

---

**3 EMME S.R.L.**  
via Del Varò, 4 Acquafredda (BS)

**COMUNE DI ACQUAFREDDA**  
(Provincia di Brescia)

---

## **AMPLIAMENTO INSEDIAMENTO PRODUTTIVO sito in ACQUAFREDDA, via DEL VARO' n°4 (SUAP - art. 97 LR 12/2005 in variante PGT)**

### **RELAZIONE IDRAULICA**

---

**OTTOBRE 2024**  
REV. AGOSTO 2025

---

### **IL TECNICO INCARICATO**

**Dott. Ing. Francesco Marcandelli**  
Via Brescia, 95 – 25036 Palazzolo sull’Oglio (BS)  
Tel. 328-7896274 Fax 030-5124214  
e-mail: ing.marcandelli@gmail.com

## I N D I C E

<b>1</b>	<b>PREMESSE.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>STATO DI FATTO DEL RETICOLO IDRICO.....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>VERIFICHE IDRAULICHE STATO DI FATTO.....</b>	<b>7</b>
4.1	Tratto A-B .....	8
4.2	Tratto B-C .....	9
4.3	Tratto C-D .....	10
<b>5</b>	<b>INTERVENTO DI PROGETTO .....</b>	<b>11</b>
5.1	PORTATA DI PROGETTO .....	12
5.2	VERIFICA IDRAULICA CANALE DI PROGETTO.....	12
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>13</b>

## 1 PREMESSE

La presente relazione idraulica è stata commissionata dalla ditta 3 EMME s.r.l. a corredo della richiesta di spostamento del corpo idrico che attraversa la sede aziendale, area oggetto di richiesta di ampliamento (SUAP - art. 97 LR 12/2005 in variante PGT).

La presente ha l'obiettivo di verificare la portata di scolo che transita nell'attuale canale e di dimensionare e verificare la sezione del nuovo tratto a cielo aperto.

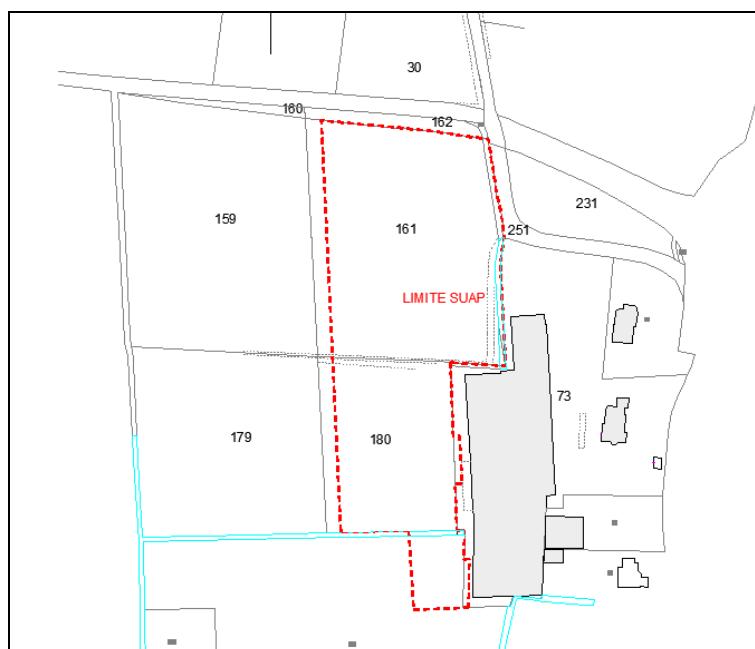
Preliminarmente ai calcoli idraulici, è stato eseguito un rilievo piano altimetrico con strumentazione GPS e successiva correzione delle quote rilevate con grigliati IGM.

## 2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

La sede della ditta 3 EMME, si trova a sud della SP11, via per Visano, subito a ovest dell'incrocio con via del Varò.



