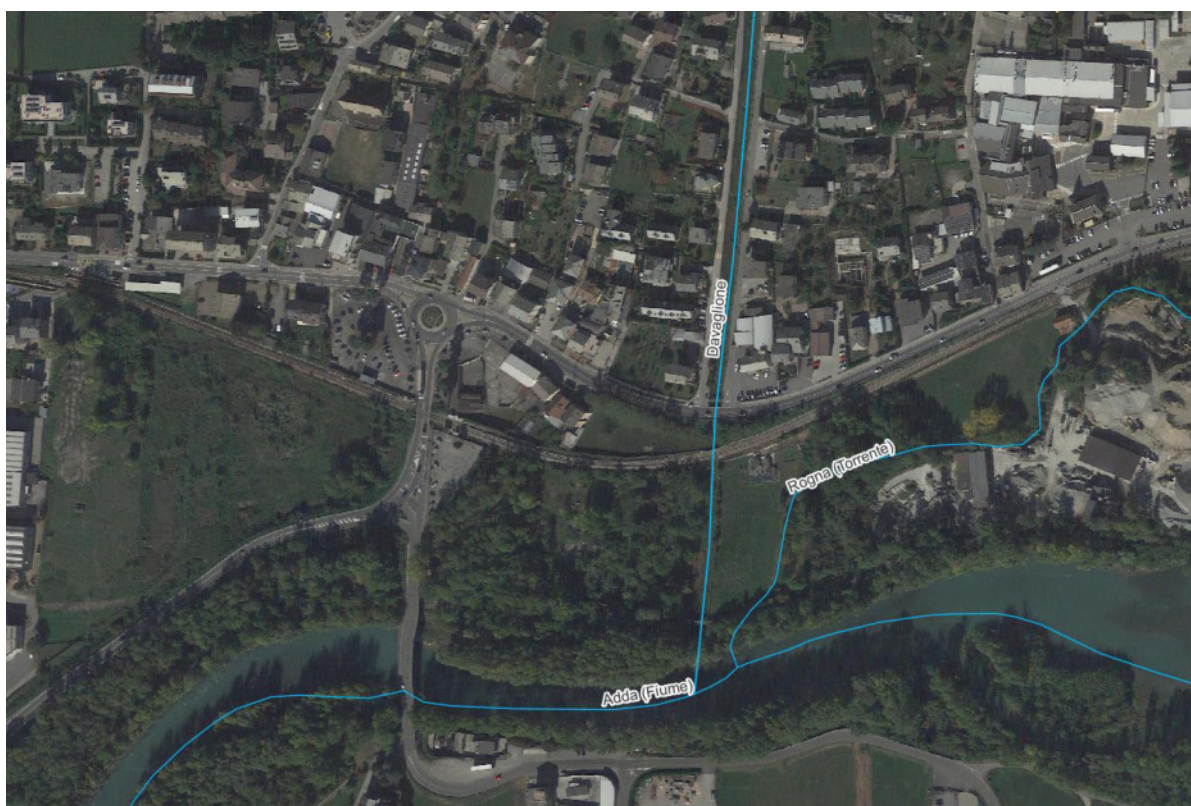


Figura 1 – SS 38 – Stato Attuale

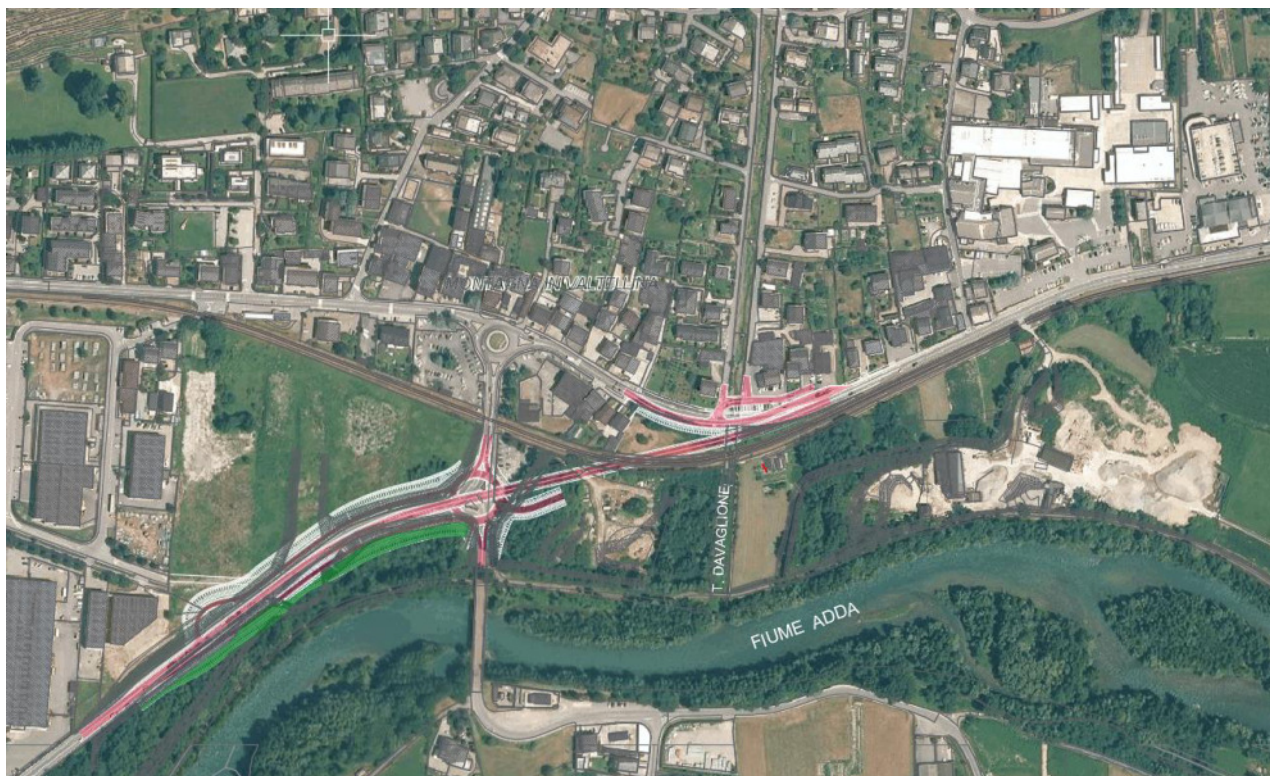


Figura 2 – SS 38 – Stato di Progetto

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Si riportano di seguito i riferimenti normativi alla base delle trattazioni successive:

- Decreto Ministeriale 17.01.2018 – “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni” (NTC) e Circolare 21.01.2019 – “Istruzioni per l’applicazione dell’Aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni”;
- Deliberazione n. 5/2021 dell’Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po – “Il ciclo Piani di Gestione Rischio Alluvioni. I aggiornamento – Art. 14, comma 3 Direttiva 2007/60/CE. Adozione dell’aggiornamento del PGRI ai sensi del artt. 65 e 66 del D. Lgs. 2006”;
- Direttiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2007 relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni;
- Decreto Legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 – “Attuazione della Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni”;
- Regio Decreto 25 luglio 1904, n.523 – “Testo unico sulle opere idrauliche”;
- Regolamento Regionale 23 novembre 2017, n. 7 “Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell’articolo 58 bis della Legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio)”.

3 ANALISI IDROLOGICA

Il torrente Davaglione è un affluente destro del F. Adda il cui bacino si sviluppa interamente all'interno del territorio comunale di Montagna in Valtellina.

Si riporta in Figura 3 il bacino del Torrente, come individuato nel portale SIBCA con sezione di chiusura coincidente con l'apice del conoide. Infatti, nell'ultimo tratto il torrente è arginato quindi non riceve più contributi idrici a valle della sezione individuata.

