



## Comune di Bagnara di Romagna

# RIQUALIFICAZIONE STRADALE DI VIA TRUPATELLO E VIA LUNGA

## PROGETTO DEFINITIVO

### COMMITTENTE:

Comune di Bagnara di Romagna  
P.za Guglielmo Marconi, 2  
48031 Bagnara di Romagna (RA)

### PROGETTISTI:

Ing. Piergiorgio Tataranni  
Ing. Michela Campesato

### Il Sindaco:

Dott. Riccardo Francone

### DATA

marzo 2022

### CODICE

RCI

### TITOLO DELL'ELABORATO

RELAZIONE CALCOLO  
IDRAULICO

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE/MOTIVAZIONE
0	marzo 2022	integrazioni richieste nella conferenza di servizi del 21/12/21

## Sommario

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>SCOLO VIA LUNGA O CONDOTTELLO DI BAGNARA .....</b>	<b>4</b>
<b>3.1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>4</b>
<b>3.2</b>	<b>INQUADRAMENTO IDROGRAFICO .....</b>	<b>4</b>
<b>3.3</b>	<b>CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA (CURVA DI PIOGGIA).....</b>	<b>5</b>
<b>3.3.1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>5</b>
<b>3.3.2</b>	<b>METODO DI REGOLARIZZAZIONE UTILIZZATA .....</b>	<b>6</b>
<b>3.4</b>	<b>RIDUZIONI DELLE ALTEZZE DI PIOGGIA CON L'AREA DEL BACINO .....</b>	<b>7</b>
<b>3.5</b>	<b>CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE TC .....</b>	<b>8</b>
<b>3.6</b>	<b>CALCOLO DELLA PORTATA DI PIENA .....</b>	<b>9</b>
<b>3.6.1</b>	<b>METODO DI CALCOLO UTILIZZATO .....</b>	<b>9</b>
<b>3.6.2</b>	<b>RISULTATI DEL CALCOLO .....</b>	<b>10</b>
<b>3.7</b>	<b>VERIFICA SCOLO VIA LUNGA O CONDOTTELLO DI BAGNARA.....</b>	<b>11</b>
<b>3.7.1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>11</b>
<b>3.7.2</b>	<b>FORMULA ADOTTATA PER LE VERIFICHE DI FOSSI O CONDOTTI .....</b>	<b>15</b>
<b>3.7.3</b>	<b>RISULTATI DEI CALCOLI .....</b>	<b>17</b>

## **1 PREMESSA**

L'Amministrazione Comunale di Bagnara di Romagna (RA) ha affidato al sottoscritto gruppo di professionisti raggruppamento temporaneo di professionisti (R.T.P.) l'incarico di redigere il progetto definitivo di "Riqualificazione stradale di via Trupatello e di Via Lunga (ex S.P. 87)", compreso nel più esteso progetto di Eurovo s.r.l. di riattivazione con ammodernamento ed aumento della capacità produttiva di un mangimificio esistente dismesso sito in comune di Bagnara di Romagna (RA) in Via Trupatello, 7.

Il progetto prevede una serie di interventi interni ed esterni allo stabilimento che sono finalizzati ad adeguare gli impianti alle normative più recenti, a riattivare il processo produttivo, ad adeguare strutture ed impianti ad una duplice produzione di mangime convenzionale e mangime biologico e ad una maggior capacità produttiva rispetto alla gestione precedente.

Il progetto prevede anche un intervento di adeguamento della viabilità di accesso allo stabilimento, ed in particolare l'ampliamento della strada di accesso via Trupatello (viabilità comunale) e del tratto di via Lunga (strada provinciale 67), che immette nella sp 48 a nord, al fine di rendere la movimentazione dei mezzi più sicura sia per l'attività sia per la cittadinanza che frequenta tale viabilità.

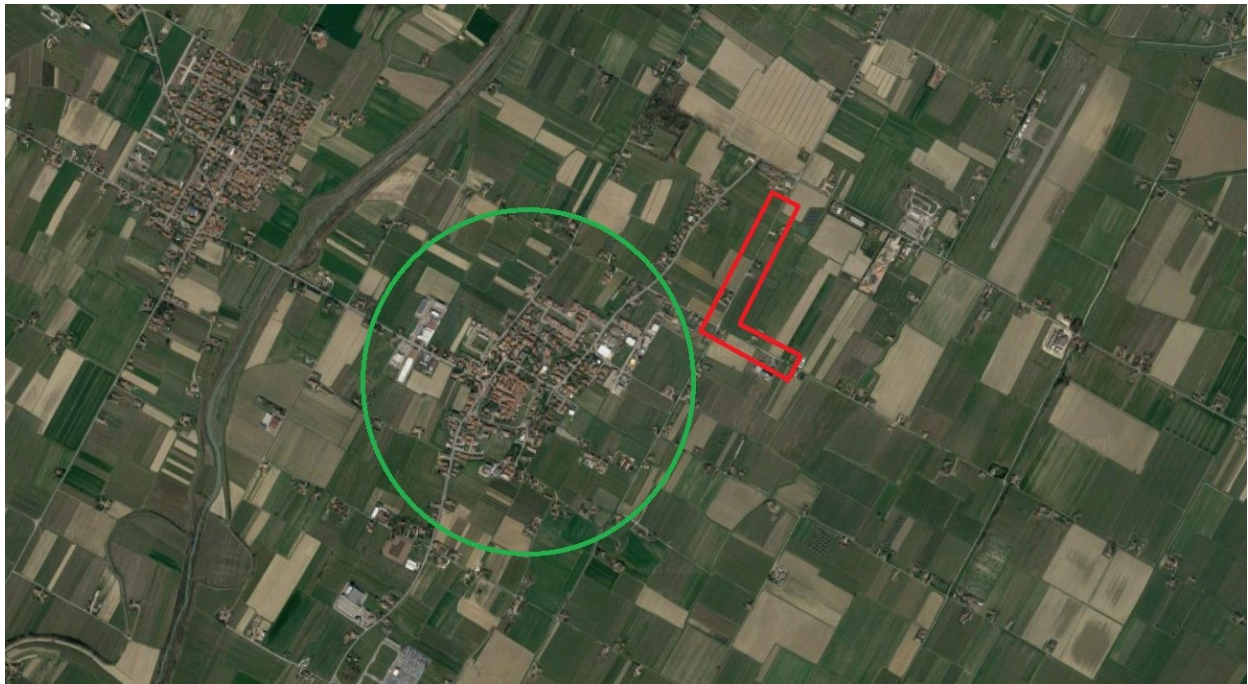
Nell'ambito dell'adeguamento stradale, è previsto l'estensione del tombamento del canale noto come Scolo Via Lunga o Condottello Di Bagnara del Consorzio di Bonifica Romagna Occidentale per circa 100 metri, dal tratto esistente su via Trupatello. La sezione idraulica sarà mantenuta costante e pari allo scatolare attualmente esistente al di sotto dell'intersezione stradale tra la via Lunga e la via Trupatello.

