

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE



DIREZIONE TECNICA

U.O. INFRASTRUTTURE CENTRO

PROGETTO DEFINITIVO

ITINERARIO NAPOLI – BARI
 RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA
 I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA

Relazione idraulica attraversamenti minori

SCALA:

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

IF0G 01 D 11 RI ID0002 012 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	M. Coccato	Luglio 2017	C. Rappini	Luglio 2017	D. Aprea	Luglio 2017	ITALFERR S.p.A. Direzione Tecnica Infrastrutture Centro Dott. Ing. Fabrizio Argenti Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma n° 16392 sez. A

File: IF0G01D11RIID0002012A.doc.doc

n. Elab.:

72

INDICE

1.	TITOLO 1.....	4
2.	VERIFICHE IDRAULICHE	6
2.1	INALVEAZIONE IN01	26
	2.1.1 <i>Implementazione modello monodimensionale</i>	26
2.2	INALVEAZIONE IN02	30
	2.2.1 <i>Tombino circolare DN 1500</i>	30
	2.2.2 <i>Sezione trapezia in cls</i>	31
	2.2.3 <i>Sezione trapezia in terra rivestita in massi</i>	32
2.3	INALVEAZIONE IN03	33
	2.3.1 <i>Prolungamento tombino esistente 2.0mx2.0m</i>	33
	2.3.2 <i>Sezione trapezia di valle</i>	34
2.4	INALVEAZIONE IN04.....	35
	2.4.1 <i>Prolungamento tombino esistente 2.0mx2.0m</i>	35
	2.4.2 <i>Sezione rettangolare in cls di valle</i>	36
2.5	INALVEAZIONE IN05	37
	2.5.1 <i>Sezione rettangolare in cls di monte</i>	37
	2.5.2 <i>Tombino 2.0mx2.0m</i>	38
	2.5.3 <i>Sezione trapezia di valle</i>	39
2.6	INALVEAZIONE IN06.....	40
	2.6.1 <i>Sezione rettangolare in cls</i>	40
	2.6.2 <i>Tombino 2.0mx2.0m</i>	41
2.7	TITOLO 2	ERRORE. IL SEGNA LIBRO NON È DEFINITO.
	2.7.1 <i>Titolo 3</i>	Errore. Il segnalibro non è definito.



ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA
I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione idraulica attraversamenti minori

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0G	01 D 11	RI	ID0002 012	A	3 di 41

1. PREMESSA

Gli interventi previsti all'interno del presente Progetto Definitivo si inseriscono nel più ampio ambito di riqualificazione e potenziamento dell'itinerario ferroviario Roma – Napoli – Bari, finalizzati a rispondere all'esigenza prioritaria di miglioramento delle connessioni interne del Mezzogiorno, con l'obiettivo di realizzare una rete di servizi ai fini di ottimizzare lo scambio commerciale, culturale e turistico tra le varie città e relative aree. Sotto il profilo funzionale e strutturale, la realizzazione dell'alta capacità Napoli – Bari, unitamente all'attivazione del sistema ferroviario dell'alta velocità Roma – Napoli, favorirà l'integrazione dell'infrastruttura ferroviaria del Sud – Est con le Diretrici di collegamento al Nord del Paese e con l'Europa, a sostegno dello sviluppo socio-economico del Mezzogiorno, riconnettendo due aree, quella campana e quella pugliese.

La riqualificazione e lo sviluppo dell'itinerario Roma/Napoli – Bari prevede interventi di raddoppio delle tratte ferroviarie a singolo binario e varianti agli attuali scenari perseguendo la scelta delle migliori soluzioni che garantiscano la velocizzazione dei collegamenti e l'aumento dell'offerta generalizzata del servizio ferroviario, elevando l'accessibilità al servizio medesimo nelle aree attraversate.



