

S.S.N.318 DI VALFABBRICA

Tratto Valfabbrica-Schifanoia - Interventi di completamento dal Km 16+224 al Km 19+354
 Lotto 5 : 1 stralcio parte B: raddoppio galleria Picchiarella e viadotto Tre Vescovi
 2 stralcio: raddoppio galleria Casacastalda e viadotto Calvario

PROGETTO ESECUTIVO

COD. PG131 - PG6

PROGETTAZIONE: ATI SINTAGMA - GDG - ICARIA

IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Nando Granieri
 Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A351

IL PROGETTISTA:

Dott. Ing. Federico Durastanti
 Ordine degli Ingegneri della Prov. di Terni n° A844

IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Giorgio Cerquiglini
 Ordine dei Geologi della Regione Umbria n°108

IL R.U.P.

Dott. Ing.
 Antonio Scalamandrè

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Filippo Pambianco
 Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A1373

PROTOCOLLO

DATA

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



Dott.Ing. N.Granieri
 Dott.Arch. N.Kamenicky
 Dott.Ing. V.Truffini
 Dott.Arch. A.Bracchini
 Dott.Ing. F.Durastanti
 Dott.Geol. G.Cerquiglini
 Geom. S.Scopetta
 Dott.Ing. L.Sbrenna
 Dott.Ing. E.Sellari
 Dott.Ing. L.Stoppini
 Dott.Ing. L.Dinelli
 Dott.Ing. L.Nani
 Dott.Ing. F.Pambianco
 Dott. Agr. F.Berti Nulli

Dott. Ing. D.Carlaccini
 Dott. Ing. S.Sacconi
 Dott. Ing. G.Cordua
 Dott. Ing. V.De Gori

Dott. Ing. V.Rotisciani
 Dott. Ing. F.Macchioni
 Dott. Ing. M.Sorbelli
 Dott. Ing. V.Piunno
 Dott. Ing. G.Pulli



**STUDIO IDROLOGICO E IDRAULICO
 IDROLOGIA E IDRAULICA
 Relazione idrologica**

CODICE PROGETTO		NOME FILE	REVISIONE	SCALA:	
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.			
D P P G 0 8	E	1 7 0 1			
		CODICE ELAB.			
		T 0 0 I D 0 0 I D R R E 0 0	A		-
A	Emissione	25/10/2017	N.Neri	F.Durastanti	N.Granieri
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. DESCRIZIONE DEL TRACCIATO STRADALE	5
3. ANALISI DELLE INTERFERENZE IDRAULICHE.....	6
4. ANALISI IDROLOGICA.....	11
4.1 STIMA DELLA PORTATA AL COLMO DI PIENA.....	11
4.2 STIMA DELL'ALTEZZA DI PIOGGIA DI PROGETTO.....	12
4.3 STIMA DELL'ALTEZZA DI PIOGGIA PER DURATE INFERIORI A 1 ORA.....	15
4.4 CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE.....	17
4.5 STIMA DEL COEFFICIENTE KD E KR	18
4.6 CALCOLO DELLE PORTATE DI RIFERIMENTO	19

1. PREMESSA

L'intervento in progetto riguarda il completamento a 4 corsie della SS318 "di Valfabbrica" (parte dell'itinerario Perugia - Ancona) tra il km 16+000 e il km 19+353.

Obiettivo del progetto è il completamento della carreggiata sinistra (direzione Perugia). La carreggiata destra è già realizzata e in esercizio a doppio senso di marcia mentre i tratti a monte e a valle sono già completati e in esercizio a 4 corsie.

L'intervento ha una lunghezza complessiva di 3,3 km e interessa il territorio del Comune di Valfabbrica in provincia di Perugia.

Il principale obiettivo dell'analisi idrologica è la determinazione delle portate al colmo di piena per assegnato tempo di ritorno in corrispondenza di prefissate sezioni dell'asta fluviale principale che dovranno essere utilizzate nella successiva analisi idraulica finalizzata al dimensionamento delle opere di attraversamento del corpo stradale e delle opere di presidio e drenaggio delle acque che insistono sulla piattaforma stradale.

