

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. INFRASTRUTTURE CENTRO

PROGETTO DEFINITIVO

VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA

RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – CHIETI

LOTTO 1 - TRATTA PESCARA PORTA NUOVA - PM SAN GIOVANNI  
TEATINO

IDROLOGIA E IDRAULICA-Corsi d'acqua minori

Lotto 1 - Relazione Idraulica Attraversamenti Minori Secondari

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

IA4S 01 D 29 RI ID0002 002 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autore	Autozzato Data
A	Emissione Esecutiva	P.Luciani	28/05/2019	D.Orlando	29/05/2019	T.Paoletti	30/05/2019	Arduini	ITALFERR S.p.A. Direzione Tecnica Infrastruttura Centro Roma - Servizio Arduini Via Salaria - Palazzo Arduini n. 15542 Roma



VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA - PESCARA.  
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA  
- CHIETI. LOTTO 1: TRATTA PESCARA PORTA NUOVA - PM  
SAN GIOVANNI TEATINO  
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione Idraulica Attraversamenti Minori secondari

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA4S	01 D 29	RI	ID0002 002	A	2 di 14

## INDICE

1. PREMESSA .....	4
2. INQUADRAMENTO DEL PROGETTO.....	5
3. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	6
4. STUDIO IDROLOGICO .....	7
5. CRITERI DI PROGETTO.....	8
6. CARATTERISTICHE DEI BACINI .....	9
7. PORTATE DI PROGETTO.....	10
8. STUDIO IDRAULICO.....	11
8.1 INQUADRAMENTO DELLE INTERFERENZE.....	11
8.2 INTERVENTI DI INALVEAZIONE E RACCORDO CON L'OPERA DI ATTRAVERSAMENTO.....	12
9. METODOLOGIE DI VERIFICHE IDRAULICHE .....	12
9.1 VERIFICHE IDRAULICHE .....	13
9.2 VERIFICA IN MOTO UNIFORME .....	13

## 1. PREMESSA

Il presente studio riferisce la metodologia per effettuare le verifiche idrauliche dei corsi d'acqua minori interferenti con il raddoppio della tratta ferroviaria in progetto del lotto 1 tra Pescara Porta Nuova e Chieti. Il lotto si estende dalla PK 0+000 alla PK 6+550. Per corsi d'acqua minori secondari si intendono quei tombini, sostanzialmente di trasparenza, per i quali non vi erano dati di base e condizioni idrauliche tali da permettere e richiedere lo studio del comportamento con modelli differenti da quelli di moto uniforme.

Il progetto del raddoppio ferroviario della tratta in oggetto si sviluppa in un ambito urbano fortemente antropomorfizzato; la richiesta da parte della Committenza di ridurre i tempi di interruzione dell'esercizio ferroviario rispetto alle ipotesi del PP2006 e cercando di salvaguardare il tessuto urbano esistente, risulta incompatibile con la necessità di innalzare il PF in modo da garantire le dimensioni minime interne previste dal MdP per i tombini (MdP 3.7.2.2.2). L'ipotesi di innalzamento del PF avrebbe comportato la necessità di intervenire su tutte le interferenze stradali di scavalco, ad oggi non interessate da alcun intervento (Es.: Autostrade A25, A14, Asse Attrezzato PE-CH), creando notevoli disagi al traffico stradale ed un aumento ulteriore dei costi. Di conseguenza, come evidenziato nella relazione generale e, più nello specifico nella relazione idraulica di PFTE, le interferenze minori idrauliche sono state studiate puntualmente prevedendo, ove non possibile altrimenti, opere non standard, ovvero opere con un'altezza minima interna prevista da MdP. La criticità è stata segnalata puntualmente nella relazione delle interferenze idrauliche minori. In ogni caso sono garantiti i franchi idraulici relativi al grado di riempimento massimo e pendenza minima longitudinale, come da MdP. Nei tratti di linea ferroviaria (rilevato e trincea) interessati da livelli di piena significativi per la sicurezza della linea sono previste opere di sostegno con funzione di difesa idraulica.