Catastralmente le aree sono individuate dai seguenti mappali:



### 3 STATO DI FATTO DEL RETICOLO IDRICO

L'area oggetto di richiesta di ampliamento è attraversata da un canale di scolo che raccoglie le acque dei terreni a monte e non ha funzioni irrigue.



Il canale attraversa la SP11 (via per Visano) con un manufatto intubato, inizialmente con sezione in muratura e successivamente con una tubazione in calcestruzzo DN1000.



Tratto a monte punto A



Punto A

Il canale prosegue con sezione trapezia in terra, con base 30 cm e scarpa 1.50:1.00 (h) fino al punto

B.

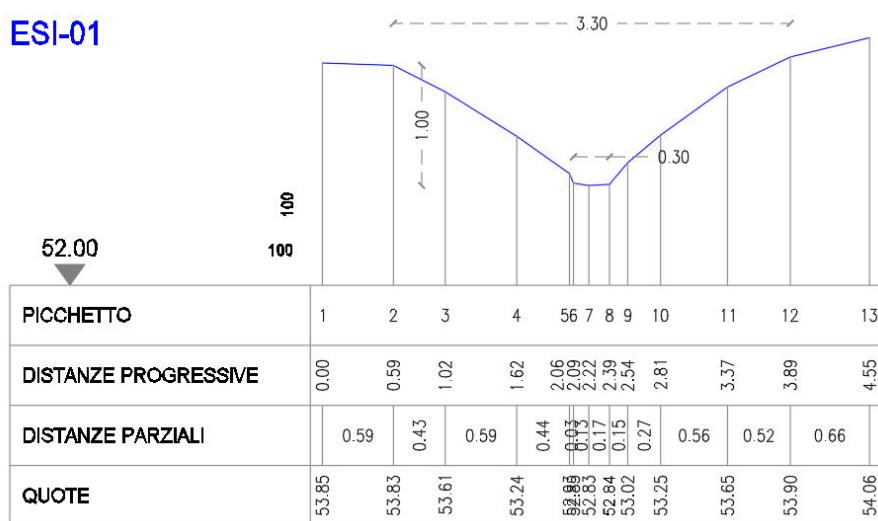


Tratto A-B



Punto B

Si riporta la sezione tipo rilevata del tratto A-B.

**ESI-01**

I fondi delle tubazioni CLS DN1000 sono:

- punto A: 52.59 m.s.m;
- punto B: 52.50 m.s.m;

La pendenza del tratto A-B è pari a 2.1/1000.

Il canale prosegue intubato per tutto il tratto B-C per circa 190m (tubazione CLS DN1000).



Punto C

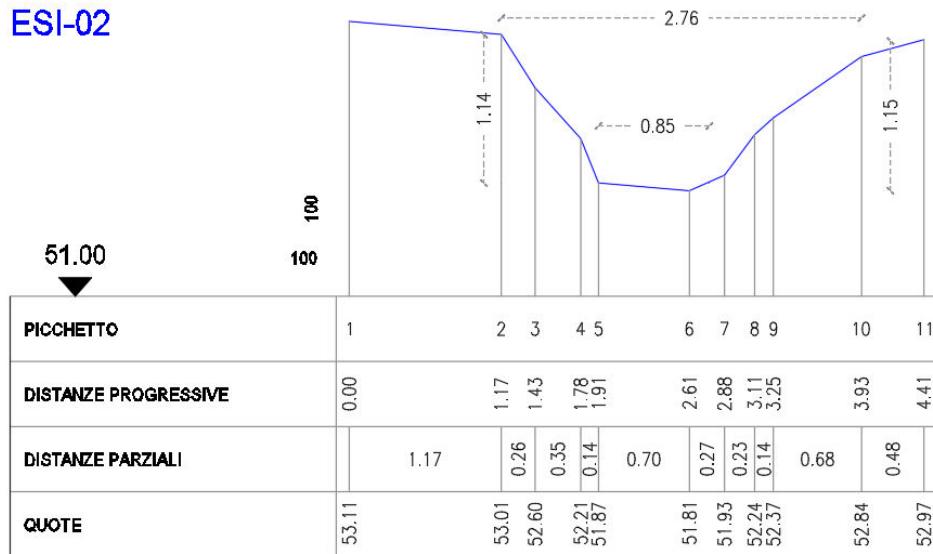
I fondo della tubazione CLS DN1000 nel punto C è pari a 52.12 m.s.m, pertanto la pendenza del tratto B-C è pari a 2/1000.