L'uso di una modellistica afflussi-deflussi è quindi ritenuta indispensabile in questo studio anche se basata sull'ipotesi che la portata defluente associata ad uno specifico tempo di ritorno è determinata da una sollecitazione meteorica di pari probabilità di accadimento. Il metodo utilizzato per la determinazione delle Linee Segnatrici di Possibilità Pluviometrica (LSPP) è quello indicato dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere e descritto nei successivi paragrafi.

Le LSPP forniscono i dati di ingresso per il modello idrologico che può essere caratterizzato da differenti gradi di complessità a seconda del livello di dettaglio che si vuole determinare sull'onda di piena e sulla sua distribuzione lungo l'asta fluviale.

In ogni caso, gli elementi che devono essere valutati al fine di determinare le portate al colmo di piena e/o gli idrogrammi di progetto sono:

- Determinazione delle Linee Segnatrici di Possibilità Pluviometrica;

- Calcolo dell'evento pluviometrico critico di assegnato tempo di ritorno;
- Stima della pioggia effettiva;
- Stima della portata al colmo di assegnato tempo di ritorno.

Relativamente agli aspetti connessi alla difesa del suolo, l'area interessata dalle opere in progetto ricade nell'ambito territoriale di competenza della Autorità di Bacino del Fiume Tevere.

Tale ambito territoriale è disciplinato dal "Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico", così come definito dal D.P.R. 1° Giugno 1998. Il Piano stralcio per l'assetto idrogeologico è redatto ai sensi e per gli effetti della legge n. 183/1989 e del decreto-legge n. 180/1998, convertito nella legge n. 267/1998. Il Piano stralcio per l'assetto idrogeologico per il bacino del fiume Tevere, di seguito denominato PAI, si configura in particolare come stralcio funzionale del Piano di bacino, la cui prima elaborazione nella forma di progetto di piano è stata adottata con delibera del Comitato Istituzionale n. 80 del 28 settembre 1999. Relativamente all'assetto idraulico il PAI persegue, attraverso le norme d'uso del territorio e la programmazione delle relative azioni, l'obiettivo di conservare, difendere e valorizzare il suolo, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato, garantendo al territorio del bacino del fiume Tevere un livello di sicurezza idraulica adeguato rispetto agli eventi storici e probabili.

Il PAI nella sua prima emissione, è stato Approvato con D.P.C.M. del 10 Novembre 2006 e Pubblicato nella G.U. n. 33 del 9 Febbraio 2007. Il primo aggiornamento è stato approvato con D.P.C.M. del 10 aprile 2013 e Pubblicato nella G.U. del 12 agosto 2013.

A tal fine sono individuate sul territorio tre fasce in cui la disciplina delle attività di trasformazione del suolo è volta al raggiungimento degli obiettivi di assetto.

Le zone A sono caratterizzate da costante rischio di naturale esondazione delle acque del fiume Tevere. Al fine di consentire la libera attività espansiva delle acque, in tali zone sono

individuare diverse prescrizioni e vincoli, ancorché le previsioni dei piani regolatori dei comuni nei quali ricadono tali aree ne prevedano una diversa utilizzazione.

Nella fascia B il P.A.I. persegue l'obiettivo di mantenere e migliorare le condizioni di invaso della piena di riferimento, unitamente alla conservazione e al miglioramento delle caratteristiche naturali e ambientali.

Nella fascia C il P.A.I. persegue l'obiettivo di aumentare il livello di sicurezza delle popolazioni mediante la predisposizione prioritaria, da parte degli Enti competenti ai sensi della L. 24 febbraio 1992, n. 225 e successive modificazioni e/o integrazioni, di programmi di previsione e prevenzione, nonché dei piani di emergenza, tenuto conto delle ipotesi di rischio derivanti dalle indicazioni del P.A.I..

L'area oggetto di intervento non ricade in aree interessate da perimetrazioni relative a pericolosità idraulica e pertanto non sono assoggettabili alle disposizioni di cui all'art. 25, 26 e 27 delle Norme di Attuazione del PAI.

2.DESCRIZIONE DEL TRACCIATO STRADALE

Il tracciato stradale si sviluppa dal km 16+000 al km 19+353 in direzione Ancona su due assi, e l'obiettivo dell'intervento è il completamento della carreggiata sinistra (direzione Perugia). La carreggiata destra è già realizzata e in esercizio a doppio senso di marcia mentre i tratti a monte e a valle sono già completati e in esercizio a 4 corsie.

