



**COMUNE DI VERUNO**

**PROVINCIA DI NOVARA**

## **REALIZZAZIONE PISTA CICLABILE DI COLLEGAMENTO VERUNO CAPOLUOGO - FRAZIONE REVISLATE**

**LOTTI N. 1 e 2**

**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**



*progettisti:*

**dott. ing. Francesco GRAPPONE**

Via Monte San Gabriele, 45 - 28100 - Novara (NO)

C.F. GRP FNC 72A28 F952J

P.Iva 01750470039

t +39 0321.459725

m +39 347.7431875

f.grap@libero.it

francesco.grappone@ingpec.eu

**dott. ing. Carlo QUIRICO**

Via Molino, 20 - 28010 - Briga Novarese (NO)

C.F. QRC CRL 85S11 B019G

P.Iva 02351370032

t +39 0322.913234

m +39 380.2939145

carloquirico@gmail.com

carlo.quirico@ingpec.eu

*codifica:*

fase	livello	tipo	numero	quadro
0118	PRO	D-E	RI	4.2

*revisione*

A

*scala*

----

*oggetto:*

**RELAZIONE IDRAULICA MANUFATTO IN C.A.**

A	aprile 2018	emissione: accorpamento lotti funzionali	f.b. / c.q.	c.q. / f.g
rev.	data	descrizione	redatto	approvato

La riproduzione del presente elaborato è vietata a termini di legge senza la espressa preventiva autorizzazione

---

## RELAZIONE IDRAULICA

---

I sottoscritti:

**dott. ing. Grappone Francesco**, nato a Novara il 28.01.1972 - C.F.: GRP FNC 72A28 F952J, residente in Via Monte San Gabriele 45 - Novara, iscritto all'ordine degli Ingegneri della Provincia di Novara al n. 1739, libero professionista con sede in Via Monte San Gabriele 45 - Novara - P. IVA: 01750470039

**dott. ing. Quirico Carlo**, nato a Borgomanero il 11.11.1985 - C.F.: QRC CRL 85S11 B019G, residente in Via Molino 20 - Briga Novarese (NO) iscritto all'ordine degli Ingegneri della Provincia di Novara al n. 2312, libero professionista con sede in Via Molino 20 - Briga Novarese (NO) - P.IVA: 02351370032

avendo ricevuto incarico dall' Amministrazione Comunale di Veruno (NO) di redigere il PROGETTO DEFINITIVO per la realizzazione delle opere sotto indicate:

### REALIZZAZIONE PISTA CICLABILE DI COLLEGAMENTO VERUNO CAPOLUOGO - FRAZIONE REVISLATE

presentano la seguente relazione al fine di verificare l'adeguatezza idraulica dei manufatti esistenti ed in progetto in corrispondenza dell'attraverso del torrente Meja lungo via Revislate.

Con specifico riferimento agli elaborati grafici allegati occorrerà procedere alle seguenti verifiche per valutare l'adeguatezza idraulica dei manufatti esistenti ed in progetto :

- Verifica manufatto di attraverso del torrente Meja lungo via Revislate

capacità di smaltimento delle acque bianche da parte del manufatto di attraversamento realizzato con tubazione in acciaio zincato corrugato a sezione ellittica, asse maggiore cm.225, asse minore cm.140 e pendenza pari al 2,5%.

- Verifica tubazione di scarico acque bianche nel torrente Meja - diametro interno cm.80

capacità di smaltimento delle acque bianche nel torrente Meja da parte della tubazione esistente realizzata in acciaio zincato corrugato del diametro interno di cm.80 con pendenza minima pari al 1,5%.

- Verifica tubazione di scarico acque bianche nel torrente Meja - diametro interno cm.40

capacità di smaltimento delle acque bianche nel torrente Meja da parte della tubazione esistente realizzata in cemento del diametro interno di cm.40 con pendenza minima pari al 2,5%.

- Verifica ponticello pista ciclabile di attraverso del torrente Meja

capacità di smaltimento delle acque da parte del ponticello di attraversamento ciclabile, realizzato in calcestruzzo, a sezione rettangolare di dimensioni interne pari a cm. 480x200h con pendenza pari allo 0,5%.