Inoltre, il contesto fortemente urbanizzato che caratterizza il progetto in oggetto ha una difficoltà idraulica intrinseca, che consiste in un'incertezza delle condizioni al contorno, in particolare di valle, dovute all'impossibilità di ispezionare le continuità idrauliche urbane, sovente tombate. Dove non è stato possibile fare altrimenti si è quindi scelto di utilizzare come condizioni al contorno le pendenze rilevate dei tratti di monte e di valle. Nella fase esecutiva della progettazione dovrà essere meglio definito il raccordo dell'opera in progetto all'opera idraulica esistente. Prima dell'inizio dei lavori andranno verificata puntualmente le quote precise dei recapiti, in quanto suscettibili di modifiche nel tempo.

## 2. INQUADRAMENTO DEL PROGETTO

Il progetto del raddoppio della linea ferroviaria Pescara Porta Nuova-Chieti si sviluppa in destra idraulica del fiume Pescara e interessa diversi corsi d'acqua minori che confluiscono poi nel fiume principale. Lo studio del fiume Pescara è oggetto di altro elaborato. Il tracciato si sviluppa per 6.5 Km per quanto attiene al lotto 1 ed è caratterizzato da rilevati di modesta entità. Costeggia la zona industriale pertanto molti recapiti dei corsi d'acqua minori risultano tombati.