L'intervento ha una lunghezza complessiva di 3,3 km e interessa il territorio del Comune di Valfabbrica in provincia di Perugia.

La maggior parte del tracciato si sviluppa in galleria, di cui la prima è la Galleria Picchiarella di lunghezza pari a 874 m, la seconda è la Galleria Casacastalda di lunghezza pari a 1545 m.

3.ANALISI DELLE INTERFERENZE IDRAULICHE

Il tracciato di progetto interferisce con corsi d'acqua di modesta entità costituiti da fossi o impluvi naturali con bacini di limitata superficie.

Le principali opere idrauliche di superamento e/o opere di sistemazione idraulica dei corsi d'acqua risultano già realizzate, quali:

- Fosso Tre Vescovi al km 16+350, di cui sono già realizzate le spalle e le pile del viadotto;
- Fosso Calvario al km 17+500, di cui è già realizzata la sistemazione idraulica di inalveamento e superamento dell'interferenza;
- Fosso al km 19+150, di cui è già realizzato l'attraversamento mediante scatolare in c.a. 1.50x2.0 m;

Anche altre opere minori di attraversamento dell'asse in progetto risultano già realizzate, in tutto o in parte, a seguito dell'ultimazione della carreggiata direzione Ancona, e per le quali è previsto solo il prolungamento.

Devono invece essere realizzate le opere idrauliche interferenti con la realizzazione delle gallerie dell'asse con direzione Perugia. Difatti nei lavori di realizzazione della Galleria Picchiarella, dal km 16+829 al km 16+917, e della Galleria Casacastalda, dal km 18+745 al km 18+785, è prevista la realizzazione di finestre in galleria artificiale a causa dell'insufficiente spessore di ricoprimento naturale. In tali tratti l'asse interferisce con due piccoli fossi, il primo al km 16+783, ed il secondo al km 18+755 denominato Fosso Colle della Pieve.

Nella tabella seguente vengono riportate le interferenze dell'asse principale con il reticolo idrografico di superficie, riportando per ciascuna un codice identificativo, la progressiva stradale di progetto dove è localizzata l'interferenza, la denominazione del corso d'acqua ove nota, e la corrispondente opera di attraversamento.

Tab. 3.1 – Elenco delle interferenze.

ID	Denominazione	Progr.	Opera
1	Fosso Tre Vescovi	16+350	Viadotto Tre Vescovi
2	Fosso al km 16+873	16+873	Canale
3	Fosso Calvario	17+500	Ponte Calvario
4	Fosso Colle della Pieve	18+755	Canale
5	Fosso al km 19+150	19+150	Scatolare 1.5x2.0 m

Nel seguito, verranno quindi espone le caratteristiche morfologiche generali di tutti bacini idrografici interferenti e le risultanze delle analisi idrologiche condotte, volte a determinare il valore della massima piena da utilizzare per le verifiche di compatibilità idraulica dell'infrastruttura.

Per tutti i bacini oggetto di studio sono state ricavate dalla cartografia disponibile (Carta Tecnica Regionale scala 1:5.000-1:10.000) le principali caratteristiche morfologiche, fisiche ed idrologiche, utili o necessarie all'analisi idrologica che si intende condurre.

Tab. 3.2 – Caratteristiche dei bacini idrografici.

ID	Denominazione	S	L asta	Hmax	Hmin
		kmq	km	m.s.l.m.	m.s.l.m.
1	Fosso Tre Vescovi	0.65	1,17	620	360
2	Fosso al km 16+873	0.12	0,40	600	400
3	Fosso Calvario	2.60	2.15	770	400
4	Fosso Colle della Pieve	0.37	0.80	650	430
5	Fosso al km 19+150	0.06	0.30	500	420

Dove viene indicato con:

S l'area del bacino idrografico;

L la lunghezza dell'asta principale, considerata come quella a maggior sviluppo planimetrico del reticolo idrografico sotteso alla sezione di chiusura.

Hmax la quota del punto più lontano del bacino rispetto alla sezione di chiusura;

Hmin la quota minima del bacino, coincidente con la quota minima dell'asta fluviale principale alla sezione di chiusura;

Per quanto riguarda le interferenze sopra indicate, il presente studio si limita all'analisi idrologica e idraulica delle opere non ancora realizzate, quali le interferenze relative alle finestre in galleria artificiale al km 16+873 e al km 18+755.