La presente relazione idraulica analizza l'intervento di estensione del Canale coperto e riporta i calcoli idraulici di dimensionamento, utili all'autorizzazione da parte del Consorzio di Bonifica Romagna Occidentale. Per i disegni di dettaglio si faccia riferimento agli elaborati grafici allegati al presente Progetto definitivo.

## **2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE**

Gli interventi di progetto sono localizzati in posizione est rispetto al centro storico di Bagnara di Romagna, ad una quota altimetrica media di circa 22 m s.l.m. circa.

Si riporta nel seguito un estratto di aerofotogrammetria da "Google Maps", con evidenziazione in verde dell'area comunale di Bagnara di Romagna ed in rosso dell'area interessata dagli interventi di riqualificazione (Figura 1).



**Figura 1: Aerofotogrammetria indicante il Comune di Bagnara di Romagna e l'area di intervento (Google Maps).**

In figura 2 si riporta invece l'area interessata più specificatamente dall'intervento sullo Scolo Via Lunga o Condottello Di Bagnara



**Figura 2 Aerofotogrammetria indicante l'area del Condottello di Bagnara oggetto di intervento**



### **3 SCOLO VIA LUNGA O CONDOTTELLO DI BAGNARA**

#### **3.1 PREMESSA**

Il presente capitolo riporta i metodi ed il calcolo della portata di piena dello Scolo Via Lunga o Condottello Di Bagnara e dei suoi affluenti, calcolata alla sezione di chiusura di interesse, in corrispondenza della intersezione tra Via Trupatello e Via Lunga.

Per il calcolo della portata di piena, non essendo disponibili dati storici di misura diretta o indiretta della portata di piena al colmo, si è necessariamente fatto riferimento, nella valutazione delle portate massime probabili, a schemi di calcolo basati su una determinazione indiretta delle portate stesse, partendo dalle precipitazioni.

E' stato pertanto attribuito alle piene calcolate con tale criterio lo stesso tempo di ritorno delle precipitazioni che le hanno generate.

L'esigenza di fornire delle valutazioni consone al grado di importanza e di rischio cui sarebbero soggetti eventuali futuri interventi nella zona d'indagine, ha richiesto la necessità di fissare un tempo di ritorno, in base al quale calcolare la portata di piena per il procedimento di verifica, che fosse cautelativo ed allo stesso tempo ragionevole.

Il calcolo è stato fatto per tempi di ritorno rispettivamente di 25, 50, 100 e 200 anni, per poi effettuare le verifiche sulla base del tempo di ritorno di 50 anni, come richiesto dal Consorzio di Bonifica Romagna Occidentale, gestore del canale in oggetto.

#### **3.2 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO**

Lo Scolo Via Lunga è un canale di pianura, che nasce a Nord di CastelBolognese e corre a cielo aperto con andamento Sud-Nord in area agricola.

Il Rio possiede un bacino caratterizzato da vaste aree agricole e possiede due affluenti principali: lo Scolo Confini e lo Scolo Mandrone, le cui acque confluiscono nello Scolo Via Lunga a monte della sezione di calcolo e che verranno quindi considerati nel bacino complessivo.

L'asta principale del corso d'acqua ha in ogni caso una lunghezza complessiva di circa 6290 mt fino alla sezione di progetto in corrispondenza della Via Trupatello.

Il suo bacino ha una superficie specifica di 609 Ha, a cui si aggiungono i bacini dello Scolo Mandrone, per 102 Ha, e dello Scolo Confini, per 173 Ha, per una superficie complessiva di 884 Ha, o 8,84 Km<sup>2</sup>, ed è di natura pianeggiante. Il bacino imbrifero è visibile nella planimetria riportata in allegato a fine relazione, fornita dal Consorzio di Bonifica Romagna Occidentale.

### **3.3 CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA (CURVA DI PIOGGIA)**

#### **3.3.1 PREMessa**

Per quanto riguarda la curva di possibilità pluviometrica si fa riferimento dell'Indagine statistica sulle piogge intense, ricavata dalla pubblicazione degli Annali Idrologici da parte del Servizio Idrometeorologico - Area Idrologia di ARPAE Emilia-Romagna, aggiornati ai dati del 2017. In tale studio sono state calcolate le stime di probabilità di eventi estremi di precipitazione puntuale espresse dalle curve segnalatrici di possibilità climatica. Tale studio utilizza i dati di precipitazione disponibili nel territorio dal 1990 al 2016. I dati fanno riferimento alla Stazione Lugo di Romagna e sono in continuità fino all'anno 2013, presentano un buco negli anni 2014 e 2015 e sono disponibili per l'anno 2016. Successivamente tale stazione è stata dismessa, ma si ritiene che tali dati siano tuttora i più indicativi per l'area in esame, data la vicinanza geografica.