Il tratto a C-D presenta una sezione trapezia in terra, con base 85 cm e scarpa 0.80:1.00 (h).



Tratto C-D

Si riporta la sezione tipo rilevata del tratto C-D.



## 4 VERIFICHE IDRAULICHE STATO DI FATTO

Vista la natura del canale, che raccoglie gli scoli dei terreni a monte e non ha una regimazione irrigua, avrebbe poco senso un’analisi idrologica e un calcolo afflusso deflussi per l’individuazione della portata ad un dato tempo di ritorno.

Si è preferito, in favore di sicurezza, individuare la massima portata transitabile nelle sezioni esistenti, in modo da dimensionare le sezioni di progetto.

Le verifiche idrauliche sono state eseguite in moto uniforme.

La verifica idraulica in moto uniforme delle condotte e delle sezioni dei corpi idrici sono state eseguite, verificando per ciascuna condotta la portata al massimo riempimento  $Q_r$  prevista nella sezione in esame, mentre per le sezioni a cielo aperto che il livello idrico in alveo fosse inferiore all’altezza massima della sezione.

La portata  $Q_r$  di massimo riempimento è determinata con la formula di Chèzy-Strickler del moto uniforme:

$$Q_r = A_r k R_r^{2/3} i^{1/2}$$

dove:

$Q_r$  è la portata al riempimento del collettore;

$A_r$  è l’area della sezione liquida occupata dalla corrente. Nel caso riempimento di un collettore circolare  $A_r = \pi D^2/4$ , essendo  $D$  il diametro interno della condotta;

$k$  è l’indice di scabrezza di Gauckler-Strikler, variabile da 70 (condotti e canali in calcestruzzo) a 37 (canali interra con erba);

$R_r$  è il raggio idraulico della sezione al riempimento  $R_r = D/4$  nel caso di sezioni circolari;

$i$  è la pendenza minima di fondo.

La verifica idraulica si ritiene soddisfatta se la portata al massimo riempimento  $Q_r$  risulta superiore alla portata massima  $Q_{max}$  da convogliare nel tratto di tubazione o alveo a cielo aperto:

$$Q_r > Q_{max}$$

Per l’individuazione dei coefficienti di scabrezza, si è fatto riferimento a dati di letteratura, in

particolare quanto riportato in letteratura (Open-channel hydraulics - Ven Te Chow)

Tipo di canale e descrizione	Minimo	Normale	Massimo
<b>C. SCAVATO O DRAGATO</b>			
a. Terra. dritta e uniforme			
1. Pulito. appena completato	63	56	50
2. Pulito. dopo l'esposizione agli agenti atmosferici	56	45	40
3. Ghiaia. sezione uniforme. pulita	45	40	33
4. Con erba corta. poche erbacce	45	37	30
b. Terra. tortuosa e lenta			
1. Nessuna vegetazione	43	40	33
2. Erba. qualche erbaccia	40	33	30
3. Erbacce dense o piante acquatiche in canali profondi	17	29	25
4. Fondo di terra e lati di macerie	36	33	29
5. Fondo sassoso e rive erbose	40	29	25
6. Fondo di ciottoli e lati puliti	33	25	20
c. Dragato o scavato con draga			
1. Nessuna vegetazione	40	36	30
2. Pennellate leggere sulle rive	29	20	17
d. Tagli di roccia			
1. Liscio e uniforme	40	29	25
2. Frastagliato e irregolare	29	25	20
e. Canali non mantenuti. erbacce e sterpaglie non tagliate			
1. Erbacce dense. alte quanto la profondità del flusso	20	13	8
2. Fondo pulito. spazzolare sui lati	25	20	13
3. Lo stesso. stadio più alto del flusso	22	14	9
4. Pennello denso. fase alta	13	10	7

Di seguito si riportano le verifiche idrauliche, eseguite a seguito del rilievo e dei sopralluoghi effettuati.