Fig. 3.1 Corografia del bacino idrografico del fosso al km 16+873.

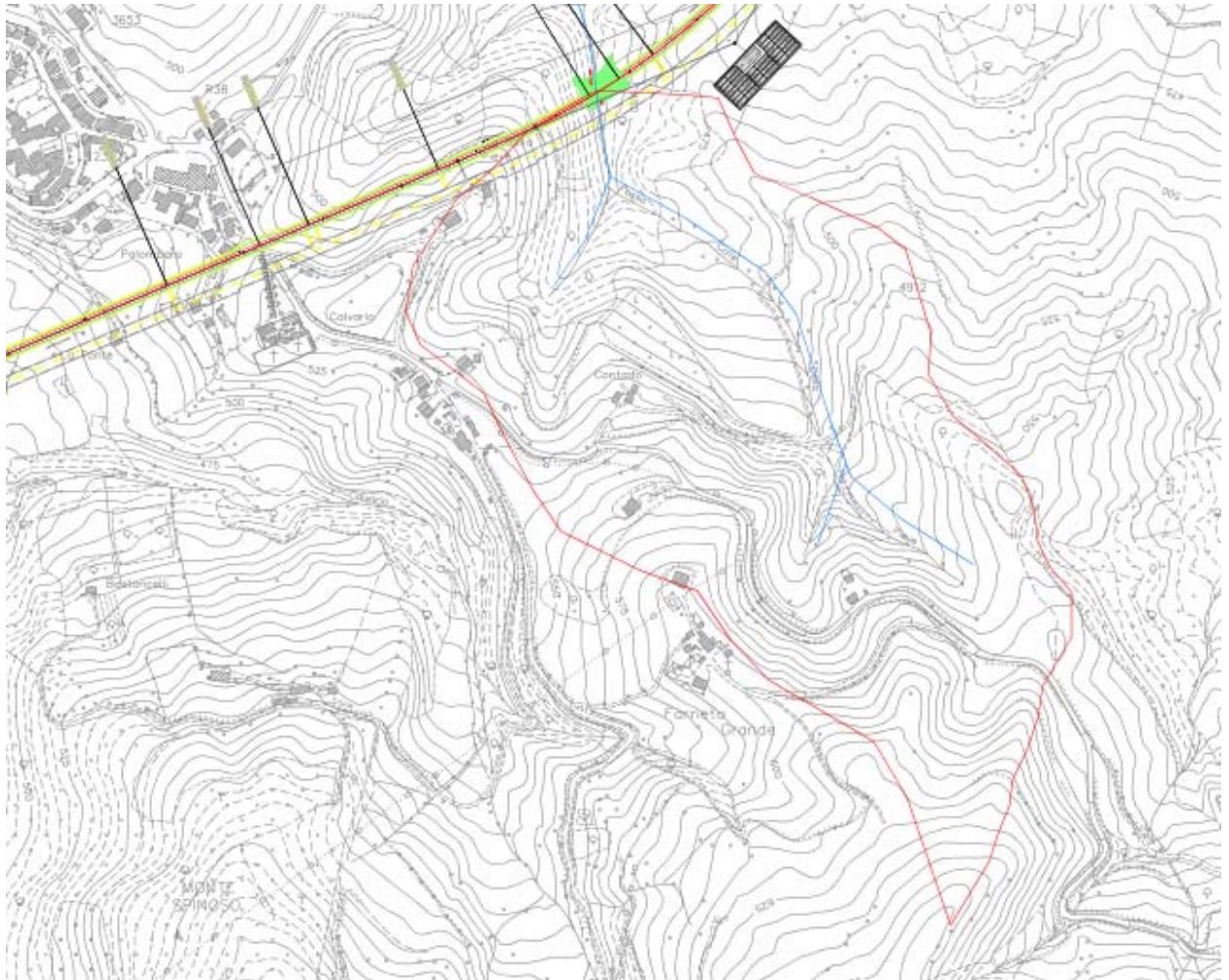


Fig. 3.2 Corografia del bacino idrografico del fosso al km 18+755.