Fig. 1 – Corografia Generale Itinerario Napoli – Foggia – Bari

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA PROGETTO DEFINITIVO					
Relazione idraulica attraversamenti minori	COMMESSA IFOG	LOTTO 01 D 11	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0002 012	REV. A	FOGLIO 5 di 41

La variante oggetto del presente Progetto Definitivo interessa il tratto centrale della direttrice Napoli – Bari, si colloca in territorio campano e i comuni attraversati sono rispettivamente per la provincia di Avellino: Ariano Irpino, Grottaminarda e Melito Irpino, Flumeri; per la provincia di Benevento: Apice, S. Arcangelo Trimonte e Paduli.

Il tracciato risulta in completa variante rispetto alla linea storica e si compone di:

- linea principale Apice - Hirpinia, mediante la realizzazione di una nuova tratta di linea a doppio binario di circa 19 km, la cui progressivazione parte ad Hirpinia km 0+000,000 e si conclude ad Apice km 18+713,205; l'inizio intervento si prevede al km 0+310,000;
- Galleria Grottaminarda (1990 m), Galleria Melito (4460m), Galleria Rocchetta (6500m);
- Viadotto VI01(605m), VI02 (180m), VI03 (400m), VI04 (680m);
- nuova fermata di Apice;
- nuova stazione di "Hirpinia", nel territorio comunale di Ariano Irpino, la cui posizione risulta baricentrica rispetto ai potenziali bacini di utenza, che verranno collegati tramite un nuovo asse viario connesso alla rete attuale.

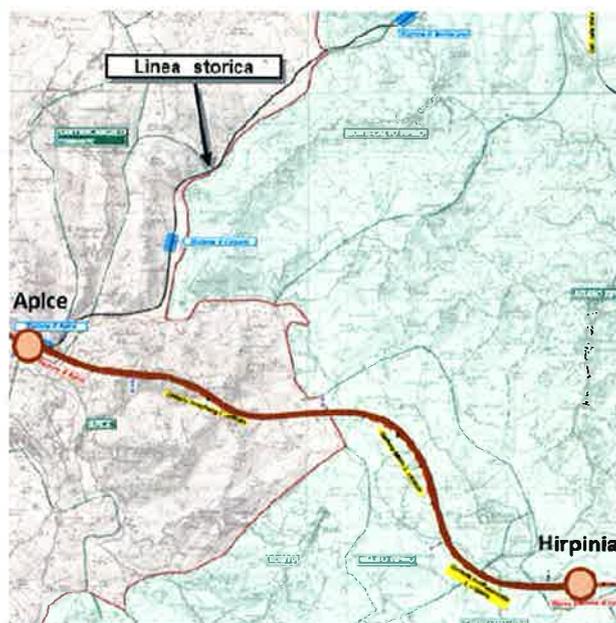


Fig. 2 – Inquadramento dell' intervento (Tratta Apice – Hirpinia)

2. RISOLUZIONE INTERFERENZE CON LA RETE IDRAULICA MINORE

2.1 Inalveazione IN01

La stazione di Hirpinia interferisce con due canali che raccolgono le acque dalla zona comunale di Ariano Irpino e le convogliano nel torrente Ufita. Al fine di garantire la continuità idraulica della zona e la sicurezza dell'opera in progetto è necessario deviare tale sistema di canali e proteggere la zona attraversata dal nuovo alveo. L'inalveazione IN01 comincia, nel tratto di monte, con una deviazione dei due canali esistenti per mezzo di un nuovo canale con sezione trapezia (Base=1.0m, Altezza=1.5m e pendenza sponde 2:1) e rivestita in massi sciolti. Tale canale devia i due corsi d'acqua in un unico alveo artificiale che procede parallelamente alla linea ferroviaria in direzione Apice.

L'attraversamento linea ferroviaria avviene mediante un tombino di dimensioni 5.0mx2.5m. L'inalveazione procede nell'area interclusa tra la linea ferroviaria e la strada di servizio posta a sud con un canale in calcestruzzo a sezione rettangolare 5.0mx2.5m e attraversa la strada con un tombino scatolare delle stesse dimensioni.