#### 4.1 Tratto A-B

Le verifiche sono state eseguite nel tratto a cielo aperto a valle dell'attraversamento della SP11. La sezione convoglia una portata massima di 865 l/s.

SCALA DI MOTO UNIFORME PER SEZIONE CON UNA SPONDA TRAPEZIA					
- Formula di Chezy-Strickler -					
base	b = 0.30 m	scarpa	z = 1.50 : 1 (h)	pendenza	i = 0.0021 m/m
Strickler	k = 37				
livello idrico	sezione liquida	contorno bagnato	raggio idraulico	velocità	Portata
m	mq	m	m	m/s	mc/s
0.00	0.000	0.300	0.000	0.000	0.000
0.10	0.038	0.580	0.065	0.273	0.010
0.20	0.090	0.861	0.105	0.377	0.034
0.30	0.158	1.141	0.138	0.453	0.071
0.40	0.240	1.421	0.169	0.519	0.124
0.50	0.338	1.701	0.198	0.577	0.195
0.60	0.450	1.982	0.227	0.632	0.284
0.70	0.578	2.262	0.255	0.683	0.394
0.80	0.720	2.542	0.283	0.732	0.527
0.90	0.878	2.822	0.311	0.779	0.683
1.00	1.050	3.103	0.338	0.824	0.865
1.10	1.238	3.383	0.366	0.868	1.074

## 4.2 Tratto B-C

Le verifiche sono state eseguite nel tratto tombinato. La sezione convoglia una portata massima di 1050 l/s.

SCALA DELLE PORTATE PER SEZIONE CIRCOLARE								
Formula di Chezy-Strickler								
$Q = A k R^{2/3} i^{1/2}$								
Diametro interno $D_i =$	1000 mm							
Pendenza $i =$	0.0020 m/m							
Strickler $k =$	70 $m^{1/3}/s$							
altezza idrica  h m	rapporto riempim.  h/D	rapporto riempim.  h/r	sezione liquida  A mq	perimetro bagnato  P m	raggio idraulico  R m	larghezza superficie  B m	velocità corrente  V m/s	portata  Q mc/s
<b>0.000</b>	0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	<b>0.000</b>
<b>0.050</b>	5%	0.100	0.015	0.451	0.033	0.436	0.319	<b>0.005</b>
<b>0.100</b>	10%	0.200	0.041	0.644	0.064	0.600	0.498	<b>0.020</b>
<b>0.150</b>	15%	0.300	0.074	0.795	0.093	0.714	0.642	<b>0.047</b>
<b>0.200</b>	20%	0.400	0.112	0.927	0.121	0.800	0.764	<b>0.085</b>
<b>0.250</b>	25%	0.500	0.154	1.047	0.147	0.866	0.870	<b>0.134</b>
<b>0.300</b>	30%	0.600	0.198	1.159	0.171	0.917	0.964	<b>0.191</b>
<b>0.350</b>	35%	0.700	0.245	1.266	0.193	0.954	1.047	<b>0.257</b>
<b>0.400</b>	40%	0.800	0.293	1.369	0.214	0.980	1.121	<b>0.329</b>
<b>0.450</b>	45%	0.900	0.343	1.471	0.233	0.995	1.186	<b>0.406</b>
<b>0.500</b>	50%	1.000	0.393	1.571	0.250	1.000	1.242	<b>0.488</b>
<b>0.550</b>	55%	1.100	0.443	1.671	0.265	0.995	1.291	<b>0.571</b>
<b>0.600</b>	60%	1.200	0.492	1.772	0.278	0.980	1.332	<b>0.656</b>
<b>0.650</b>	65%	1.300	0.540	1.875	0.288	0.954	1.366	<b>0.738</b>
<b>0.700</b>	70%	1.400	0.587	1.982	0.296	0.917	1.391	<b>0.817</b>
<b>0.750</b>	75%	1.500	0.632	2.094	0.302	0.866	1.408	<b>0.890</b>
<b>0.800</b>	80%	1.600	0.674	2.214	0.304	0.800	1.416	<b>0.954</b>
<b>0.850</b>	85%	1.700	0.712	2.346	0.303	0.714	1.413	<b>1.005</b>
<b>0.900</b>	90%	1.800	0.745	2.498	0.298	0.600	1.397	<b>1.040</b>
<b>0.940</b>	94%	1.880	0.766	2.647	0.289	0.475	1.370	<b>1.050</b>
<b>1.000</b>	100%	2.000	0.785	3.142	0.250	0.000	1.242	<b>0.976</b>

