



**PROVINCIA DI FERMO**  
*SETTORE VIABILITA' - INFRASTRUTTURE - URBANISTICA*

---

**COMUNE DI MONTEFALCONE APPENNINO**

---

**LAVORI DI AMMODERNAMENTO ED AMPLIAMENTO  
DELLA S.P. 238 VALDASO (EX S.S. 433) - SECONDO  
STRALCIO DAL BIVIO CON LA S.P. 183 FAVETO AL  
BIVIO CON LA STRADA VICINALE CANUTICA**

---

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

**Ufficio Tecnico Servizio Viabilità**  
**PROGETTISTI:**

ing. Giuseppe Laureti

ing. Stefano Massetani

---

**Consulenze Esterne**

**Assistenza alla progettazione**

ing. Donato Pescatore

**Assistenza alla progettazione strutturale**

ing. Omero Bassotti

**Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione**

ing. Maurizio Ciarrocchi

---

**RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:** ing. Ivano Pignoloni

---

**RELAZIONE IDRAULICA**

**B.6**

---

*maggio 2011*



## **PREMESSE**

Dallo studio del tracciato planoaltimetrico sono scaturiti i volumi di movimento delle materie.

In alcuni punti però si è reso necessario modificare plani metricamente il tracciato attuale per migliorarne la percorribilità e renderlo rispondente alla normativa.

Si sono, pertanto, resi necessari n. 4 attraversamenti dei corsi d'acqua in posizioni diverse rispetto al tracciato originario, per i quali è necessario procedere alla verifica della sezione idraulica.

In particolare sono state previste le seguenti opere d'arte: :

- 1) Scatolare sezioni 84-85
- 2) Scatolare sezione 123
- 3) Scatolare sezione 139
- 4) Viadotto Montefalcone sezz. 168-171

## **VERIFICA IDRAULICA**

### **DESCRIZIONE DEI BACINI IDROGRAFICI**

Con riferimento alla cartografia dell'area oggetto dell'intervento, le verifiche idrauliche di cui alla presente relazione verranno condotte in corrispondenza del viadotto e degli scatolari sopradescritti, da realizzarsi in corrispondenza di fossi affluenti alla sinistra idrografica del fiume Aso.

Le caratteristiche dei fossi sono riportati nella tabella seguente:

<b>Attraversamento</b>	<b>Area (Kmq)</b>	<b>L (Km)</b>	<b>Hm (m)</b>
Scatolare sez. 84-85	0,17	0,10	264,17
Scatolare sez. 123	0,31	0,61	156,70
Scatolare sez. 139	0,53	1,10	162,04
Viadotto Montefalcone	1,55	1,95	157,58

## **CALCOLO DELLA PORTATA DI PIENA**

Un elemento di una rete idraulica, ovvero di un tratto di un corso d'acqua, deve essere capace di smaltire la massima portata che può affluirgli.

Una parte considerevole di questa dipende dalla pioggia che cade nel bacino idrografico sotteso dal tratto d'acqua considerato, mentre la restante parte è dovuta essenzialmente dallo scioglimento delle nevi, se si tratta di un bacino montano, e dalla portata di esaurimento dovuta prevalentemente alle

acque filtranti.

La determinazione della portata può essere effettuata direttamente quando sul corso d'acqua esistono delle stazioni di rilevamento dei valori di portata da cui, mediante elaborazioni statistiche, si estrapolano i valori massimi.

In alternativa le portate prevedibili possono essere stimate in maniera indiretta mediante il metodo degli afflussi-deflussi alla base del quale è importante la conoscenza dei valori delle massime precipitazioni nella zona in cui il bacino idrografico è situato.

Dalla conoscenza di tali piogge è possibile risalire al valore della portata del corso d'acqua mediante l'utilizzo di metodi che tengono conto sia dell'aspetto idrologico, sia dell'aspetto idraulico del bacino.

Tra i metodi indiretti che utilizzano gli afflussi meteorici, il più usato è quello cinematico razionale. Altri metodi indiretti sono basati sulle osservazioni effettuate in diversi bacini italiani, di caratteristiche omogenee, che legano il massimo valore prevedibile della portata di colmo all'area del bacino (metodi empirici).

Il metodo cinematico consente di determinare il valore di massima piena in qualsiasi sezione del corso d'acqua in funzione delle precipitazioni di riferimento, dell'estensione del bacino e delle caratteristiche idrauliche del corso d'acqua.

