



FERROVIE APPULO LUCANE

RADDOPPIO SELETTIVO IN CORRISPONDENZA DELLA STAZIONE DI VENUSIO PER L'INCROCIO DINAMICO DEI TRENI

- PROGETTO DEFINITIVO -

5					
4					
3					
2					
1					
0	Gennaio 2018	-	MBarbara	PStasi	Prima Emissione
Em./Rev	Data	Red./Dis.	Verificato	Approvato	Descrizione
Redazione grafica: ETACONS S.r.l. – P.tta S. G. dei Fiorentini n.1 – 73100 LECCE Tel(0832)331418/7 Fax(0832)331486 E-mail: mail@etacons.it					Cod. N°: E282-D
<u>Titolo dell'allegato</u> RELAZIONE IDRAULICA					<u>Allegato n.</u> D
					<u>Scala</u>
<u>Progettazione:</u>  Società di ingegneria - Ing. Primo Stasi <u>CONSULENZA IDRAULICA</u> - Ing. Vito Mangone			<u>Committente:</u>  FERROVIE APPULO LUCANE S.R.L.		

Sommario

1. INTRODUZIONE.....	3
1- INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'AREA OGGETTO DI INTERVENTO.....	4
2- DESCRIZIONE STATO DI FATTO	6
3 DESCRIZIONE INTERVENTO DI PROGETTO	26
4 STUDIO IDROLOGICO E DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA	29
4.1 Analisi idrologica	29
4.2 Calcolo della portata di piena	34
4.3 Verifica tiranti idrici di moto uniforme	35
4.4 Verifica profili di corrente in moto stazionario.....	44
CONCLUSIONI.....	50

1. INTRODUZIONE

Lo studio idraulico oggetto della presente relazione ha come obiettivo l'analisi e la verifica idraulica degli attraversamenti ferroviari di progetto (tombinature) previsti nei lavori da effettuare sulla linea Matera – Bari e relativi all'intervento di “Raddoppio selettivo in corrispondenza della stazione di Venusio per l'incrocio dinamico dei treni” commissionato dalle Ferrovie Appulo-Lucane tra le progressive ferroviarie 65+576 e 68+127 (Figura 1).

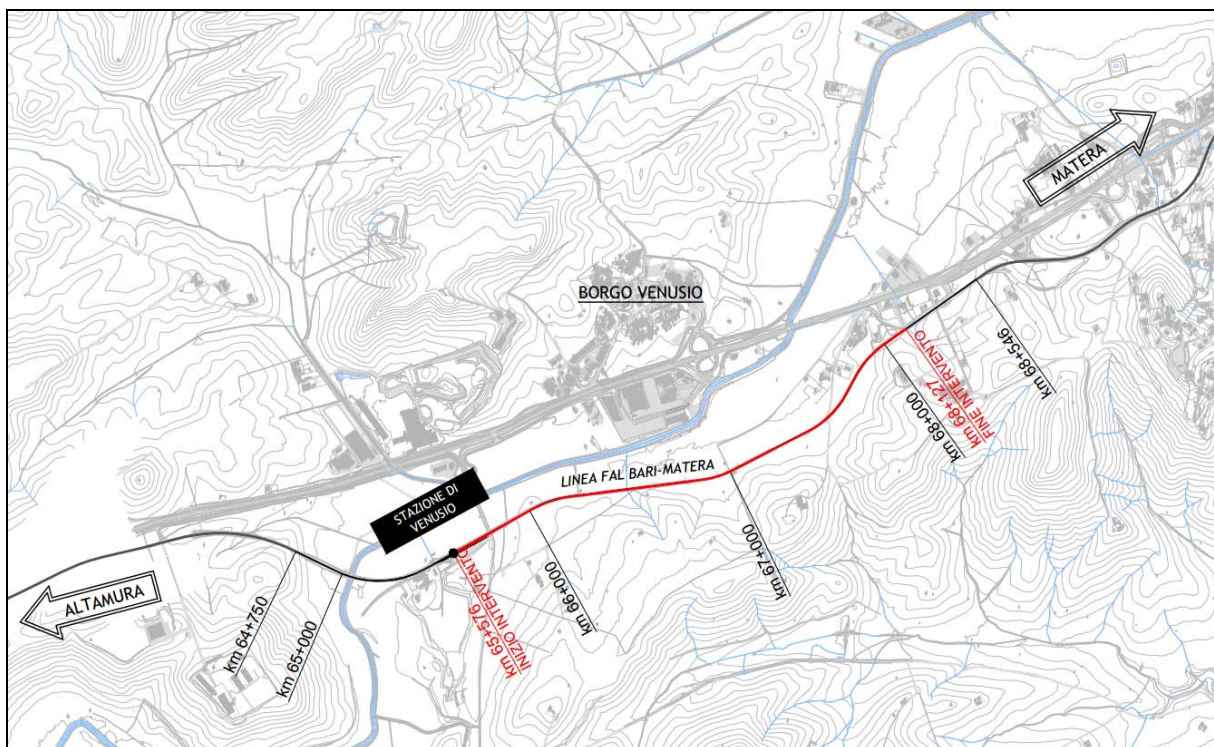


Figura 1 - Inquadramento dell'intervento con individuazione in rosso della tratta interessata dal raddoppio

Le opere previste in progetto riguardano:

- l'allargamento della sede ferroviaria esistente, così da renderla idonea ad ospitare il binario di raddoppio in affiancamento al binario attuale;
- il raddoppio della linea esistente attraverso la realizzazione di un secondo binario in affiancamento a quello attuale e la configurazione dei punti di passaggio da semplice a doppio binario;
- la soppressione di due passaggi a livello e la realizzazione di una nuova viabilità podereale per garantire l'accesso ai fondi attualmente accessibili tramite i passaggi a livello da sopprimere;
- l'adeguamento degli impianti di sicurezza e segnalamento, con la sostituzione dell'attuale apparato di stazione con un nuovo apparato.

In particolare, la realizzazione del raddoppio consiste in un allargamento dell'attuale sede ferroviaria esistente, compresa tra le progressive chilometriche km 65+693 e km 68+107, caratterizzato da:

- un primo tratto, fino alla progressiva km 67+400, con un allargamento della sede ferroviaria esistente sulla destra spostandosi in direzione Matera;
- un secondo tratto, fino alla progressiva km 67+600, con un allargamento su entrambi i lati della sede ferroviaria esistente;
- un tratto finale, fino alla progressiva km 68+127, con un con un allargamento del tracciato ferroviario esistente sulla sinistra spostandosi in direzione Matera.

I previsti allargamenti delle sedi attuali, realizzati in senso trasversale al binario dal lato del raddoppio, comporteranno l'allungamento delle attuali trincee e rilevati. Per le scarpate che presentano forti dislivelli tra piede e ciglio è prevista la protezione/rinforzo mediante posa di una geogriglia.

In corrispondenza degli attraversamenti idraulici è previsto in alcuni casi l'allungamento delle tombinature esistenti o, in altri casi, la loro sostituzione.

1- INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'AREA OGGETTO DI INTERVENTO

L'area oggetto di intervento ricade nel sottobacino del torrente Fiumicello appartenente al bacino del Fiume Bradano. Questo si origina dalla confluenza di impluvi provenienti dalle propaggini nord-orientali di Monte Tontolo e di Madonna del Carmine e dalle propaggini settentrionali di Monte S. Angelo ed è compreso tra il bacino del fiume Ofanto a nord-ovest, i bacini di corsi d'acqua regionali della Puglia con foce nel Mar Adriatico e nel Mar Jonio, a nord-est e ad est, ed il bacino del fiume Basento a sud (Figura 2). A valle della Diga di San Giuliano, il Bradano riceve inoltre il contributo del Torrente Gravina e quindi del Torrente Fiumicello in sinistra idrografica.

L'area di intervento è ubicata a Nord della città di Matera in località Borgo Venusio lungo il torrente Gravina di Matera, affluente del torrente Fiumicello (Figura 3), ed è caratterizzata da una morfologia sub-pianeggiante con curve di livello molto rade con la presenza di piccoli fossi che confluiscono in destra idraulica nel torrente Gravina di Matera (Figura 4)

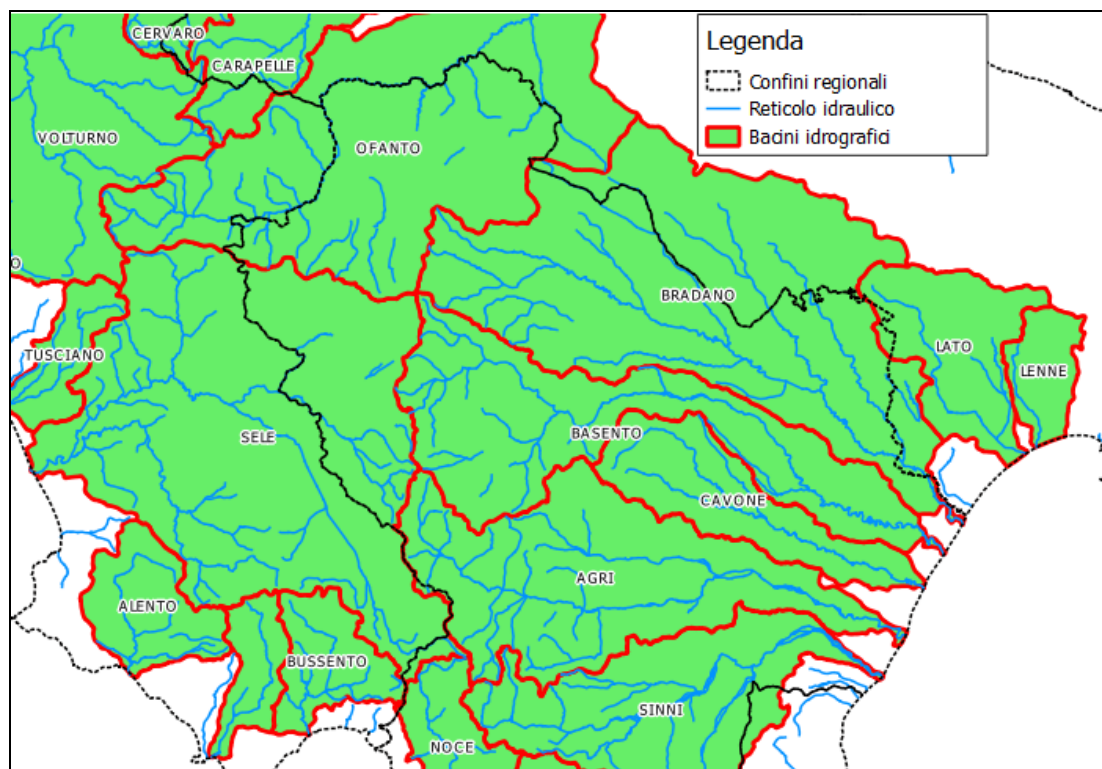


Figura 2 – Inquadramento geografico del bacino del fiume Bradano

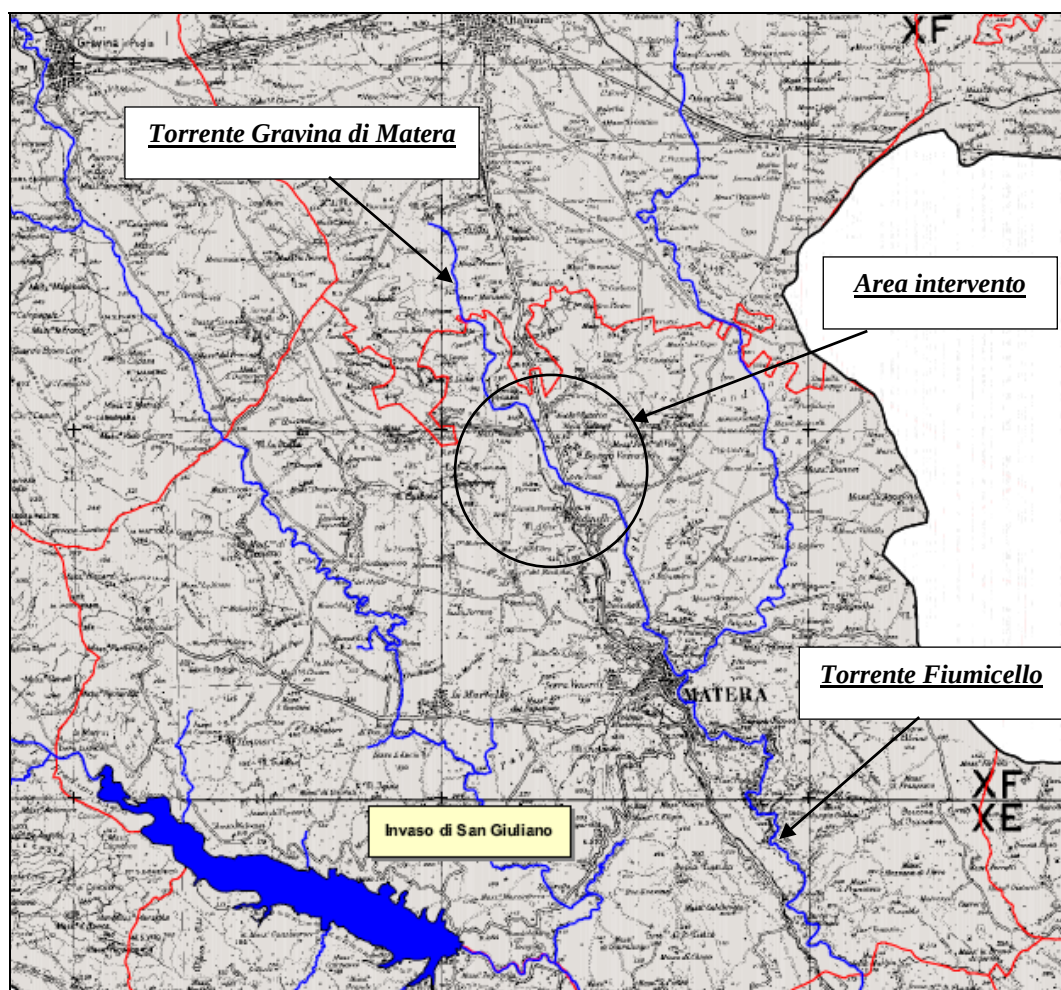


Figura 3 – Inquadramento territoriale di dettaglio area di intervento (Stralcio da cartografia in scala 1:25.000)

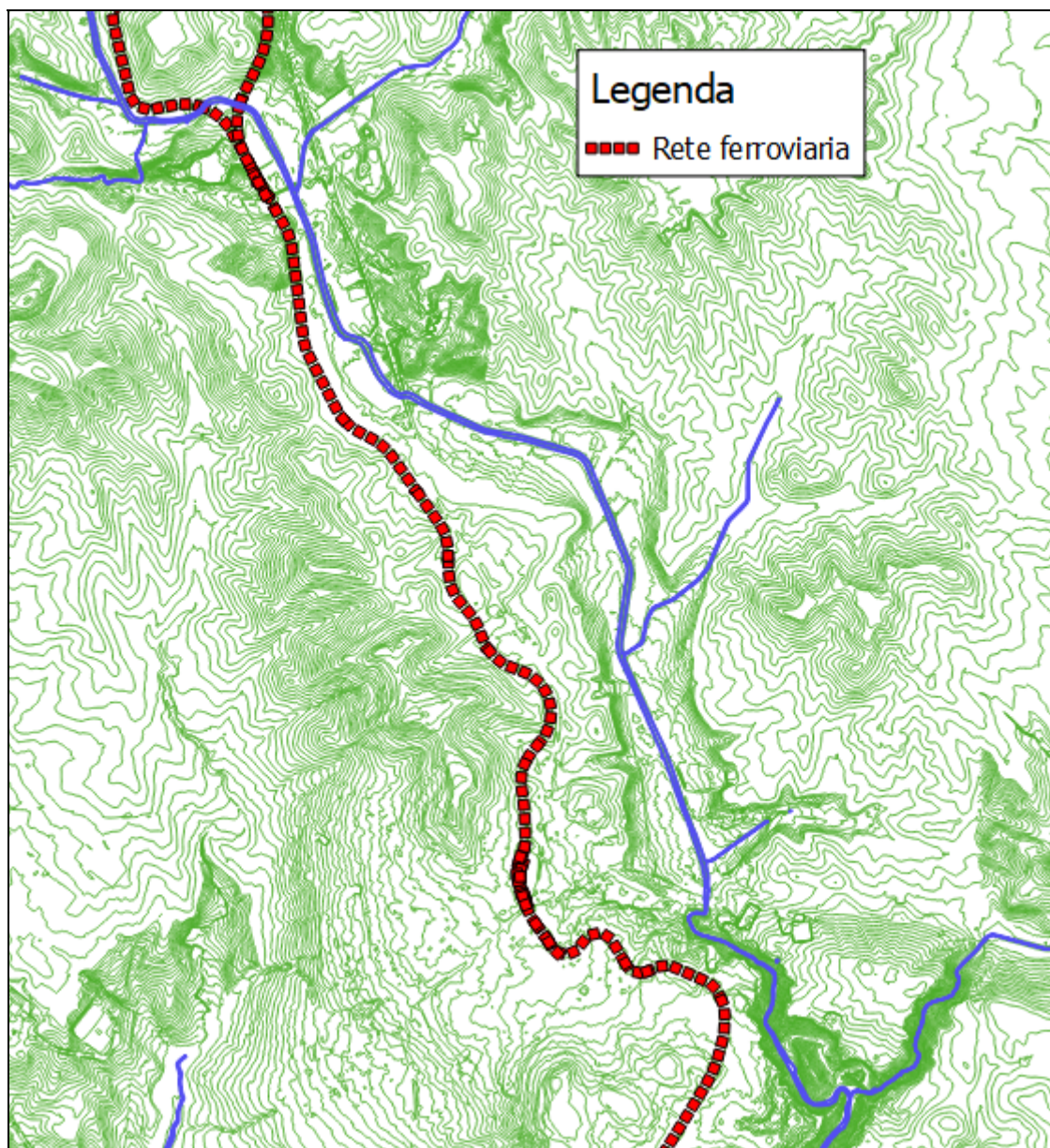


Figura 4 – Andamento curve di livello area oggetto di intervento con indicazione della rete ferroviaria Appulo-Lucana

2- DESCRIZIONE STATO DI FATTO

Il tratto ferroviario interessato dalle opere di raddoppio di linea ferroviaria si sviluppa in destra idraulica rispetto al torrente Gravina di Matera, in prossimità dell'area delimitata dalle fasce fluviali di inondazione con periodi di ritorno T pari a 30, 200 e 500 anni perimetrate dal vigente Piano Stralcio per la Difesa del Rischio Idrogeologico (denominato Piano Stralcio o Piano di Assetto Idrogeologico - PAI) e redatto dall'Autorità di Bacino della Basilicata.