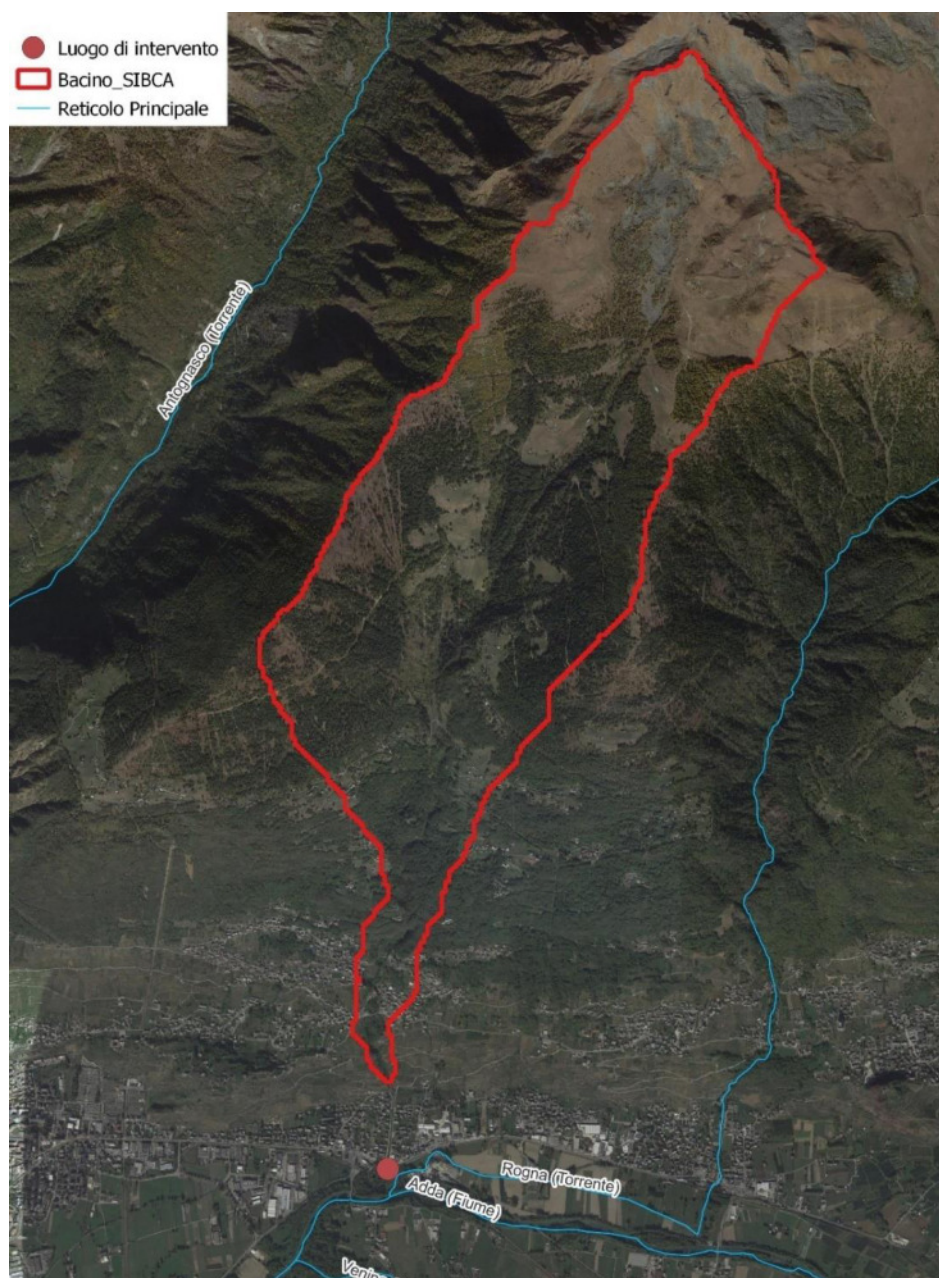


Figura 3 – Bacino del Torrente Davaglione

La sezione di chiusura si trova a quota 325 m slm e sottende un bacino di circa 6,5 km², con spartiacque che raggiunge la quota massima di 2640 m slm.

L’asta principale del torrente è caratterizzata da uno sviluppo di circa 6 km e da una pendenza media del 32%, che si riduce a circa 7% sul tratto di conoide alla cui base si sviluppano l’attuale sede della SS38 dello Stelvio e la linea ferroviaria Sondrio-Tirano.

3.1.1 CURVE DI PROBABILITÀ PLUVIOMETRICA

3.1.1.1 Torrente Davaglione

Per la determinazione delle Curve di Possibilità Pluviometrica (CPP) si è fatto riferimento ai valori del Portale Idrologico Geografico di ARPA Lombardia.

Le CPP della Regione Lombardia sono state schematizzate secondo la distribuzione di probabilità del valore estremo a tre parametri (GEV) e ciascuno di questi 3 parametri è stato stimato mediante la tecnica operativa degli L-moments.

L’espressione valida a descrivere l’altezza di pioggia è la seguente:

$$h_T(D) = a_1 w_T D^n$$

Dove:

- a_1 è il coefficiente pluviometrico orario;
- T è il tempo di ritorno espresso in anni;
- n è il coefficiente di scala;
- D è la durata di pioggia espressa in ore.