La portata di massima piena si ha quando la durata della precipitazione è pari al tempo di corrivazione, ovvero al tempo che una particella di pioggia impiega per giungere dai punti più lontani del bacino alla sezione considerata.

La portata di massima piena è data dalla formula

$$Q = f_i \cdot h \cdot A / T_c \text{ (mc/s)}$$

In cui

$f_i$  = coefficiente di afflusso che dipende principalmente dalle caratteristiche drenanti del bacino

1 terreni impermeabili (argille) - 0,5 terreni permeabili (sabbiosi)

$h$  = altezza di precipitazione relativa alla durata di pioggia pari al tempo di corrivazione e viene determinata tramite elaborazioni statistiche

$T_c$  = tempo di corrivazione è espresso dalla seguente relazione

$$T_c = (4A(\exp. 1/2) + 1.5L) / 0.8 \cdot H_m(\exp. 1/2) \text{ (ore)}$$

dove

$A$  = area del bacino in Km<sup>2</sup>

$L$  = lunghezza del corso d'acqua in Km fino alla sezione di chiusura

$H_m$  = altezza media del bacino

cioè

<b>Attraversamento</b>	<b>Area (Kmq)</b>	<b>L (Km)</b>	<b>Hm (m)</b>	<b>Tc (h)</b>
Scatolare sezz. 84-85	0,17	0,10	264,17	0,10
Scatolare sez. 123	0,31	0,61	156,70	0,31
Scatolare sez. 139	0,53	1,10	162,04	0,45
Viadotto Montefalcone	1,55	1,95	157,,58	0,79

Il valore dell'altezza di pioggia h viene determinato sulla base dei dati di pioggia relativi alle stazioni di rilevamento ubicate all'interno del bacino, prendendo in considerazione le piogge di massima intensità (1, 3, 6, 12, 24 ore), elaborate attraverso la legge di Gumbel e raggugliata all'area del bacino in esame secondo la formula

$$h=a*Tc(\exp n)$$

La stazione di riferimento è quella di Ascoli Piceno (allegato 2).

In particolare

### **Tempo di ritorno 200 anni**

Ascoli Piceno

$$Hc=65,785*Tc(\exp 0,32066) \text{ mm}$$

Da cui

<b>Attraversamento</b>	<b>Area (Kmq)</b>	<b>Tc (h)</b>	<b>Hc (mm)</b>
Scatolare sezz. 84-85	0,09	0,10	97,48
Scatolare sez. 123	0,31	0,31	111,29
Scatolare sez. 139	0,53	0,45	120,12
Viadotto Montefalcone	1,55	0,79	142,44

**Portata di massima piena (formula di Giandotti)**

Attraversamento	Area (Kmq)	Tc (h)	Hc (mm)	Q 200 (mc/s)
Scatolare sez. 84-85	0,09	0,10	97,48	2,94
Scatolare sez. 123	0,31		156,86	9,59
Scatolare sez. 139	0,31	0,31	111,29	3,82
Viadotto Montefalcone	0,53	0,45	120,12	4,94

La portata di massima piena può essere calcolata anche con formule empiriche, relativamente alle regioni italiane si riportano alcune formule che esprimono il contributo di massima piena in funzione dell'area del bacino, in particolare:

**Forti I**

$$Q = (3,25 + 500/A + 125 + 1) * A$$

**Forti II**

$$Q = (2,25 + 500/A + 125 + 0.5) * A$$

**Gherardelli e Marchetti**

$$Q = (7,6 * (100/A)^{0,7}) * A$$

Attraversamento	Q 200 (mc/s)	Q Forti 1	Qmax Forti 2	Qmax Gh-Ma
Scatolare sezz. 84-85	<b>2,94</b>	0,36	0,36	0,18
Scatolare sez. 123	<b>3,82</b>	1,24	1,24	0,63
Scatolare sez. 139	<b>4,94</b>	2,11	2,11	1,09
Viadotto Montefalcone	<b>9,75</b>	6,12	6,13	3,30

In conclusione il valore della portata calcolato per il tempo di ritorno di 200 anni, stimato con il metodo cinematico, risulta abbastanza attendibile per le verifiche idrauliche, le quali verranno effettuate ponendo  $Q_{max} = Q_{200}$

## VERIFICA IDRAULICA

La verifica idraulica è stata effettuata sia in condizioni di moto uniforme che in condizioni di moto permanente.