- Verifica alveo torrente Meja a valle del manufatto di attraversamento lungo via Revislate

capacità di smaltimento delle acque da parte dell'alveo del torrente Meja a valle del manufatto di attraversamento lungo via Revislate, costituito in terra con rivestimento erboso, a sezione trapezia di dimensioni cm. 100x300x150h con pendenza minima pari al 1,0%.

- Verifica manufatto di attraverso del torrente Meja lungo via Revislate

Il bacino colante intercettato dalla tubazione in oggetto risulta caratterizzato da una pendenza media inferiore al 3% e da una superficie pari a circa (vedi tavola allegata) :

$$A = A1 ..... = 50,00 \text{ ha}$$

Utilizzando il metodo del volume d'invaso PALADINI-FANTOLI, fissato un periodo di ritorno pari a 200 anni, potremo adottare quale curva segnalatrice della possibilita' pluviometrica per la zona considerata la seguente relazione :

$$H_{cr} = a \times T_{cr}^n$$

dove :

$$H_{cr} = \text{altezza della pioggia critica} ..... = 0,058 \text{ m}$$

$$T_{cr} = \text{durata della pioggia critica} ..... = 0,47 \text{ h}$$

$$a = \text{parametro delle piogge} ..... = 0,0746 \text{ m/(h}^n\text{)}$$

$$n = \text{esponente delle piogge} ..... = 0,326$$

L'intensita' della pioggia critica potra' essere valutata allora in tal modo :

$$I_{cr} = 1000 \times H_{cr} / T_{cr}$$

in cui :

$$I_{cr} = \text{intensita' della pioggia critica} ..... = 123,5 \text{ mm/h}$$

$$H_{cr} = \text{altezza della pioggia critica} ..... = 0,058 \text{ m}$$

$$T_{cr} = \text{durata della pioggia critica} ..... = 0,47 \text{ h}$$

Il coefficiente udometrico associato alla pioggia critica potra' essere determinato deducendolo dalla formula SUPINO :

$$U_{cr} = 1000 \times (K/W)^{[(1-n)/n]}$$

in cui :

$$\begin{aligned}
 U_{cr} &= \text{coefficiente udometrico critico} \dots\dots\dots = 24,68 \text{ l/(sxha)} \\
 W &= \text{volume dell'invaso disponibile} \dots\dots\dots = 2\,000,00 \text{ mc} \\
 K &= \frac{3600 \times A}{\ln[E_{cr}/(E_{cr}-1)]} \times \frac{(0,36 \times E_{cr})^{1/(n_o-1)}}{(C_a \times C_{r_x})} = 1,16E+02 \frac{m^3/(1-n_o)}{(sxha)^{n_o/(1-n_o)}}
 \end{aligned}$$

dove :

$$\begin{aligned}
 A &= \text{area bacino colante} \dots\dots\dots = 50,00 \text{ ha} \\
 E_{cr} &= \text{rapporto critico di portata} \dots\dots\dots = 1,54 \\
 C_a &= \text{coefficiente di assorbimento} \dots\dots\dots = 0,15 \\
 C_r &= \text{coefficiente di ritardo} \dots\dots\dots = 0,80 \\
 a &= \text{parametro delle piogge} \dots\dots\dots = 0,0746 \text{ m/[h}^{(n_o)}] \\
 n_o &= \text{nuovo esponente delle piogge} = n \times 4/3 \dots\dots\dots = 0,435
 \end{aligned}$$

La portata pluviale associata alla pioggia critica potra' essere determinata allora come :

$$Q_{1cr} = U_{cr} \times A$$

in cui :

$$\begin{aligned}
 Q_{1cr} &= \text{portata critica} \dots\dots\dots = 1\,234 \text{ l/s} \\
 U_{cr} &= \text{coefficiente udometrico critico} \dots\dots\dots = 24,68 \text{ l/(sxha)} \\
 A &= \text{area bacino colante} \dots\dots\dots = 50,00 \text{ ha}
 \end{aligned}$$