Tali dati sono stati validati ed elaborati al fine di ottenere la serie dei massimi annuali per le precipitazioni della durata temporale di 1, 3, 6, 12, 24 ore.

**Tab. 3.1 Serie storica dei massimi annuali delle piogge registrate nella stazione di Lugo di Romagna nel periodo 1970-2016.**

Anno	1	3	6	12	24
1990	46,0	57,0	64,6	70,4	71,2
1991	23,6	29,0	43,2	44,4	44,4
1992	32,8	33,6	37,6	37,6	44,0
1993	21,4	34,2	34,8	34,8	41,0
1994	39,6	60,2	64,6	64,6	71,6
1995	17,4	24,4	44,8	64,8	89,2
1996	21,2	52,6	96,4	122,6	153,2
1997	13,2	26,0	26,6	37,2	54,8
1998	24,4	26,0	36,6	41,4	46,6
1999	37,0	37,8	40,2	45,6	54,4
2000	34,8	44,2	44,2	44,2	44,2
2001	20,0	37,0	37,8	37,8	41,2
2002	20,0	22,4	24,8	39,8	44,4
2003	15,0	23,4	31,0	43,2	47,2
2004	43,6	59,6	71,8	71,8	71,8
2005	21,8	34,6	43,6	76,2	90,4
2006	15,4	28,4	43,2	51,0	54,6
2007	25,6	27,4	27,6	27,8	45,8
2008	27,6	49,8	61,2	61,8	62,4
2009	35,8	44,4	48,4	57,0	61,2
2010	43,8	48,8	67,0	67,2	69,4
2011	31,6	48,0	56,4	63,0	64,0
2012	40,2	60,4	69,0	70,2	70,6
2013	62,4	62,8	63,0	63,0	63,0
2014					
2015					
2016	49,8	60,4	60,4	60,4	62,4

### 3.3.2 METODO DI REGOLARIZZAZIONE UTILIZZATA

Per quanto riguarda le considerazioni e le tecniche di analisi statistica si rimanda alla metodologia adottata che fa riferimento alla distribuzione classica di Gumbel per la caratterizzazione probabilistica delle precipitazioni massime; infatti trattandosi di fenomeni estremi ed in particolare di massimi si può supporre che la distribuzione di probabilità della variabile casuale "altezza di pioggia" per ogni dato di pioggia sia riconducibile ad una funzione di tipo Gumbel.

Sulla base dei valori ottenuti a predefiniti valori del tempo di ritorno si sono ottenute le relative curve di possibilità climatica, per regressione sui dati, nell'ipotesi che le altezze di pioggia  $h$ , per una data sottoregione ed un dato tempo di ritorno  $T_r$  siano legate alla durata temporale della pioggia  $t_p$  da una relazione esprimibile nella classica forma monomia:

$$h = a \times t_p^n$$

I parametri  $a$  ed  $n$  della relazione sono ottenuti per regressione sui dati sperimentali. Seguendo la metodologia sopra descritta l'"Indagine" calcola medie e deviazioni standard dei massimi annuali di precipitazione per i campioni di dati raccolti sui vari pluviometri e da queste calcola le altezze di pioggia relative a prefissati tempi di ritorno. Le relazioni impiegate sono le seguenti.

$$P(h) = e^{[-e^{(-y)}]}$$

dove  $y$  è la variabile ridotta pari a:

$$y = \beta \cdot (h-N) \quad \text{con} \quad \beta = \frac{1}{0,7797 \cdot SQM}$$

$$N = m - 0,45 \cdot SQM$$

I due parametri che compaiono nella distribuzione sono funzione di  $m$  e di  $SQM$ , dove:  
 $m$  = valore medio della distribuzione

$SQM$  = scarto quadratico medio della distribuzione

In pratica, per ognuna delle serie di campioni di  $n$  osservazioni di dati meteorologici relativa ad ogni tempo di pioggia  $T_p$ , il primo passo compiuto è stato nella valutazione della media e dello scarto quadratico medio:

$$m = \sum \frac{h}{n} \quad SQM = \left[ \sum (h)^2 / (n-1) - (\sum h)^2 / n (n-1) \right]^{1/2}$$

Fissato il tempo di ritorno  $T_r$ , si è calcolata la probabilità cumulata  $P(h)$

corrispondente :

$$P(h) = (T_r - 1) / T_r$$

Quindi si è determinata la variabile ridotta (y):

$$y = -\ln [-\ln (P(h))]$$

Calcolata la variabile ridotta y, si è avuto immediatamente il corrispondente valore della altezza di pioggia h con tempo di ritorno pari a quello prefissato.

Infine quindi si sono ottenuti tanti valori dell'altezza di pioggia, uno per ciascun tempo di pioggia  $T_p$  di cui si avevano i dati storici, tutti relativi al medesimo tempo di ritorno; tali valori, avendo ipotizzato una legge di regressione del tipo  $h(t) = a \cdot t^n$  (curva di possibilità pluviometrica), sono stati raccordati mediante il metodo dei minimi quadrati, per dare in definitiva la curva di pioggia caratteristica.