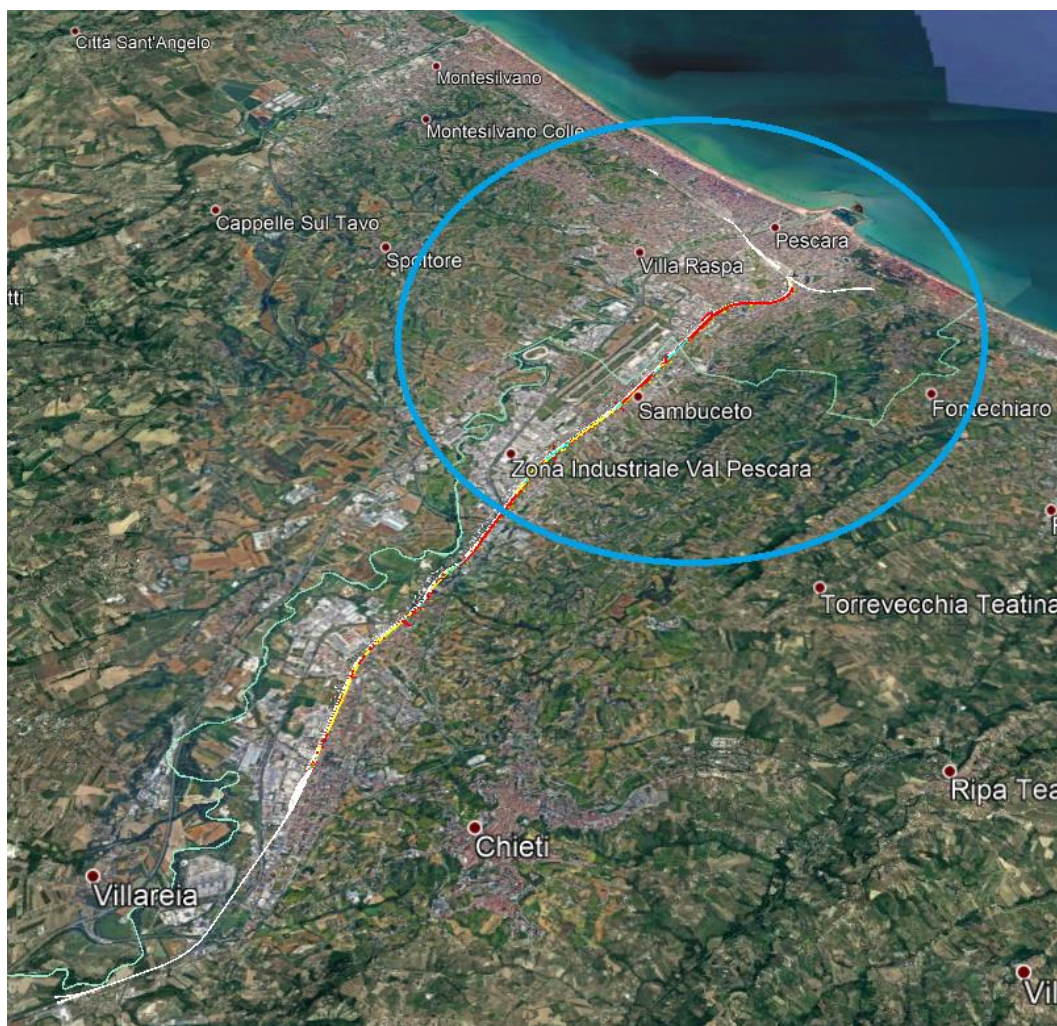


Figura 1 – Inquadramento del Lotto 1

### 3. RIFERIMENTI NORMATIVI

- Regio Decreto 25/07/1904 n°523 “Testo unico delle disposizioni di alle opere idrauliche delle diverse categorie”;
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Distretto Idrografico del f (P.G.R.A. 03/03/2016);
- "Manuale di Progettazione delle Opere Civili" della Rete Ferroviaria Italiana (RFI) aggiornato all'anno 2018.
- Prescrizioni normative del Ministero dei Lavori Pubblici In Italia i riferimenti normativi ai quali si deve attenere il progettista
- PIANO STRALCIO DIFESA ALLUVIONI – P.S.D.A. – redatto dall’Autorità dei Bacini Regionali e Interregionali del Fiume Sangro, approvato con delibera n.6 del 31/07/2007 del Comitato Istituzionale.
- Piano di gestione del rischio alluvioni (PGRA) del distretto dell'appennino centrale Adottato dal Comitato Istituzionale integrato il 17 dicembre 2015 Approvato dal Comitato Istituzionale integrato il 3 marzo 2016
- NTC 17/01/2018 e Circolare Esplicativa

#### 4. STUDIO IDROLOGICO

Lo studio idrologico IA4S00D09RIID0001001B e al quale si rimanda per i dettagli, allegato al progetto, è stato caratterizzato dalle seguenti fasi:

- analisi pluviometrica per la definizione dell'altezza totale di precipitazione,
- definizione della precipitazione netta, ovvero la componente di precipitazione che partecipa al deflusso, pari alla precipitazione totale depurata da quella che risulta persa in conseguenza a perdite idrologiche (immagazzinamento superficiale, vegetazione, evaporazione, infiltrazione)
- trasformazione afflussi-deflussi per il calcolo delle caratteristiche dell'onda di piena, per vari tempi di ritorno;
- analisi statistica delle registrazioni idrometriche, con determinazione/stima "diretta" delle portate al colmo di progetto;
- applicazione delle procedure di regionalizzazione delle piogge (VA.PI.) e delle portate (P.S.D.A. – Piano Stralcio Difesa Alluvioni della Regione Abruzzo) disponibili.

Lo studio idrologico allegato al progetto ha dapprima calcolato le caratteristiche morfometriche dei bacini. Successivamente ha stimato le portate in progetto partendo dal tempo di corrivazione calcolato con la media tra i metodi Kirpich, Ventura, Pasini, Puglisi, Pezzoli. Le piogge sono il risultato delle analisi statistiche eseguite con il metodo di Gumbel delle registrazioni pluviometriche delle stazioni di misura per vari tempi di ritorno, relativi alle stazioni pluviometriche considerate.

La portata al colmo è stata calcolata con il metodo razionale e il coefficiente di deflusso  $\varphi$  è stato valutato applicando il metodo del Curve Number CN (SCS method), sulla base della copertura del suolo (all'interno del bacino in esame) riportata nel Corine Land Cover (CLC) al 4° Livello (Ispra, 2012): in particolare, ad ogni codice del CLC relativo ad una specifica copertura del suolo è stato assegnato il relativo CN, dedotto da tabelle disponibili in letteratura e applicando il modello SCS-CN.

Per l'elaborazione dei dati idrologici si rimanda all'elaborato IA4S00D09RIID0001001B allegato al progetto mentre nel presente studio si allega la sola sintesi delle elaborazioni.

## 5. CRITERI DI PROGETTO

Lo studio idraulico è finalizzato al dimensionamento delle sezioni di deflusso dei manufatti e degli eventuali accorgimenti da mettere in opera per consentire lo smaltimento delle acque meteoriche intercettate dal rilevato e, più in generale, alla risoluzione delle problematiche connesse con il regime idraulico dell'area interessata dalla nuova linea ferroviaria in progetto.

Come previsto dal Manuale di Progettazione RFI/Italferr ogni tipo di manufatto idraulico verrà verificato utilizzando i seguenti tempi di ritorno  $T_r$  (essendo  $S$  la superficie del bacino):

a) Manufatti di attraversamento (ponti e tombini):

linea ferroviaria  $T_r = 300$  anni per  $S \geq 10 \text{ km}^2$ .

linea ferroviaria  $T_r = 200$  anni per  $S < 10 \text{ km}^2$ .

b) Inalveamenti:

tratti a monte e a valle della linea ferroviaria  $T_r = 300$  anni per  $S \geq 10 \text{ km}^2$ .

tratti a monte e a valle della linea ferroviaria  $T_r = 200$  anni per  $S < 10 \text{ km}^2$ .