Lungo il percorso sono presenti 9 attraversamenti ferroviari che svolgono la funzione di convogliare le acque raccolte nei bacini idrografici sottesi agli stessi attraversamenti. Nella

Figura 5 e nella Tabella 1 sono riportati le aree perimetrare con rischio idraulico, la rete ferroviaria e l'ubicazione di dei tombini oggetto di intervento.

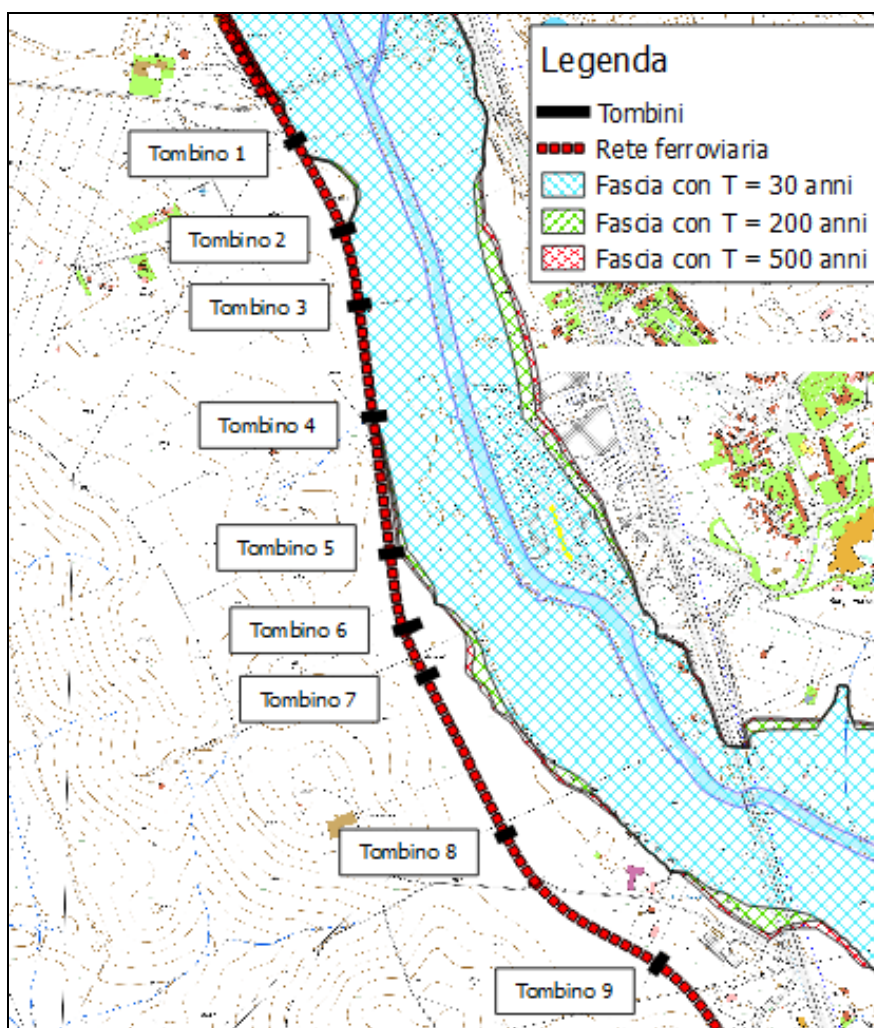


Figura 5 – Area a rischio inondazione PAI e tombinature area di intervento

Tombino N.	Progressiva
1	65 + 876,45
2	66 + 089,10
3	66 + 249,66
4	66 + 485,35
5	66 + 774,64
6	66 + 935,47
7	67 + 045,64
8	67 + 413,21
9	67 + 842,98

Tabella 1 – Numerazione e progressive tombini

Si osserva che le tombinature dal numero 1 al 5 e quindi il tracciato ferroviario che si sviluppa dalla progressiva Km 65+876 alla progressiva Km 66+775 sono prossimi alle fasce di rischio idraulico e che lo stesso tracciato delimita la destra idraulica delle fasce di rischio stesse. Le restanti tombinature con numerazione dal 6 al 9 e quindi il tracciato ferroviario che si sviluppa

dalla progressiva 66+935 alla progressiva 67+843 si trovano ad una distanza superiore a circa 100 m dalla fascia di rischio idraulico con periodo di ritorno $T = 500$ anni.

In base ai sopralluoghi, alla documentazione fotografica riportata nel presente studio e ai rilievi di dettaglio effettuati è possibile osservare che quasi tutte le tombature esistenti si presentano allo stato attuale in pessimo stato di manutenzione con opere d'arte ammalorate e caratterizzate spesso da problemi di interrimento dovuti all'assenza dei necessari interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria da effettuarsi periodicamente e in seguito ad eventi meteorici di notevole intensità. La situazione attuale è tale da non garantire un corretto deflusso delle acque meteoriche e necessita di improrogabili interventi di pulizia e manutenzione straordinaria.

Di seguito viene descritto nel dettaglio lo stato di fatto di ogni singolo tombino ricadente nell'area oggetto di intervento:

Tombino n. 1 (Progressiva ferroviaria 65 + 876,45)

Il tombino, costituito da uno scatolare di forma rettangolare con copertura con volta ad arco con dimensioni di 1,00 x 2,20 m, si presenta in scadenti condizioni di manutenzione.

Dall'analisi delle sezioni rilevate in sito è stata ricavata una pendenza media tra le sezioni 1 e 6 del 3,65 % (Tabella 2).

Tombino 1 (Prog. 65 + 876,45)		
Sezione	Quote m [s.l.m.]	Distanza progressiva [m]
1	328,14	0,00
2	327,62	4,00
3	327,22	8,00
4	327,22	12,00
5	327,17	16,00
6	327,41	20,00
Δ [m]	0,73	
Pendenza media [%]	3,7%	

Tabella 2 – Dati sezioni trasversali rilevate – Tombino 1

Nella Figura 6 è riportato uno stralcio dell'andamento del profilo di fondo rilevato in sito e la documentazione fotografica dello stato di fatto.

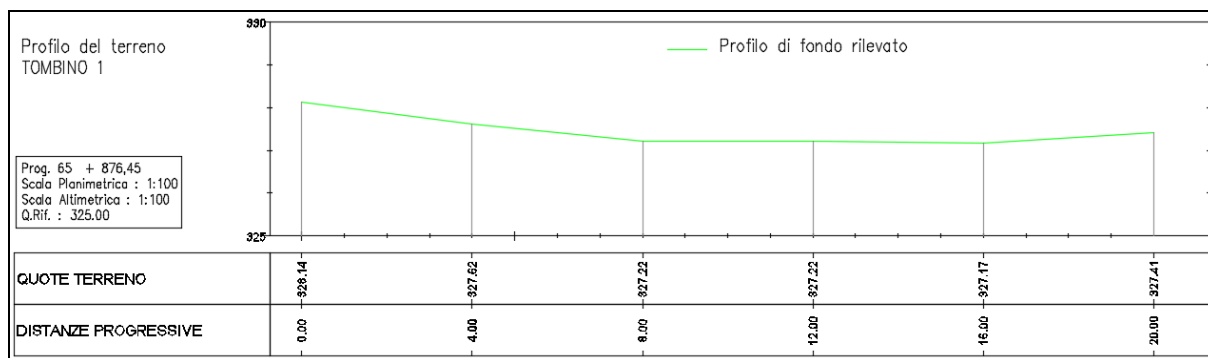


Figura 6 – Profilo di fondo rilevato in corrispondenza del tombino 1



Tombino n. 2 (Progressiva ferroviaria 66 + 089,10)

Il tombino si presenta in pessime condizioni di manutenzione con elevato grado di interrimento ed è costituito da uno scatolare di forma rettangolare di larghezza pari a 0,8 m e altezza non rilevabile.

Dall'analisi delle sezioni rilevate è stata ricavata una pendenza media tra le sezioni 3 e 7 del 4,70 %, escludendo le sezioni 1 e 2 caratterizzate da elevato interrimento (vedi Tabella 3).

Tombino 2 (Prog. 66 + 089,10)		
Sezione	Quote m [s.l.m.]	Distanza progressiva [m]
1	330,63	0,00
2	330,67	5,00
3	329,54	10,00
4	329,28	13,66
5	329,15	16,23
6	328,98	20,00
7	328,83	25,00
Δ [m]	0,71	
Pendenza rilevata [%]	4,7%	

Tabella 3 – Dati sezioni trasversali rilevate – Tombino 2

Nella Figura 7 è riportato uno stralcio dell'andamento del profilo di fondo rilevato in sito e la documentazione fotografica dello stato di fatto.

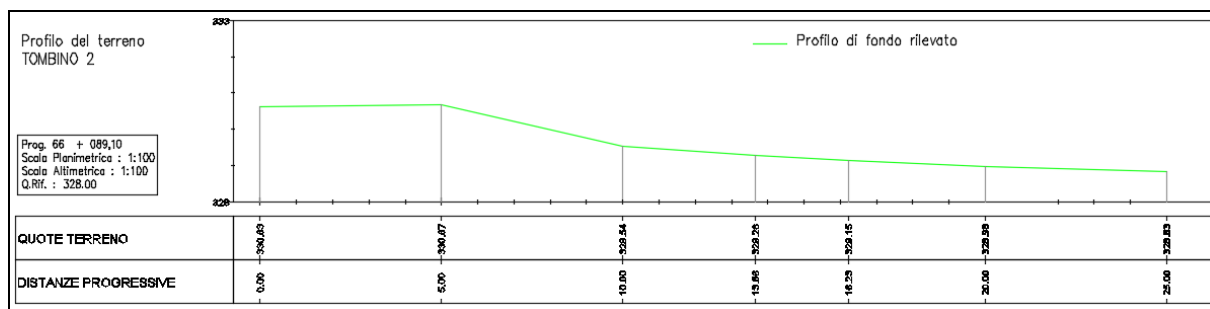


Figura 7 – Profilo di fondo rilevato in corrispondenza del tombino 2



Foto aerea tombino 2



Foto – Vista da valle tombino 2



Foto 1 – Vista da monte tombino 2



Foto 2 – Vista da monte tombino 2

Tombino n. 3 (Progressiva ferroviaria 66 + 249,66)

Il tombino si presenta in cattive condizioni di manutenzione con problemi di interrimento ed è costituito da uno scatolare di forma rettangolare con copertura con volta ad arco di larghezza pari a 1,0 m e altezza non rilevabile.

Dall'analisi delle sezioni rilevate è stata ricavata una pendenza media tra le sezioni 3 e 7 del 4,95%, escludendo le sezioni 1 e 2 caratterizzate da elevato interrimento (Tabella 4).

Tombino 3 (Prog. 66 + 249,66)		
Sezione	Quote m [s.l.m.]	Distanza progressiva [m]
1	330,27	0,00
2	329,14	5,00
3	328,49	10,00
4	328,38	12,28
5	328,24	15,00
6	328,00	20,00
7	327,50	25,00
Δ [m]	0,99	
Pendenza [%]	5,0%	

Tabella 4 – Dati sezioni trasversali rilevate – Tombino 3

Nella Figura 9 è riportato uno stralcio dell'andamento del profilo di fondo rilevato in sito e la documentazione fotografica dello stato di fatto.

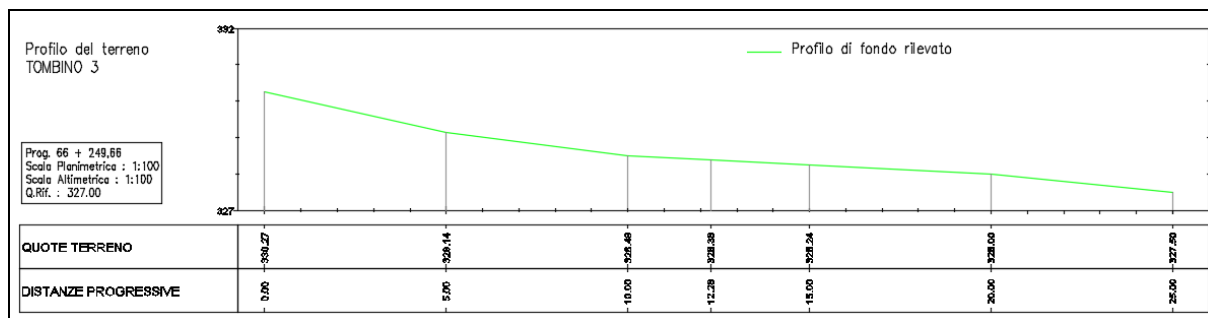


Figura 8 – Profilo di fondo rilevato in corrispondenza del tombino 3

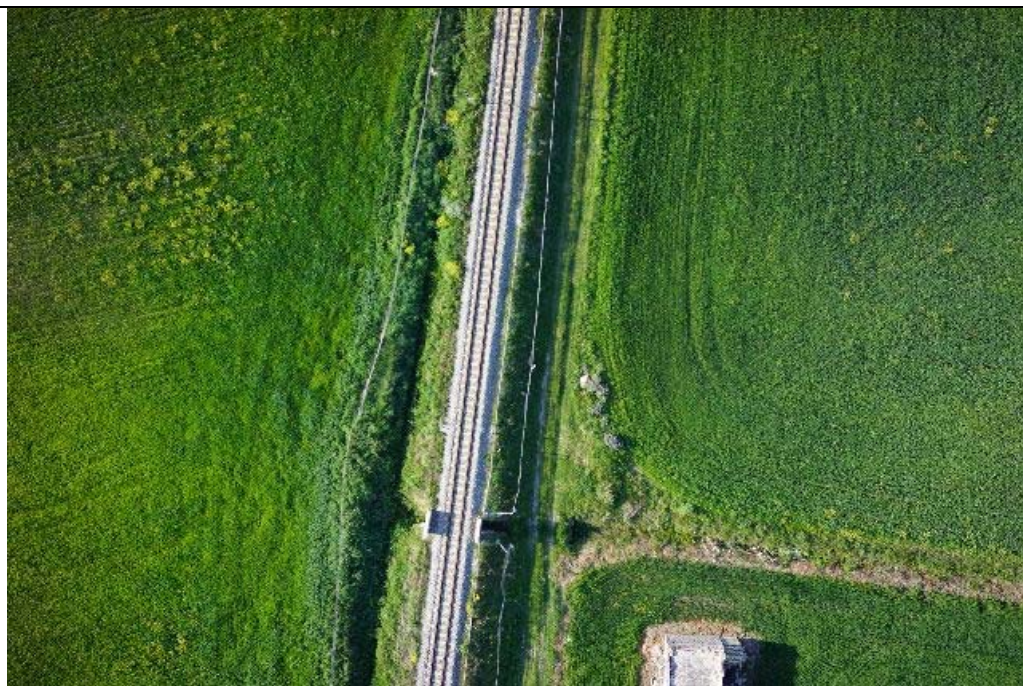


Foto aerea tombino 3



Foto – Vista da monte tombino 3



Foto 1 – Vista da valle tombino 3



Foto 2 – Vista da valle tombino 3

Tombino n. 4 (Progressiva ferroviaria 66 + 485,35)

Il tombino si presenta in mediocri condizioni di manutenzione con qualche problema di interrimento ed è costituito da uno scatolare di forma rettangolare con copertura con volta ad arco di larghezza pari a 1,0 m ed altezza non rilevabile.

Dall'analisi delle sezioni rilevate è stata ricavata una pendenza media tra le sezioni 1 e 8 del 8,75% (Tabella 5).

Tombino 4 (Prog. 66 + 485,35)		
Sezione	Quote m [s.l.m.]	Distanza progressiva [m]
1	329,61	0,00
2	328,84	5,00
3	328,42	10,00
4	328,29	12,07
5	328,11	15,00
6	327,71	20,00
7	327,19	25,00
8	327,16	28,00
Δ [m]	2,45	
Pendenza [%]	8,8%	

Tabella 5 – Dati sezioni trasversali rilevate – Tombino 4

Nella Figura 9 è riportato uno stralcio dell'andamento del profilo di fondo rilevato in sito e la documentazione fotografica dello stato di fatto.

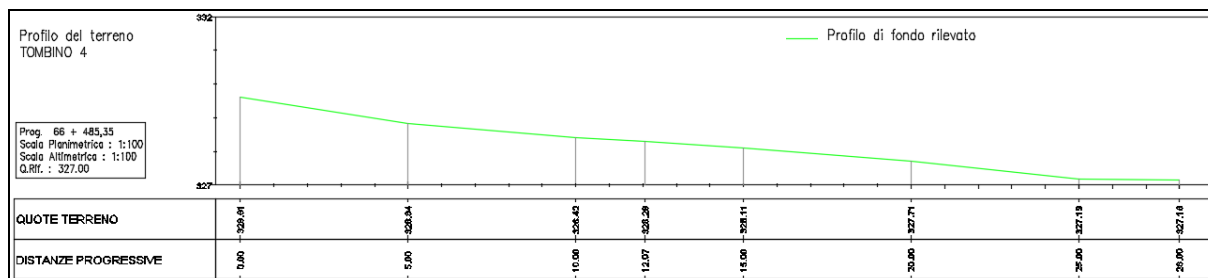


Figura 9 – Profilo di fondo rilevato in corrispondenza del tombino 4



Foto aerea tombino 4



Foto – Vista da monte tombino 4



Foto – Vista da valle tombino 4

Tombino n. 5 (Progressiva ferroviaria 66 + 774,64)

Il tombino si presenta in scarse condizioni di manutenzione con problemi di interrimento ed è costituito da uno scatolare di forma rettangolare con copertura con volta ad arco di larghezza pari a 1,0 m e altezza non rilevabile.

Dall'analisi delle sezioni rilevate è stata ricavata una pendenza media tra le sezioni 2 e 7 del 3,90% escludendo la sezione 1 caratterizzata da elevato interrimento (Tabella 6).

Tombino 5 (Prog. 66 + 774,64)		
Sezione	Quote m [s.l.m.]	Distanza progressiva [m]
1	330,38	0,00
2	328,09	10,00
3	328,02	12,53
4	327,92	15,00
5	327,45	20,00
6	327,38	25,00
7	327,31	30,00
Δ [m]	0,78	
Pendenza [%]	3,9%	

Tabella 6 – Dati sezioni trasversali rilevate – Tombino 5

Nella Figura 10 è riportato uno stralcio dell'andamento del profilo di fondo rilevato in sito e la documentazione fotografica dello stato di fatto.