La portata risulta sicuramente sovra stimata in quanto il calcolo non considera la componente di rigurgito provocata dal canale di valle, fortemente influenzato dal livello della falda. Si considera questa semplificazione a favore di sicurezza.

### 4.3 Tratto C-D

Le verifiche sono state eseguite nel tratto a cielo aperto a valle dell'attraversamento della SP11. La sezione convoglia una portata massima di 1.323 l/s.

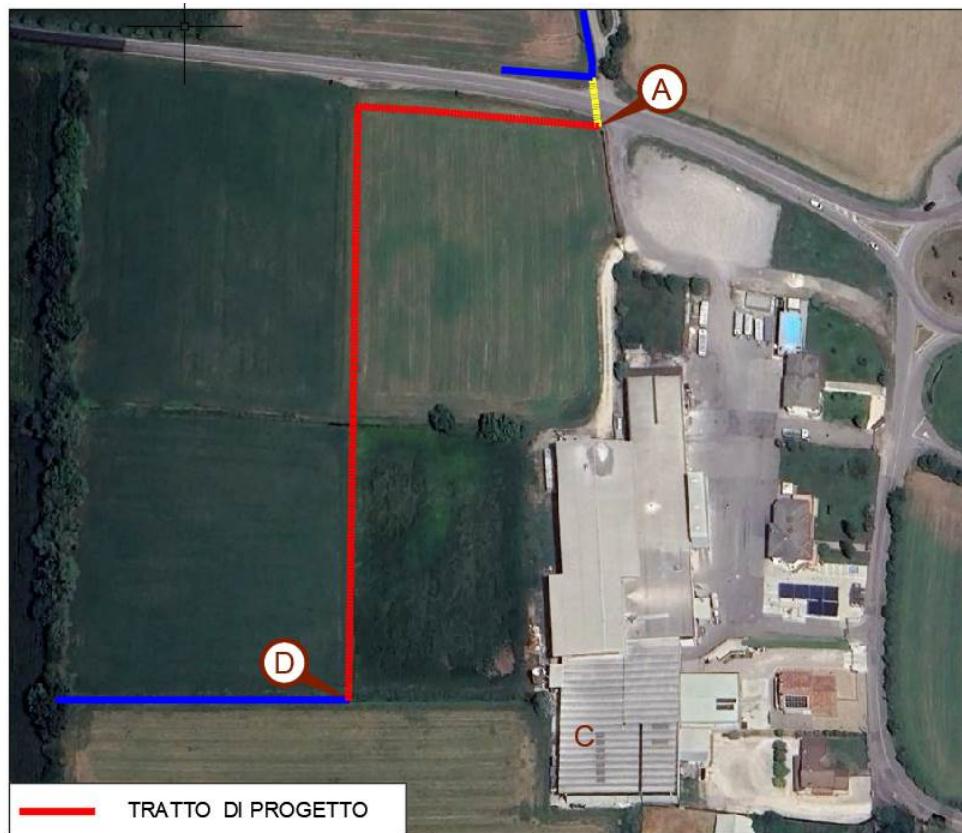
SCALA DI MOTO UNIFORME PER SEZIONE CON UNA SPONDA TRAPEZIA					
- Formula di Chezy-Strickler -					
base	b =	0.85 m			
scarpa	z =	0.80 : 1 (h)			
pendenza	i =	0.0020 m/m			
Strickler	k =	37			
livello idrico m	sezione liquida mq	contorno bagnato m	raggio idraulico m	velocità m/s	Portata mc/s
0.00	0.000	0.850	0.000	0.000	<b>0.000</b>
0.10	0.089	1.078	0.083	0.314	<b>0.028</b>
0.20	0.186	1.306	0.142	0.452	<b>0.084</b>
0.30	0.291	1.534	0.190	0.547	<b>0.159</b>
0.40	0.404	1.762	0.229	0.620	<b>0.251</b>
0.50	0.525	1.990	0.264	0.681	<b>0.358</b>
0.60	0.654	2.218	0.295	0.734	<b>0.480</b>
0.70	0.791	2.446	0.323	0.780	<b>0.617</b>
0.80	0.936	2.674	0.350	0.823	<b>0.770</b>
0.90	1.089	2.903	0.375	0.862	<b>0.938</b>
1.00	1.250	3.131	0.399	0.898	<b>1.123</b>
1.10	1.419	3.359	0.422	0.933	<b>1.323</b>