Da Manuale RFI, per i tombini deve essere inoltre garantito un grado di riempimento massimo del 70% ed una pendenza minima dello 0.2%. Sono state inoltre prese in considerazione le prescrizioni della Circolare Esplicativa NTC 2018, che richiede per i tombini un grado di riempimento massimo pari a 2/3 dell'altezza, ed in ogni caso un franco minimo di 0.5m.

Riassumendo:

- Riempimento massimo 66%
- Franco minimo 0.5m
- Pendenza minima tombino 0.2%
- Velocità massime 6 m/s



## 6. CARATTERISTICHE DEI BACINI

In questo capitolo vengono espone le risultanze fondamentali relativamente all'analisi probabilistica degli estremi idrologici sviluppate nell'ambito dello studio idrologica descritto nella relazione tecnica specialistica allegata al presente Progetto Definitivo IA4S00D09RIID0001001B.

Tabella 1 – Caratteristiche dei bacni estratte dalla relazione idrologica di riferimento

PESCARA-CHIETI						
Id.	Area	Lunghezza asta principale	Altitudine massima	Altitudine minima	Altitudine media	Pendenza media
bacino	Km <sup>2</sup>	Km	m s.l.m.	m s.l.m.	m s.l.m.	m/m
1	0.125	-	19	7	15.24	0.03
2	1.1	2.55	183	16	65.4	0.13
3	0.02	-	23	18	21.23	0.02
4	0.45	0.61	54	18	26.2	0.05
5	0.02	-	23	19	20.4	0.02
6	1.18	2.36	210	20	76.6	0.18
7	0.064	-	24	22	23.1	0.007
8	0.06	-	24	21	22.5	0.01
9	0.05	-	24	21	22.2	0.01
10	0.047	-	23	21	22	0.015
11	0.58	1.8	213	21	85.7	0.2
12	0.02	-	23	19	20.4	0.01
13	0.022	-	20	19	19.99	0.002
14	0.032	-	22	19	20.11	0.02
15	0.74	1.71	212	21	85.73	0.1
16	0.04	-	22	17	19.6	0.02
17	0.04	-	22	18	20.1	0.02
18	0.03	0.67	22	19	20.44	0.02
19	0.06	-	24	20	21.73	0.01
20	0.13	0.57	49	21	28.1	0.05
21	1.46	2	200	22	79.7	0.2
22	0.23	0.66	75	22	35.5	0.09
23	0.08	-	28	22	23.475	0.01
24	0.11	-	53	22	88.2	0.09
25	1.178	1.6	176	21	64.05	0.12
26	1.003	1.858	210	23.5	85	0.033
27	0.05	-	29	22	25.6	0.04
28	0.867	1.787	285	22.5	80	0.032
29	0.667	1.396	150	16.5	55	0.028
30	1.137	2.332	225	28	95	0.029
31	0.54	1.4	157	29	67.22	0.13
32	1.317	2.612	307	32.5	105	0.028
33	0.08	-	54	31	42.26	0.06
34	1.82	2.7	292	35	105.2	0.17
35	0.035	-	45	35	40.48	0.05
36	0.021	-	45	38	40.84	0.04
37	0.021	-	47	40	42.62	0.04
38	0.09	-	48	42	45.69	0.02
39	0.05	-	48	43	45.63	0.02
40	0.17	-	49	39	43.9	0.03
41	0.15	-	50	40	45.9	0.02

## 7. PORTATE DI PROGETTO

Nella tabella seguenti si riassumono le portate principali di dimensionamento delle opere di attraversamento.