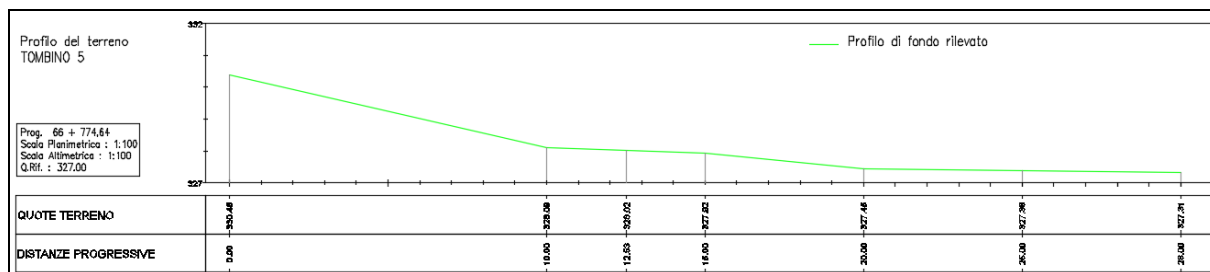


Figura 10 – Profilo di fondo rilevato in corrispondenza del tombino 5

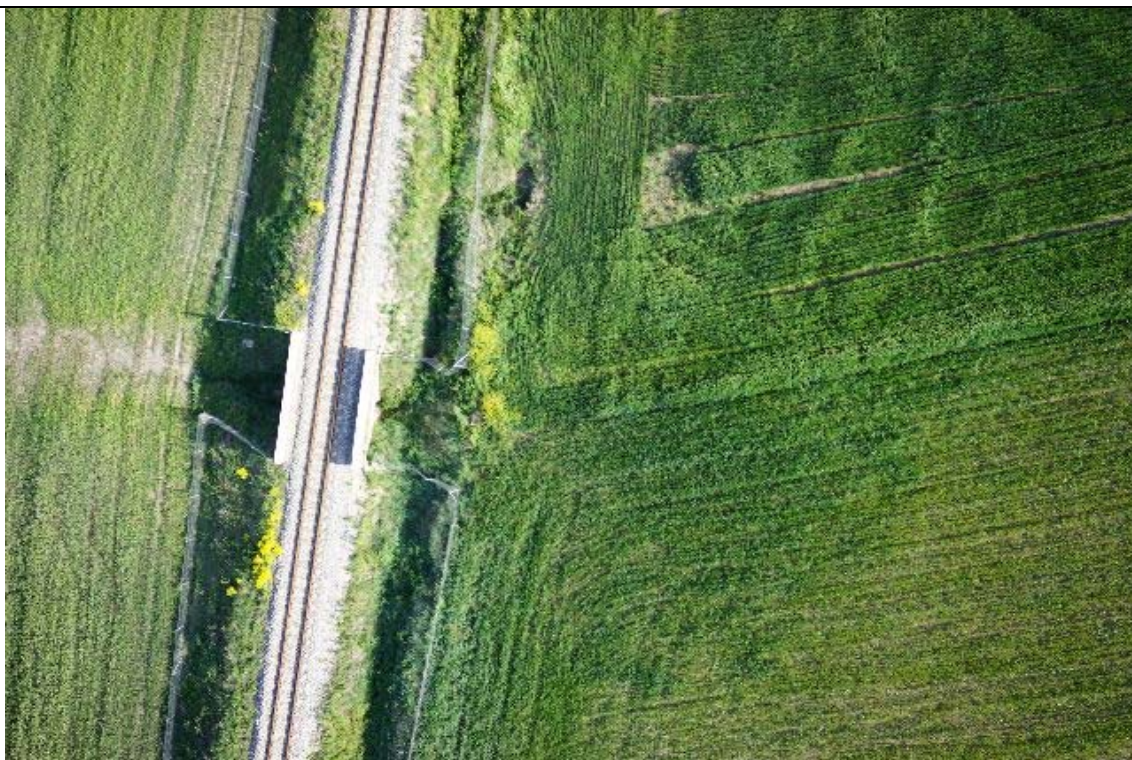


Foto aerea tombino 5



Foto – Vista da monte tombino 5



Foto – Vista da valle tombino 5

Tombino n. 6 (Progressiva ferroviaria 66 + 935,47)

Il tombino si presenta in cattive condizioni di manutenzione con problemi di interrimento ed è costituito da uno scatolare di forma rettangolare di larghezza pari a 0,80 m e altezza non rilevabile.

Dall'analisi delle sezioni rilevate è stata ricavata una pendenza media tra le sezioni 1 e 8 del 3,26% (Tabella 7).

Tombino 6 (Prog. 66 + 935,47)		
Sezione	Quote m [s.l.m.]	Distanza progressiva [m]
1	329,62	0,00
2	329,51	5,00
3	328,96	10,00
4	328,96	15,00
5	328,76	20,00
6	328,76	25,00
7	328,78	30,00
8	328,48	35,00
Δ [m]	1,14	
Pendenza [%]	3,3%	

Tabella 7 – Dati sezioni trasversali rilevate – Tombino 6

Nella Figura 11 è riportato uno stralcio dell'andamento del profilo di fondo rilevato in sito e la documentazione fotografica dello stato di fatto.

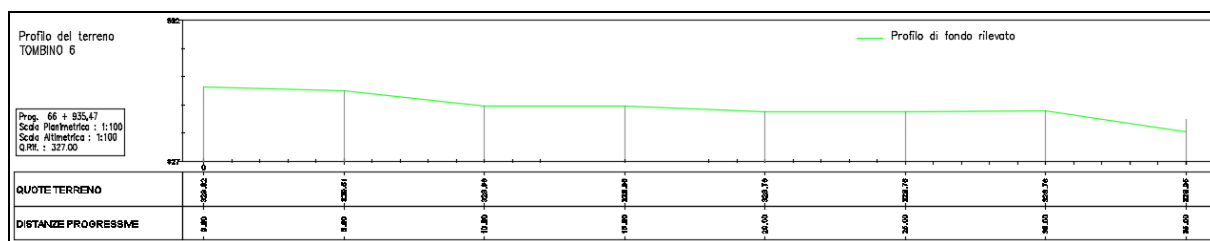


Figura 11 – Profilo di fondo rilevato in corrispondenza del tombino 6



Foto aerea tombino 6



Foto – Vista da monte tombino 6



Foto – Vista da valle tombino 6

Tombino n. 7 (Progressiva ferroviaria 67 + 045,64)

Il tombino risulta completamente ostruito da materiale di interrimento con forma presumibilmente rettangolare e dimensioni non rilevabili.

Dall'analisi delle sezioni rilevate è stata ricavata una pendenza media tra le sezioni 2 e 8 del 4,53% con esclusione della sezione 1 che presenta problemi di interrimento (Tabella 8).

Tombino 7 (Prog. 67 + 045,64)		
Sezione	Quote m [s.l.m.]	Distanza progressiva [m]
1	332,07	0,00
2	329,81	5,00
3	329,6	8,33
4	329,68	11,00
5	329,52	15,00
6	329,23	20,00
7	328,95	24,00
Δ [m]	0,86	
Pendenza [%]	4,5%	

Tabella 8 – Dati sezioni trasversali rilevate – Tombino 7

Nella Figura 12 è riportato uno stralcio dell'andamento del profilo di fondo rilevato in sito e la documentazione fotografica dello stato di fatto.

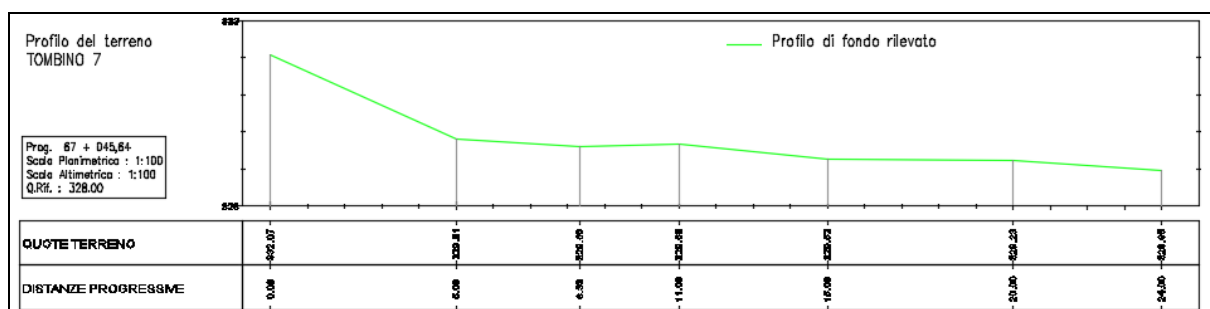


Figura 12 – Profilo di fondo rilevato in corrispondenza del tombino 7

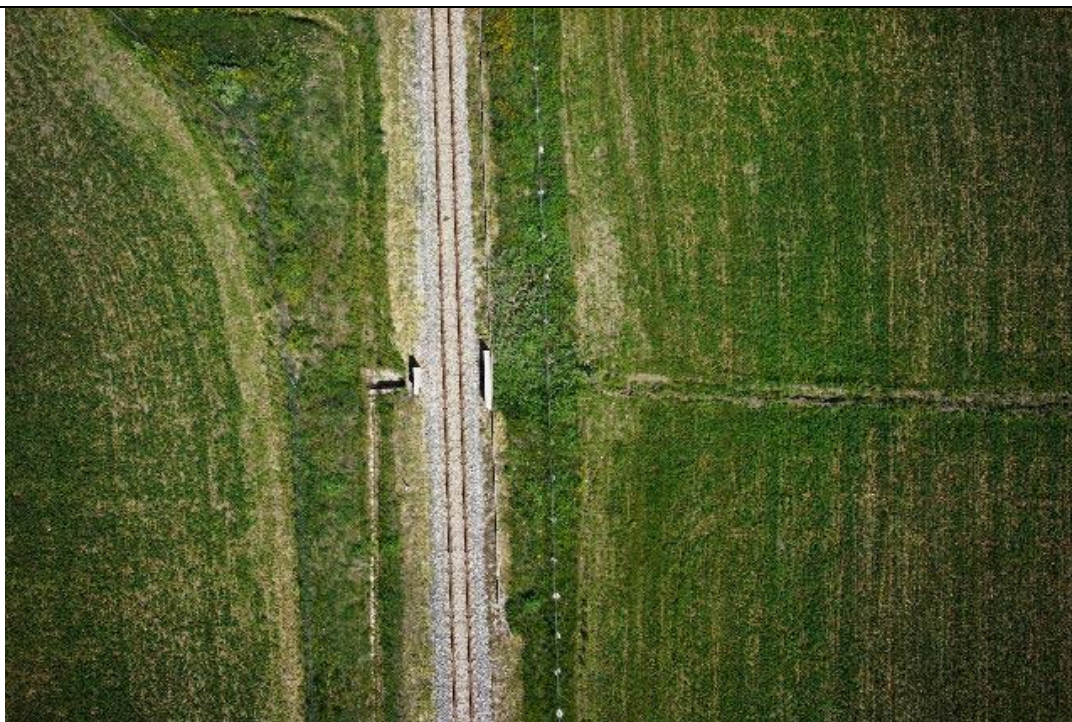


Foto aerea tombino 7



Foto – Vista da monte tombino 7

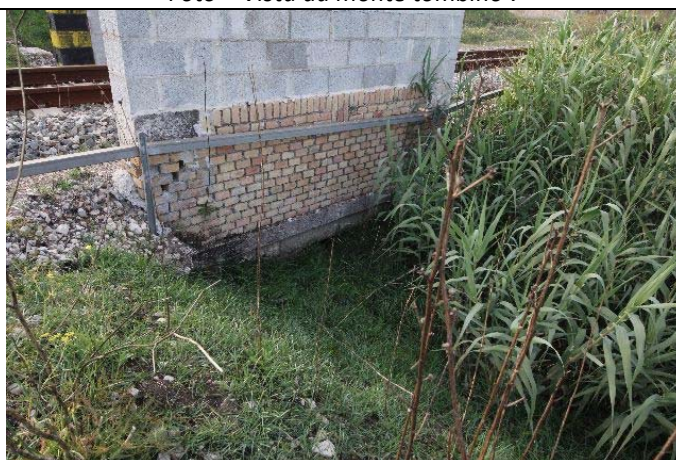


Foto – Vista da valle tombino 7

Tombino n. 8 (Progressiva ferroviaria 67 + 413,21)

Il tombino si presenta in discrete condizioni di manutenzione con limitati problemi di interrimento ed è costituito da uno scatolare di forma rettangolare di larghezza presumibile pari a 0,80 m e altezza non rilevabile.

Dall'analisi delle sezioni rilevate è stata ricavata una pendenza media tra le sezioni 2 e 5 del 5,95% escludendo la sezione 1 interessata da qualche problema di interrimento (Tabella 9).

Tombino 8 (Prog. 67 + 413,21)		
Sezione	Quote m [s.l.m.]	Distanza progressiva [m]
1	329,99	0,00
2	329,46	5,00
3	328,63	10,00
4	328,38	15,00
5	328,27	20,00
Δ [m]	1,19	
Pendenza [%]	5,9%	

Tabella 9 – Dati sezioni trasversali rilevate – Tombino 8

Nella Figura 13 è riportato uno stralcio dell'andamento del profilo di fondo rilevato in sito e la documentazione fotografica dello stato di fatto

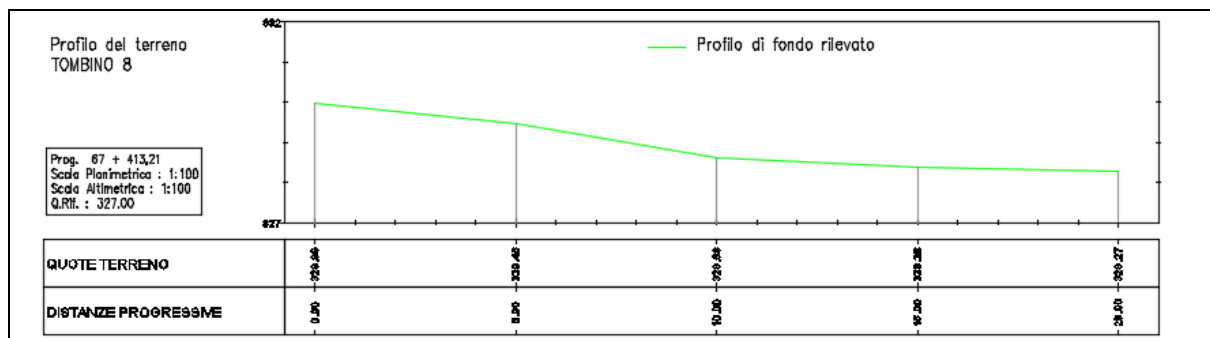


Figura 13 – Profilo di fondo rilevato in corrispondenza del tombino 8



Foto aerea tombino 8



Foto – Vista da monte tombino 8



Foto – Vista da valle tombino 8

Tombino n. 9 (Progressiva ferroviaria 67 + 842,98)

Il tombino presenta un discreto stato di manutenzione ed è costituito da uno scatolare di forma rettangolare di larghezza pari a 1,97 m e altezza pari a 1,88.

Dall'analisi delle sezioni rilevate è stata ricavata una pendenza media tra le sezioni 1 e 7 del 2,96% (Tabella 10).

Tombino 9 (Prog. 67 + 842,98)		
Sezione	Quote m [s.l.m.]	Distanza progressiva [m]
1	331,11	0,00
2	329,88	5,00
3	329,29	9,05
4	329,29	11,31
5	329,25	15,00
6	329,66	20,00
7	330,37	25,00
Δ [m]	0,74	
Pendenza [%]	3,0%	

Tabella 10 – Dati sezioni trasversali rilevate – Tombino 9

Nella Figura 14 è riportato uno stralcio dell'andamento del profilo di fondo rilevato in sito e la documentazione fotografica dello stato di fatto.

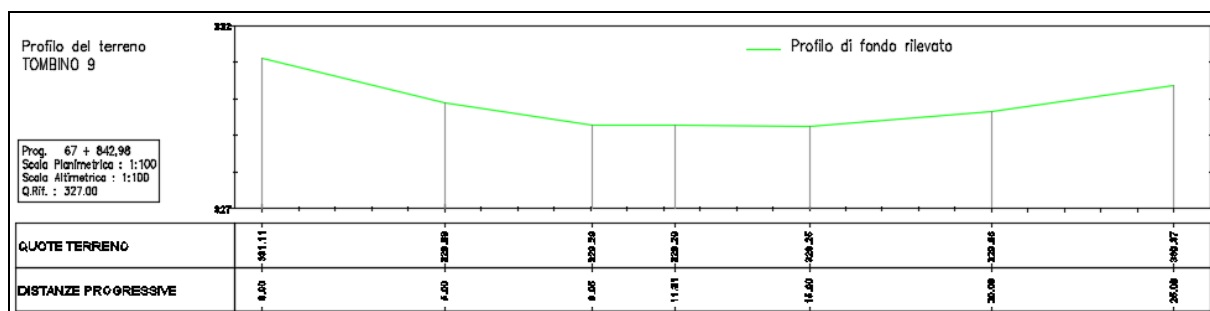


Figura 14 – Profilo di fondo rilevato in corrispondenza del tombino 9



Foto aerea tombino 9



Foto – Vista da monte tombino 9

I profili di fondo alveo sono riportati nell'allegato 5.6.

La forma, le dimensioni geometriche e la pendenza media delle tombinature esistenti sono riepilogati nella tabella seguente:

Tombino	Forma	Larghezza [m]	Altezza [m]	Note	Pendenza media [%]
1	Rettangolare con copertura ad arco	1,00	2,20		3,7
2	Rettangolare	0,80	-	Altezza non rilevabile	4,7
3	Rettangolare con copertura ad arco	1,00	-	Altezza non rilevabile	5,0
4	Rettangolare con copertura ad arco	1,00	-	Altezza non rilevabile	8,8
5	Rettangolare con copertura ad arco	1,00	-	Altezza non rilevabile	3,9
6	Rettangolare	0,80	-	Altezza non rilevabile	3,3
7	Rettangolare	-	-	Larghezza e altezza non rilevabili	4,5
8	Rettangolare	0,80	-	Altezza non rilevabile	5,9
9	Rettangolare	1,97	1,88		3,0

Tabella 11 – Tabella di sintesi dimensioni e forma dei tombini esistenti

3 DESCRIZIONE INTERVENTO DI PROGETTO

Le opere di raddoppio ferroviario previste in progetto sono posizionate in destra idraulica del torrente Gravina di Matera e in prossimità del perimetro esterno delle fasce di inondazione con periodo di ritorno $T = 30$, 200 e 500 anni delimitate nel Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino della Regione Basilicata (Figura 15).