4. ANALISI IDROLOGICA

4.1 STIMA DELLA PORTATA AL COLMO DI PIENA

Per il calcolo della portata di progetto si fa riferimento alla "Procedura per il calcolo della piena di riferimento", Appendice A.I.1 del Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere. Il metodo utilizzato è quello Razionale o Cinematico, ritenuto il più cautelativo ed affidabile per i bacini italiani.

La durata della pioggia deve essere tale che ogni parte del bacino contribuisca al deflusso nella sezione di chiusura e questa condizione critica si raggiunge quando la pioggia cade per un tempo pari almeno al tempo di corrivazione, il quale rappresenta la durata del cammino di una particella di acqua piovuta nel punto idraulicamente più distante dalla sezione di chiusura del bacino. Il calcolo della portata si effettua con la formula seguente:

$$Q_{\max} = \frac{h_{d,t} \times k_r \times k_d \times A}{3.6 \times t_c}$$

con :

A area del bacino (km²).

h_{d,t} altezza massima di precipitazione caduta per un tempo pari alla durata critica (mm).

k_r coefficiente di ritardo.

k_d coefficiente di deflusso superficiale.

t_c tempo di corrivazione (ore).

4.2 STIMA DELL'ALTEZZA DI PIOGGIA DI PROGETTO

La Linea Segnalatrice di Possibilità Pluviometrica (LSPP) adottata nel presente studio è stata costruita utilizzando la regionalizzazione delle piogge intense sviluppata dell'Autorità di Bacino del Tevere basato sul modello di distribuzione del valore estremo a doppia componente TCEV.

Tale procedura consente di ottenere la LSPP anche in assenza di dati storici di precipitazione nel sito particolare e quindi di stimare il valore atteso dell'altezza di pioggia in un qualunque luogo all'interno del bacino del Fiume Tevere, in funzione della sola latitudine.

Le LSPP dedotte dall'Autorità di Bacino del fiume Tevere assumono pertanto la seguente espressione:

$$h_{d,T} = K_T E[H_1] \times d^{0.29}$$

Il fattore di crescita K_t varia con il tempo di ritorno secondo la seguente tabella.

Tab. 4.2.1 – Valori di K_t in funzione di T_r .

T_r	K_t
25	1.7679
50	2.0601
100	2.3760
200	2.7036
500	3.1442

Il valore $E[H_1]$ è valutabile in base alla media regionale dei massimi di precipitazione osservati per la durata di un'ora $\langle \overline{h_{1,reg}} \rangle = 29mm$, mediante la relazione:

$$E[H_1] = (s_1 + 1) \times \langle \overline{h_{1,reg}} \rangle$$

Il parametro dimensionale s_1 è funzione della sola latitudine, ed espresso dalla seguente relazione:

$$s_1 = 90.7 \frac{Z}{L} - 11.4 \frac{Z}{Y}$$

Essendo Z/L e Z/Y variabili in funzione della sola latitudine del centroide del bacino.

Con riferimento alla zona di interesse, nella tabella che segue si riportano i valori dei parametri Z/L e Z/Y .

Tab. 4.2.2 – Valori di s_1 e $E[H_1]$ in funzione della latitudine.

Latitudine	Z/L	Z/Y	s_1	$E[H_1]$
43.20	0.0127	0.11041	-0.11567	25.65

Risulta pertanto:

$$hd,Tr25 = 45.34 d^{0.29}$$

$$hd,Tr50 = 58.83 d^{0.29}$$

$$hd,Tr100 = 60.93 d^{0.29}$$

$$hd,Tr200 = 69.34 d^{0.29}$$

$$hd,Tr500 = 80.63 d^{0.29}$$

PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE IDROLOGICA

Tab. 4.2.3. LSPP, altezze di pioggia in funzione di Tr e durata caratteristica.

