



# PROVINCIA DI RAVENNA

SETTORE LAVORI PUBBLICI

Servizio Infrastrutture viarie e programmazione

## RAZIONALIZZAZIONE E MESSA IN SICUREZZA CON ELIMINAZIONE PUNTI CRITICI LUNGO LA EX S.S. N. 302 BRISIGHELLESE - 2° Lotto CUP J74E05000010003

# PROGETTO ESECUTIVO

Presidente: Sig. Michele De Pascale	Consigliere delegato Strade - Trasporti - Pianificazione Territoriale: Arch. Nicola Pasi
Dirigente responsabile del Settore: Ing. Paolo Nobile	Responsabile del Servizio: Ing. Chiara Bentini

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:	Ing. Chiara Bentini	_____
		<i>Documento firmato digitalmente</i>
PROGETTISTA ARCHITETTONICO E STRUTTURALE:	Ing. Gianfranco Marchi	_____
		<i>Firmato</i>
COORDINATORE SICUREZZA PROGETTAZIONE:	Ing. Giancarlo Guadagnini	_____
		<i>Firmato</i>

ELABORAZIONE GRAFICA DEL PROGETTO:



**enser**

ENSER SRL  
C.F./P.IVA/Registro Imprese RA  
02058800398

SEDE PRINCIPALE  
Viale A. Baccarini, 29/2  
48018 Faenza (RA)  
Tel. (+39) 0546 663423

WEB: [www.enser.it](http://www.enser.it) E-MAIL: [ingegneria@enser.it](mailto:ingegneria@enser.it)  
[www.enser.fr](http://www.enser.fr) P.E.C.: [ensersrl-ra@legalmail.it](mailto:ensersrl-ra@legalmail.it)

0	EMISSIONE	A. Boschi	L. Samori	G. Marchi	30/03/2020
Rev.	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato	Data

TITOLO ELABORATO:

**RETTIFICA STRADALE TRATTO S.P. N. 302**

**Relazione idrologica e idraulica**

Elaborato num:	Revisione:	Data:	Scala:	Nome file:
05b	000	30/03/2020	-	-





**PROVINCIA DI RAVENNA**  
**RAZIONALIZZAZIONE E MESSA IN SICUREZZA CON**  
**ELIMINAZIONE PUNTI CRITICI LUNGO LA EX S.S. 302**  
**BRISIGHELLESE (2° LOTTO)**



**Elaborato 5.B**  
**INTERVENTO DI RETTIFICA STRADALE**  
**Relazione Idrologica e Idraulica**

Codice	S15070-PE-RE05a-0
--------	-------------------

Rev.	Data	Redatto	Controllato	Approvato
0	28-10-2019	F. Bianchi	G. Marchi	M. Merli
1				
2				



Sede Principale:  
Viale A. Baccarini,  
29/2  
48018 FAENZA (RA)  
Tel. (+39) 0546  
663423  
Fax (+39) 0546  
663428

Sede di Bologna:  
Via E. Zacconi, 16  
40127 BOLOGNA  
(BO)  
Tel. (+39) 051 245663  
Fax (+39) 0546  
663428

Sede di Santarcangelo:  
Via Andrea Costa, 115  
47822 SANTARCANGELO  
DI ROMAGNA (RN)  
Tel. (+39) 0546 663423

Succursale di Parigi:  
1 Rue de Stockholm  
75008 – PARIS  
N° SIRET 82140581800021  
TVA Intr. FR75821405818



**INDICE**

1.	PARAMETRI IDROLOGICI DI PROGETTO .....	2
2.	CALCOLO DELLA PORTATA MASSIMA METEORICA E VERIFICA DEI MANUFATTI.....	3
2.1.	Verifica della canaletta trapezoidale a monte del muro di sostegno .....	3
2.2.	Verifica delle tubazioni per il drenaggio della strada .....	4
2.2.1.	Verifica della canaletta in terra.....	4
2.2.2.	Verifica della tubazione finale che drena l'intera strada.....	6
2.3.	Verifica della tubazione finale.....	7
2.4.	Verifica della tubazione al di sotto di Via Purocielo .....	8
2.5.	Dimensionamento del disoleatore .....	9

## 1. PARAMETRI IDROLOGICI DI PROGETTO

Per individuare le portate che transitano nei collettori si adotta una linea segnalatrice di possibilità pluviometrica con tempo di ritorno pari a 30 anni.