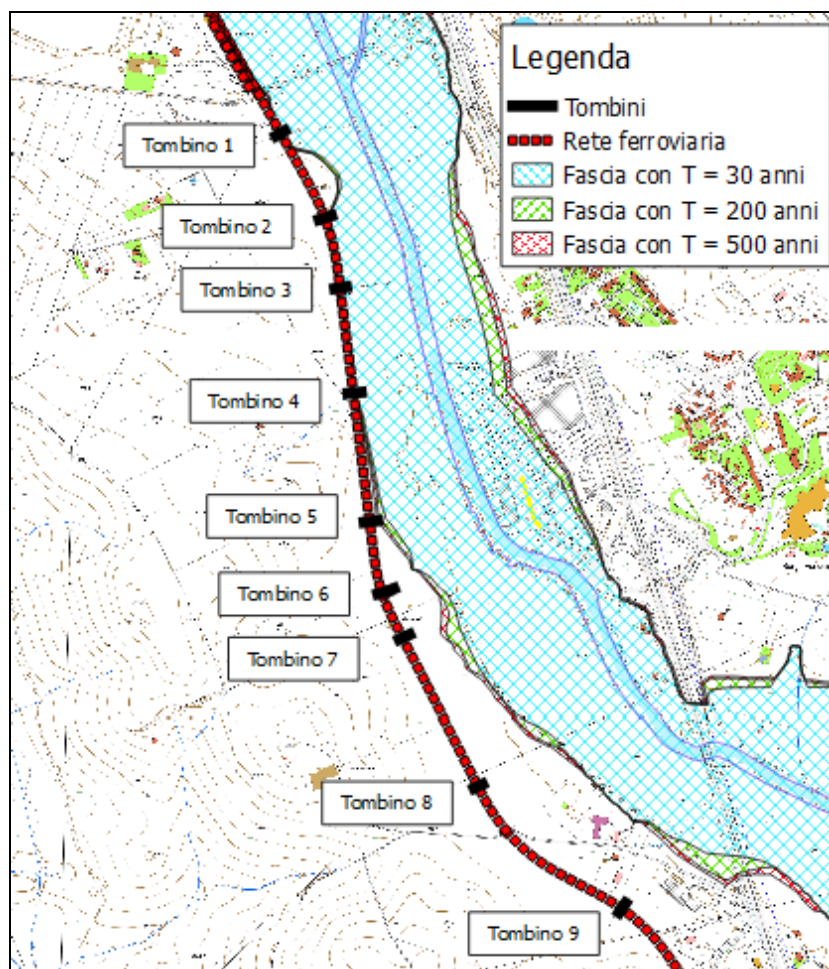


Figura 15 – Perimetrazione area di rischio idraulico e tombini oggetto di intervento

In particolare:

- nel tratto ferroviario che si sviluppa dal tombino da 1 al 7, prossimo alle aree di rischio idraulico, si prevede da un ampliamento della piattaforma ferroviaria a monte del tombino esistente (in destra rispetto alla sede ferroviaria spostandosi in direzione Matera) e quindi all'esterno dell'area di rischio di inondazione;
- nel tratto che si sviluppa dal tombino 8 al 9, dove si prevede un allargamento della piattaforma ferroviaria che sarà realizzato a valle del tombino (in sinistra rispetto alla sede ferroviaria spostandosi in direzione Matera), il tracciato ferroviario è posizionato ad una distanza di oltre 100 m dall'area di rischio idraulico con periodo di ritorno $T = 500$ anni.

Le tombinature di progetto consistono in un allungamento degli attraversamenti esistenti, alcuni dei quali, per esigenze di mantenimento della quota esistente del tronco ferroviario oggetto di raddoppio, saranno sostituiti mediante la posa in opera di una coppia di tubazioni cilindriche in c.a. di adeguato diametro.

Nella Figura 16 e nella Figura 17 nella sono riportate le sezioni tipo trasversali rispettivamente degli attraversamenti di progetto con ampliamento dell'esistente verso lato monte o verso lato valle del tombino.

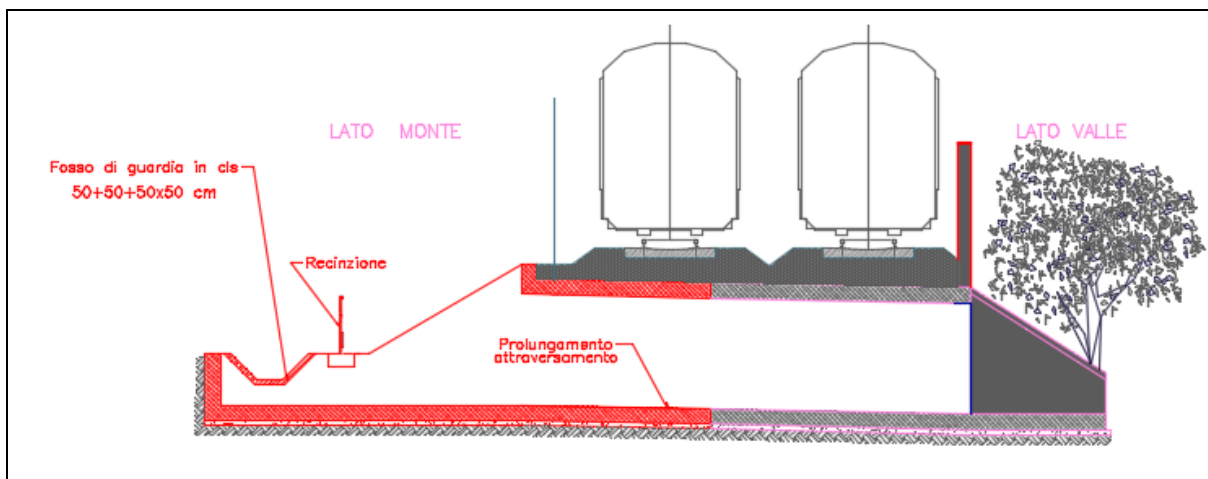


Figura 16 – Sezione trasversale tipo con ampliamento lato monte (Tombini 1, 2, 3, 4 5 e 6)

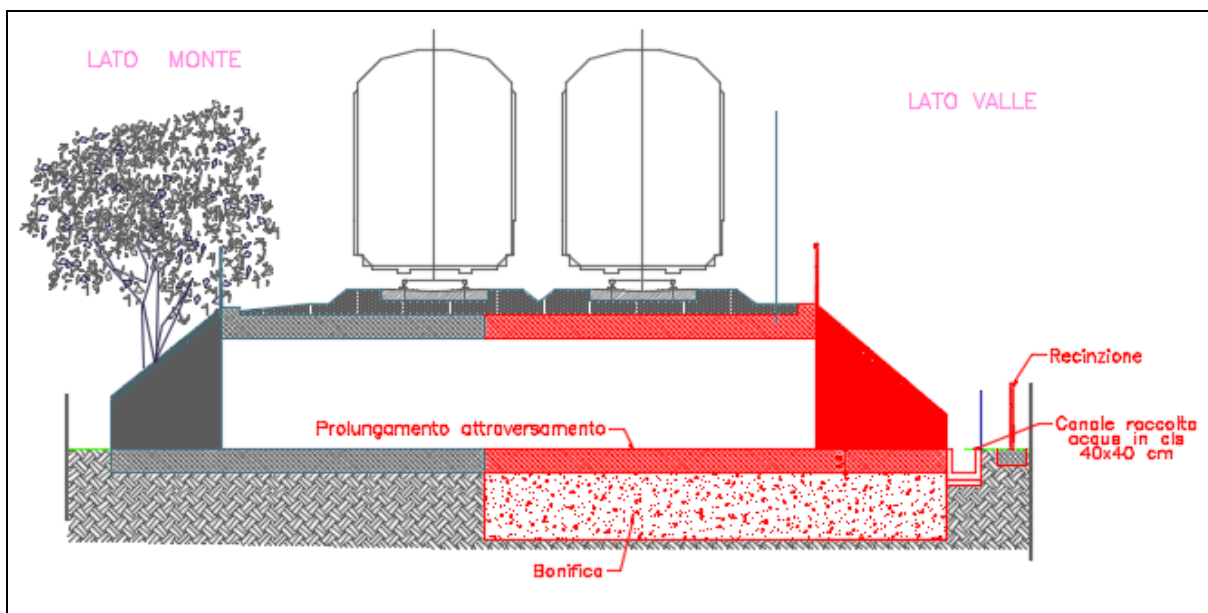


Figura 17 – Sezione trasversale tipo con ampliamento lato valle (Tombino 8 e 9)

Di seguito si riportano in dettaglio gli interventi previsti in progetto sui tombini esistenti e le dimensioni geometriche degli stessi:

- Tombino n. 1 (Progr. 65+856,45 – vedi allegato 14.2) – Interventi di progetto: prolungamento spalletta lato monte, prolungamento attraversamento lato monte e

rifinitura muro esistente con intonaco lato valle. Sezione: rettangolare con copertura ad arco di dimensione 1,00 x 2,20 m;

- Tombino n. 2 (Progr. 66+089,10 – vedi allegato 14.3) – Interventi di progetto: demolizione attraversamento esistente, sostituzione attraversamento esistente con n. 2 tubi in c.a. a compressione radiale DN 1200, prolungamento attraversamento lato monte, realizzazione muri di sostegno lato valle. Sezione: cilindrica di diametro interno pari a 1200 mm in numero di due;
- Tombino n. 3 (Progr. 66+249,66 – vedi allegato 14.4) – Interventi di progetto: demolizione spalletta lato monte, pulizia attraversamento e prolungamento lato monte e rifinitura con intonaco muro lato valle. Sezione: rettangolare con copertura ad arco di dimensione 0,80 x 1,50 m;
- Tombino n. 4 (Progr. 66+485,35 – vedi allegato 14.5) – Interventi di progetto: demolizione spalletta lato monte, pulizia attraversamento e prolungamento lato monte e rifinitura con intonaco muro lato valle. Sezione: rettangolare con copertura ad arco di dimensione 1,00 x 1,50 m;
- Tombino n. 5 (Progr. 66+774,64 – vedi allegato 14.6) – Interventi di progetto: demolizione spalletta lato monte, pulizia attraversamento e prolungamento lato monte e rifinitura con intonaco muro lato valle. Sezione: rettangolare con copertura ad arco di dimensione 0,80 x 1,50 m;
- Tombino n. 6 (Progr. 66+935,47 – vedi allegato 14.7) – Interventi di progetto: demolizione attraversamento esistente, sostituzione attraversamento esistente con n. 2 tubi in c.a. a compressione radiale DN 1200, prolungamento attraversamento lato monte, realizzazione muri di sostegno lato valle. Sezione: cilindrica di diametro interno pari a 1200 mm in numero di due;
- Tombino n. 7 (Progr. 67+045,64 – vedi allegato 14.8) – Interventi di progetto: demolizione attraversamento esistente, sostituzione attraversamento esistente con n. 2 tubi in c.a. a compressione radiale DN 1200, prolungamento attraversamento lato monte, realizzazione muri di sostegno lato valle. Sezione: cilindrica di diametro interno pari a 1200 mm in numero di due;
- Tombino n. 8 (Progr. 67+413,21 – vedi allegato 14.9) – Interventi di progetto: demolizione attraversamento esistente, sostituzione attraversamento esistente con n. 2 tubi in c.a. a compressione radiale DN 1200, prolungamento attraversamento lato monte, realizzazione muri di sostegno lato valle. Sezione: cilindrica di diametro interno pari a 1200 mm in numero di due;

- Tombino n. 9 (Progr. 67+842,98 – vedi allegato 14.10) – Interventi di progetto: demolizione ringhiera e spalletta lato valle, pulizia attraversamento e prolungamento lato valle e interventi di manutenzione straordinaria su parapetto lato monte. Sezione: rettangolare con copertura ad arco di dimensione 1,97 x 1,88 m.

In aggiunta agli interventi sopra descritti e allo scopo di regimentare in maniera ottimale tutte le portate meteoriche si prevede di realizzare ulteriori opere accessorie per la raccolta delle acque costituite da:

- una cunetta laterale che si sviluppa longitudinalmente all'asse ferroviario per la raccolta e lo smaltimento delle acque provenienti dalla piattaforma ferroviaria;
- una canaletta trapezoidale rivestita in calcestruzzo con pendenza della scarpata 1/1 e larghezza del fondo e della scarpata pari entrambe a 50 cm. La canaletta, posizionata a monte del tombino, svolge la funzione di fosso di guardia di sicurezza per lo smaltimento delle acque superficiali non convogliate direttamente nei fossi interferenti con il tronco ferroviario.

4 STUDIO IDROLOGICO E DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Lo studio è suddiviso in una prima parte dove viene effettuata una analisi idrologica finalizzata al calcolo delle portate di piena con assegnato tempo di ritorno che caratterizzano i corsi d'acqua interferenti la linea ferroviaria e in una seconda parte dove viene effettuata la verifica di compatibilità idraulica dell'attraversamento previsto in progetto.

In particolare lo studio di compatibilità idraulica delle tombinature di progetto ricadenti nell'area oggetto di intervento consiste nel verificare che in corrispondenza della portata idrica di piena di riferimento:

- si realizzi all'interno della sezione un tirante idrico di moto uniforme con un adeguato franco di sicurezza;
- il profilo di corrente in moto stazionario che si realizza lungo lo sviluppo longitudinale dello stesso tombino non presenti fenomeni di rigurgito o di risalto con conseguente occlusione della sezione.

4.1 Analisi idrologica

Lo studio idrologico utilizzato per calcolare la portata di piena in una sezione del reticolo idrografico del bacino è basato sui risultati e le metodologie dell'indagine VA.PI. già

effettuata in Basilicata, (VALutazione delle PIene)¹. Tale metodologia fa riferimento ad un approccio di tipo probabilistico per la valutazione dei massimi annuali delle portate di piena. La metodologia si basa su un modello probabilistico a doppia componente (TCEV) che interpreta gli eventi massimi annuali come il risultato di una miscela di due popolazioni distinte: la prima produce gli eventi massimi ordinari, più frequenti ma meno intensi; la seconda produce gli eventi massimi straordinari, meno frequenti ma spesso catastrofici.

La valutazione della portata idrica di piena con assegnata probabilità di accadimento (o tempo di ritorno “T” - vedi DPCM 29/09/1998), è stata effettuata, come già detto, considerando portate idriche al colmo di piena determinate secondo la metodologia “Analisi di frequenza delle portate al colmo di piena” VA.PI. Valutazione delle Piene in Italia GNDICI-CNR. Tale studio indica la possibilità di stima delle portate al colmo di piena, “Q_T”, con assegnato tempo di ritorno, “T”, come prodotto della piena indice “E(Q)” per il fattore probabilistico di crescita “K_T”:

$$Q_T = K_T \cdot E(Q)$$

È ben noto che la piena indice, la cui variabilità è fortemente influenzata dall’ area del bacino, può essere stimata tramite una legge del tipo:

$$E(Q) = \alpha \cdot A^\beta$$

con A espresso in Km².

Nel succitato studio VA.PI. vengono riportate due relazioni per il calcolo della piena indice, relative alle due aree, nelle quali è stata suddivisa la Basilicata, ritenute omogenee ai fini del calcolo della suddetta piena indice (Tabella 12),:

Area omogenea 1	Area omogenea 2
Bacini del Bradano, Basento, Cavone e Agri	Bacini del Sinni, Lao e Noce
$E(Q) = 2,13 \cdot A^{0,766}$	$E(Q) = 5,98 \cdot A^{0,645}$

Tabella 12 - Aree omogenee ai fini del calcolo della piena indice

Ai fini del calcolo del fattore probabilistico di crescita K_T, in accordo con la variabilità dei parametri geomorfoclimatici, si è suddiviso il territorio in tre zone omogenee (Tabella 13) a ciascuna delle quali corrisponde una coppia di valori dei parametri “a” e “b” da inserire nella seguente relazione:

$$K_T = a + b \cdot \ln(T)$$

dove con “ln” si indica il logaritmo naturale e con “T” il periodo di ritorno espresso in anni. Si considerano le zone omogenee sotto riportate:

¹ Rapporto di sintesi per la regione Basilicata (bacini del versante ionico) a cura di P. Claps e M. Fiorentino.

Zona A		Zona B		Zona C	
Bacini del Bradano		Basso Bacino del Basento		Bacini dell'Agri, Sinni, Cavone, Noce e alto bacino Basento	
a	b	a	b	a	b
-0,5673	0,9930	-0,2354	0,7827	0,0565	0,5977

Tabella 13 - Aree omogenee ai fini del calcolo del fattore probabilistico di crescita K_T

Il calcolo della portata di piena per un assegnato tempo di ritorno presuppone la determinazione dei bacini idrografici sottesi ai singoli tombini.

L'area oggetto di intervento si presenta a basse pendenze e costituisce un unico bacino idrografico costituito da piccoli sottobacini che, come si evince dalla Figura 18 sotto riportata, sono afferenti a ciascun tombino esistente e tributari ai fini dello smaltimento delle acque meteoriche ordinarie e di piena. La suddivisione dei piccoli bacini idrografici rappresentati è stata condotta dall'analisi delle curve di livello presenti in cartografia per i quali si riportano i valori delle aree in kmq. Si osserva che si tratta di piccoli bacini con superficie inferiore al kmq.

Dall'analisi della cartografia CTR (Carta Tecnica Regionale) in scala 1:5.000 opportunamente integrata con gli shapefile delle curve di livello dell'area considerata² (Figura 18) è stato possibile determinare con sufficiente approssimazione l'area dei bacini idrografici sottesi ad ogni tombino ricadente nell'area di intervento (vedi Figura 19).

² Dati vettoriali distribuiti dal geoportale RSDI - Infrastruttura Regionale dei Dati Spaziali della Regione Basilicata.