Pertanto per ottenere a ed n, dopo aver dedotto per ogni durata  $T_p$  il valore della altezza di pioggia h, è stato necessario passare ai logaritmi per cui si ha:

$$\log(h) = \log(a) + n \log(t) \quad \text{cioè} \quad Y = A + n X$$

dove:

$$Y = \log(h) \quad X = \log(t) \quad A = \log(a)$$

Applicando il metodo dei minimi quadrati alla retta Y-X, ed indicando con N il numero delle coppie di valori h-t ricavate per ogni durata  $T_p$  attraverso l'elaborazione dei valori estremi di Gumbel, si è ottenuto:

$$A = [X^2 Y - X \sum XY / N] / [X^2 - (\sum X)^2 / N] \quad n = [N \sum XY - \sum X \sum Y / N] / [N \sum X^2 - (\sum X)^2]$$

Ricavati A ed n si è dedotto il valore del parametro a e quindi è stata valutata l'equazione della curva segnalatrice di possibilità pluviometrica

In definitiva le curve di pioggia impiegate sono le seguenti:

$$T_R = 25 \text{ anni} \quad h = 53,87 t^{0,2302}$$

$$T_R = 50 \text{ anni} \quad h = 60,17 t^{0,2294}$$

$$T_R = 100 \text{ anni} \quad h = 66,42 t^{0,2287}$$

$$T_R = 200 \text{ anni} \quad h = 72,64 t^{0,2281}$$

dove a è in mm e t in ore.

Per la verifica del Condottello di Bagnara nel tratto oggetto di copertura di progetto è stata utilizzata la curva di possibilità pluviometrica, corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 50 anni.

### 3.4 RIDUZIONI DELLE ALTEZZE DI PIOGGIA CON L'AREA DEL BACINO

La curva segnalatrice ottenuta al punto precedente è relativa al centro di massimo scroscio della perturbazione.



Nella presente perizia è stata utilizzata la seguente legge di variazione delle intensità di pioggia con l'area del bacino, fornita da Puppini per bacini di superficie inferiore a 1300 ha:

$$a' = a (1 - 0.052 A/100 + 0.002 (A/100)^2)$$

$$n' = n + 0.0175 A/100$$

con A area del bacino espressa in km<sup>2</sup>.

I parametri corretti, ragguagliati alla superficie risultano i seguenti:

$$TR = 50 \text{ anni} \quad h = 59,89 t^{0,2304}$$

### 3.5 CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE $T_c$

Per definire i tempi di reazione del bacino, da considerare nella modellazione idrologica è necessario valutare il tempo di corrivazione del bacino in esame.

Il tempo di corrivazione di un bacino è definito come il tempo che la goccia d'acqua caduta sul terreno nel punto più lontano impiega per giungere alla sezione di chiusura del bacino.

Per il calcolo del tempo di corrivazione si è adottato uno schema che prendesse in esame tutte le principali formule studiate da vari autori, per valutarli ed adottare un tempo che l'esperienza indica come adeguato per un bacino di determinata dimensione, anche in considerazione dell'esperienza del progettista ed alla conoscenza del comportamento del terreno specifico di quel territorio.

Si riportano in tabella i valori di calcolo:

#### Verifica bacino idrografico Scolo Via Lunga o Condottello di Bagnara

##### Caratteristiche del bacino:

Area del bacino: $A_b$ (ha) =	884
Lunghezza ruscellamento a monte del rio: $L_{ab}$ (m) =	1610
Lunghezza asta principale: $L_{bc}$ (km) =	6,29
Quota massima: $Z_a$ (m) =	36,3
Quota inizio asta: $Z_b$ (m) =	28,2
Quota di sbocco: $Z_c$ (m) =	17,8
Quota media rispetto alla sez. di chiusura: $Z_m$ (m) =	9,25
Dislivello Rio: $D_h$ (m) =	10,4
Pendenza dell'asta principale: $j_{bc}$ (%) =	0,002
Pendenza media dei versanti: $j_v$ (%) =	0,01
Pendenza media dal crinale alla chiusura: $j_c$ (%) =	0,002
Coefficiente di deflusso: $k_1$ =	0,32

##### Stima del tempo di corrivazione:

	h	min	
$T_o = 1/3600 * (L_{bc} * 1000 + L_{ab}) / v$	1,46	87,78	Viparelli con $1 < v < 1.5 \text{ m/s}$
$T_o = [4 * \text{radq} (A_b/100) + 1,5 * L_{bc}] / [0,8 * \text{radq} (Z_m)]$	8,77	525,94	Giandotti per $170 < A < 70000 \text{ km}^2$

$To = [(1/M/d) \cdot radq (Ab/100) + 1,5 \cdot Lbc] / [0,8 \cdot radq (Zm)]$	11,42	685,25	<i>Aronica e Paltrinieri (Giandotti modificata per <math>A &lt; 10 km^2</math>)</i>
$To = 0.396 \cdot Lbc / jbc^{0.5} \cdot (Ab / Lbc^2 \cdot (jbc / jv)^{1/2})^{0.72}$	13,95	836,98	<i>Tournon (da Merlo) per <math>30 &lt; A &lt; 170</math> Puglisi e Zanframundo per <math>43 &lt; A &lt; 94</math> <math>km^2</math></i>
$To = 6 \cdot Lbc^{0.67} / (Za - Zc)^{0.33}$	7,85	471,23	
$To = 5.13 \cdot Lbc^{0.67} / (Za - Zc)^{0.33}$	6,72	402,90	<i>Fattorelli e Marchi per <math>7 &lt; A &lt; 200 km^2</math></i>
$To = 0.055 \cdot Lbc / jbc^{0.5}$	8,51	510,47	<i>Pezzoli per <math>A &lt; 20 km^2</math></i>
$To = 0.127 (Ab / jbc)^{0.5}$	9,29	557,17	<i>Ventura per <math>A &lt; 40 km^2</math></i>
$To = 0.108 (Ab / 100 \cdot Lbc)^{0.333} / jbc^{0.5}$	10,12	607,44	<i>Pasini per <math>A &lt; 40 km^2</math></i>
$To = 0.066 \cdot Lbc^{0.77} \cdot (1000 \cdot Lbc / Dh)^{0.385}$	3,20	192,12	<i>Kirpich 1</i>
$To = 0.000325 \cdot ((Lab + Lbc \cdot 1000) / jc^{0.5})^{0.77}$	3,36	201,34	<i>Kirpich 2 per <math>0.0051 &lt; A &lt; 0.433 km^2</math></i>
$To = 0.95 \cdot (Lbc^{1.155} / (Dh^{0.385}))$	3,23	193,53	<i>Kirpich 3 per <math>0.0051 &lt; A &lt; 0.433 km^2</math></i>
$To = 0.0195 \cdot ((Lab + Lbc \cdot 1000)^{0.77} \cdot (jc^{0.385}) / 0.6 / 60)$	5,59	335,57	<i>Kirpich/Ramser</i>
<i>media</i>	7,19	431,36	
<b>Tcorr. assunto =</b>	<b>11,40</b>	<b>684,00</b>	