Tr	Durata (h)				
	1	3	6	12	24
25	45,34	62,35	76,23	93,20	113,95
50	52,83	72,65	88,83	108,61	132,79
100	60,93	83,80	102,45	125,26	153,15
200	69,34	95,35	116,58	142,53	174,27
500	80,63	110,89	135,58	165,76	202,67

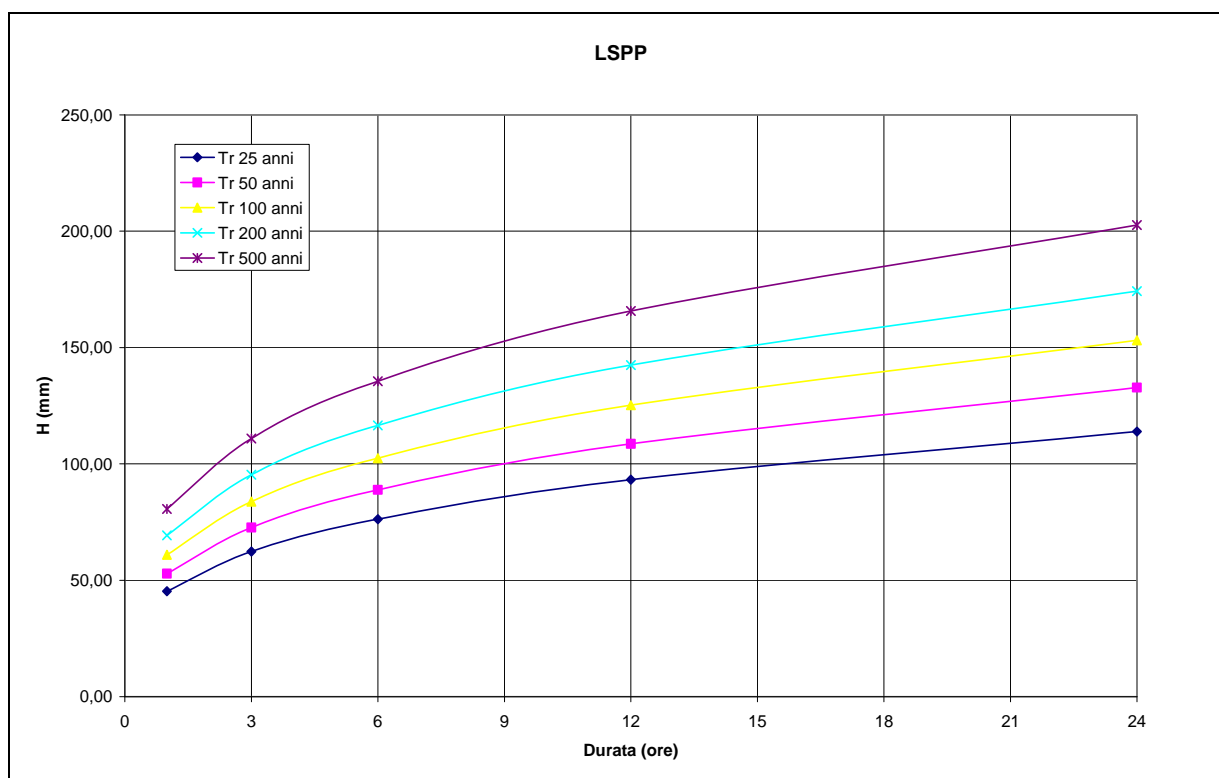


Fig. 4.2.1 Linea Segnalatrice di Possibilità Pluviometrica.

4.3 STIMA DELL'ALTEZZA DI PIOGGIA PER DURATE INFERIORI A 1 ORA

Le stazioni pluviometriche, in generale, non permettono di effettuare un'analisi statistica significativa delle misure di pioggia di durata inferiore all'ora, in quanto i campioni disponibili desunti dagli Annali Idrologici risultano in tal senso scarsamente numerosi. Si è pertanto scelto di ricavare le massime altezze di pioggia di durata inferiore all'ora a partire dal dato disponibile delle altezze massime di durata oraria, prendendo a riferimento studi effettuati in altre località italiane. E' noto infatti da letteratura [Bell, 1969] che i rapporti r_δ tra le altezze di durata δ molto breve e l'altezza oraria sono relativamente poco dipendenti dalla località.

A partire dalla massima pioggia di durata oraria, si ricavano le corrispondenti altezze di pioggia di durata pari a frazioni di ora mediante l'utilizzo di un opportuno coefficiente correttivo, denominato nel seguito r_δ . Tale coefficiente può essere assunto sulla base delle indicazioni disponibili in letteratura tecnica e supportate da ricerche svolte su alcune stazioni di misura italiane appartenenti ad aree pluviometriche con diverse caratteristiche, in particolare i pluviografi di Milano Monviso e Roma Macao (riportati in "*Sistemi di fognatura - Manuale di progettazione*" del Centro Studi Deflussi Urbani).