Essendo l'attraversamento realizzato con tubazione in acciaio zincato corrugato a sezione ellittica, asse maggiore cm.225, asse minore cm.140 e pendenza pari al 2,50%, potremo verificare la capacita' di smaltimento di tale portata, considerando a favore di sicurezza una sezione circolare del diametri di cm.140, utilizzando la formula di MANNING :

$$V_{cr} = C \times R_{cr}^{(2/3)} \times I^{(1/2)} = Q_{1cr} / S_{cr}$$

dove :

$$\begin{aligned}
 V_{cr} &= \text{velocita' corrente critica} \dots\dots\dots = 3,92 \text{ m/s} \\
 C &= \text{coefficiente di GAUCKLER-STRICKLER} \dots\dots\dots = 70,00 \text{ m}^{(1/3)}/s
 \end{aligned}$$

Rcr = raggio idraulico corrente critica .....	=	21,09 cm
IF = pendenza del fondo .....	=	2,50 %
Scr = area sezione corrente critica .....	=	3 146,01 cmq
Q1cr = portata critica .....	=	1 234 l/s

Alla quale corrispondera' :

R = raggio interno tubazione .....	=	70,00 cm
Bcr = contorno bagnato corrente critica .....	=	149,18 cm
Acr = angolo sotteso corrente critica .....	=	2,13 rad
Ycr = altezza corrente critica .....	=	36,12 cm
Fcr = franco corrente critica .....	=	103,88 cm

Il franco Fcr esistente fra pelo libero e intradosso del ponte mostra che con la sezione esistente è possibile smaltire la portata critica Q1cr in tutta sicurezza.

La velocità massima della corrente, essendo inferiore a 5 m/s, sarà tale da non determinare pericolose erosioni sia sulle pareti che sul fondo che sulle pareti del manufatto esistente.

#### - Verifica tubazione di scarico acque bianche nel torrente Meja - diametro interno cm.80

Il bacino colante intercettato dalla tubazione in oggetto risulta caratterizzato da una pendenza media superiore al 5% e da una superficie pari a circa (vedi tavola allegata) :

$$A = A2 \dots\dots\dots = 16,00 \text{ ha}$$

Utilizzando il metodo del volume d'invaso PALADINI-FANTOLI, fissato un periodo di ritorno pari a 200 anni, potremo adottare quale curva segnalatrice della possibilità pluviometrica per la zona considerata la seguente relazione :

$$H_{cr} = a \times T_{cr}^n$$

dove :

$$H_{cr} = \text{altezza della pioggia critica} \dots\dots\dots = 0,053 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
T_{cr} &= \text{durata della pioggia critica} \dots\dots\dots = 0,36 \text{ h} \\
a &= \text{parametro delle piogge} \dots\dots\dots = 0,0746 \text{ m/(h}^n\text{)} \\
n &= \text{esponente delle piogge} \dots\dots\dots = 0,326
\end{aligned}$$

L'intensita' della pioggia critica potra' essere valutata allora in tal modo :

$$I_{cr} = 1000 \times H_{cr} / T_{cr}$$

in cui :

$$\begin{aligned}
I_{cr} &= \text{intensita' della pioggia critica} \dots\dots\dots = 148,3 \text{ mm/h} \\
H_{cr} &= \text{altezza della pioggia critica} \dots\dots\dots = 0,053 \text{ m} \\
T_{cr} &= \text{durata della pioggia critica} \dots\dots\dots = 0,36 \text{ h}
\end{aligned}$$

Il coefficiente udometrico associato alla pioggia critica potra' essere determinato deducendolo dalla formula SUPINO :

$$U_{cr} = 1000 \times (K/W)^{[(1-n_o)/n_o]}$$

in cui :

$$\begin{aligned}
U_{cr} &= \text{coefficiente udometrico critico} \dots\dots\dots = 32,36 \text{ l/(sxha)} \\
W &= \text{volume dell'invaso disponibile} \dots\dots\dots = 640,00 \text{ mc} \\
K &= \frac{3600 \times A}{\ln[E_{cr}/(E_{cr}-1)]} \times \frac{(0,36 \times E_{cr})^{1/(n_o-1)}}{(C_a \times C_{r_x})} \dots\dots\dots = 4,58E+01 \frac{\text{m}^{3/[(1-n_o)]}}{(\text{sxha})^{[n_o/(1-n_o)]}}
\end{aligned}$$

dove :

$$\begin{aligned}
A &= \text{area bacino colante} \dots\dots\dots = 16,00 \text{ ha} \\
E_{cr} &= \text{rapporto critico di portata} \dots\dots\dots = 1,54 \\
C_a &= \text{coefficiente di assorbimento} \dots\dots\dots = 0,15 \\
C_r &= \text{coefficiente di ritardo} \dots\dots\dots = 0,90 \\
a &= \text{parametro delle piogge} \dots\dots\dots = 0,0746 \text{ m/[h}^{(n_o)}\text{]} \\
n_o &= \text{nuovo esponente delle piogge} = n \times 4/3 \dots\dots\dots = 0,435
\end{aligned}$$