Si adotta un valore  $T_c = 11,40$  h considerato caratteristico del bacino in esame, assumendo un valore più alto della media aritmetica, ma corrispondente alla formulazione data da Aronica e Paltrinieri, la più adatta per bacini di dimensione pari a quasi a  $10 km^2$ . Si ritiene che questo valore possa ben rappresentare il bacino in esame, caratterizzato da aree di pianura prevalentemente coltivate, con case sparse e parte dell'agglomerato urbano di Bagnara di Romagna, con ridotte aree impermeabilizzate nel bacino.

### 3.6 CALCOLO DELLA PORTATA DI PIENA

#### 3.6.1 METODO DI CALCOLO UTILIZZATO

Il metodo di calcolo utilizzato per la determinazione della portata di piena è quello razionale (o metodo cinematico), che fornisce il valore di picco della portata di piena.

Tale metodo si basa sulla correlazione afflussi-deflussi; l'ipotesi su cui si fonda tale metodo è che la portata massima in un bacino dovuto a precipitazioni di intensità costante nel tempo si ha per eventi di durata pari al tempo di corrivazione  $T_c$  del bacino stesso e si verifica dopo il tempo  $T_c$  dall'inizio del fenomeno.

La formula utilizzata è quella rappresentata dalla seguente espressione:

$$Q = (k_1 \cdot h_c \cdot S) / (3,6 \cdot T_c) \quad (mc/s)$$

dove:

$k_1$  = coefficiente di deflusso posto pari a 0,32;

$S$  = superficie del bacino in  $Km^2$ ;

$h_c$  = altezza massima di precipitazione per una durata pari al tempo di corrivazione del bacino, in mm;

$T_c$  = valore medio del tempo di corrivazione del bacino, in ore;

Come già accennato la superficie di bacino identificata dal Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale e rilevata dalla cartografia è pari a 884 ettari, ossia  $8,84 km^2$ , mentre il tempo di corrivazione si è stimato in circa 684 minuti ossia 11,40 ore. Il coefficiente di deflusso, invece, è posto pari a 0,32, valore caratteristico calcolato come

media ponderata sulla base della copertura del territorio; tale valore rappresenta la percentuale di pioggia caduta che ruscella verso valle e non percola nel terreno.

Uso del suolo	Simbolo	Coeff. Di deflusso ( $\psi$ )	Area (ha) A	$\psi * A$
Tessuto discontinuo	Ed	0,7	40	28,0
Sistemi colturali e particellari complessi	Zo	0,3	844	253,2
<b>Sommano</b>			<b>884</b>	<b>281,2</b>
<b>Coefficiente di deflusso medio =</b>		<b>0,318</b>		

### 3.6.2 RISULTATI DEL CALCOLO

Le piogge risultanti per i vari tempi di ritorno e le massime portate di piena risultano le seguenti:

#### Analisi delle piogge:

Parametri della linea segnalatrice :

$n =$

$a =$

pioggia non ragguagliata (mm)

$n' = n + 0.0175 \cdot Ab/100$

$a' = a \cdot (1 - 0.052 \cdot Ab/100 + 0.002 \cdot (Ab/100)^2) =$

Altezza di pioggia ragguagliata all'area:  $h$

$= a' \cdot T_c^{n'}$

Intensità di pioggia ragguagliata all'area:  $ir =$

$a' \cdot T_c^{(n'-1)}$

Pioggia netta:  $ie \text{ (mm/h)} = k1 \cdot ir =$

$Tr = 25 \text{ anni}$	$Tr = 50 \text{ anni}$	$Tr = 100 \text{ anni}$	$Tr = 200 \text{ anni}$
0,2302	0,2294	0,2287	0,2281
53,87	60,17	66,42	72,64
94,34	105,14	115,86	126,54
0,2318	0,2309	0,2302	0,2296
53,62	59,89	66,11	72,31
94,26	105,05	115,76	126,44
8,27	9,21	10,15	11,09
2,65	2,95	3,25	3,55

Portata:  $Q \text{ (mc/sec)} = k1 \cdot ir \cdot Ab/360 =$

6,50	7,24	7,98	8,72	<i>Formula razionale</i>
------	------	------	------	--------------------------

La portata che la sezione idraulica del Canale deve essere in grado di smaltire in caso di piogge con:

- **Tempo di ritorno cinquantennale è pari a 7,24 mc/s;**

### **3.7 VERIFICA SCOLO VIA LUNGA O CONDOTTELLO DI BAGNARA**

#### **3.7.1 PREMESSA**

La verifica dello Scolo Condottello di Bagnara in corrispondenza dell'allargamento stradale di progetto è stato effettuato adottando la Formula di Chezy, come descritto nel seguito.