$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left\{ 1 - \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right]^k \right\}$$

Nella quale α , ε e K sono i parametri della distribuzione.

Per quanto riguarda i valori dei parametri caratteristici della distribuzione sono rese disponibili maglie di 1kmx1km con i valori puntuali. Pertanto, con l’utilizzo del software Qgis 3.26 è stato possibile determinare la media di ciascuno di questi valori per il bacino del Torrente Davaglione.

I valori ricavati e le altezze di pioggia per diverse durate e tempi di ritorno sono riportati in Figura 4, mentre in Figura 5 sono riportate le linee segnalatrici.

Per durate di pioggia minori dell’ora si è fatto riferimento, similmente a quanto indicato per lo smaltimento delle acque di piattaforma, ai coefficienti riduttivi delle piogge di durata minore dell’ora ricavati dall’elaborazione dei dati della stazione Milano – Monviso, riportati in Tabella 1.

Per lo svolgimento delle verifiche idrauliche del Torrente si è adottato l’evento con tempo di ritorno di 200 anni.



Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località: *Montagna in Valtellina*

Coordinate:

Linea segnatrice

Parametri ricavati da: <http://idro.arpalombardia.it>

Tempo di ritorno (anni)

A1 - Coefficiente pluviometrico orario 19.897

N - Coefficiente di scala 0.432

GEV - parametro alpha 0.27

GEV - parametro kappa -0.168

GEV - parametro epsilon 0.761

Evento pluviometrico

Durata dell'evento [ore]

Precipitazione cumulata [mm]

Formulazione analitica

$$h_T(D) = a_1 w_T D^n$$

$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left\{ 1 - \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right]^k \right\}$$

Bibliografia ARPA Lombardia:

<http://idro.arpalombardia.it/manual/lsp.pdf>

http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA_report.pdf

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

Tr	2	5	10	20	50	100	200	200
wT	0.86307	1.22158	1.49941	1.80092	2.24946	2.63473	3.06627	3.06627054
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni	TR 200 anni
1	17.2	24.3	29.8	35.8	44.8	52.4	61.0	61.0095848
2	23.2	32.8	40.2	48.3	60.4	70.7	82.3	82.3081855
3	27.6	39.1	48.0	57.6	71.9	84.3	98.1	98.0650946
4	31.3	44.2	54.3	65.2	81.5	95.4	111.0	111.042182
5	34.4	48.7	59.8	71.8	89.7	105.1	122.3	122.279347
6	37.2	52.7	64.7	77.7	97.1	113.7	132.3	132.299868
7	39.8	56.3	69.1	83.1	103.7	121.5	141.4	141.410098
8	42.2	59.7	73.3	88.0	109.9	128.7	149.8	149.807289
9	44.4	62.8	77.1	92.6	115.6	135.4	157.6	157.627081
10	46.4	65.7	80.7	96.9	121.0	141.8	165.0	164.967377
11	48.4	68.5	84.1	101.0	126.1	147.7	171.9	171.901517
12	50.2	71.1	87.3	104.8	130.9	153.4	178.5	178.486087
13	52.0	73.6	90.4	108.5	135.5	158.8	184.8	184.765805
14	53.7	76.0	93.3	112.0	140.0	163.9	190.8	190.776721
15	55.3	78.3	96.1	115.4	144.2	168.9	196.5	196.548391
16	56.9	80.5	98.8	118.7	148.3	173.7	202.1	202.105393
17	58.4	82.7	101.5	121.9	152.2	178.3	207.5	207.468422
18	59.9	84.7	104.0	124.9	156.0	182.7	212.7	212.655095
19	61.3	86.7	106.4	127.9	159.7	187.0	217.7	217.68055
20	62.6	88.7	108.8	130.7	163.3	191.2	222.6	222.557907
21	64.0	90.6	111.1	133.5	166.7	195.3	227.3	227.298623
22	65.3	92.4	113.4	136.2	170.1	199.3	231.9	231.912772
23	66.5	94.2	115.6	138.9	173.4	203.1	236.4	236.409266
24	67.8	95.9	117.7	141.4	176.7	206.9	240.8	240.796032