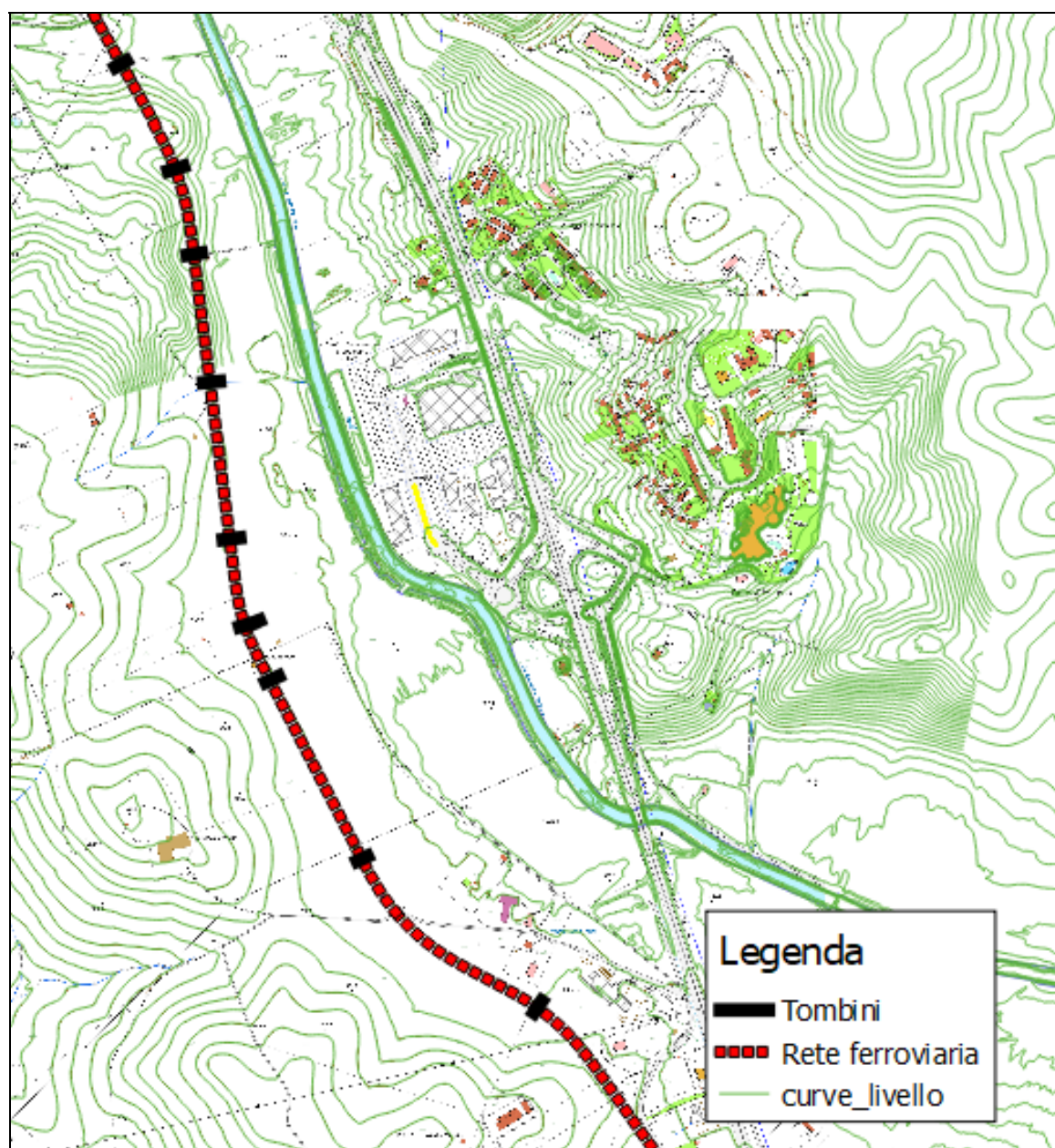


Figura 18 – Cartografia con curve di livello area oggetto di intervento

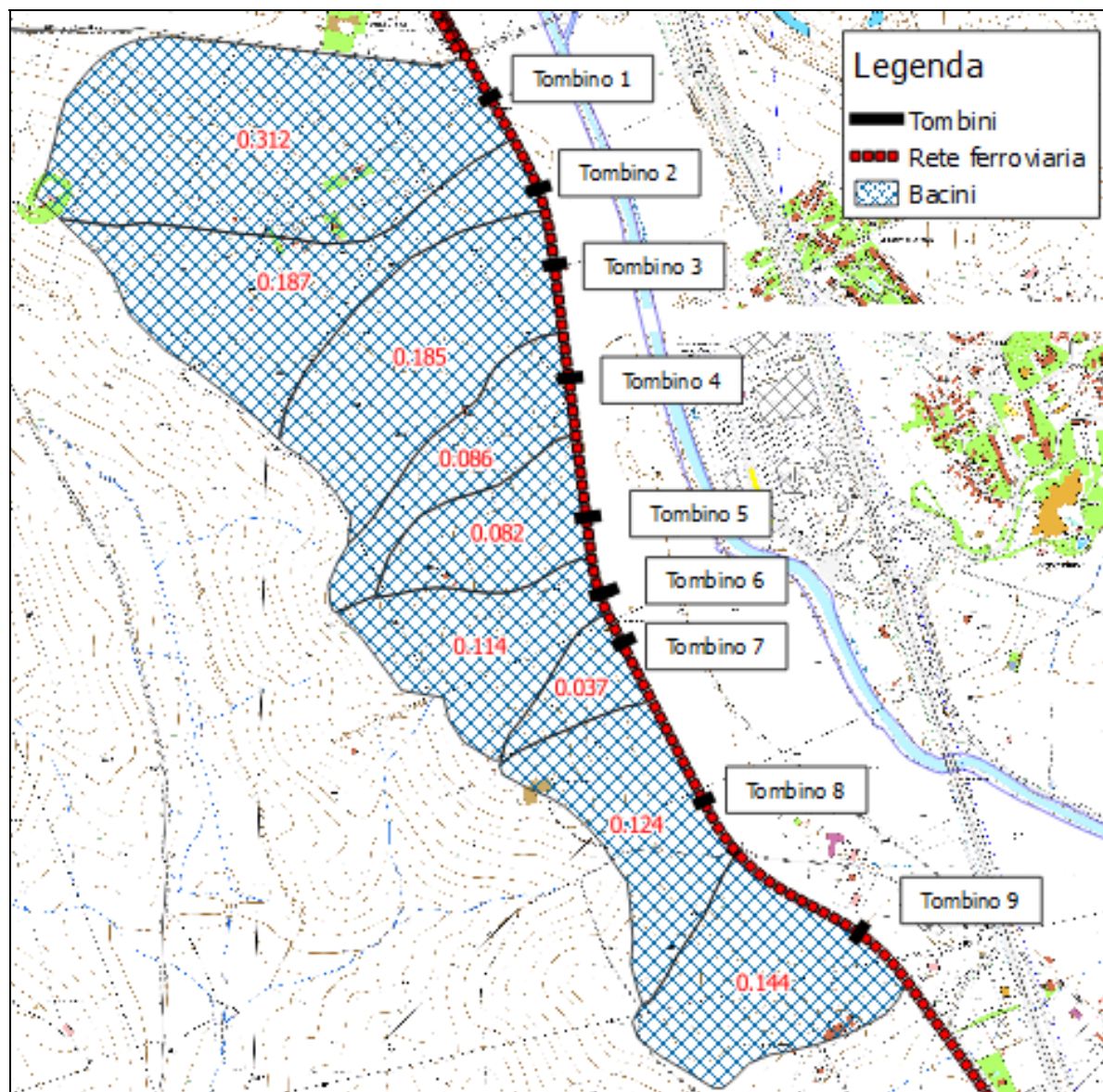


Figura 19 – Bacini idrografici sottesi ai tombini oggetto di intervento

Le superfici calcolate relative ai singoli bacini idrografici sottesi ai tombini sono riportate in dettaglio nella tabella seguente.

Attraversamento Tombino N.	Superficie bacino idrografico [km²]
1	0,312
2	0,187
3	0,185
4	0,086
5	0,082
6	0,114
7	0,037
8	0,124
9	0,144

Tabella 14 – Superficie bacini idrografico sottesi ai singoli tombini

4.2 Calcolo della portata di piena

Il calcolo delle portate idriche di piena, in funzione del periodo di ritorno T , è stato effettuato utilizzando il metodo VA.PI. descritto nei capitoli precedenti ed utilizzato dall'Autorità Interregionale di Bacino della Basilicata negli studi di perimetrazione delle fasce di rischio idraulico.

Nota la superficie del bacino idrografico è possibile determinare la portata di piena indice, utilizzando la formulazione proposta nel VA.PI. che, con riferimento al Bacino del Fiume Bradano, fornisce i seguenti parametri:

$\alpha = 2,13$
$\beta = 0,766$

Sostituendo i valori sopra riportati nella formulazione precedentemente riportata si ottengono i valori delle portate di piena indice per ogni tombino riportati in tabella:

Tombino	E (Q) [m ³ /s]	A [Km ²]	α	β
1	0,87	0,312	2,13	0,766
2	0,59	0,187	2,13	0,766
3	0,58	0,185	2,13	0,766
4	0,33	0,086	2,13	0,766
5	0,31	0,082	2,13	0,766
6	0,40	0,114	2,13	0,766
7	0,17	0,037	2,13	0,766
8	0,43	0,124	2,13	0,766
9	0,48	0,144	2,13	0,766

Tabella 15 – Portata di piena indice per singolo tombino

Per tener conto del periodo di ritorno dell'evento di piena è possibile utilizzare la formulazione del fattore di crescita proposta dal VA.PI. che, con riferimento al bacino del Fiume Bradano, fornisce i seguenti parametri:

$a = -0,5673$
$b = 0,9930$

Sostituendo i valori sopra riportati nella formulazione VA.PI. è possibile determinare il valore del fattore K_T di crescita in funzione del periodo di ritorno T espresso in anni e quindi le relative portate di piena in arrivo ai singoli tombini.

Nella tabella seguente è riportato il dettaglio delle portate calcolate per ogni singolo tombino in funzione del periodo di ritorno T espresso in anni.

Attraversamento	$Q_{T=30}$ [m ³ /s]	$Q_{T=100}$ [m ³ /s]	$Q_{T=200}$ [m ³ /s]	$Q_{T=500}$ [m ³ /s]
1	2,45	3,50	4,10	4,89
2	1,66	2,36	2,77	3,30
3	1,64	2,34	2,75	3,28
4	0,91	1,30	1,53	1,82
5	0,88	1,26	1,47	1,76
6	1,13	1,62	1,89	2,26
7	0,48	0,68	0,80	0,96
8	1,21	1,72	2,02	2,41
9	1,36	1,93	2,27	2,71

Tabella 16 – Portate di piena in funzione del periodo di ritorno T per i singoli attraversamenti

Si osserva che la portata idrica di piena con periodo di ritorno $T = 200$ anni assume valori variabili da un minimo di $Q = 0,80$ m³/s (tombino n. 7) a un massimo pari a $Q = 4,10$ m³/s (tombino n. 1).

4.3 Verifica tiranti idrici di moto uniforme

I criteri generali di verifica delle tombinature di progetto presenti nell'area di progetto sono i seguenti:

- la portata idrica di piena in arrivo dal bacino idrografico sotteso considerata è pari a quella con periodo di ritorno $T = 200$ anni. Si sottolinea che tale periodo di ritorno risulta sicuramente a vantaggio di sicurezza, considerando che altri Piani di Bacino limitrofi, quali quello del Sele, impongono periodi di ritorno T pari a 200 anni per i ponti stradali e ferroviari (come previsto dalla vigente Normativa Tecnica sulle Costruzioni NTC 2008) e pari a 100 anni per i ponti non disciplinati nelle NTC 2008. Questi ultimi devono assicurare un franco di sicurezza non inferiore a 100 cm oppure pari a 0,5 volte il carico cinetico della corrente idrica. Mentre nel caso dei passi con tombinatura, la stessa Autorità di Bacino del Sele, fa riferimento alla normativa tecnica vigente sulle canalizzazioni delle acque bianche, avendo cura di considerare opportunamente il trasporto di materiale ingombrante dalla corrente in piena. Nel caso in esame, trattandosi di opere a servizio di infrastrutture strategiche, in ossequio al PAI dell'Autorità Interregionale di Bacino della Regione Basilicata competente sul territorio oggetto di intervento, si sono considerate portate idriche di piena con $T = 200$ anni;
- l'analisi delle sezioni trasversali rilevate in sito lungo i tratti fluviali in corrispondenza dei tombini ha consentito di rilevare che i fossi esistenti presentano delle pendenze medie maggiori o prossime al 3%. Risulta quindi accettabile oltre che a vantaggio di

sicurezza utilizzare, nella verifica delle tombinature di progetto, una pendenza media di calcolo pari al 3%;

- il coefficiente di scabrezza per la tombinatura in c.a. è stato posto pari a $K_s = 60 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$. Si osserva che anche se le tombinature sono costituite da scatolari o condotte in calcestruzzo si è utilizzato, a vantaggio di sicurezza, un valore della scabrezza tipico dei canali con pareti di cemento solo in parte intonacate e con qualche deposito sul fondo³;
- per tener conto di effetti di trasporto solido in termini di riduzione della portata di piena, si è garantita una sezione netta interna di dimensioni tali da assicurare l'accessibilità per gli interventi di manutenzione e pulizia e comunque superiore al metro quadrato.

Il calcolo dei tiranti idrici degli attraversamenti idraulici oggetto di intervento è stato effettuato ipotizzando un regime di moto uniforme ed utilizzando la nota formulazione di Gauckler – Strickler:

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

dove:

Q è la portata espressa in m^3/s ;

K_s è la scabrezza de canale espressa in $\text{m}^{1/3}/\text{s}$;

σ è la sezione bagnata espressa in m^2 ;

R è il raggio idraulico espresso in m;

i è la pendenza di fondo del canale.

Tenendo conto di quanto riportato in precedenza è stata effettuata la verifica idraulica delle tombinature esistenti calcolando i tiranti di moto uniforme e i franchi di sicurezza in corrispondenza dell'evento di piena con periodo di ritorno $T = 200$ anni (vedi Tabella 17).

Tomb.	Progr.	Forma	Dimensioni	$Q_{T=200 \text{ anni}}$ [m^3/s]	H_{uniforme} (m)	Franco (m)
1	65+856,45	Rettangolare	1,00 x 2,00 m	4,10	0,86	1,14
2	66+089,10	Circolare	2 sezioni ϕ_{1200}	1,39*	0,43	0,77
3	66+249,66	Rettangolare	0,80 x 1,50 m	2,75	0,81	0,69
4	66+483,35	Rettangolare	1,00 x 1,50 m	1,53	0,41	1,09
5	66+774,64	Rettangolare	0,80 x 1,50 m	1,47	0,50	1,00

³ Marchi E. e Rubatta A. (1981) – Meccanica dei fluidi – Ed. Utet, Torino

* La portata è relativa ad una sola sezione circolare.

Tomb.	Progr.	Forma	Dimensioni	$Q_{T=200 \text{ anni}}$ [m³/s]	H_{uniforme} (m)	Franco (m)
6	66+935,47	Circolare	2 sezioni ϕ_{1200}	0,95*	0,36	0,84
7	67+045,64	Circolare	2 sezioni ϕ_{1200}	0,40*	0,24	0,96
8	67+413,21	Circolare	2 sezioni ϕ_{1200}	1,01*	0,37	0,83
9	67+842,98	Rettangolare	1,97 x 1,88 m	2,27	0,31	1,57

Tabella 17 – Tiranti idrici di moto uniforme e franco di sicurezza per ogni tombinatura in corrispondenza dell'evento di piena con periodo di ritorno $T = 200$ anni.

Si osserva che gli scatolari o le tubazioni di progetto sono caratterizzati da valori del franco di sicurezza superiori o prossimi a 0,7 m e quindi sufficienti ad evitare eventuali problemi locali di ostruzione della sezione di deflusso idrico in corrispondenza della portata di piena di progetto.

Nel caso del tombino n. 7, anche in presenza di portate di piena non elevata, si è preferito utilizzare un tombino a doppia canna allo scopo di rendere agevoli le operazioni di pulizia e manutenzione ordinaria dello stesso.

Di seguito si riportano le scale di deflusso delle portate per ogni singolo tombino.