La portata pluviale associata alla pioggia critica potrà essere determinata allora come :

$$Q_{2cr} = U_{cr} \times A$$

in cui :

$Q_{2cr}$ = portata critica .....	=	518 l/s
$U_{cr}$ = coefficiente udometrico critico .....	=	32,36 l/(sxha)
$A$ = area bacino colante .....	=	16,00 ha

Essendo la tubazione in acciaio zincato corrugato del diametro interno di cm.80 con pendenza minima pari al 1,50%, potremo verificare la capacità di smaltimento di tale portata, utilizzando la formula di MANNING :

$$V_{cr} = C \times R_{cr}^{(2/3)} \times I^{(1/2)} = Q_{2cr} / S_{cr}$$

dove :

$V_{cr}$ = velocità corrente critica .....	=	2,68 m/s
$C$ = coefficiente di GAUCKLER-STRICKLER .....	=	70,00 m <sup>(1/3)</sup> /s
$R_{cr}$ = raggio idraulico corrente critica .....	=	17,43 cm
$I$ = pendenza del fondo .....	=	1,50 %
$S_{cr}$ = area sezione corrente critica .....	=	1 936,47 cmq
$Q_{2cr}$ = portata critica .....	=	518 l/s
Alla quale corrisponderà :		
$R$ = raggio interno tubazione .....	=	40,00 cm
$B_{cr}$ = contorno bagnato corrente critica .....	=	111,08 cm
$A_{cr}$ = angolo sotteso corrente critica .....	=	2,78 rad
$Y_{cr}$ = altezza corrente critica .....	=	32,75 cm
$F_{cr}$ = franco corrente critica .....	=	47,25 cm

Il franco  $F_{cr}$  esistente fra pelo libero e bordo superiore della tubazione mostra come la sezione sia in grado di smaltire la portata critica  $Q_{2cr}$  in tutta sicurezza.

La velocità massima della corrente, essendo inferiore a 5 m/s, sarà tale da non determinare pericolose erosioni sia sulle pareti che sul fondo della tubazione.



- Verifica tubazione di scarico acque bianche nel torrente Meja - diametro interno cm.40

Il bacino colante intercettato dalla tubazione in oggetto risulta caratterizzato da una pendenza media superiore al 5% e da una superficie pari a circa (vedi tavola allegata) :

$$A = A3 \dots\dots\dots = 6,00 \text{ ha}$$

Utilizzando il metodo del volume d'invaso PALADINI-FANTOLI, fissato un periodo di ritorno pari a 200 anni, potremo adottare quale curva segnalatrice della possibilita' pluviometrica per la zona considerata la seguente relazione :

$$H_{cr} = a \times T_{cr}^n$$

dove :

$$\begin{aligned} H_{cr} &= \text{altezza della pioggia critica} \dots\dots\dots = 0,053 \text{ m} \\ T_{cr} &= \text{durata della pioggia critica} \dots\dots\dots = 0,36 \text{ h} \\ a &= \text{parametro delle piogge} \dots\dots\dots = 0,0746 \text{ m/(h}^n\text{)} \\ n &= \text{esponente delle piogge} \dots\dots\dots = 0,326 \end{aligned}$$

L'intensita' della pioggia critica potra' essere valutata allora in tal modo :

$$I_{cr} = 1000 \times H_{cr} / T_{cr}$$

in cui :

$$\begin{aligned} I_{cr} &= \text{intensita' della pioggia critica} \dots\dots\dots = 148,3 \text{ mm/h} \\ H_{cr} &= \text{altezza della pioggia critica} \dots\dots\dots = 0,053 \text{ m} \\ T_{cr} &= \text{durata della pioggia critica} \dots\dots\dots = 0,36 \text{ h} \end{aligned}$$