Il tratto a valle riceve gli scarichi delle coperture e dei piazzali della ditta 3Emme.

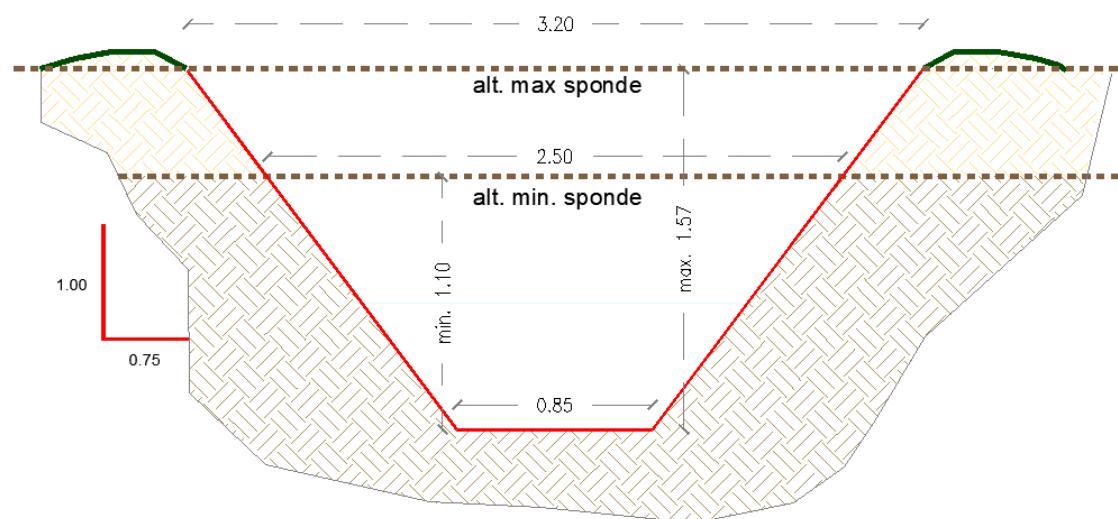
La portata risulta sicuramente sovra stimata in quanto il calcolo non considera la componente di rigurgito provocata dal canale di valle, fortemente influenzato dal livello della falda. Si considera questa semplificazione a favore di sicurezza.