Lo Scolo nel tratto in esame sottopassa l'intersezione tra le Strade Via Lunga e Via Trupatello all'interno di un condotto di tipo scatolare in c.a. di dimensioni interne 210 \* 205 cm per poi proseguire con una sezione trapezia. Si riportano nel seguito alcune foto del tratto in oggetto, in cui è visibile l'attuale attraversamento coperto dell'intersezione stradale con condotto scatolare ed il Canale a sezione trapezia a monte ed a valle dell'attraversamento.



**Figura 3 – Scolo Via Lunga visto da Sud intersezione stradale**





**Figura 4 – Scolo Via Lunga visto da intersezione stradale verso Nord (tratto non interessato da intervento)**



**Figura 5 – Scolo Via Lunga tratto coperto sotto intersezione stradale**





**Figura 6 – Scolo Via Lunga visto da intersezione stradale**



**Figura 7 – Scolo Via Lunga visto da intersezione stradale verso Est (tratto interessato da intervento)**



**Figura 8 – Scolo Via Lunga visto da Est verso intersezione stradale**



**Figura 9 – Scolo Via Lunga visto in fregio a Via Trupatello verso Est (tratto interessato da intervento)**





**Figura 10 – Scolo Via Lunga visto in fregio a Via Trupatello verso Ovest (tratto interessato da intervento)**

Le verifiche verranno effettuate ipotizzando la copertura dello Scolo Via Lunga per un tratto di circa 100 metri lineari in parallelismo a Via Trupatello, adottando la pendenza media rilevata del canale in oggetto nel bacino in esame e pari a 1,65 per mille.

### **3.7.2 FORMULA ADOTTATA PER LE VERIFICHE DI FOSSI O CONDOTTI**

La formula adottata per il calcolo della portata massima che un condotto o un canale è in grado di smaltire, a bocca piena, ipotizzando il verificarsi del moto uniforme, è:

$$Q = A \cdot V$$

dove

- Q: portata massima transitante nel condotto in esame (m<sup>3</sup>/s)
- A: sezione di deflusso (m<sup>2</sup>)
- V: velocità di deflusso (m/s)

La velocità di deflusso viene calcolata con la formula:

$$V = c \cdot \sqrt{(R \cdot p)}$$

- c: parametro di resistenza al moto o coefficiente di attrito
- R: raggio idraulico della sezione,  $R=S/C$ , con C il contorno bagnato della sezione
- p: pendenza del condotto.

Le condizioni di moto considerate sono quelle usuali di correnti assolutamente turbolente ossia per numero di Reynolds superiore a 2500, in queste situazioni il



parametro di resistenza al moto,  $c$ , dipende solo dalla scabrezza relativa della condotta e non più dal numero di Reynolds.

Il parametro di resistenza al moto,  $c$ , viene quindi calcolato tramite l'espressione di Kutter:

$$c = \frac{100 \cdot \sqrt{R}}{m + \sqrt{R}}$$

dove  $m$  ( $m^{1/3}/s^{-1}$ ) è il coefficiente di scabrezza secondo Kutter, il cui valore è in funzione del tipo di materiale e dello stato di conservazione; è stato stimato pari a 0,25, per canali in calcestruzzo in uso corrente.

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva che riporta i coefficienti di scabrosità per i vari materiali secondo le formule di Bazin e di Kutter:

NATURA DELLE PARETI	$\gamma$	$m$
1. Pareti di cemento perfettamente lisciate o di tavole piallate o tubazioni di eternit . . . . .	0,06	0,12
2. Pareti di cemento lisciate o di tavole piallate o tubazioni di acciaio senza saldatura . . . . .	0,10	0,15
3. Pareti di intonaco ordinario, grès ceramico, lamiera sottile con chiodature poco sporgenti, ghisa nuova . . . . .	0,16	0,20
4. Tubazioni in cem. lisciate, con diametro $> 0,40$ m, o tubazioni in lamiera con molte chiodature . . . . .	0,18	—
5. Calcestruzzo piano, tubi di cem. con giunture frequenti, ghisa in servizio corrente . . . . .	0,23	0,25
6. Pareti in cem. non bene lisciate, o pareti di tavole grezze, o di muratura ordinaria molto accurata, o in terra molto regolare, o tubi di ghisa in servizio da molti anni, o tubi in lamiera con moltissime chiodature . . . . .	0,36	—
7. Pareti di cemento male lisciate, o di pietrame ordinario	0,46	0,55
8. Terra irregolare, calcestruzzo grezzo o vecchio, cement-gun, ghisa vecchia . . . . .	0,85	0,75
9. Canali in terra con lievi depositi di sabbia sul fondo, o con pareti di muratura in cattive condizioni, o con pareti metalliche o rivestite di lamiera con chiodatura ordinaria	1,00	1,25
10. Terra a sez. irregolare con erbe sporgenti, fiumi naturali in letto regolare . . . . .	1,30	1,75
11. Canali in terra in cattive condizioni, vegetazione sul fondo e sulle sponde, o depositi irregolari di massi e ghiaia .	1,75	2,50
12. Canali di terra in abbandono, con sezione quasi interamente ostruita dalla vegetazione, o corsi naturali con alveo in ghiaia . . . . .	2,30	3,00

Tab.3 Coefficienti  $g$  della formula di Bazin e Coefficienti  $m$  della formula di Kutter [da

"Manuale tecnico del geometra e del perito agrario" - ed. Signorelli Milano 1973]

### 3.7.3 RISULTATI DEI CALCOLI

Si riporta nel seguito la verifica del Canale nel tratto in oggetto.