Il coefficiente udometrico associato alla pioggia critica potra' essere determinato deducendolo dalla formula SUPINO :

$$U_{cr} = 1000 \times (K/W)^{[(1-n_o)/n_o]}$$

in cui :

$$\begin{aligned}
 U_{cr} &= \text{coefficiente udometrico critico} \dots\dots\dots = 32,36 \text{ l/(sxha)} \\
 W &= \text{volume dell'invaso disponibile} \dots\dots\dots = 240,00 \text{ mc} \\
 K &= \frac{3600 \times A}{\ln[E_{cr}/(E_{cr}-1)]} \times \frac{(0,36 \times E_{cr})^{1/(n_o-1)}}{(C_a \times C_{r_x})} = 1,72E+01 \frac{m^3/[3/(1-n_o)]}{(sxha)^{n_o/(1-n_o)}}
 \end{aligned}$$

dove :

$$\begin{aligned}
 A &= \text{area bacino colante} \dots\dots\dots = 6,00 \text{ ha} \\
 E_{cr} &= \text{rapporto critico di portata} \dots\dots\dots = 1,54 \\
 C_a &= \text{coefficiente di assorbimento} \dots\dots\dots = 0,15 \\
 C_r &= \text{coefficiente di ritardo} \dots\dots\dots = 0,90 \\
 a &= \text{parametro delle piogge} \dots\dots\dots = 0,0746 \text{ m/[h}^{n_o}] \\
 n_o &= \text{nuovo esponente delle piogge} = n \times 4/3 \dots\dots\dots = 0,435
 \end{aligned}$$

La portata pluviale associata alla pioggia critica potra' essere determinata allora come :

$$Q_{3cr} = U_{cr} \times A$$

in cui :

$$\begin{aligned}
 Q_{3cr} &= \text{portata critica} \dots\dots\dots = 194 \text{ l/s} \\
 U_{cr} &= \text{coefficiente udometrico critico} \dots\dots\dots = 32,36 \text{ l/(sxha)} \\
 A &= \text{area bacino colante} \dots\dots\dots = 6,00 \text{ ha}
 \end{aligned}$$

Essendo la tubazione in cemento del diametro interno di cm.40 con pendenza minima pari al 1,50%, potremo verificare la capacita' di smaltimento di tale portata, utilizzando la formula di MANNING :

$$V_{cr} = C \times R_{cr}^{(2/3)} \times I^{(1/2)} = Q_{3cr} / S_{cr}$$

dove :

$$\begin{aligned}
 V_{cr} &= \text{velocita' corrente critica} \dots\dots\dots = 2,39 \text{ m/s} \\
 C &= \text{coefficiente di GAUCKLER-STRICKLER} \dots\dots\dots = 65,00 \text{ m}^{(1/3)}/\text{s} \\
 R_{cr} &= \text{raggio idraulico corrente critica} \dots\dots\dots = 11,24 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

IF = pendenza del fondo .....	=	2,50 %
Scr = area sezione corrente critica .....	=	810,68 cmq
Q3cr = portata critica .....	=	194 l/s

Alla quale corrispondera' :

R = raggio interno tubazione .....	=	20,00 cm
Bcr = contorno bagnato corrente critica .....	=	72,11 cm
Acr = angolo sotteso corrente critica .....	=	3,61 rad
Ycr = altezza corrente critica .....	=	24,60 cm
Fcr = franco corrente critica .....	=	15,40 cm

Il franco Fcr esistente fra pelo libero e bordo superiore della tubazione mostra come la sezione sia in grado di smaltire la portata critica Q3cr in tutta sicurezza.

La velocita' massima della corrente, essendo inferiore a 5 m/s, sara' tale da non determinare pericolose erosioni sia sulle pareti che sul fondo della tubazione.

#### - Verifica ponticello pista ciclabile di attraverso del torrente Meja

Ammesso di utilizzare, per la realizzazione del ponte, una sezione rettangolare in calcestruzzo armato di dimensioni interne pari a cm. 480x200h, fissata una pendenza del fondo pari allo 0,5%, potremo verificare se la portata critica precedentemente calcolata risulta smaltibile dalla sezione trasversale prescelta.