Tabella 2 – Portate di progetto estratte dalla relazione idrologica di riferimento

PESCARA-CHIETI							
Id.	Tc (ore)	CN	S	Portate di progetto			
bacino				Q (Tr 30)	Q (Tr 100)	Q (Tr 200)	Q (Tr 300)
				(mc/s)	(mc/s)	(mc/s)	(mc/s)
1	0.26	82	55.76	0.82	1.21	1.49	1.67
2	0.71	72	98.78	3.62	5.09	6.73	7.75
3	0.13	82	55.76	0.12	0.21	0.27	0.30
4	0.46	75	84.67	1.72	2.45	3.26	3.77
5	0.13	85	44.82	0.18	0.29	0.37	0.41
6	0.62	70	108.86	3.17	4.64	6.32	7.38
7	0.38	83	52.02	0.50	0.65	0.82	0.92
8	0.31	83	52.02	0.46	0.61	0.78	0.88
9	0.28	83	52.02	0.37	0.52	0.65	0.73
10	0.22	82	55.76	0.29	0.41	0.54	0.62
11	0.49	70	108.86	1.43	2.17	3.03	3.58
12	0.18	80	63.50	0.08	0.15	0.19	0.22
13	0.42	80	63.50	0.13	0.18	0.23	0.26
14	0.16	83	52.02	0.20	0.34	0.42	0.47
15	0.55	70	108.86	1.93	2.88	3.95	4.64
16	0.18	80	63.50	0.17	0.29	0.38	0.43
17	0.18	80	63.50	0.17	0.29	0.38	0.43
18	0.81	75	84.67	0.12	0.16	0.21	0.24
19	0.31	74	89.24	0.17	0.26	0.36	0.43
20	0.41	75	84.67	0.48	0.69	0.93	1.08
21	0.57	70	108.86	3.83	5.67	7.78	9.12
22	0.37	75	84.67	0.82	1.20	1.63	1.91
23	0.36	80	63.50	0.47	0.64	0.83	0.95
24	0.14	80	63.50	0.44	0.82	1.08	1.24
25	0.56	73	93.95	4.07	5.80	7.73	8.95
26	0.80	82	55.76	6.99	8.91	10.92	12.14
27	0.14	85	44.82	0.42	0.67	0.83	0.93
28	0.74	82	55.76	6.13	7.83	9.63	10.72
29	0.71	82	55.76	4.66	5.97	7.36	8.21
30	0.95	82	55.76	7.64	9.66	11.78	13.05
31	0.49	75	84.67	2.20	3.10	4.10	4.72
32	1.01	82	55.76	8.77	11.07	13.48	14.92
33	0.15	84	48.38	0.59	0.96	1.19	1.34
34	0.67	69	114.12	4.69	6.88	9.37	10.95
35	0.11	82	55.76	0.19	0.34	0.45	0.51
36	0.09	84	48.38	0.16	0.27	0.35	0.40
37	0.09	85	44.82	0.19	0.31	0.39	0.44
38	0.27	85	44.82	0.83	1.10	1.38	1.56
39	0.20	88	34.64	0.60	0.81	0.97	1.08
40	0.30	84	48.38	1.45	1.91	2.42	2.72
41	0.35	83	52.02	1.18	1.57	1.98	2.23

## 8. STUDIO IDRAULICO

### 8.1 Inquadramento Delle Interferenze

I tombini previsti nel presente progetto sono sia di trasparenza che di continuità per i corsi d'acqua minori. Di seguito si riporta l'elenco delle opere che include entrambe le tipologie.

Tombino	Km	Tipologia	Base (m)	Altezza (m)	Bacino	Portata (m <sup>3</sup> /s)
IN00	1+350.000	Circolare		ø1.5		tombino trasparenza
IN00	1+818.600	Scatolare	2.00	1.00		tombino trasparenza
IN01	2+480.000	Scatolare	3.20	1.50	2	6.73
IN02	2+742.087	Scatolare	2.00	1.30	3+4	3.53
IN03	2+920.369	Scatolare	2.00	1.20	5+4	3.63
IN00	3+332.516	Scatolare	2.00	1.00	7	0.82
IN00	4+276.015	Circolare		ø1.0	12	0.19
IN00	4+677.736	Circolare		ø1.0	14	0.42
IN00	4+779.332	Scatolare	2.5	1.50	15+16+17	4.71
IN00	4+908.017	Circolare		ø1.5		0.38
IN00	5+031.117	Circolare		ø1.5		0.38
IN06	5+660.000	Circolare		ø1.5	20+19+18+17	1.88
IN00	5+846.699	Circolare		ø1.0	20	0.93
IN00	6+130.394	Circolare		ø1.5	22	1.63
IN00	6+224.514	Scatolare	2.00	1.00	23	0.83

I manufatti di imbocco e sbocco variano a seconda della morfologia del territorio e della posizione del singolo tombino; coerentemente con il contesto urbano che presenta strade e tratti tombati, ogni tombino ha una sua propria sistemazione di imbocco e sobocco a seconda delle sue peculiarità specifiche. In tutti i casi si è comunque cercato di garantire l'allineamento con il fondo esistente.