Figura 4 – Valori delle piogge sul bacino del Torrente Davaglione

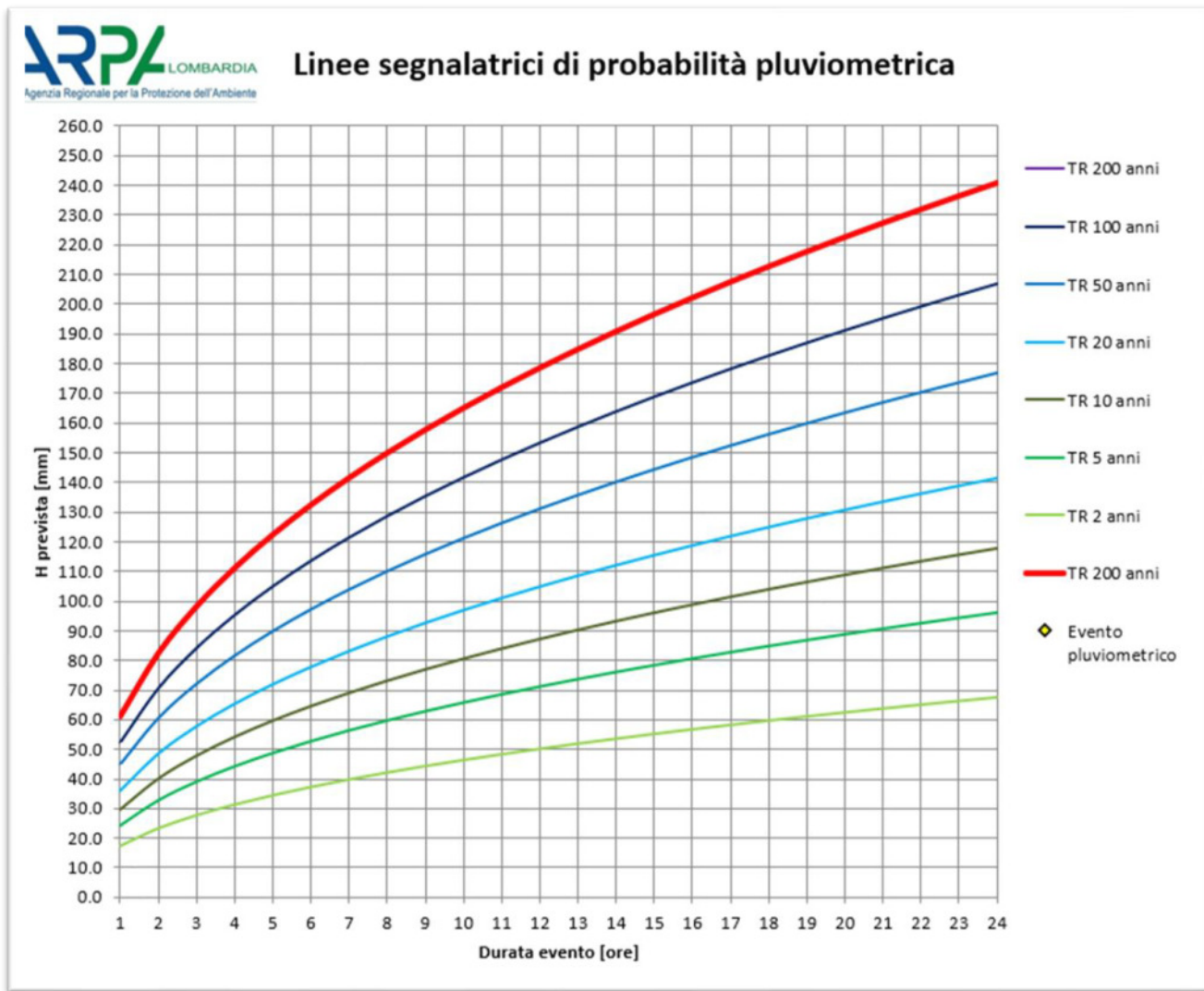


Figura 5 – Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica

Durata pioggia [min]	1	2	3	4	5	10	15	30	45
coefficiente	0.155	0.178	0.215	0.241	0.304	0.449	0.568	0.7	0.799

Tabella 1 – Coefficienti riduttivi delle piogge minori di un'ora del pluviografo Milano-Monviso

3.1.1.2 Idraulica di piattaforma

Per quanto riguarda la definizione delle CPP nei confronti del drenaggio delle acque di piattaforma è stato seguito lo stesso metodo utilizzato per il Torrente Davaglione, ma considerando come area di studio non il bacino del torrente ma la superficie interessata dal nuovo intervento.