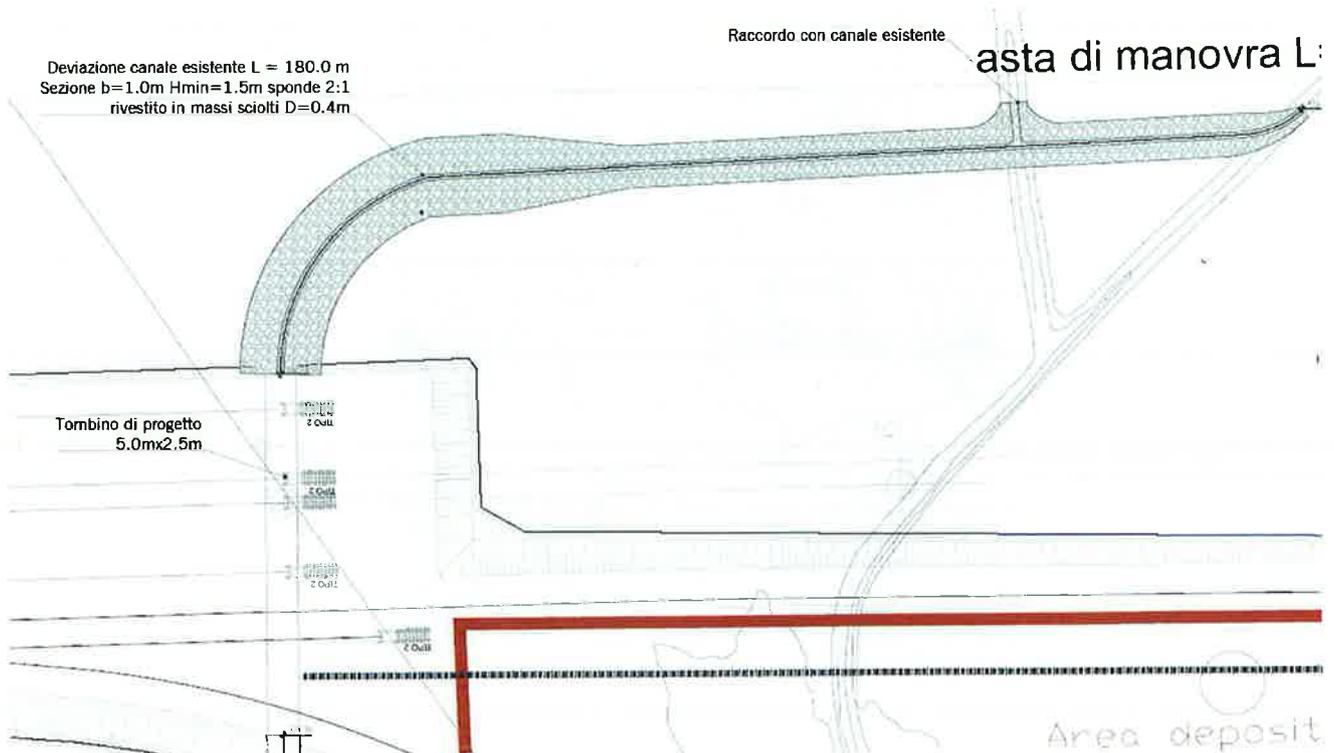


Fig. 1 – Inalveazione IN01 – tratto a monte della linea ferroviaria. Pianta