A seguito dei dati di base e dei rilievi si è riscontrata l'impossibilità di rispettare i criteri di progetto per i tombini elencati nel seguito, per i quali è stata prevista la soppressione; durante la verifica dei dati di base e dei rilievi nelle successive fasi di progettazione, tale ipotesi andrà rivalutata attentamente.

I tombini soppressi nel lotto 1 sono alle seguenti chilometriche:

- 2+868.183
- 3+582.801
- 3+892.568
- 4+114.295
- 4+584.543
- 5+291.754
- 5+465.478

## 8.2 Interventi di inalveazione e raccordo con l'opera di attraversamento

Sono stati previsti raccordi tra incisione naturale e manufatto in c.a., realizzati massi annegati. Rivestimento fondo e sponde canale con massi annegati in cls  $d/50 = 0.3m$ . La sezione è trapezoidale con le sponde a pendenza pari a  $3/2$  con larghezza di fondo ed altezza variabili in funzione delle dimensioni dell'incisione naturale, o di forma ad U.

La sezione rivestita di progetto è descritta dettagliatamente negli elaborati grafici specifici ed è caratterizzata a monte ed a valle, da un taglione di ammorsamento in riprap all'ingresso e all'uscita del tombino. Al di sotto dei massi è previsto un geotessuto  $400g/m^2$ .

In tutti i casi è da prevedersi una pulizia dei corsi d'acqua, generalmente nei 10m antecedenti alla ricongiunzione con la linea di deflusso esistente.

## 9. METODOLOGIE DI VERIFICHE IDRAULICHE

Per gli attraversamenti oggetto della presente relazione è stato implementato un modello a moto permanente, così come da premessa alla presente.

I modelli idraulici hanno tenuto conto delle nuove sistemazioni d'alveo descritte al paragrafo precedente.

## 9.1 Verifiche idrauliche

I criteri di progettazione sono stati precedentemente esposti nel paragrafo 5

## 9.2 Verifica in moto uniforme

La verifica idraulica degli attraversamenti con tombini è stata condotta nelle ipotesi di raggiungimento del moto uniforme con l'espressione di Chezy:

$$V = K\sqrt{Ri}$$

e l'equazione di continuità

$$Q = \sigma V$$

dove K, il coefficiente di scabrezza, è stato valutato secondo la formula di Manning:

$$K = 1/n R^{1/6}$$

ottenendo:

$$Q = 1/n \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2} \cdot \sigma$$

dove:

- Q, portata [m<sup>3</sup>/s];
- R, raggio idraulico [m];
- $\sigma$ , sezione idraulica [m<sup>2</sup>];
- i, pendenza [m/m]
- n, coefficiente di scabrezza [m<sup>-1/3</sup>s] – per il cls 1/n=66.67

Nelle tabelle seguenti sono riportati i principali risultati dello studio idraulico dei tombini minori secondari previsti in progetto.

Tombino	Km	Tipologia	Base (m)	Altezza (m)	GR (%)	V (m/s)
<b>IN01</b>	2+480.000	Scatolare	3.20	1.50	48%	2.9
<b>IN02</b>	2+742.087	Scatolare	2.00	1.30	53%	2.6
<b>IN03</b>	2+920.369	Scatolare	2.00	1.20	58%	2.6
<b>IN00</b>	3+332.516	Scatolare	2.00	1.00	30%	1.4
<b>IN00</b>	4+276.015	Circolare		ø1.0	26%	1.2
<b>IN00</b>	4+677.736	Circolare		ø1.0	42%	1.3
<b>IN00</b>	4+779.332	Scatolare	2.5	1.50	63%	2.0
<b>IN00</b>	4+908.017	Circolare		ø1.5	25%	1.1
<b>IN00</b>	5+031.117	Circolare		ø1.5	25%	1.1
<b>IN06</b>	5+660.000	Circolare		ø1.5	49%	2.2
<b>IN00</b>	5+846.699	Circolare		ø1.0	58%	2.0
<b>IN00</b>	6+130.394	Circolare	ø1.5		35%	2.9
<b>IN00</b>	6+224.514	Scatolare	2.00	1.00	25%	1.6

- GR: grado di riempimento
- V: velocità