I valori ricavati e le altezze di pioggia per diverse durate e tempi di ritorno sono riportati in Figura 6 , mentre in



Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica

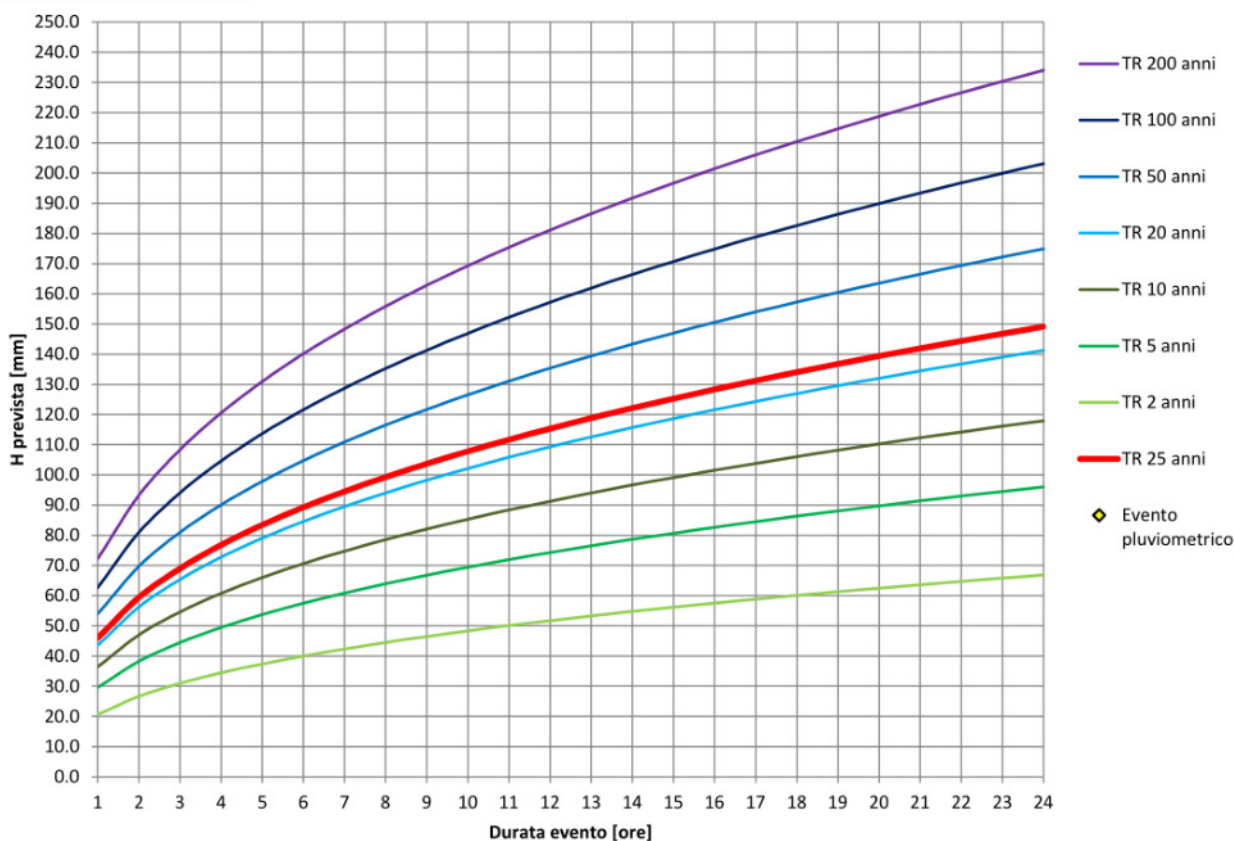


Figura 7 sono riportate le linee segnalatrici.

Visto che le durate di pioggia utili per questo tipo di verifica sono dell'ordine dei 5-10 minuti, per durate di pioggia minori dell'ora si è fatto riferimento, similmente a quanto indicato per lo smaltimento delle acque di piattaforma, ai coefficienti riduttivi delle piogge di durata minore dell'ora ricavati dall'elaborazione dei dati della stazione Milano – Monviso, riportati in Tabella 1.

Per lo svolgimento delle verifiche di smaltimento delle acque di piattaforma si è adottato l'evento con tempo

di ritorno di 25 anni.



Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località: Montagna in Valtellina

Coordinate:

Linea segnatrice

Tempo di ritorno (anni)

Parametri ricavati da: <http://idro.arpalombardia.it>

A1 - Coefficiente pluviometrico orario 23.29

N - Coefficiente di scala 0.37

GEV - parametro alpha 0.3

GEV - parametro kappa -0.136

GEV - parametro epsilon 0.773

Evento pluviometrico

Durata dell'evento [ore]

Precipitazione cumulata [mm]

Formulazione analitica

$$h_T(D) = a_1 w_T D^n$$

$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left\{ 1 - \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right]^k \right\}$$

Bibliografia ARPA Lombardia:

<http://idro.arpalombardia.it/manual/lsp.pdf>

http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA_report.pdf

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

Tr	2	5	10	20	50	100	200	25
wT	0.88574	1.27217	1.56282	1.87092	2.31725	2.69081	3.10000	1.97512664
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni	TR 25 anni
1	20.6	29.6	36.4	43.6	54.0	62.7	72.2	46.006995
2	26.7	38.3	47.0	56.3	69.7	81.0	93.3	59.4491342
3	31.0	44.5	54.7	65.4	81.0	94.1	108.4	69.0715656
4	34.5	49.5	60.8	72.8	90.1	104.7	120.6	76.8292569
5	37.4	53.7	66.0	79.0	97.9	113.7	131.0	83.4417372
6	40.0	57.5	70.6	84.6	104.7	121.6	140.1	89.2648333
7	42.4	60.9	74.8	89.5	110.9	128.7	148.3	94.5041131
8	44.5	64.0	78.6	94.1	116.5	135.3	155.8	99.2905076
9	46.5	66.8	82.1	98.2	121.7	141.3	162.8	103.713231
10	48.4	69.5	85.3	102.1	126.5	146.9	169.3	107.836165
11	50.1	71.9	88.4	105.8	131.1	152.2	175.3	111.70683
12	51.7	74.3	91.3	109.3	135.3	157.2	181.1	115.36166
13	53.3	76.5	94.0	112.6	139.4	161.9	186.5	118.829283
14	54.8	78.7	96.6	115.7	143.3	166.4	191.7	122.132658
15	56.2	80.7	99.1	118.7	147.0	170.7	196.6	125.290517
16	57.5	82.6	101.5	121.5	150.5	174.8	201.4	128.318369
17	58.8	84.5	103.8	124.3	154.0	178.8	206.0	131.229217
18	60.1	86.3	106.1	127.0	157.3	182.6	210.4	134.034088
19	61.3	88.1	108.2	129.5	160.4	186.3	214.6	136.742422
20	62.5	89.8	110.3	132.0	163.5	189.9	218.7	139.362373
21	63.6	91.4	112.3	134.4	166.5	193.3	222.7	141.901039
22	64.7	93.0	114.2	136.7	169.4	196.7	226.6	144.364638
23	65.8	94.5	116.1	139.0	172.2	199.9	230.3	146.758659
24	66.9	96.0	118.0	141.2	174.9	203.1	234.0	149.087968