Utilizzando la formula di MANNING avremo :

$$V_{cr} = C \times R_{cr}^{2/3} \times I^{1/2} = Q_{4cr} / S_{cr}$$

dove :

Vcr = velocita' corrente critica .....	=	1,14 m/s
C = coefficiente di GAUCKLER-STRICKLER .....	=	35,00 m(1/3)/s
Rcr = raggio idraulico corrente critica .....	=	31,08 cm

IF = pendenza del fondo .....	=	0,50 %
Scr = area sezione corrente critica .....	=	17 136 cmq
Q4cr = Q1cr + Q2cr + Q3cr = portata critica .....	=	1 946 l/s

Alla quale corrispondera' :

Lf = larghezza fondo alveo .....	=	480,00 cm
Hp = profondita' alveo .....	=	200,00 cm
M = inclinazione delle pareti 1/M .....	=	1,0E+06
Lcr = larghezza corrente critica .....	=	480,00 cm
Bcr = contorno bagnato corrente critica .....	=	551,40 cm
Ycr = altezza corrente critica .....	=	35,70 cm
Fcr = franco corrente critica .....	=	164,30 cm

Il franco Fcr esistente fra pelo libero e intradosso del ponte mostra chiaramente che con la sezione trasversale prescelta e' possibile smaltire la portata critica Q4cr in tutta sicurezza.

La limitata velocita' della corrente critica sara' tale da non determinare pericolose erosioni sia sulle pareti che sul fondo dell' alveo.

#### - Verifica alveo torrente Meja a valle del manufatto di attraversamento lungo via Revislate

Essendo l'alveo del torrente Meja in terra con rivestimento erboso, a sezione trapezia di dimensioni cm. 100x300x150h e pendenza del fondo pari allo 1,00%, potremo verificare la capacita' di smaltimento della portata critica a valle del manufatto di attraversamento lungo via Revislate, utilizzando la formula di MANNING :

$$V_{cr} = C_x R_{cr}^{(2/3)} \times I F^{(1/2)} = Q_{4cr} / S_{cr}$$

dove :

Vcr = velocità corrente critica .....	=	1,86 m/s
C = coefficiente di GAUCKLER-STRICKLER .....	=	35,00 m <sup>(1/3)</sup> /s
Rcr = raggio idraulico corrente critica .....	=	38,68 cm
IF = pendenza del fondo .....	=	1,00 %
Scr = area sezione corrente critica .....	=	10 476 cmq
Q4cr = Q1cr + Q2cr + Q3cr = portata critica .....	=	1 946 l/s

Alla quale corrisponderà :

Lf = larghezza fondo alveo .....	=	100,00 cm
Hp = profondità alveo .....	=	150,00 cm
M = inclinazione delle pareti 1/M .....	=	1,50
Lcr = larghezza corrente critica .....	=	194,77 cm
Bcr = contorno bagnato corrente critica .....	=	270,86 cm
Ycr = altezza corrente critica .....	=	71,08 cm
Fcr = franco corrente critica .....	=	78,92 cm