## 5 INTERVENTO DI PROGETTO

Si prevede lo spostamento del tratto A-B-C e la formazione di un nuovo tratto (A-D) di lunghezza pari a circa 300m. Il tracciato del nuovo canale è previsto a ovest del nuovo ampliamento, a confine con il mappale 159. Si rimanda alla tavola allegata per maggiori dettagli.



Si prevede la formazione di un reticolo in terra a sezione trapezia con base 85 cm, scarpa 0.75:1.00 (h) e altezza minima di 1.10 m.



Il nuovo canale avrà inizio dal punto A, subito a valle dell'attraversamento della SP11, con quota di fondo pari a 52.59 m.s.m e avrà fine nel punto D con quota di fondo pari a 52.00 m.s.m.. La pendenza di progetto sarà quindi pari a 2/1000.

## 5.1 PORTATA DI PROGETTO

La portata massima transitabile nel tratto a cielo aperto A-B è pari a 865 l/s, mentre la portata nel tratto tombinato B-C è pari a 1050 l/s. Si ricorda che portate dei canali esistenti sono state stimate ipotizzando il massimo riempimento della sezione.

In favore di sicurezza, per il dimensionamento del nuovo tratto A-D si è considerata la portata maggiore, pari a 1050 l/s.

## 5.2 VERIFICA IDRAULICA CANALE DI PROGETTO

Le verifiche sono state eseguite nel tratto a cielo aperto a valle dell'attraversamento della SP11. Come per le verifiche sullo stato di fatto, le verifiche sono state eseguite nell'ipotesi di moto uniforme ipotizzando un coefficiente di scabrezza K pari a 37.

<b>SCALA DI MOTO UNIFORME PER SEZIONE CON UNA SPONDA TRAPEZIA</b>					
<b>- Formula di Chezy-Strickler -</b>					
base	b =	0.85 m	scarpa	z =	0.75 : 1 (h)
pendenza	i =	0.0020 m/m	Strickler	k =	37
livello idrico	seziona liquida	contorno bagnato	raggio idraulico	velocità	Portata
m	mq	m	m	m/s	mc/s
0.00	0.000	0.850	0.000	0.000	<b>0.000</b>
0.10	0.089	1.075	0.083	0.314	<b>0.028</b>
0.20	0.185	1.300	0.142	0.451	<b>0.083</b>
0.30	0.289	1.525	0.189	0.546	<b>0.158</b>
0.40	0.400	1.750	0.229	0.619	<b>0.247</b>
0.50	0.519	1.975	0.263	0.679	<b>0.352</b>
0.60	0.645	2.200	0.293	0.730	<b>0.471</b>
0.70	0.779	2.425	0.321	0.776	<b>0.604</b>
0.88	1.038	2.830	0.367	0.848	<b>0.881</b>
0.92	1.099	2.920	0.377	0.863	<b>0.949</b>
0.98	1.193	3.055	0.391	0.884	<b>1.055</b>
1.02	1.257	3.145	0.400	0.898	<b>1.129</b>
1.10	1.389	3.325	0.418	0.925	<b>1.284</b>

La portata massima transitabile è pari a 1284 l/s, ben superiore a quella massima che potenzialmente può transitare nell'attuale canale.

## 6 CONCLUSIONI

A seguito del rilievo strumentale dei tratti di canale interessati, in base alle ipotesi formulate e alle verifiche idrauliche emerge che il nuovo tracciato del canale di scolo porterà dei benefici rispetto alla situazione esistente in quanto:

- sarà interamente a cielo aperto, evitando sezioni intubate di difficile manutenzione e che possono essere potenziale causa di ostruzioni;
- avrà una sezione maggiore rispetto a quello attuale, permettendo il passaggio delle portate con franchi di sicurezza maggiori.

Palazzolo s/O, 26.10.2024

REV. Agosto 2025

Il tecnico

Dott. Ing. Francesco Marcandelli