Figura 6 – Valori delle piogge sull'area di intervento



Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica

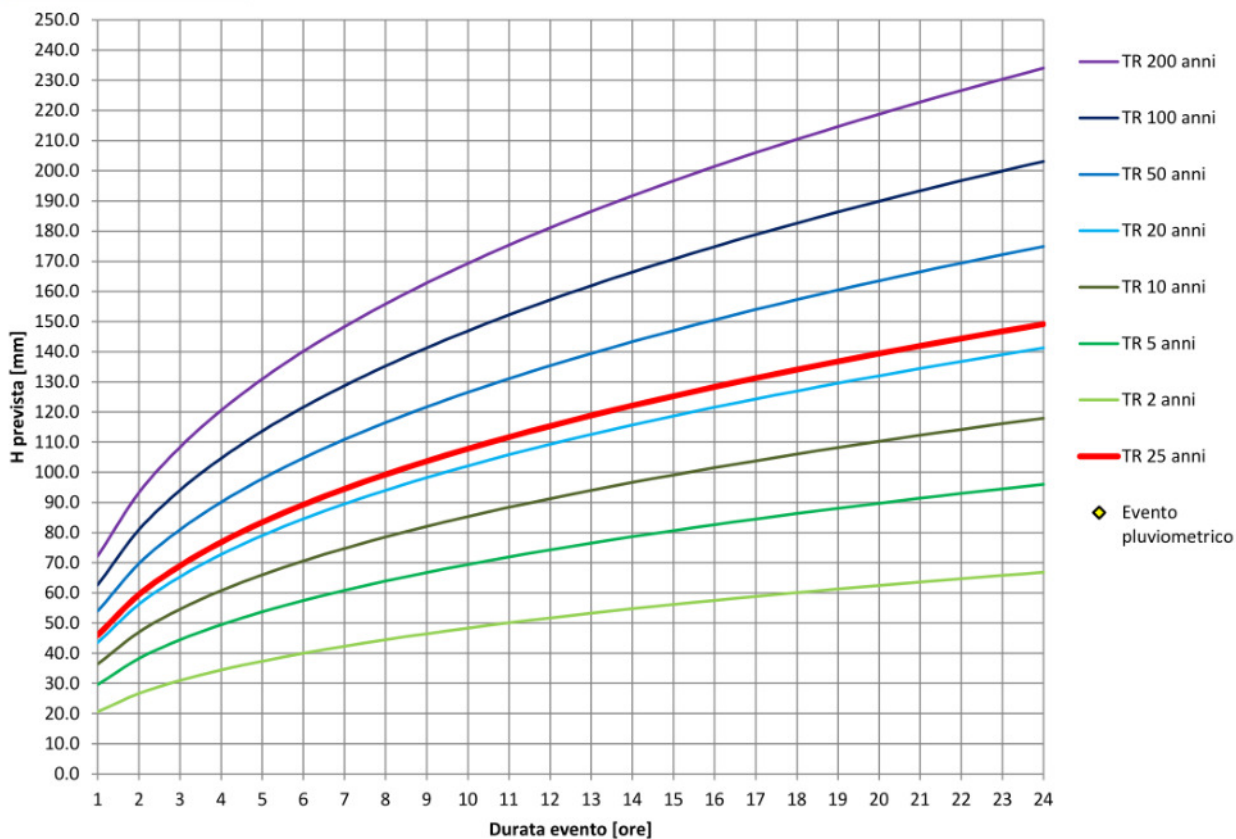


Figura 7 – Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica sull’area di intervento

3.1.2 DETERMINAZIONE DELLA PORTATA LIQUIDA

Per la determinazione della portata di piena è stato adottato il metodo razionale, vale a dire che si assume che la massima portata alla sezione di chiusura sia generata da un evento piovoso di durata pari al tempo di corrivazione del bacino.

Questa assunzione è valida nel caso in cui l'intensità di pioggia sia costante nel tempo e nello spazio e le perdite costanti nel tempo.

La portata al colmo di un idrogramma di piena generato da una pioggia di intensità i (mm/ora) e di durata pari al tempo di corrivazione T_C del bacino, è data semplicemente dalla relazione:

$$Q_l = C \cdot h_c \cdot \left(\frac{A}{T_C}\right) / 3,6$$

Dove C è il coefficiente di deflusso, h_c è l'altezza di pioggia duecentennale riferita al tempo di corrivazione espressa in mm, A è l'area del bacino espressa in km² e T_C è il tempo di corrivazione espresso in ore.

La stima del coefficiente di deflusso costituisce il maggiore elemento di incertezza nella valutazione della portata. Il parametro tiene conto in forma implicita di tutti i fattori che intervengono a determinare la relazione tra la portata al colmo e l'intensità media di pioggia. I valori di riferimento da letteratura per bacini con buona copertura vegetale e terreni di copertura che abbiano almeno discrete caratteristiche di permeabilità, sono dell'ordine di 0,30.

Per quanto riguarda invece la stima del tempo di corrivazione, tale valore è stato ricavato dalle informazioni riportate nello shapefile del bacino del Davaglione, fornito dal SIBCA, e pari a 0.668 ore vale a dire 40 minuti circa.

Per il calcolo dell'altezza di pioggia riferita a questa durata si è fatto riferimento ai valori dei coefficienti riduttivi per piogge di durata minori dell'ora del pluviografo Milano-Monviso, da cui si è ricavato un coefficiente pari a 0.733 riferito alla pioggia oraria.

Questo valore è stato determinato attraverso un'interpolazione logaritmica dei valori del coefficiente corrispondenti alle diverse durate di pioggia.

Si riportano in Tabella 2 i valori dei parametri determinanti la portata.

C	T _c (min)	h _c [mm]	A [km ²]	Q _l (m ³ /s)
0,30	40	44.75	6.59	36.81

Tabella 2 – Dati riepilogativi della Portata

Con questi dati si ottiene un valore di portata pari a 36.81 mc/s che è stato utilizzato per le verifiche di

compatibilità.