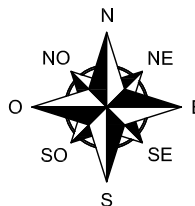
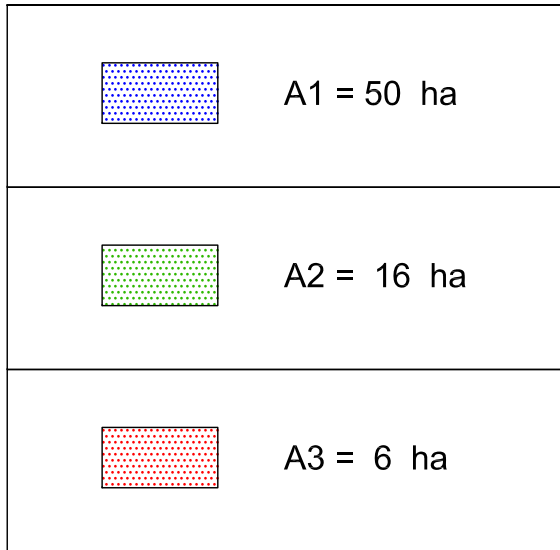
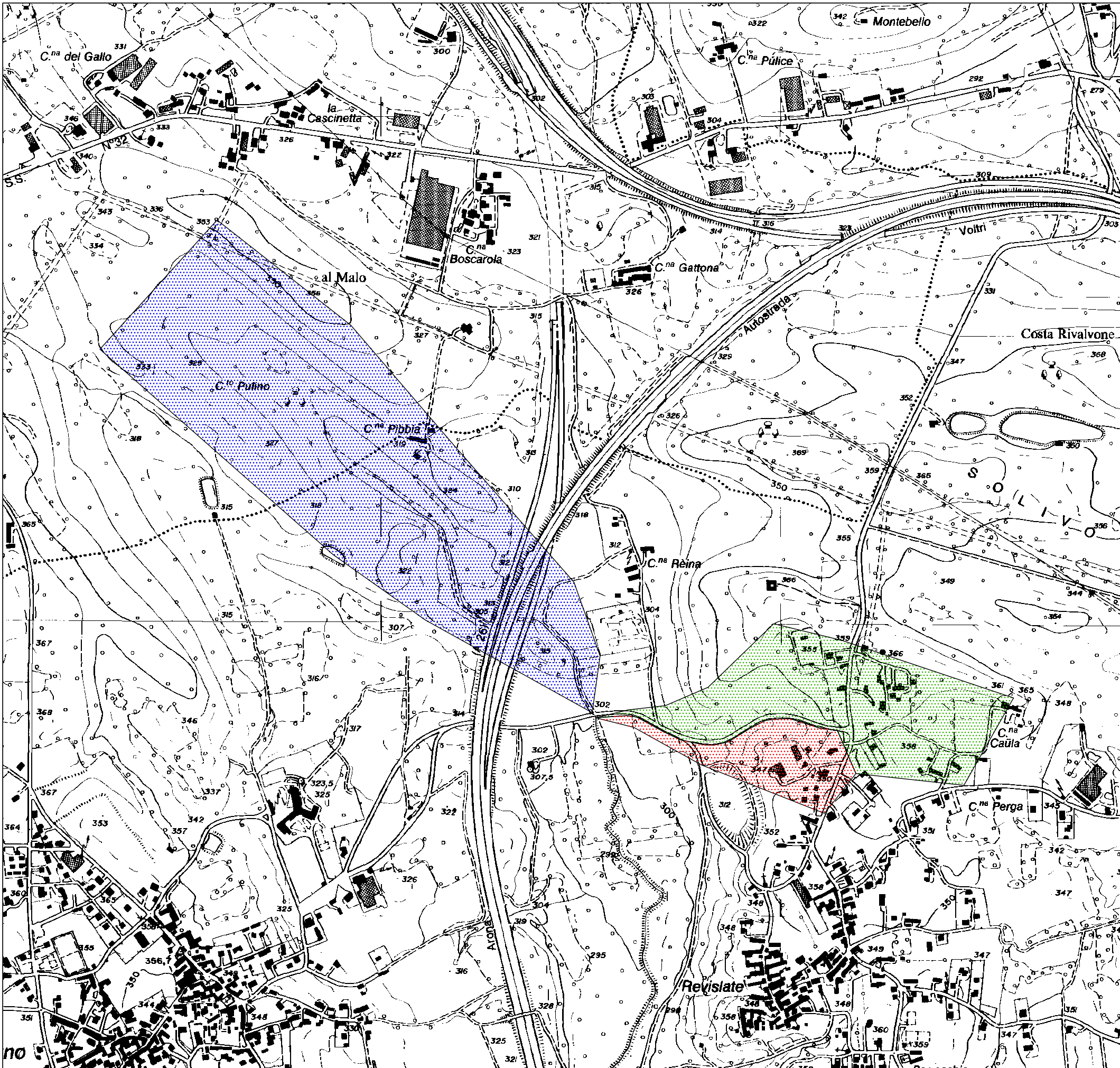
Il franco Fcr esistente fra pelo libero e bordo superiore dell'argine mostra che con la sezione trasversale è possibile smaltire la portata critica Q4cr in tutta sicurezza.

La limitata velocità della corrente critica sarà tale da non determinare pericolose erosioni sia sulle pareti che sul fondo dell'alveo.

IL PROGETTISTA

.....

## BACINI COLANTI



Scala : 1:10.000