Viene ottenuta dai dati ricavati dagli Annali Idrologici relativi alle precipitazioni registrate dai pluviografi dell'Osservatorio Idrografico di Bologna relativamente al pluviometro di S.Cassiano che costituisce la località più vicina a S. Eufemia.

Complessivamente sono stati studiati 38 anni di pioggia dal 1951 al 1989. Si sono quindi selezionati gli eventi di breve durata e forte intensità, e gli eventi di durata fino ad 1 ora, considerate le ridotte estensioni dei bacini in esame.

Dall'analisi statistica di tali dati mediante la Legge di Gumbel si è ottenuta la seguente curva di possibilità pluviometrica:

$$h = 38,3 \cdot t^{0,51} \quad [h \text{ in mm, } t \text{ in ore}] \quad TR = 30 \text{ anni}$$

## 2. CALCOLO DELLA PORTATA MASSIMA METEORICA E VERIFICA DEI MANUFATTI

Il calcolo della portata massima meteorica con tempo di ritorno 30 anni viene eseguito con il metodo cinematico, in cui la portata è data dalla seguente formula:

$$Q_{\max} = \Phi \cdot A \cdot a \cdot t_c^{n-1} \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

dove:

- $\Phi$  coefficiente di deflusso dell'area;
- $A$  superficie complessiva del bacino ( $\text{m}^2$ );
- $a, n$  coefficienti della linea segnalatrice;
- $t_c$  tempo critico del bacino (ore).

La portata massima che può transitare nelle tubazioni o nelle canalette viene calcolata in condizioni di moto uniforme con la seguente formula:

$$Q_{\max} = C \cdot \Omega \cdot R^{2/3} \cdot \sqrt{i} \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

dove:

- $C$  coefficiente di scabrezza secondo Gauckler-Strickler ( $\text{m}^{1/3}/\text{s}$ );
- $\Omega$  sezione del condotto ( $\text{m}^2$ );
- $R$  raggio idraulico (m);
- $i$  pendenza del condotto (m/m).

### 2.1. Verifica della canaletta trapezoidale a monte del muro di sostegno

La superficie del versante drenata fino alla sezione terminale della canaletta è pari a circa 10800  $\text{m}^2$ , quasi completamente permeabile.

Il tempo di corrivazione si può stimare in circa 7 minuti, considerando una lunghezza massima della canaletta di circa 140 metri con un tempo di percorrenza del versante di 5 minuti.

Il coefficiente di afflusso medio complessivo si può stimare pari a 0,5.

Con il metodo cinematico la portata massima in uscita è quindi la seguente:

$$Q_{\max} = \varphi \cdot A \cdot a \cdot t_c^{n-1} = 0,165 \text{ m}^3/\text{s}$$

La scala di deflusso della canaletta in condizioni di moto uniforme è la seguente:

#### Sezione trapezoidale in acciaio ondulato

Larghezza:	0.27	m
Altezza	0.16	m
Pendenza sponde:	60	°
Pendenza fondo:	0.037	m/m

Scabrezza: 80  $m^{1/3}/s$   
(Guckler-Strickler)

Altezza (m)	Portata (mc/s)
0.00	0.000
0.01	0.002
0.02	0.006
0.03	0.011
0.04	0.018
0.05	0.026
0.06	0.035
0.07	0.046
0.08	0.057
0.09	0.069
0.10	0.082
0.11	0.096
0.12	0.111
0.13	0.127
0.14	0.144
0.15	0.161
0.16	0.180

Pertanto la canaletta è in grado di smaltire la portata di progetto di tempo di ritorno pari a 30 anni con grado di riempimento del 93%.

## 2.2. Verifica delle tubazioni per il drenaggio della strada

L'acqua che cade sulla strada viene drenata su un lato, da una canaletta alla francese che ogni 20 metri la immette, tramite una caditoia, all'interno di una tubazione di diametro 315 mm in PVC, che scorre al di sotto della canaletta stessa. Sul lato opposto è presente invece una canaletta in terra che si immette le acque sempre nella tubazione di diametro 315 mm sul lato opposto della strada.

La verifica viene quindi effettuata sia per la canaletta in terra, sia per la tubazione finale.