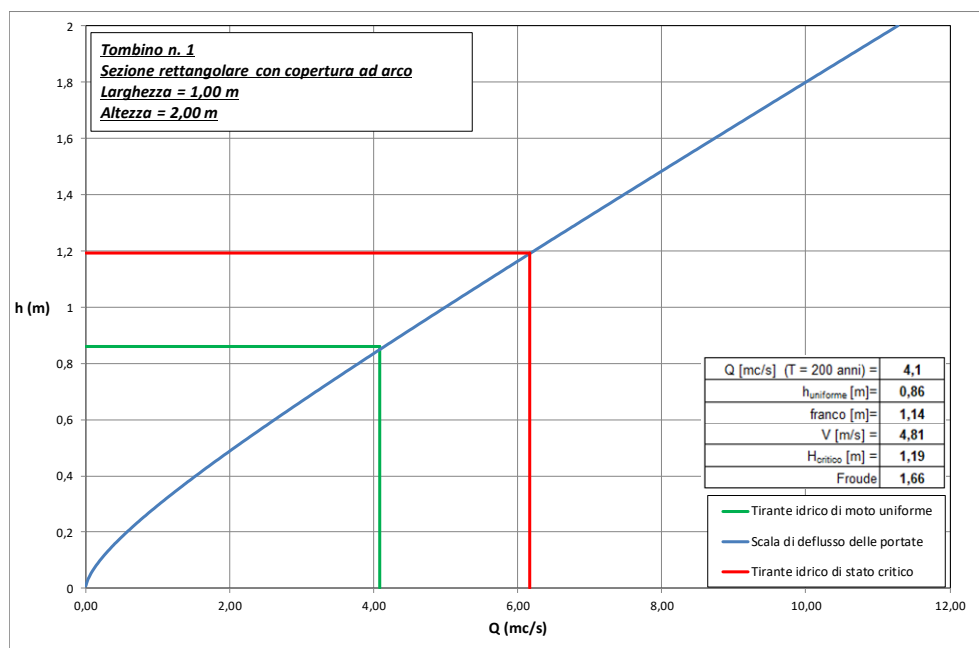


Figura 20 – Scala di deflusso delle portate tombino n. 1

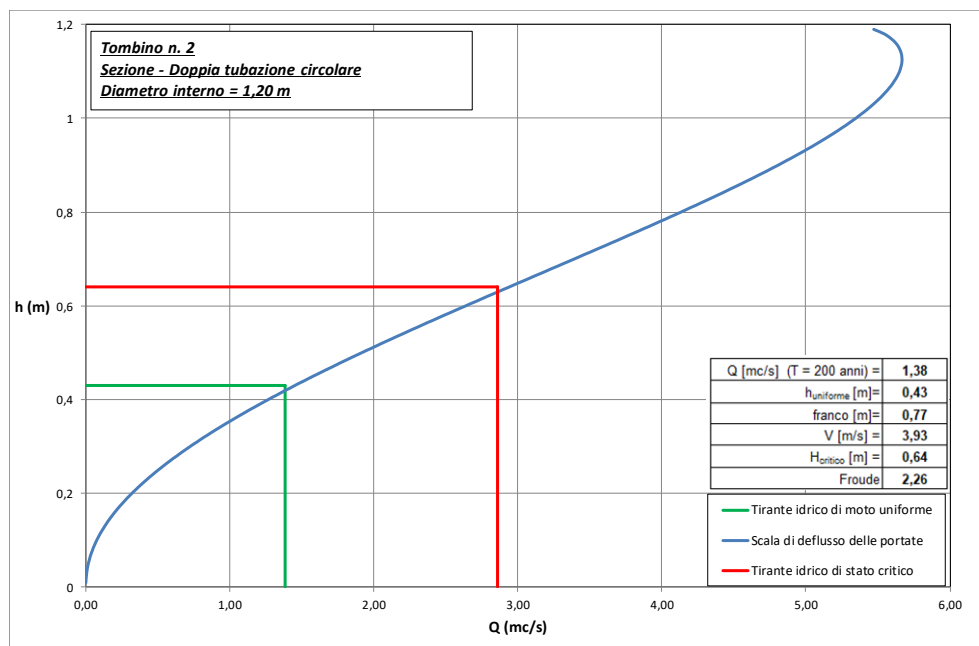


Figura 21 - Scala di deflusso delle portate tombino n. 2

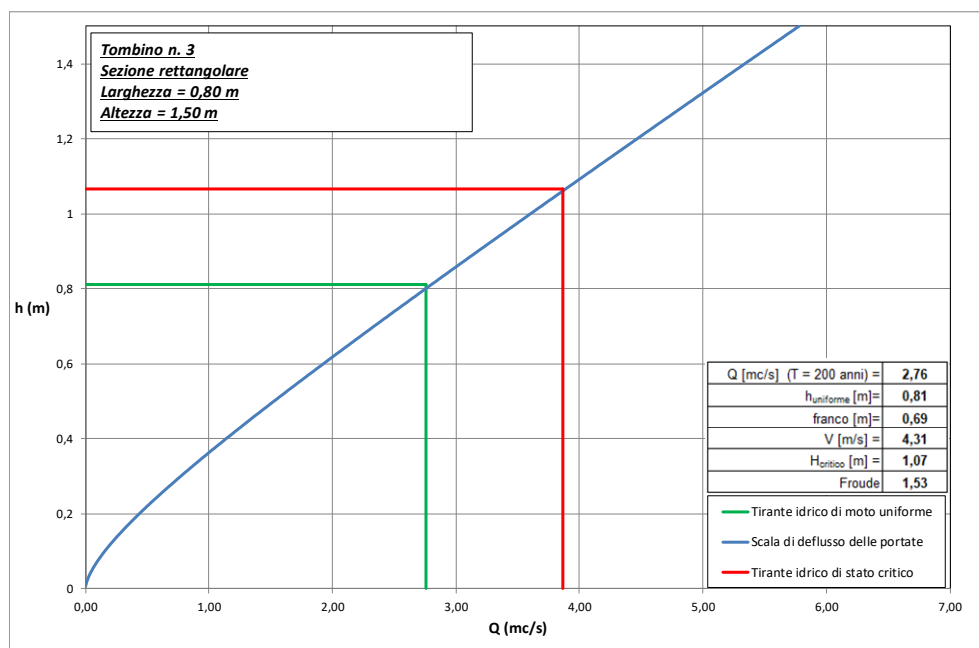


Figura 22 - Scala di deflusso delle portate tombino n. 3

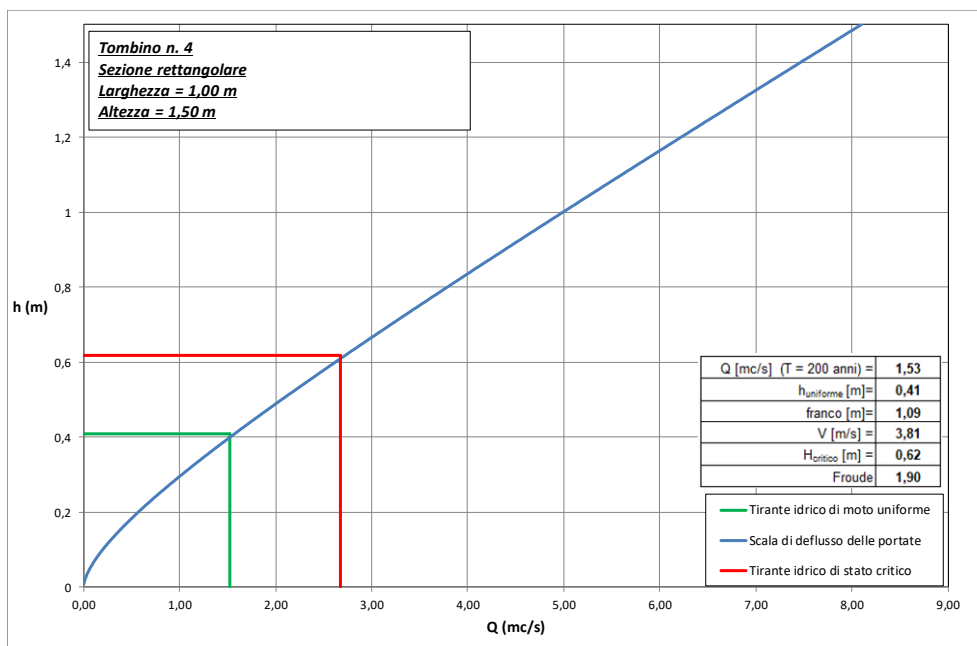


Figura 23 - Scala di deflusso delle portate tombino n. 4

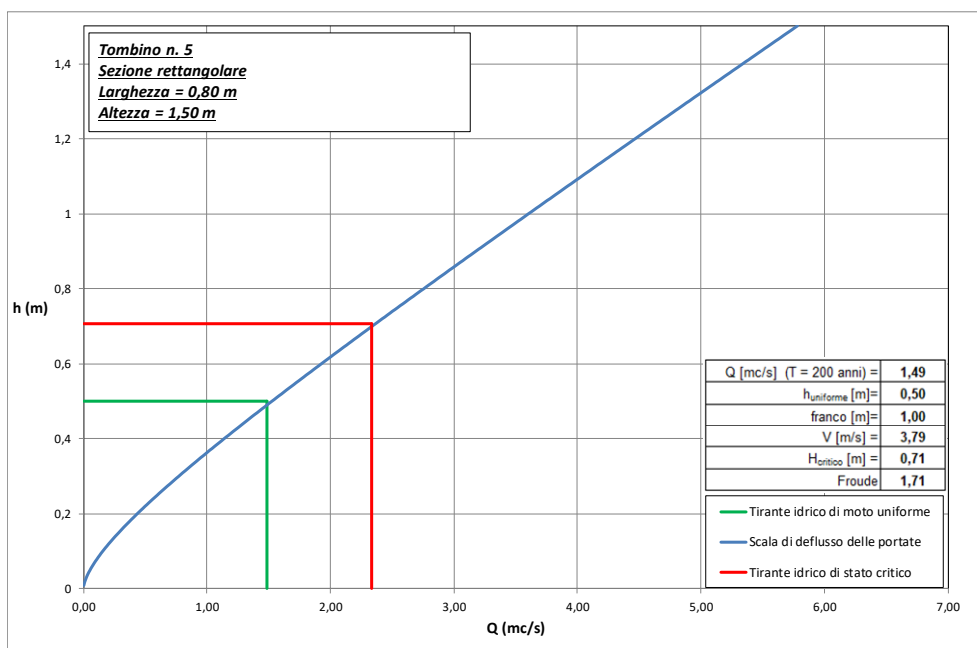


Figura 24 - Scala di deflusso delle portate tombino n. 5

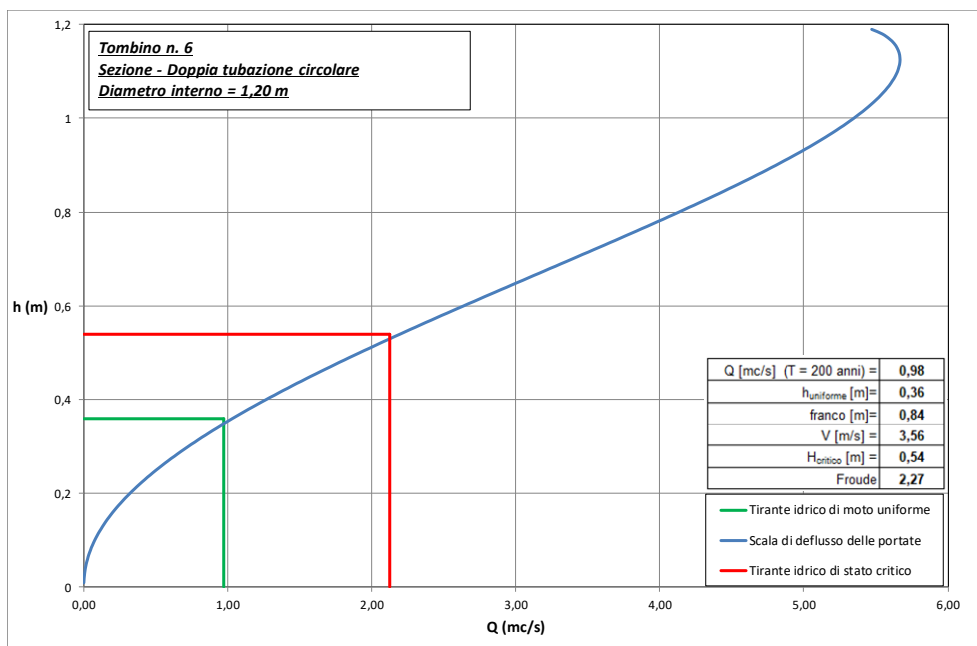


Figura 25 - Scala di deflusso delle portate tombino n. 6

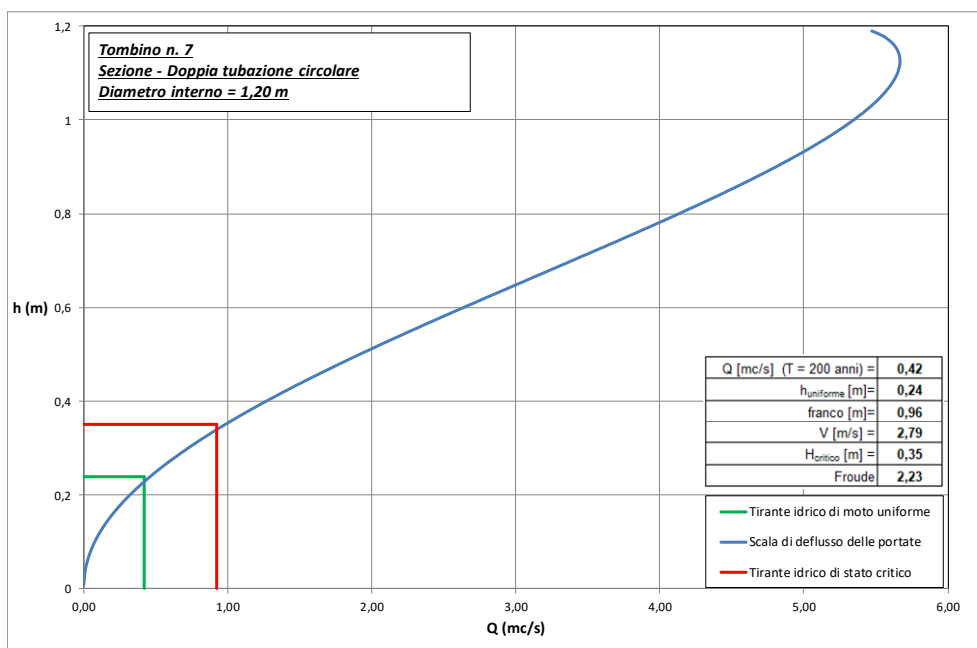


Figura 26 - Scala di deflusso delle portate tombino n. 7

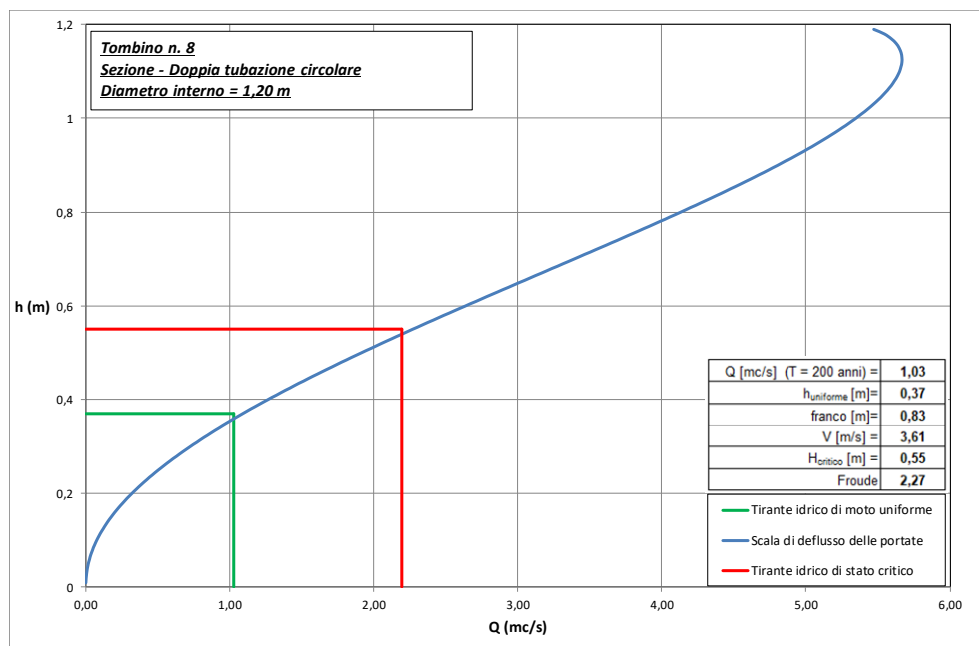


Figura 27 - Scala di deflusso tombino n. 8

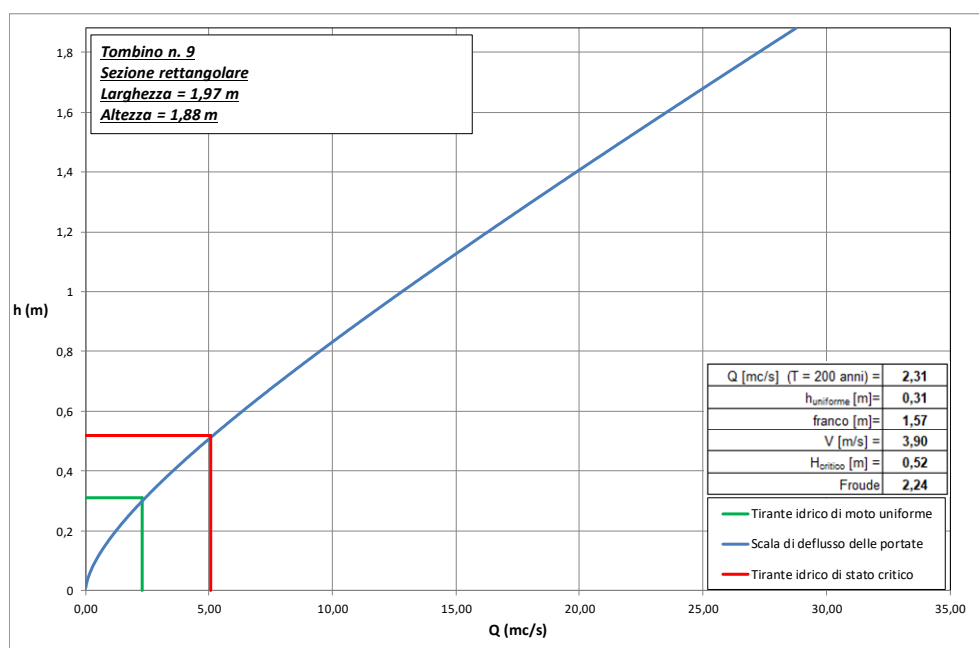


Figura 28 - Scala di deflusso tombino n. 9

Si osserva inoltre che i tombini di progetto sono inoltre caratterizzati da velocità della corrente elevate anche con portate ordinarie. Dall'analisi delle scale di deflusso delle velocità ricavate per ogni tombino si ricava infatti che, anche con tiranti di qualche centimetro corrispondenti a portate non elevate, si realizzano velocità della corrente superiori a 1 m/s. Questo garantisce, abbinato ad una adeguata manutenzione ordinaria, una corretta autopulizia del tombino stesso anche con portate di gran lunga inferiori a quelle di piena. Di seguito si riportano le scale di deflusso delle velocità per ogni singolo tombino.