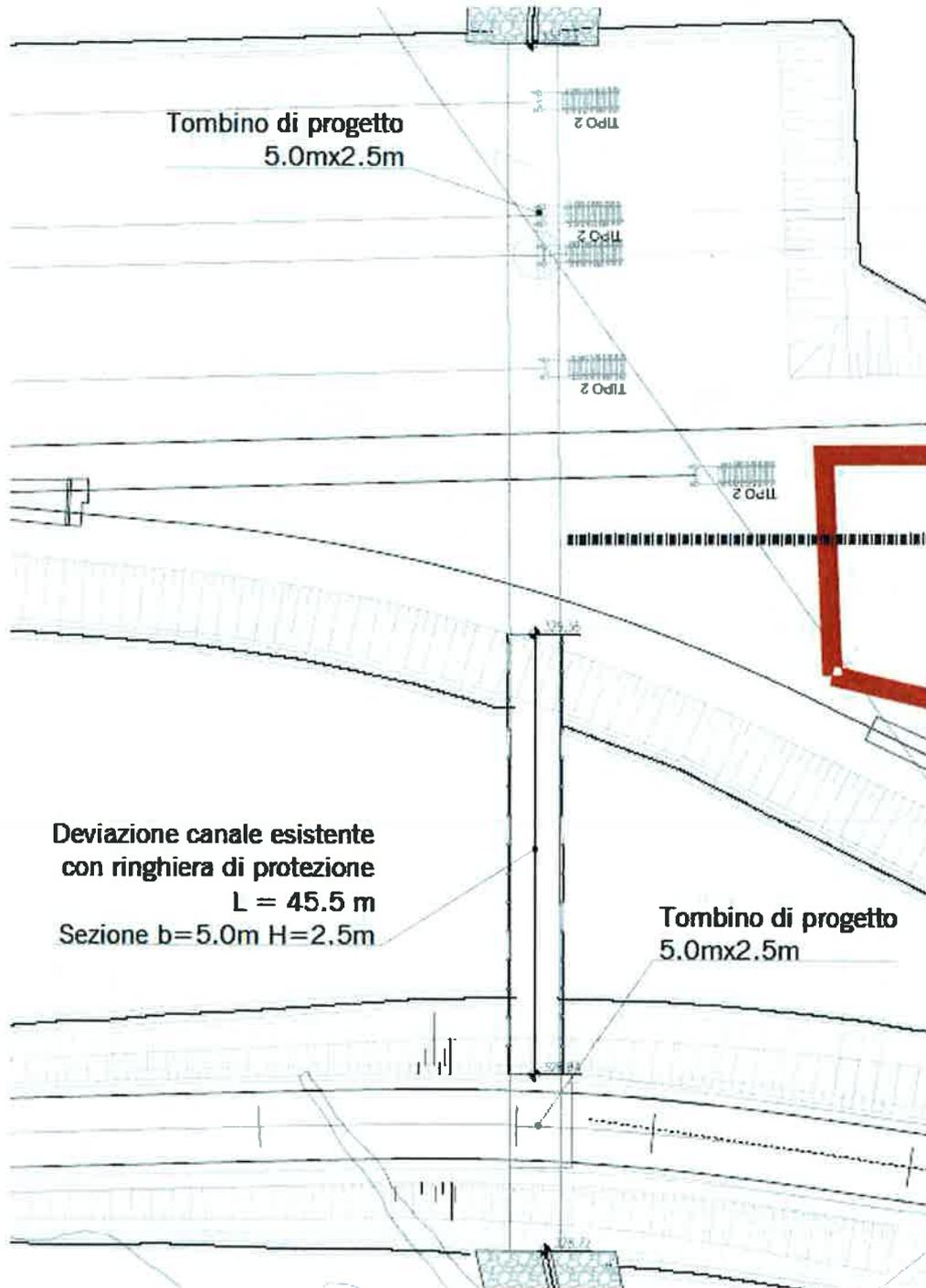


Fig. 2 – Inalveazione IN01 – tratto in area interclusa. Pianta