Per le verifiche sono state prese in considerazione le condizioni più sfavorevoli, in particolare:

### Moto uniforme

Per le condizioni di moto uniforme è stata utilizzata la formula di Chezy

$$Q = C \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

Dove C = coefficiente di scabrezza di Gauker- Strickler ( $m^{1/3}/s$ ) che dipende dalla forma e dal materiale costituente il canale, in questo caso si adotta

$$C = 40 \text{ m}^{1/3}/s$$

$$A = \text{sezione bagnata ( m}^3 /s)$$

$$R = \text{raggio idraulico} = A/P \text{ (m)}$$

Con P = contorno bagnato

I = pendenza del tratto in esame,

È stata costruita la scala di deflusso delle portate suddividendo la sezione in corrispondenza del ponte in tante sezioni di altezza  $h_0 = 20$  cm, i risultati sono riportati nella tabella seguente:

### SCATOLARE SEZ. 123

sezione	ks	A	P	R	R exp2/3	i exp 1/2	Q
		m <sup>2</sup>	m	m			m <sup>3</sup> /s
0,6	20	6	21,2	0,2830189	2,2307529	0,1	26,77
0,4	20	4	20,8	0,1923077	2,1400417	0,1	17,12
<b>0,2</b>	<b>20</b>	<b>2</b>	<b>20,4</b>	<b>0,0980392</b>	<b>2,0457733</b>	<b>0,1</b>	<b>8,18</b>

L'ipotesi progettuale proposta prevede un'altezza dell'intradosso dello scatolare pari a circa

H progetto = 4,00 m dal fondo dell'alveo e pertanto

FRANCO LIBERO H progetto - H max = 4,0-0,2 = 3,80 m > 1,5 m **VERIFICATO**

**SCATOLARE SEZZ. 84-85**

sezione	ks	A	P	R	R exp2/3	i exp 1/2	Q
		mq	m	m			mc/s
0,6	20	1,2	21,2	0,0566038	2,0043378	0,1	4,81
0,4	20	0,8	20,8	0,0384615	1,9861956	0,1	3,18
<b>0,2</b>	<b>20</b>	<b>0,4</b>	<b>20,4</b>	<b>0,0196078</b>	<b>1,9673419</b>	<b>0,1</b>	<b>1,57</b>

L'ipotesi progettuale proposta prevede un'altezza dell'intradosso dello scatolare pari a circa

H progetto = 4,00 m dal fondo dell'alveo e pertanto

FRANCO LIBERO H progetto - H max = 4,00-0,20 = 3,80 m > 1,5 m **VERIFICATO**

**SCATOLARE SEZZ. 139**

sezione	ks	A	P	R	R exp2/3	i exp 1/2	Q
		mq	m	m			mc/s
<b>0,5</b>	<b>20</b>	<b>1,4525</b>	<b>9,55</b>	<b>0,1520942</b>	<b>2,0998283</b>	<b>0,1</b>	<b>6,10</b>
0,25	20	0,485	6,145	0,078926	2,02666	0,1	1,97

L'ipotesi progettuale proposta prevede un'altezza dell'intradosso dello scatolare pari a circa

H progetto = 4,00 m dal fondo dell'alveo e pertanto

FRANCO LIBERO H progetto - H max = 4,00-0,50 = 3,50 m > 1,5 m **VERIFICATO**

**VIADOTTO MONTEFALCONE**

sezione	ks	A	P	R	R exp2/3	i exp 1/2	Q
		mq	m	m			mc/s
<b>1</b>	<b>20</b>	<b>3,53</b>	<b>12,755</b>	<b>0,2767542</b>	<b>2,2244883</b>	<b>0,1</b>	<b>15,70</b>
0,75	20	2,16	9,875	0,2187342	2,1664682	0,1	9,36
0,5	20	1,095	7,595	0,1441738	2,0919078	0,1	4,58

L'ipotesi progettuale proposta prevede un'altezza dell'intradosso del ponte pari a circa

H progetto = 6,00 m dal fondo dell'alveo e pertanto

FRANCO LIBERO H progetto - H max = 6,00-1,0 = 5,00 m > 1,5 m **VERIFICATO**