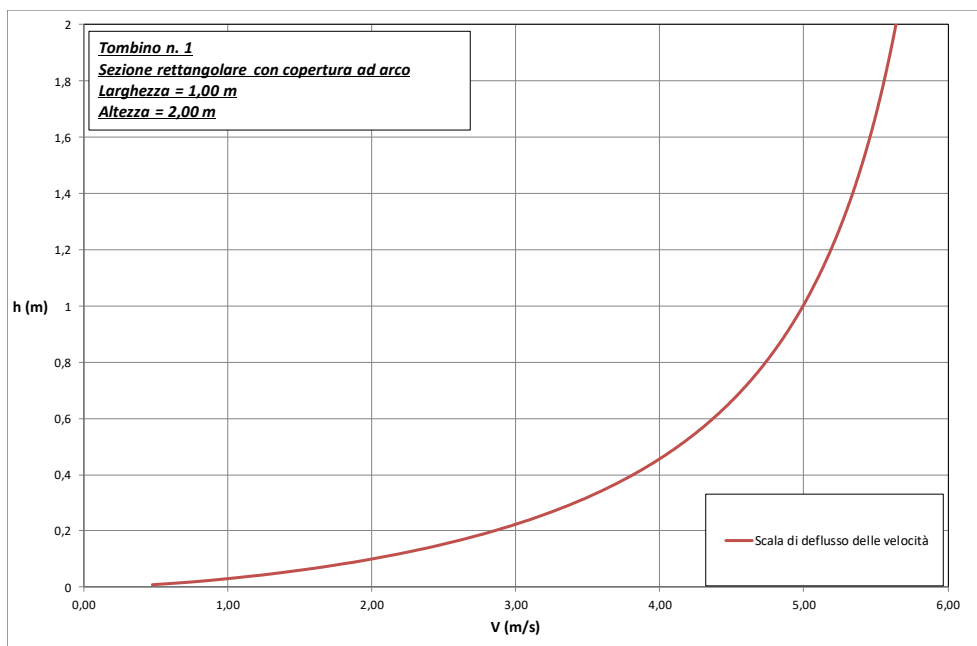


Figura 29 - Scala di deflusso tombino n. 1

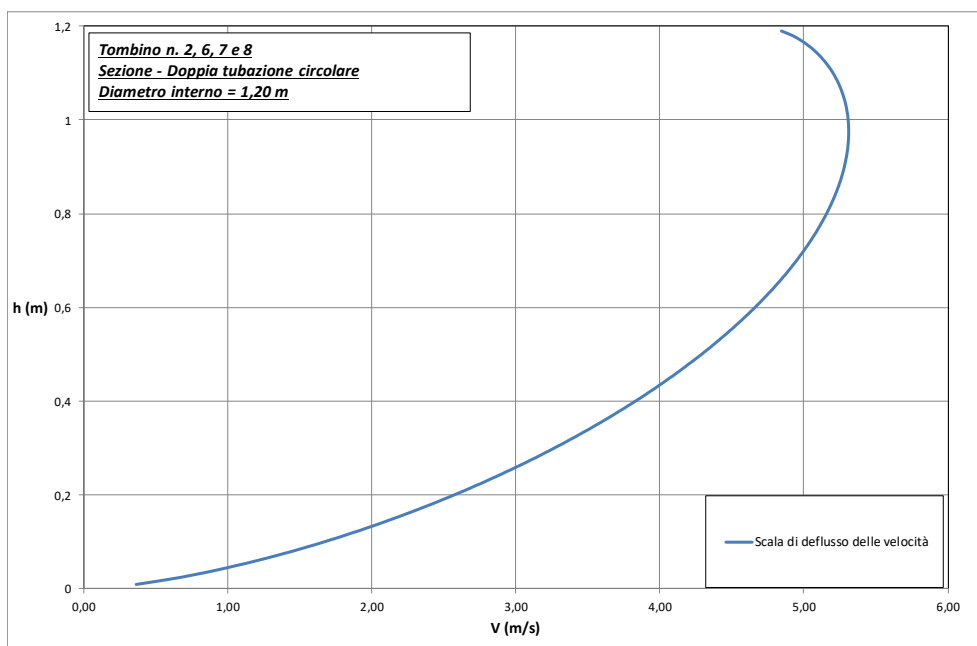


Figura 30 - Scala di deflusso tombino n. 2, 6, 7 e 8

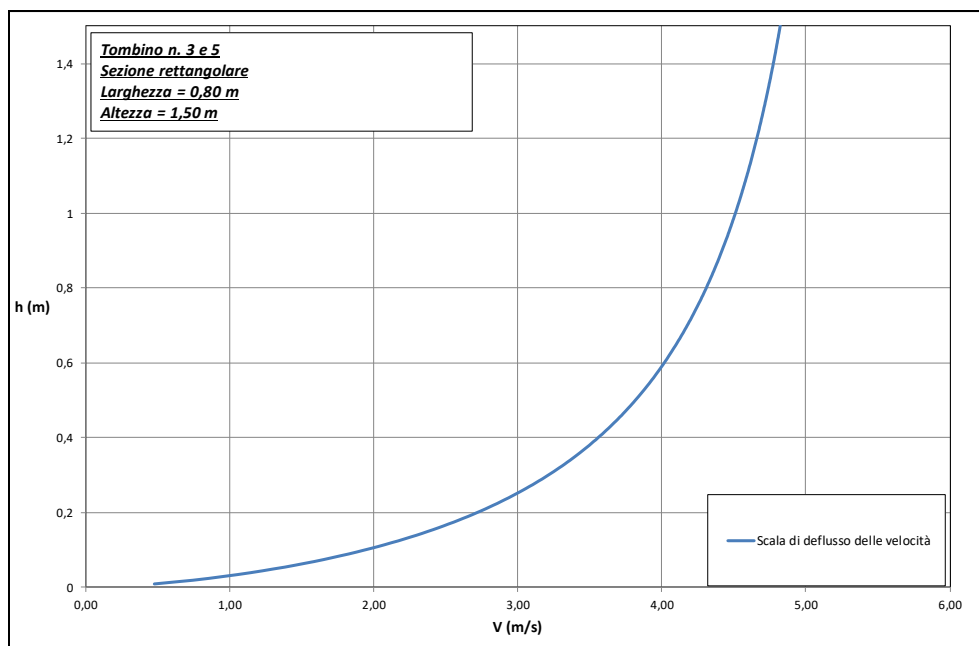


Figura 31 - Scala di deflusso tombino n. 3 e 5

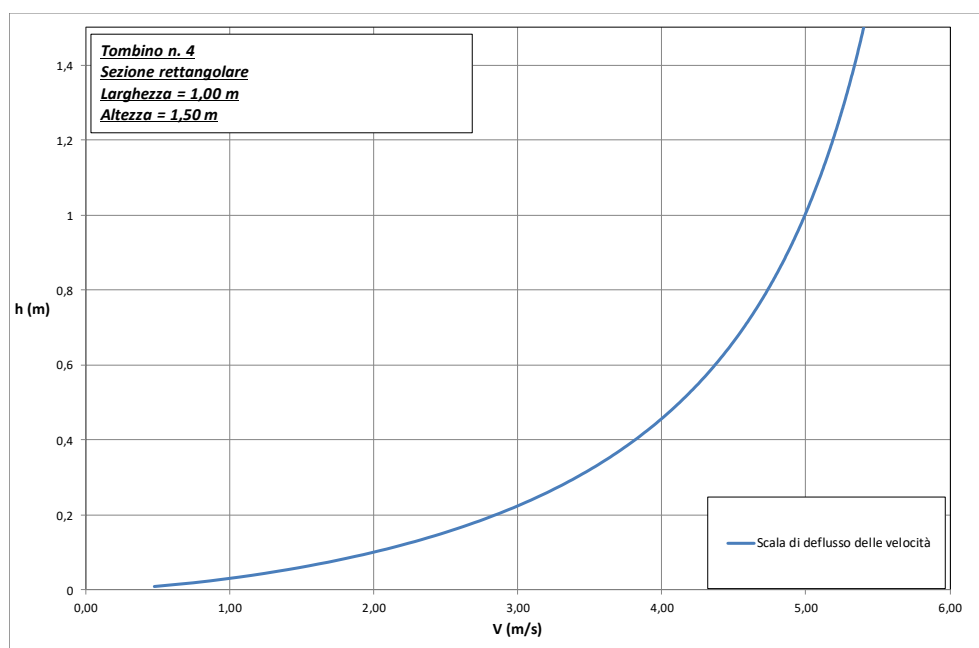


Figura 32 - Scala di deflusso tombino n. 4

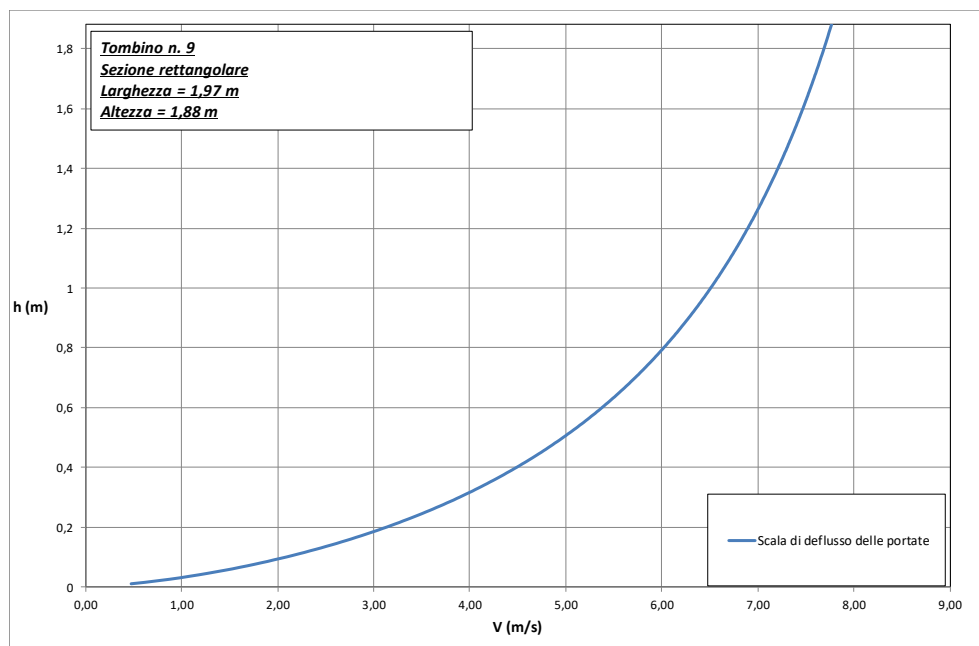


Figura 33 - Scala di deflusso tombino n. 9

4.4 Verifica profili di corrente in moto stazionario

Data la conformazione altimetrica dell'area di intervento e la presenza del tronco ferroviario trasversale ai fossi esistenti, come descritto in precedenza, nell'intervento di progetto si prevede la realizzazione di un fosso di guardia lungo tutto lo sviluppo longitudinale del raddoppio del tronco ferroviario per la raccolta delle acque superficiali di monte. Si osserva infatti che, in corrispondenza degli attraversamenti, una aliquota delle acque di pioggia raccolte nel bacino idrografico a monte degli stessi viene convogliata al tombino dai fossi di guardia mentre la parte rimanente dei deflussi viene convogliata dall'alveo fluviale.

Lo studio dei profili di corrente in condizioni stazionarie che si realizzano lungo lo sviluppo longitudinale del tombino è stato effettuato ipotizzando per semplicità e a vantaggio di sicurezza che il tombino generico possa essere schematizzato mediante un canale prismatico a sezione costante con salto di fondo.

Fissata la portata e le dimensioni geometriche del canale è possibile costruire la curva (H, h) che correla l'energia totale posseduta dalla corrente al tirante idrico. Nel caso in esame, fissata nel tombino una pendenza superiore a quella critica, possono verificarsi due situazioni a seconda che il canale di monte abbia una pendenza inferiore o superiore alla pendenza critica. Nel primo caso, riportato nella figura seguente, in corrispondenza del salto di fondo la corrente sbocca con un tirante inferiore al tirante di stato critico, mentre nel secondo caso la

corrente sbocca con un tirante pari a quello di stato critico a causa del fenomeno di chiamata allo sbocco⁴.

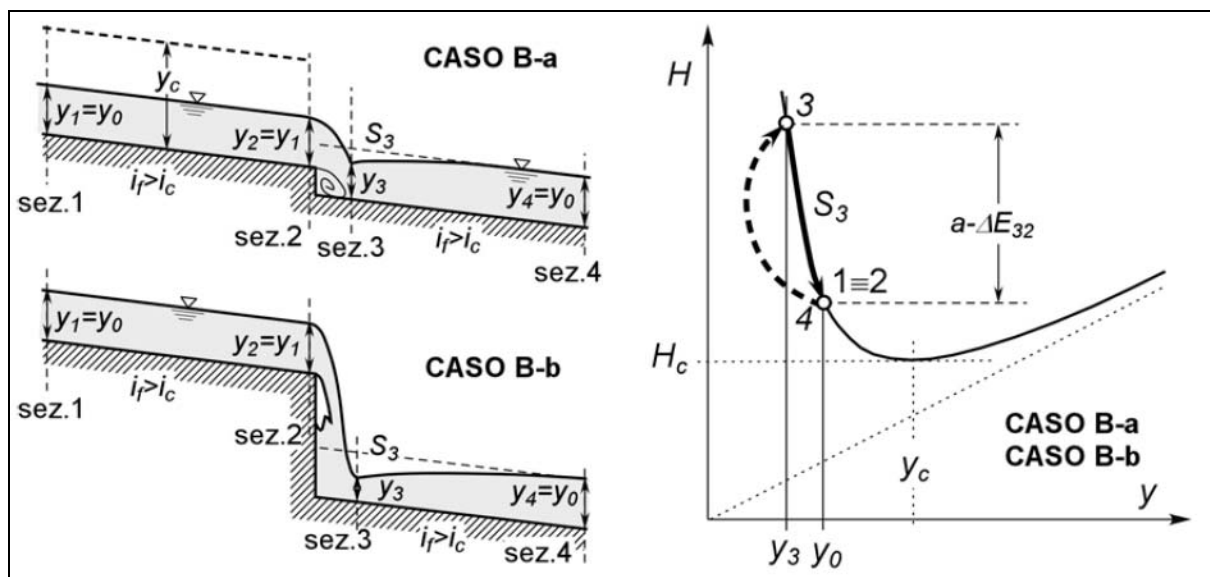


Figura 34 – Schema del profilo di corrente in moto stazionario nel caso di pendenza del canale di monte superiore alla pendenza critica⁵

In entrambi i casi si osserva che nel tratto di valle si presenta un profilo di corrente gradualmente vario del tipo rapido decelerato S_3 (Figura 35) e di conseguenza nel tratto a valle non possono verificarsi fenomeni di rigurgito o di risalito.

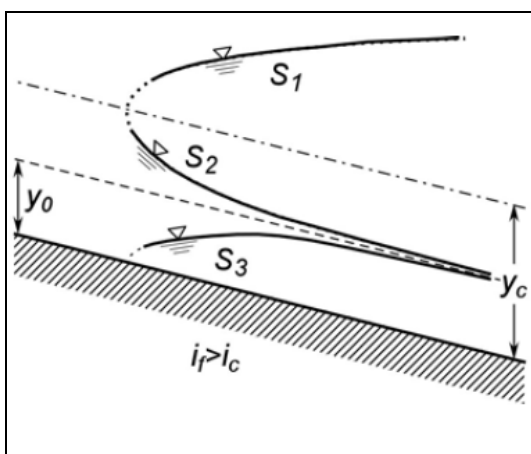


Figura 35 – Profili di corrente a pelo libero per pendenze superiori alla pendenza critica

Tenendo conto delle considerazioni riportate in precedenza, per la verifica dei profili di corrente in moto stazionario dei tombini è stato considerato lo schema di riferimento riportato nella figura seguente:

⁴ Le correnti lente defluenti in canali che terminano con un salto passano in corrispondenza dello stesso attraverso la sezione di stato critico, mentre le correnti veloci passano con tiranti corrispondenti a quello di moto uniforme.

⁵ Appunti sui profili di moto permanente – Andrea Defina

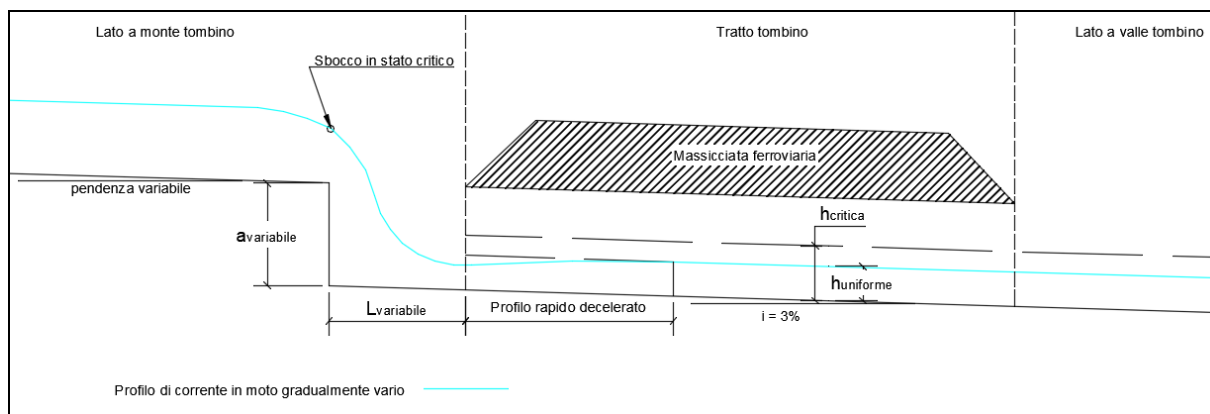


Figura 36 – Profilo schematico di corrente in moto gradualmente vario della tombinatura

Dalla verifica dei tiranti idrici di moto uniforme in corrispondenza dell'evento di piena di progetto si osserva che nelle tombinature a valle del salto si realizzano sempre condizioni di corrente veloce (vedi Tabella 18 e scale di deflusso delle portate descritte nel paragrafo precedente).

Tomb.	Progr.	Forma	Dimensioni	$Q_{T=200 \text{ anni}}$ [m³/s]	$H_{uniforme}$ (m)	$H_{critica}$ (m)	Froude
1	65+856,45	Rettangolare	1,00 x 2,00 m	4,10	0,86	1,19	1,66
2	66+089,10	Circolare	2 sezioni ϕ_{1200}	1,39*	0,43	0,64	2,26
3	66+249,66	Rettangolare	0,80 x 1,50 m	2,75	0,81	1,07	1,53
4	66+483,35	Rettangolare	1,00 x 1,50 m	1,53	0,41	0,62	1,90
5	66+774,64	Rettangolare	0,80 x 1,50 m	1,47	0,50	0,71	1,71
6	66+935,47	Circolare	2 sezioni ϕ_{1200}	0,95*	0,36	0,54	2,27
7	67+045,64	Circolare	2 sezioni ϕ_{1200}	0,40*	0,24	0,35	2,23
8	67+413,21	Circolare	2 sezioni ϕ_{1200}	1,01*	0,37	0,55	2,27
9	67+842,98	Rettangolare	1,97 x 1,88 m	2,27	0,31	0,52	2,24

Tabella 18 – Tiranti idrici di moto uniforme e in stato critico per ogni tombinatura in corrispondenza dell'evento di piena con periodo di ritorno $T = 200$ anni

È possibile quindi concludere che, in corrispondenza della portata di piena, lungo il profilo longitudinale dei tombini non possono verificarsi fenomeni di rigurgito o di risalto con conseguente occlusione della sezione.

Di seguito si riportano i profili schematici in moto gradualmente vario dei tombini previsti in progetto.

* La portata è riferita ad una sola sezione circolare.