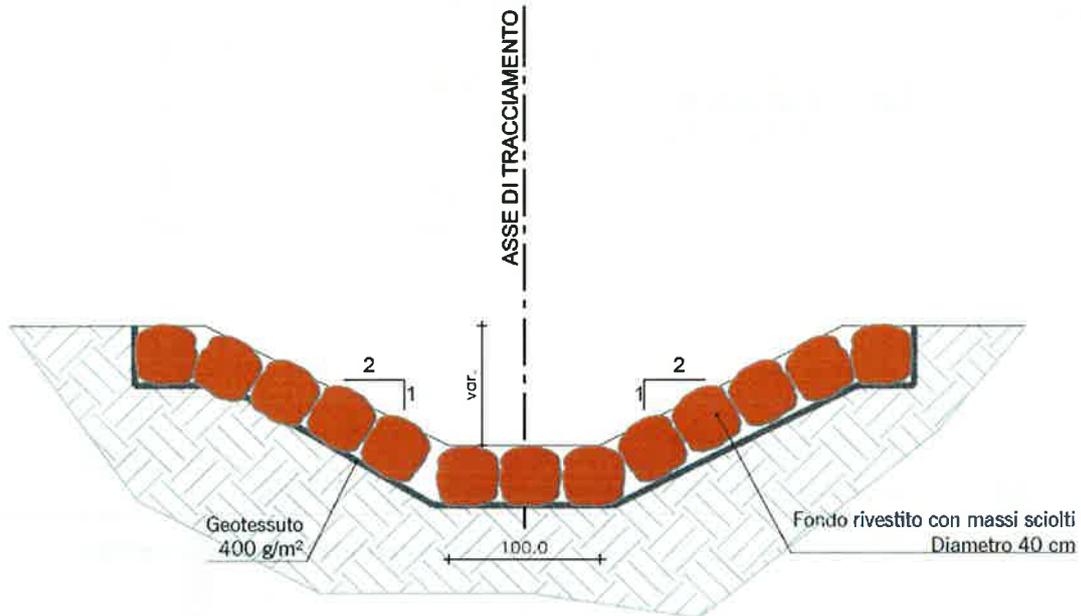


Fig. 3 – Inalveazione IN01 – tratto a monte della linea ferroviaria. Sezione tipologica