### 2.2.1. Verifica della canaletta in terra

La superficie drenata dalla canaletta in terra è pari a circa 858 m<sup>2</sup>, quasi completamente impermeabile, salvo una piccola porzione di scarpata compresa tra la strada e la canaletta stessa.

Il tempo di corrvazione si può stimare in circa 7 minuti, considerando una lunghezza massima della canaletta di circa 100 metri con un tempo di accesso alla rete di 5 minuti.

Il coefficiente di afflusso medio complessivo si può stimare pari a 0,82, considerando un coefficiente di afflusso di 0,9 per la strada impermeabile e di 0,7 per la scarpata semipermeabile.

Con il metodo cinematico la portata massima in uscita è quindi la seguente:

$$Q_{\max} = \varphi \cdot A \cdot a \cdot t_c^{n-1} = 0,021 \text{ m}^3/\text{s}$$

La scala di deflusso della canaletta in condizioni di moto uniforme è la seguente:

#### Sezione trapezoidale in terra

Larghezza:	0.5	m
Altezza	0.5	m
Pendenza sponde:	60	°
Pendenza fondo:	0.037	m/m
Scabrezza:	35	m <sup>1/3</sup> /s

(Guckler-Strickler)

Altezza (m)	Portata (mc/s)
0.00	0.000
0.05	0.022
0.10	0.068
0.15	0.131
0.20	0.210
0.25	0.306
0.30	0.416
0.35	0.543
0.40	0.685
0.45	0.844
0.50	1.020

Pertanto la canaletta è ampiamente in grado di smaltire la portata di progetto di tempo di ritorno pari a 30 anni con grado di riempimento del 10%.

La portata raccolta dalla canaletta in terra viene poi immessa nella tubazione di 315 mm, sul lato opposto della strada, mediante una tubazione di diametro 250 mm che taglia perpendicolarmente la strada. La scala di deflusso della tubazione in condizioni di moto uniforme è la seguente:

La scabrezza viene assunta pari a 80 m<sup>1/3</sup> /s e la pendenza minima pari allo 0,3%.

Altezza (mm)	Portata (l/s)
0.0	0.00
12.5	0.16
25.0	0.71
37.5	1.65
50.0	2.97
62.5	4.64
75.0	6.63
87.5	8.91
100.0	11.42
112.5	14.11
125.0	16.94
137.5	19.84
150.0	22.76
162.5	25.62
175.0	28.36
187.5	30.89
200.0	33.11
212.5	34.91
225.0	36.10
237.5	36.40
250.0	33.87

Pertanto la tubazione è ampiamente in grado di smaltire la portata di progetto di tempo di ritorno pari a 30 anni con grado di riempimento del 58%.

### 2.2.2. Verifica della tubazione finale che drena l'intera strada.

La superficie drenata dalla tubazione è pari a circa 1727 m<sup>2</sup>, quasi completamente impermeabile, salvo una piccola porzione di scarpata compresa tra la strada e la canaletta.

Il tempo di corrivazione si può stimare in circa 8 minuti, considerando una lunghezza massima di circa 160 metri con un tempo di accesso alla rete di 5 minuti.

Il coefficiente di afflusso medio complessivo si può stimare pari a 0,86, considerando un coefficiente di afflusso di 0,9 per la strada impermeabile e di 0,7 per la scarpata semipermeabile.

Con il metodo cinematico la portata massima in uscita è quindi la seguente:

$$Q_{\max} = \varphi \cdot A \cdot a \cdot t_c^{n-1} = 0,042 \text{ m}^3/\text{s}$$

La scala di deflusso della tubazione finale, di diametro pari a 315 mm in PVC, in condizioni di moto uniforme è la seguente:

La scabrezza viene assunta pari a 80 m<sup>1/3</sup> /s e la pendenza minima pari allo 0,5%.

Altezza (mm)	Portata (l/s)
0.0	0.00
15.0	0.34

30.0	1.48
45.0	3.46
60.0	6.23
75.0	9.74
90.0	13.93
105.0	18.70
120.0	23.96
135.0	29.62
150.0	35.56
165.0	41.65
180.0	47.78
195.0	53.79
210.0	59.54
225.0	64.85
240.0	69.51
255.0	73.28
270.0	75.79
285.0	76.41
300.0	71.11

Pertanto la portata di progetto transita con un grado di riempimento del 57%.