**Portata  $Q_{50}$**

#### CALCOLO CAPACITA' DI SMALTIMENTO SEZIONE IDRAULICA DI FORMA RETTANGOLARE

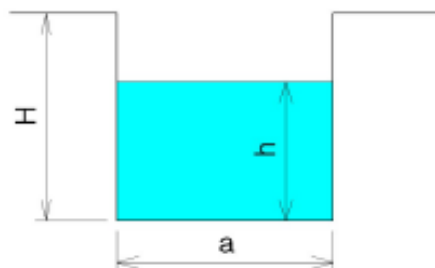
**Descrizione:** Scolo Via Lunga o Condottello di Bagnara

**Punto di sezione:** Intersezione Via Lunga e Via Trupatello

##### CARATTERISTICHE SEZIONE

###### DATI NOTI (da inserire)

<b>H</b>	⇒	<b>2.05</b>	ALTEZZA [m]
<b>a</b>	⇒	<b>2.10</b>	[m]
<b>h</b>	⇒	<b>1.49</b>	[m]
<b>p</b>	⇒	<b>0.16%</b>	Pendenza
<b>m</b>	⇒	<b>0.25</b>	Coeff. di scabrosità di Kutter



###### DATI RISULTANTI

Contorno bagnato	$Pb = a + 2h$	⇒	<b>5.080 [m]</b>
Area di deflusso	$A = ah$	⇒	<b>3.1290 [m²]</b>
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇒	<b>0.616 [m]</b>

##### CAPACITA' DI SMALTIMENTO per un'altezza d'acqua $h = 1.49$ m

###### FORMULE (moto uniforme)

Portata	$Q = AV$	dove	A = Area di deflusso V = Velocità di deflusso
Velocità di deflusso	$V = c\sqrt{Ri p}$	dove	c = coefficiente di attrito Ri = raggio idraulico p = pendenza
Coefficiente di attrito	$c = \frac{100\sqrt{Ri}}{m + \sqrt{Ri}}$	dove	m = Coeff. Di scabrosità di Kutter

###### RISULTATI

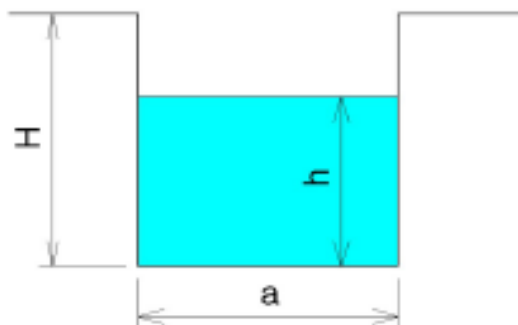
<b>c</b>	⇒	<b>75.84</b>
<b>V</b>	⇒	<b>2.38 [m/sec]</b>
<b>Q</b>	⇒	<b>7.450 [m³/sec]</b>

**CAPACITA' DI SMALITIMENTO  
SEZIONE IDRAULICA DI FORMA RETTANGOLARE  
per varie altezze d'acqua**

**CARATTERISTICHE SEZIONE**

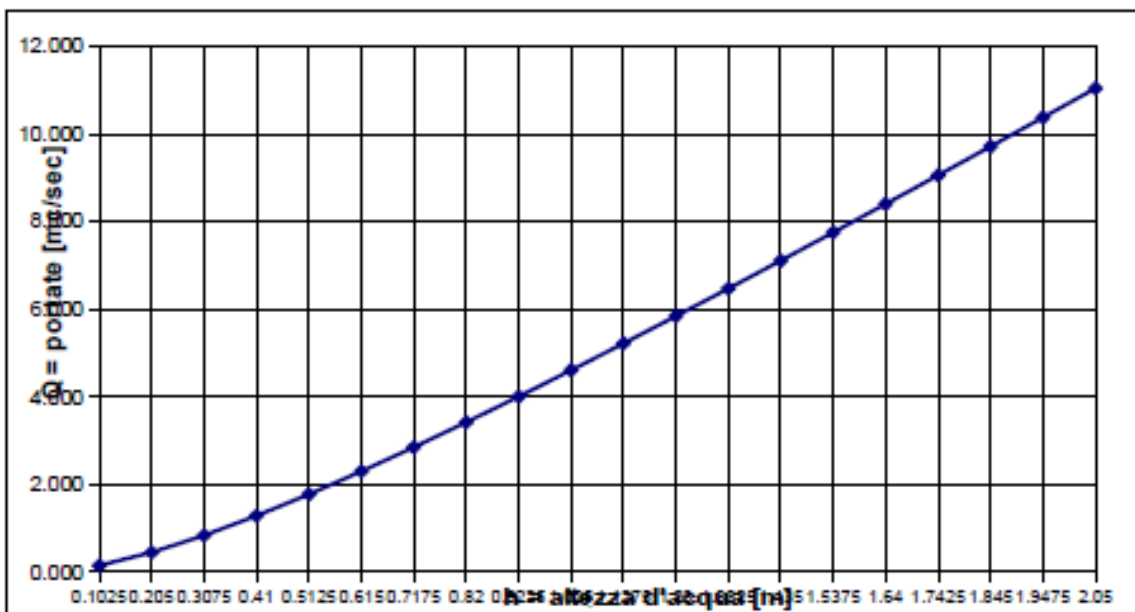
<b>H</b>	<b>2.05</b>	<b>ALTEZZA [m]</b>	<b>p</b>	<b>0.16%</b>	<b>Pendenza</b>
<b>a</b>	<b>2.10</b>	<b>[m]</b>	<b>m</b>	<b>0.25</b>	<b>Coeff. di scabrosità di Kutter</b>

<b>h [m]</b>	<b>Q[m³/sec]</b>
0.10	0.145
0.21	0.445
0.31	0.833
0.41	1.281
0.51	1.772
0.62	2.298
0.72	2.845
0.82	3.415
0.92	4.002
1.03	4.603
1.13	5.215
1.23	5.837
1.33	6.468
1.44	7.105
1.54	7.749
1.64	8.398
1.74	9.052
1.85	9.710
1.95	10.372
2.05	11.038