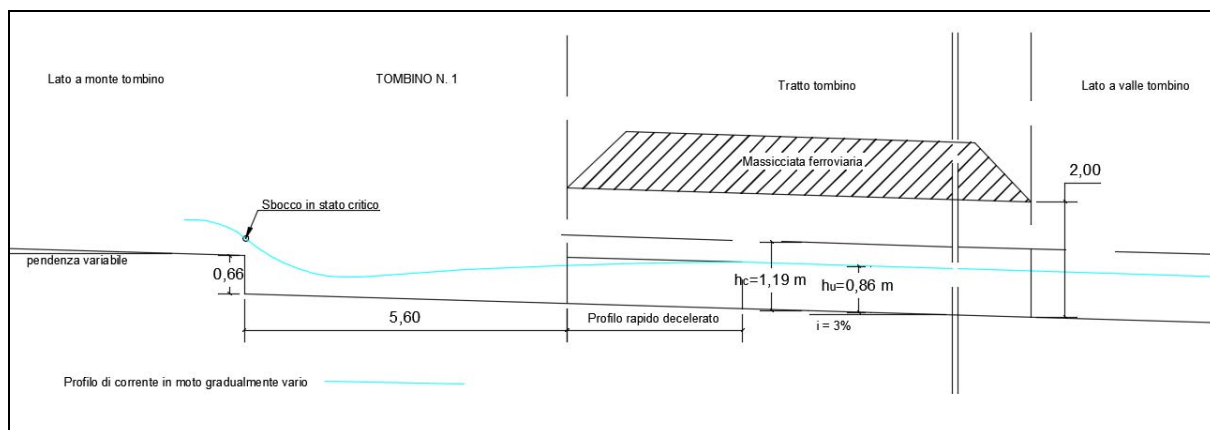


Figura 37 – Profilo schematico della corrente in moto gradualmente vario del Tombino n. 1

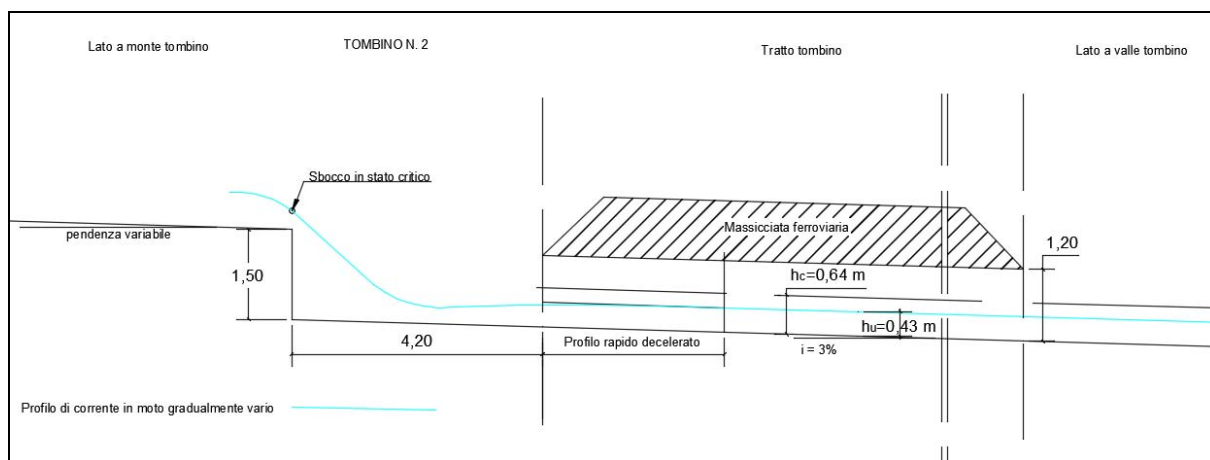


Figura 38 – Profilo schematico della corrente in moto gradualmente vario del Tombino n. 2

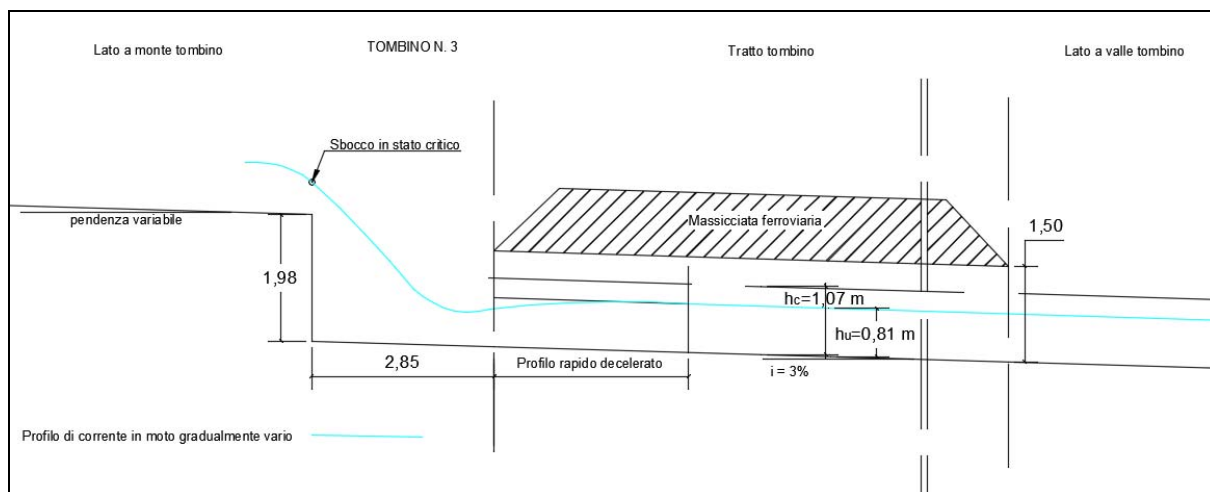


Figura 39 – Profilo schematico della corrente in moto gradualmente vario del Tombino n. 3

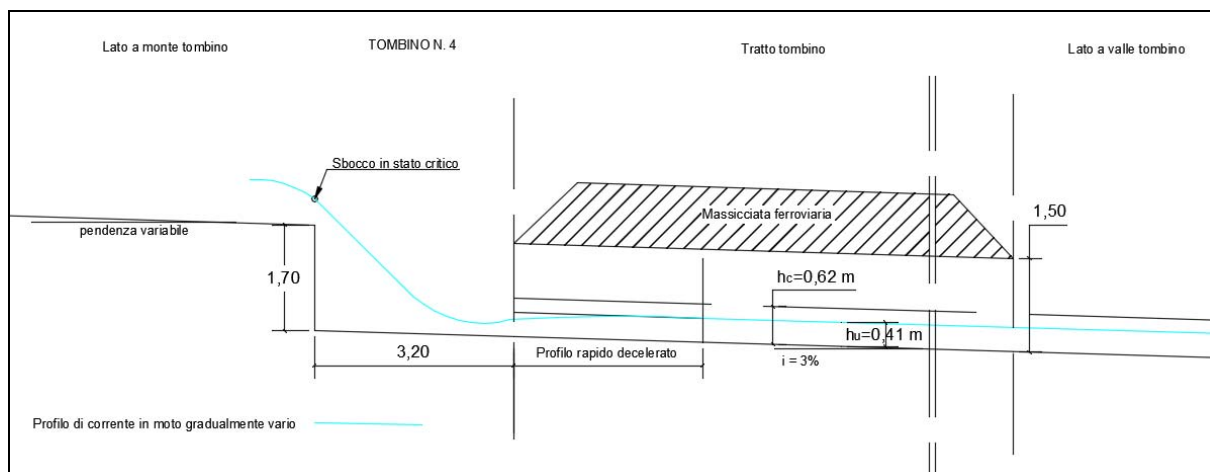


Figura 40 - Profilo schematico della corrente in moto gradualmente vario del Tombino n. 4

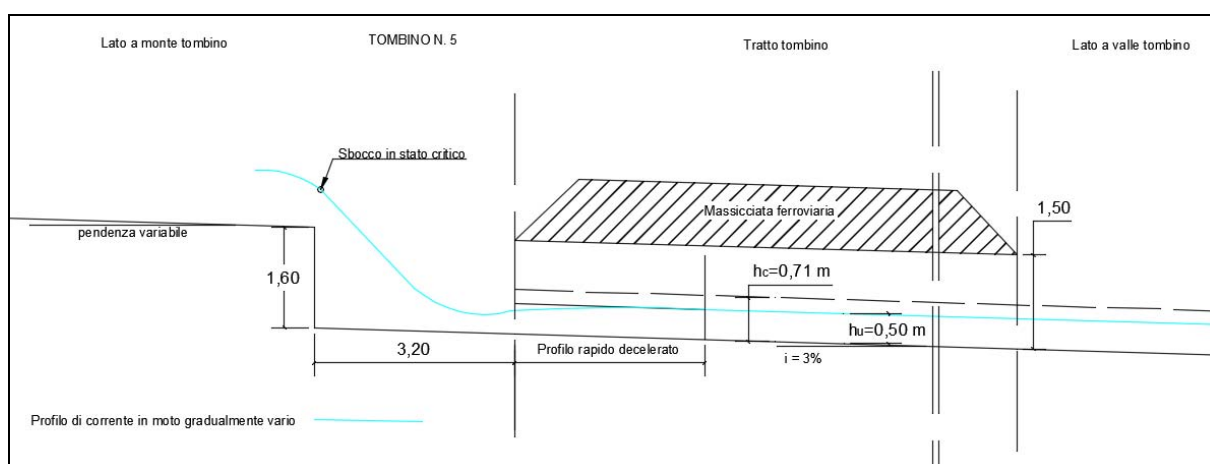


Figura 41 - Profilo schematico della corrente in moto gradualmente vario del Tombino n. 5

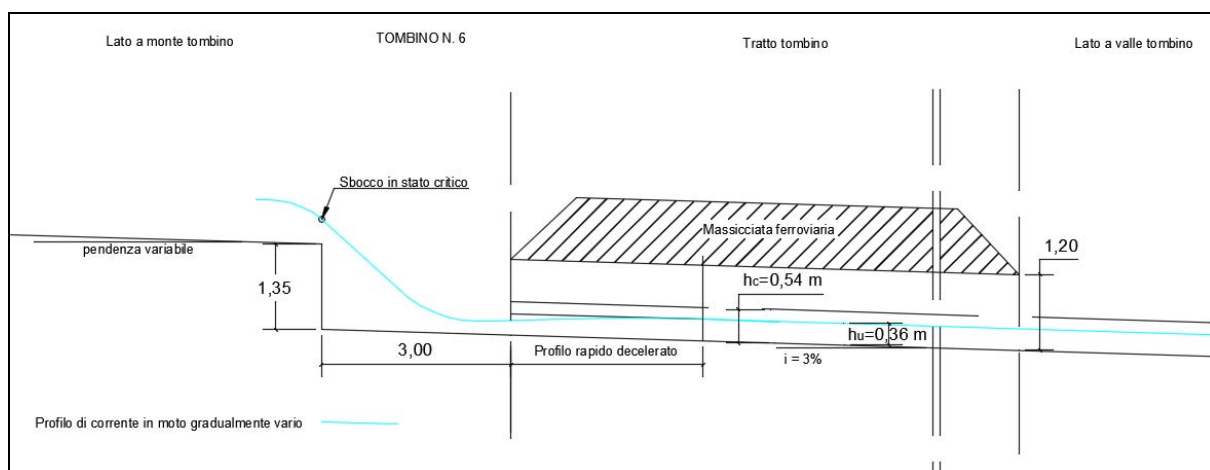


Figura 42 - Profilo schematico della corrente in moto gradualmente vario del Tombino n. 6

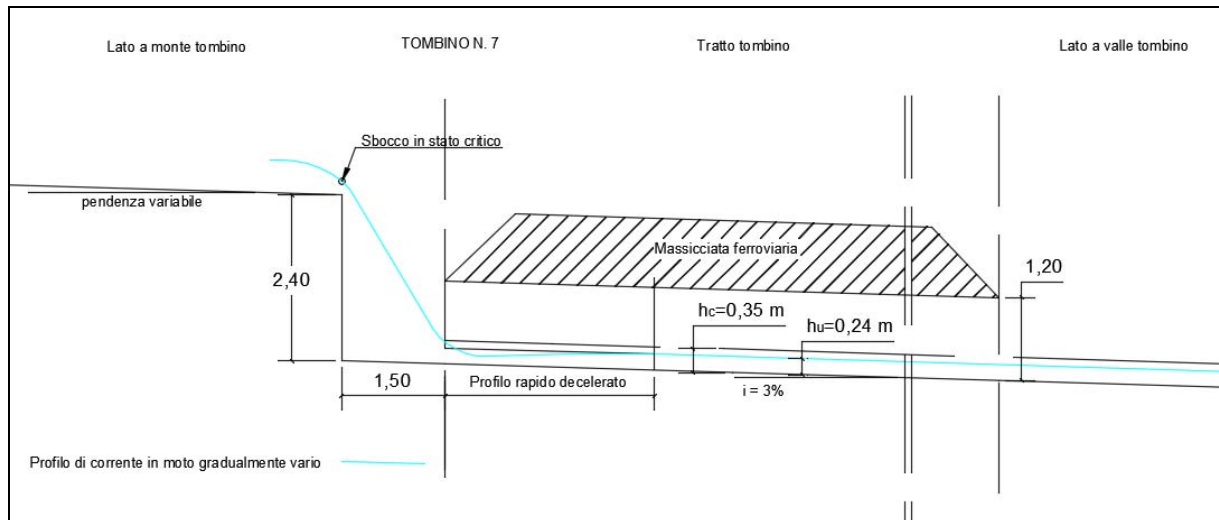


Figura 43 - Profilo schematico della corrente in moto gradualmente vario del Tombino n. 7

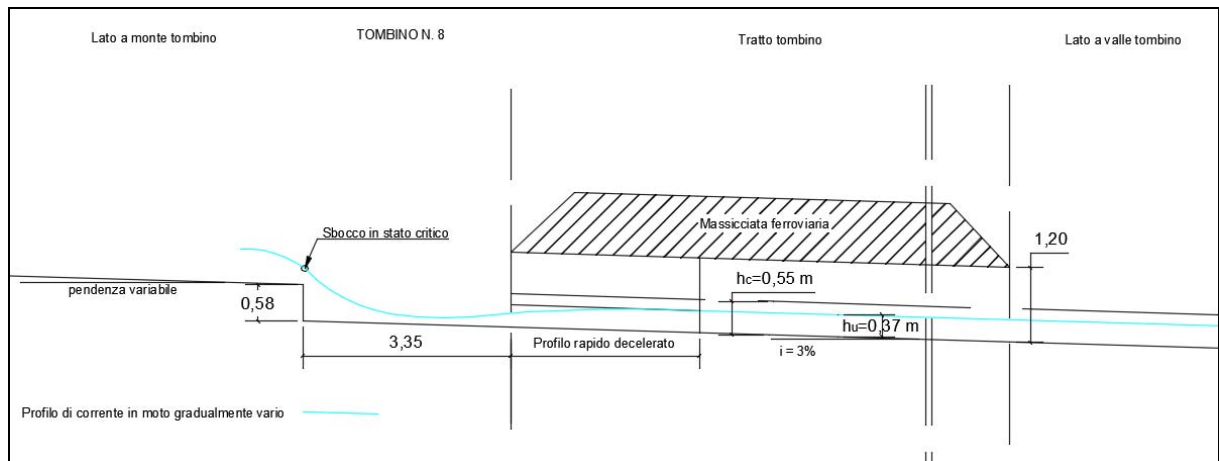


Figura 44 - Profilo schematico della corrente in moto gradualmente vario del Tombino n. 8

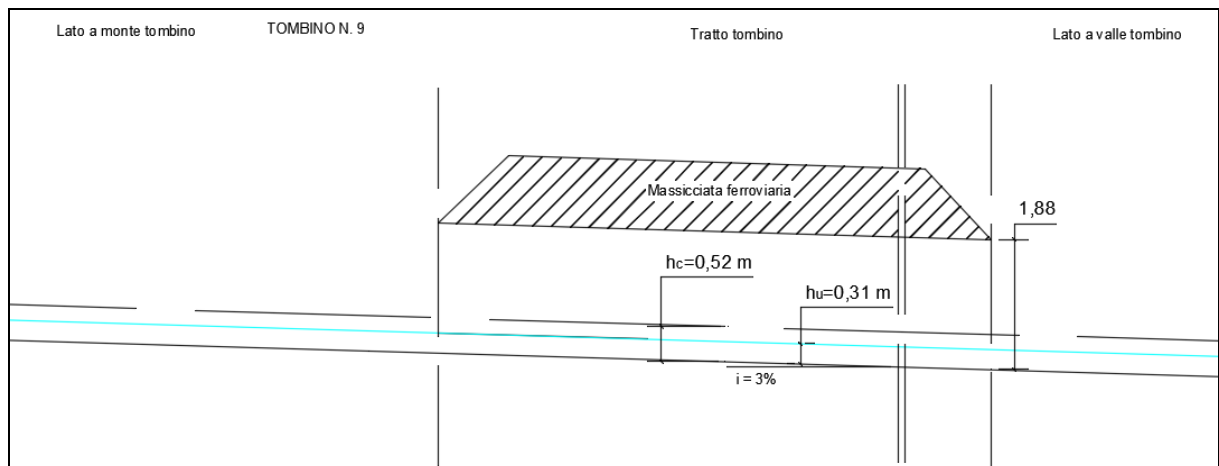


Figura 45 - Profilo schematico della corrente in moto gradualmente vario del Tombino n. 9

Si è infine verificato che in corrispondenza della portata di piena il profilo della vena in caduta libera, in corrispondenza del salto di fondo non vada ad impattare contro la massicciata ferroviaria con conseguenti problemi di sicurezza dell'opera.

A tal fine si è visto che in corrispondenza della portata di piena di riferimento e per tutti i tombini di progetto, utilizzando sia la formulazione di Chow⁶, valida per le sezioni rettangolari larghe, che il diagramma con i profili adimensionali della vena in caduta libera ricavati dalle esperienze in laboratorio su canali ovoidali da Biggiero⁷, il profilo superiore della vena fluida in caduta libera dovuto al salto di fondo presente nelle tombinature si trova sempre ad una distanza inferiore rispetto alla distanza tra lo sbocco del canale e l'inizio della massicciata.

CONCLUSIONI

Lo studio idrologico ed idraulico ha consentito di valutare la compatibilità idraulica delle opere di attraversamento di progetto previste nell'intervento di raddoppio ferroviario da realizzare nel tratto ferroviario Matera – Bari in corrispondenza della stazione Venusio.

In particolare il presente studio ha consentito di verificare che le tombinature previste in progetto sono idraulicamente compatibili in quanto:

- i valori del franco di sicurezza sono superiori o prossimi a 0,7 m e quindi sufficienti ad evitare eventuali problemi locali di ostruzione della sezione di deflusso idrico in corrispondenza della portata di piena di progetto;
- con le portate ordinarie è garantita una adeguata autopulizia in quanto si realizzano velocità della corrente superiori a 1 m/s anche con tiranti di pochi centimetri corrispondenti a portate non elevate;
- in corrispondenza dell'evento di piena, a valle del salto di fondo si realizzano sempre condizioni di corrente veloce e quindi non si verificano occlusioni della sezione dovute a fenomeni di rigurgito o di risalto;
- la sezione netta interna dei tombini risulta adeguata per le operazioni di manutenzione e pulizia e comunque sempre superiore al metro quadrato.

Si sottolinea inoltre che preliminarmente alla realizzazione degli interventi previsti in progetto sulle tombinature è necessario effettuare un radicale intervento di pulizia idraulica di tutti gli attraversamenti esistenti allo scopo di ripristinare il normale funzionamento idraulico degli stessi.

È necessario osservare infine che il corretto funzionamento idraulico delle tombinature di progetto può essere garantito nel tempo solo se viene realizzato un adeguato programma di

⁶ Sistemi di fognatura: Manuale di progettazione – Autori Vari – Centro Studi Deflussi Urbani Ed. Hoepli pag. 573.

⁷ Sistemi di fognatura: Manuale di progettazione – Autori Vari – Centro Studi Deflussi Urbani Ed. Hoepli pag. 682.

manutenzione ordinaria degli attraversamenti caratterizzato da operazioni di pulizia da effettuare con una frequenza di almeno una volta l'anno e comunque ogni qualvolta se ne presenti la necessità.

Alla presente relazione sono allegati i seguenti elaborati grafici:

- 5.3 Planimetria con ubicazione attraversamenti e bacini idrografici sottesi;
- 5.4 Sezioni attraversamenti fluviali n. 1-5;
- 5.5 Sezioni attraversamenti fluviali n. 6-9 con particolari sezione longitudinale e prospetto attraversamento tipo;
- 5.6 Profili di fondo alveo attraversamenti.

Dott. ing. Vito Mangone