### 2.3. Verifica della tubazione finale

Si verifica quindi la tubazione finale che raccoglie sia le acque drenate dalla strada, sia le acque del versante, drenate dalla canaletta a monte del muro di sostegno.

La superficie drenata dalla tubazione è pari a 12527 m<sup>2</sup>. Il tempo di corrivazione si può stimare in circa 8 minuti, considerando una lunghezza massima di circa 160 metri con un tempo di accesso alla rete di 5 minuti.

Il coefficiente di afflusso medio complessivo si può stimare pari a 0,55, considerando un coefficiente di afflusso di 0,9 per la strada impermeabile e di 0,7 per la scarpata semipermeabile e 0,5 per il versante.

Con il metodo cinematico la portata massima in uscita è quindi la seguente:

$$Q_{\max} = \varphi \cdot A \cdot a \cdot t_c^{n-1} = 0,197 \text{ m}^3/\text{s}$$

La scala di deflusso della tubazione finale, di diametro pari a 500 mm in Cls, in condizioni di moto uniforme è la seguente:

La scabrezza viene assunta pari a 75 m<sup>1/3</sup> /s e la pendenza minima pari allo 0,5%.

Altezza (mm)	Portata (l/s)
0.0	0.00
25.0	1.25
50.0	5.44
75.0	12.65
100.0	22.80
125.0	35.66

150.0	50.98
175.0	68.45
200.0	87.73
225.0	108.43
250.0	130.16
275.0	152.48
300.0	174.90
325.0	196.91
350.0	217.95
375.0	237.38
400.0	254.46
425.0	268.25
450.0	277.45
475.0	279.72
500.0	260.33

Pertanto la portata di progetto transita con un grado di riempimento del 65%.

#### 2.4. Verifica della tubazione al di sotto di Via Purocielo

La tubazione in oggetto serve per far passare le acque drenate dalla strada in Via Purocielo e di parte del versante sul lato opposto della strada convogliandole in un fosso.

La superficie drenata dalla tubazione è pari a circa 3500 m<sup>2</sup>. Il tempo di corrivazione si può stimare in circa 7 minuti, considerando una lunghezza massima di circa 100 metri con un tempo di accesso alla rete di 5 minuti.

Il coefficiente di afflusso medio complessivo si può stimare pari a 0,7.

Con il metodo cinematico la portata massima in uscita è quindi la seguente:

$$Q_{\max} = \varphi \cdot A \cdot a \cdot t_c^{n-1} = 0,075 \text{ m}^3/\text{s}$$

La scala di deflusso della tubazione, di diametro pari a 500 mm in Cls o PVC, in condizioni di moto uniforme è la seguente:

La scabrezza viene assunta pari a 75 m<sup>1/3</sup> /s e la pendenza pari allo 0,5%.

Altezza (mm)	Portata (l/s)
0.0	0.00
25.0	1.25
50.0	5.44
75.0	12.65
100.0	22.80
125.0	35.66
150.0	50.98

175.0	68.45
200.0	87.73
225.0	108.43
250.0	130.16
275.0	152.48
300.0	174.90
325.0	196.91
350.0	217.95
375.0	237.38
400.0	254.46
425.0	268.25
450.0	277.45
475.0	279.72
500.0	260.33

Pertanto la portata di progetto transita con un grado di riempimento del 32%.

## 2.5. Dimensionamento del disoleatore

Prima dell'immissione delle acque drenate dalla strada all'interno della tubazione che le immette nel corso d'acqua ricettore è necessario interporre un disoleatore. Questo manufatto ha pertanto il compito sia di raccogliere gli oli e le benzine che potrebbero riversarsi sulla strada in occasione di incedenti stradali, sia di raccogliere le prime acque di pioggia che dilavando la strada sono ricche delle medesime sostanze.

Tale manufatto viene collocato "fuori linea" rispetto alla tubazione principale di diametro pari a 315 mm in quanto deve essere interessato solo dalle prime acque meteoriche e non dalla portata massima di progetto. La portata che interessa il disoleatore viene calcolata considerando una pioggia di 5 mm che cade su di un intervallo di tempo pari a 15 minuti. In tal modo la portata risulta pari a 7 l/s e quindi si adotterà una tubazione in ingresso di diametro pari a 140 mm.

Il disoleatore avrà inoltre un volume utile per la raccolta dei sedimenti pari ad almeno 1 mc e volume complessivo di accumulo pari a circa 5 mc.