Durata (min)	1	2	3	4	5	10	15	30	45
r_δ	0,130	0,180	0,229	0,272	0,322	0,489	0,601	0,811	0,913

Tab. 4.3.1 - Coefficienti riduttivi pluviografo di Milano Monviso (Piga et al., 1990).

PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE IDROLOGICA

Durata (min)	5	10	15	20	25	30
r_{ϕ}	0,278	0,435	0,537	0,632	0,709	0,758

Tab. 4.3.2 - Coefficienti riduttivi pluviografo di Roma Macao (Calenda et al., 1993).

Data la sostanziale congruenza dei valori di r_{ϕ} ricavati per le due stazioni, nel presente studio sono stati utilizzati coefficienti riduttivi ottenuti come media dei precedenti.

Durata (min)	1	2	3	4	5	10	15	30	45
r_{ϕ}	0,130	0,180	0,229	0,272	0,300	0,4892	0,569	0,785	0,913

Tab. 4.3.3 - Coefficienti riduttivi di calcolo per precipitazioni di durata inferiore all'ora.

4.4 CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE

La durata della pioggia critica viene assunta pari al tempo di corrivazione specifico del singolo bacino idrografico e calcolato secondo la classica relazione di Giandotti:

$$T_c = \frac{4 \times \sqrt{A} + 1.5 \times L}{0.8 \times \sqrt{H}}$$

dove:

A = area del bacino (km²)

L = lunghezza dell'asta principale (km)

H = altezza media del bacino rispetto alla sezione di chiusura (m)

L'altezza media del bacino idrografico rispetto alla sezione di chiusura sarà stimata mediante l'analisi della curva ipsografica per i bacini di maggiori dimensioni, mentre per quelli minori sarà determinata in base all'altezza massima, H_{\max} , e minima, H_{\min} , del bacino stesso impiegando la seguente relazione:

$$H = \frac{H_{\max} - H_{\min}}{2} + H_{\min}$$

4.5 STIMA DEL COEFFICIENTE K_D E K_R

Vista la limitata estensione dei bacini idrografici presi in considerazione, la pioggia netta, ovvero il volume della piena, viene calcolata applicando un coefficiente di deflusso (K_d) pari a 0.4 per la portata con frequenza duecentennale.

Il coefficiente di ritardo, secondo la formulazione dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere di seguito riportata, assume un valore pressoché unitario a causa delle limitate dimensioni dei bacini idrografici trattati.

$$K_r = 1 - \exp\left(-0.033 \times E [H_1] \times 1.1 \times t_c^{0.25}\right) + \exp\left(-0.033 \times E [H_1] \times 1.1 \times t_c^{0.25} - 0.01 \times S\right)$$

4.6 CALCOLO DELLE PORTATE DI RIFERIMENTO

La stima delle portate di progetto è stata effettuata in riferimento al metodo definito nei paragrafi precedenti. Applicando la metodologia indicata nei paragrafi precedenti e adottando per il tempo di corrivazione la formulazione di Giandotti, si ottengono i valori delle portate al colmo di piena per T_r pari a 25, 50, 100, 200 e 500 anni.

Tabella 4.6.1 - Portate di riferimento Fosso al km 16+873.

T_r (anni)	Area (km ²)	h_T (mm)	Cd (adm)	Q (m ³ /s)
25	0.12	30.27	0.25	1.0
50	0.12	35.27	0.30	1.5
100	0.12	40.68	0.35	1.9
200	0.12	46.29	0.40	2.5
500	0.12	53.83	0.45	3.2

Tabella 4.6.2 - Portate di riferimento Fosso Colle della Pieve al km 18+755.

T_r (anni)	Area (km ²)	h_T (mm)	Cd (adm)	Q (m ³ /s)
25	0.37	35.57	0.25	2.2
50	0.37	41.45	0.30	3.1
100	0.37	47.80	0.35	4.1
200	0.37	54.39	0.40	5.2
500	0.37	63.26	0.45	6.8