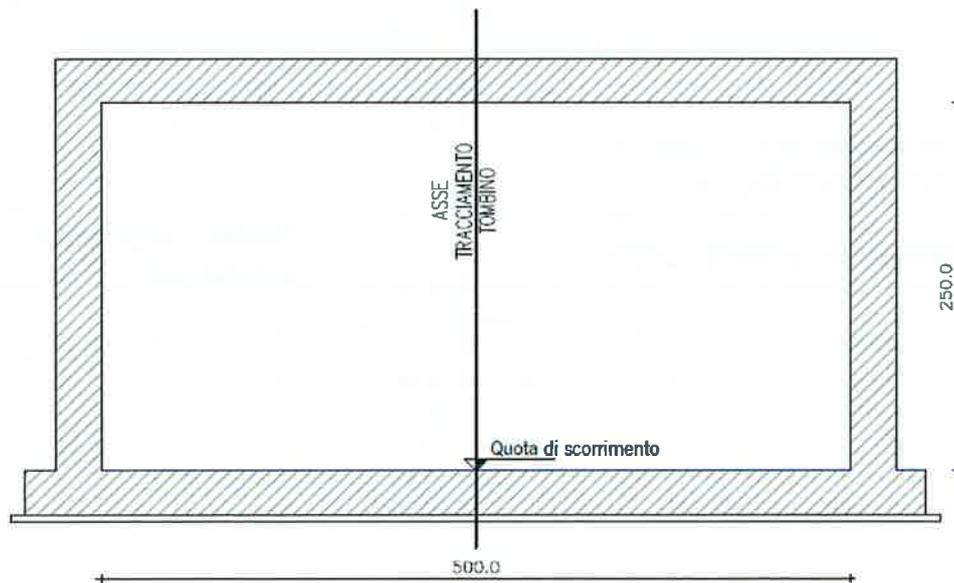


Fig. 4 – Inalveazione IN01 – tombino di attraversamento. Sezione tipologica

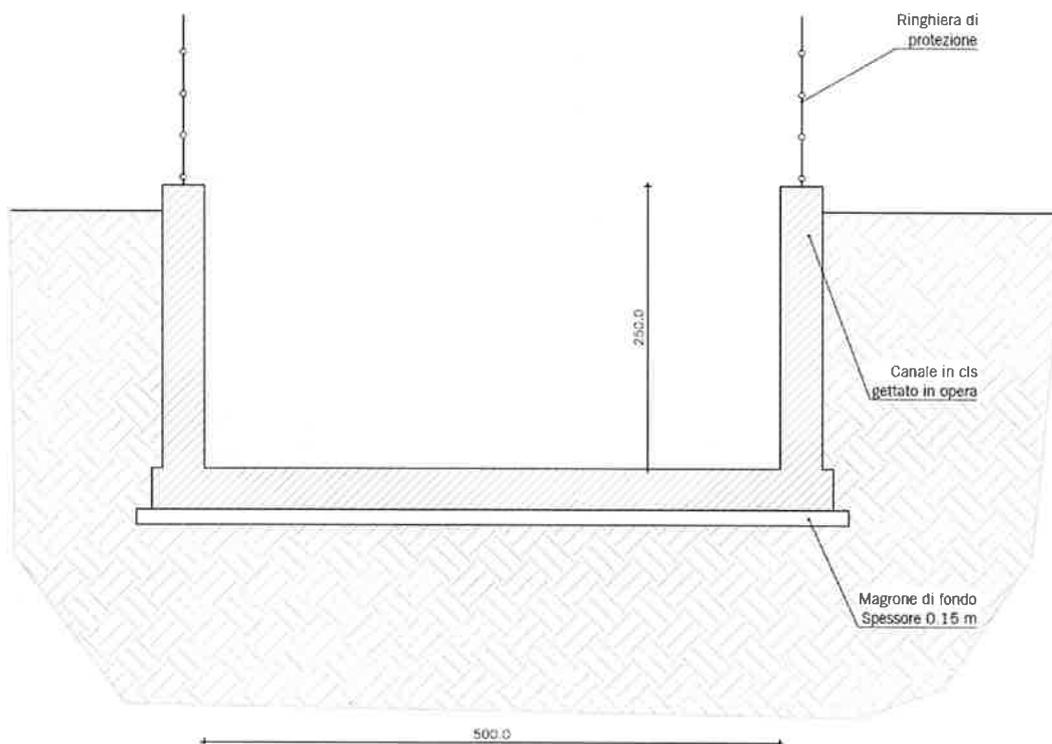


Fig. 5 – Inalveazione IN01 – canale in clis nell'area interclusa. Sezione tipologica

A valle delle opere di progetto il canale prosegue l'inalveazione prosegue con un canale a sezione trapezia ($B=1\text{m}$, $A=1.5\text{m}$ e pendenza sponde 2:1) rivestito in massi cementati. Vista la notevole pendenza del pendio che l'inalveazione deve superare per ricongiungersi con il suo tracciato naturale è stata prevista ad una distanza di 42m la realizzazione di una briglia di salto che impone un dislivello al fondo dell'inalveazione pari a 2.0m. La briglia permette di contenere la pendenza dell'inalveazione e di conseguenza le velocità all'interno della sezione di deflusso.

A valle del salto l'inalveazione prosegue verso sud con sezione analoga a quella di monte, fino ad una curva verso sud-est che permette di ricongiungersi al canale esistente, il quale viene risezionato ed adeguato alla sezione di progetto fino alla confluenza con il torrente Ufita

A valle di questa ultima curva il canale artificiale sfocia direttamente nel torrente Ufita.