**h** = altezza d'acqua  
**Q** = portata all'altezza d'acqua corrispondente

**Grafico Portata / Altezza idrometrica**



Il livello massimo raggiunto dall'acqua è pari a:

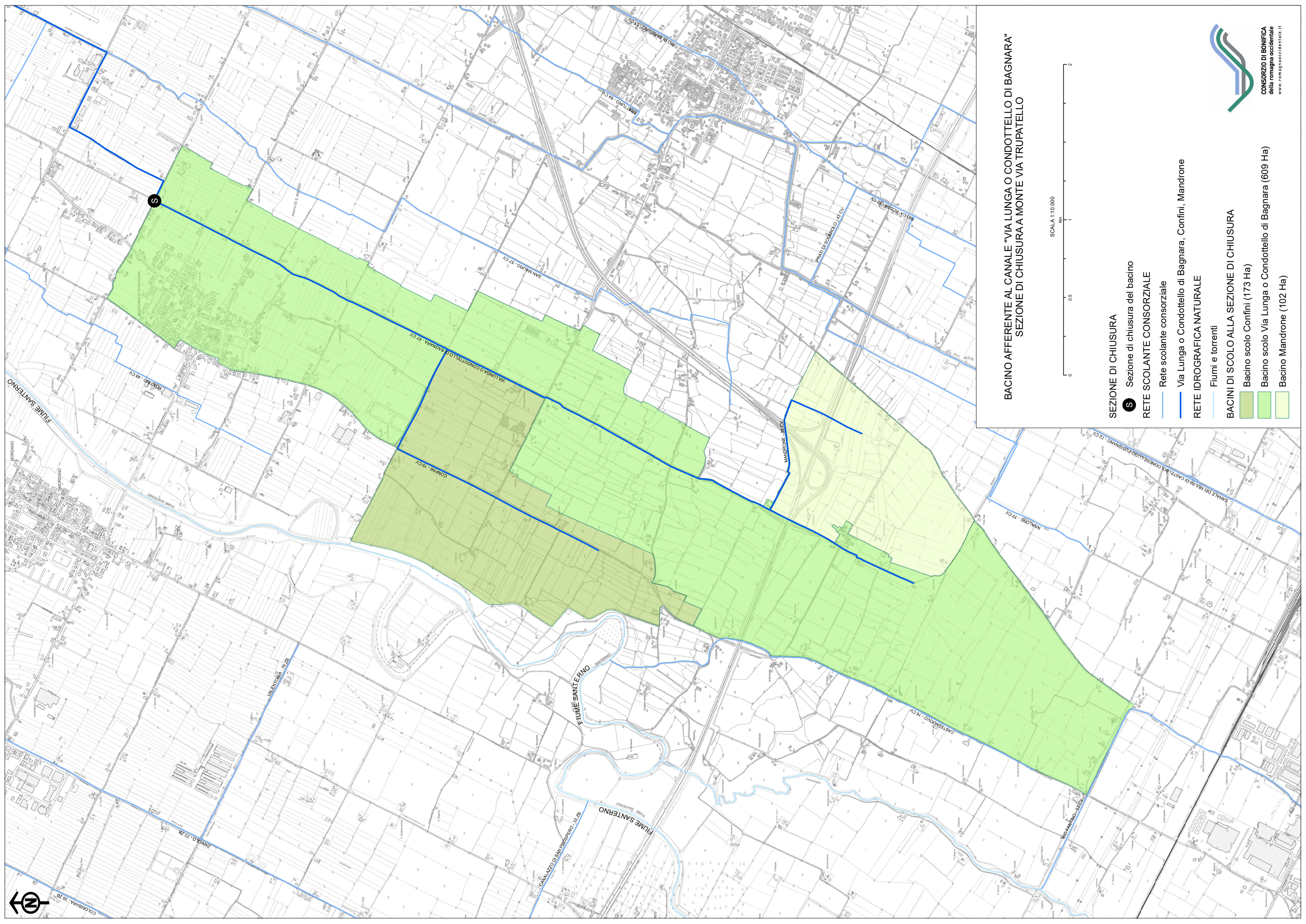
$h = 1,49$  mt per  $Q_{50}$

La verifica del manufatto di progetto è soddisfatta e la copertura dello Scolo Via Lunga con manufatto scatolare 210\*205 cm consente il deflusso delle portate cinquantennali con un franco di 56 cm tra il livello massimo raggiunto dalle acque e la sommità del manufatto.

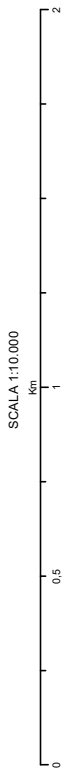
Bologna, 29 Aprile 2022

**Il Tecnico Incaricato**  
*Ing. Matteo Emmi*  
(originale firmato digitalmente)





BACINO AFFERENTE AL CANALE "VIA LUNGA O CONDOTTELO DI BAGNARA"  
SEZIONE DI CHIUSURA MONTE VIA TRUPATELLO



SEZIONE DI CHIUSURA

**S** Sezione di chiusura del bacino

RETE SCOLANTE CONSORZIALE

— Rete scolante consorziale

— Via Lunga o Condottello di Bagnara, Confini, Mandrone

RETE IDROGRAFICA NATURALE

— Fiumi e torrenti

BACINI DI SCOLO ALLA SEZIONE DI CHIUSURA

— Bacino scolo Confini (173 Ha)

— Bacino scolo Via Lunga o Condottello di Bagnara (609 Ha)

— Bacino Mandrone (102 Ha)



CONSORZIO DI BONIFICA  
della Romagna occidentale  
www.romagnaoccidentale.it