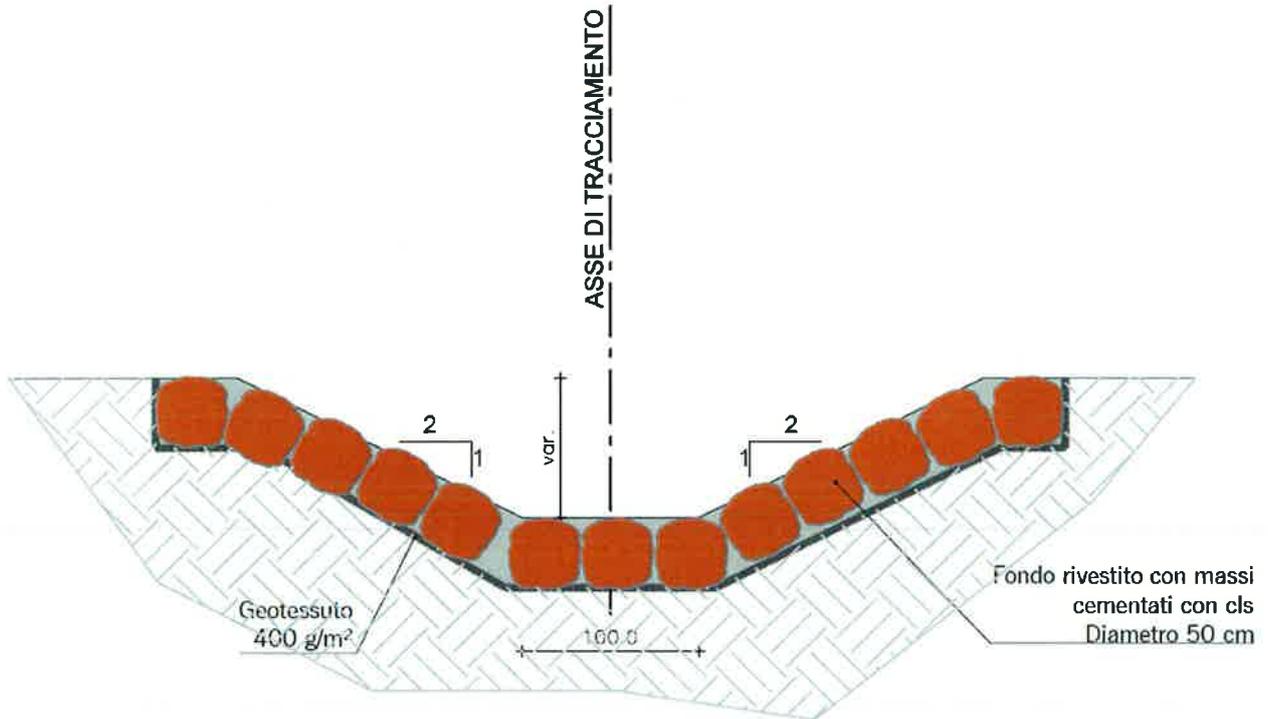


Fig. 6 – Inalveazione IN01 – tratto di valle. Sezione tipologica

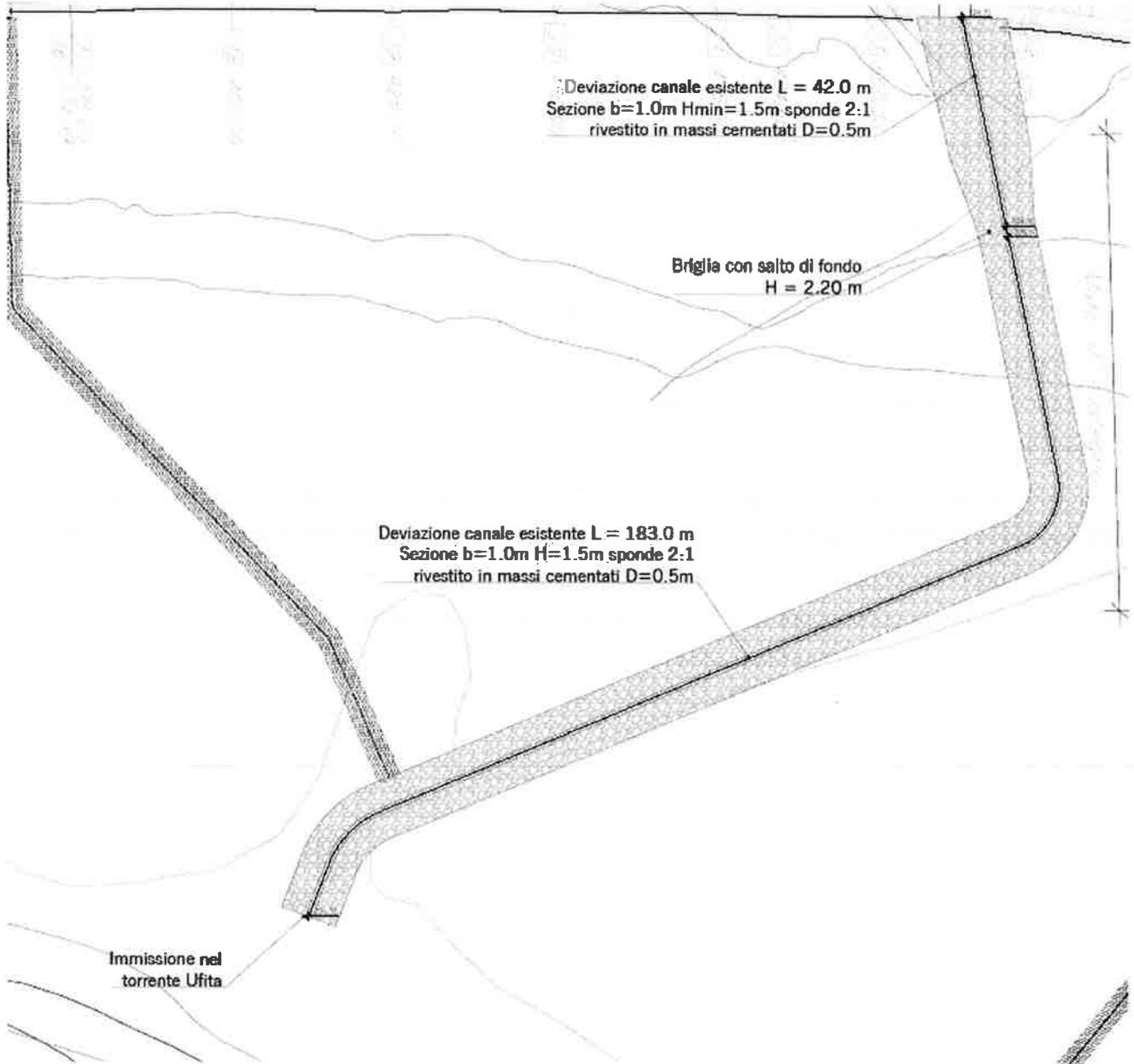


Fig. 7 – Inalveazione IN01 – tratto di valle. Pianta

2.2 Inalveazione IN02

L'inalveazione IN02 permette di garantire lo smaltimento delle acque del pendio posto a monte rispetto all'area nella quale è prevista la realizzazione del piazzale di accesso alla galleria Rocchetta.

Tale canalizzazione artificiale comincia con un'incisione nel terreno ed un pozzetto di salto grigliato che raccoglie le acque e le convoglia nel tombino di progetto a sezione circolare con diametro di 1.50 m. Tale tombino è composto da due canne in serie, interconnesse da un pozzetto di ispezione, le due canne hanno lunghezza rispettivamente di 10.95 m e 11.50 m. Il tombino circolare termina nei pressi della spalla del viadotto con un pozzetto di salto a pianta quadrata (Lato=2.00 m e Altezza=2.50m).

A valle del pozzetto di salto è prevista la realizzazione di un canale artificiale in c.a. a sezione trapezia con base minore $b=0.50\text{m}$, base maggiore $B=1.50\text{m}$ e altezza $H=1.00\text{m}$, di sviluppo di 47.0m, che segue la pendenza del pendio lungo il quale si sviluppa.

Una volta superato il pendio e raggiunta una configurazione del piano campagna più pianeggiante, il canale mantiene la propria sezione trapezia, con le stesse dimensioni del tratto precedente, ma viene rivestito in massi annegati in cls. Con questa configurazione si sviluppa per gli ultimi 42.0m dell'inalveazione fino a convogliare le acque nel tombino circolare esistente ($\Phi 1500$) che sottopassa la viabilità di accesso al ponte sul torrente Ufita.

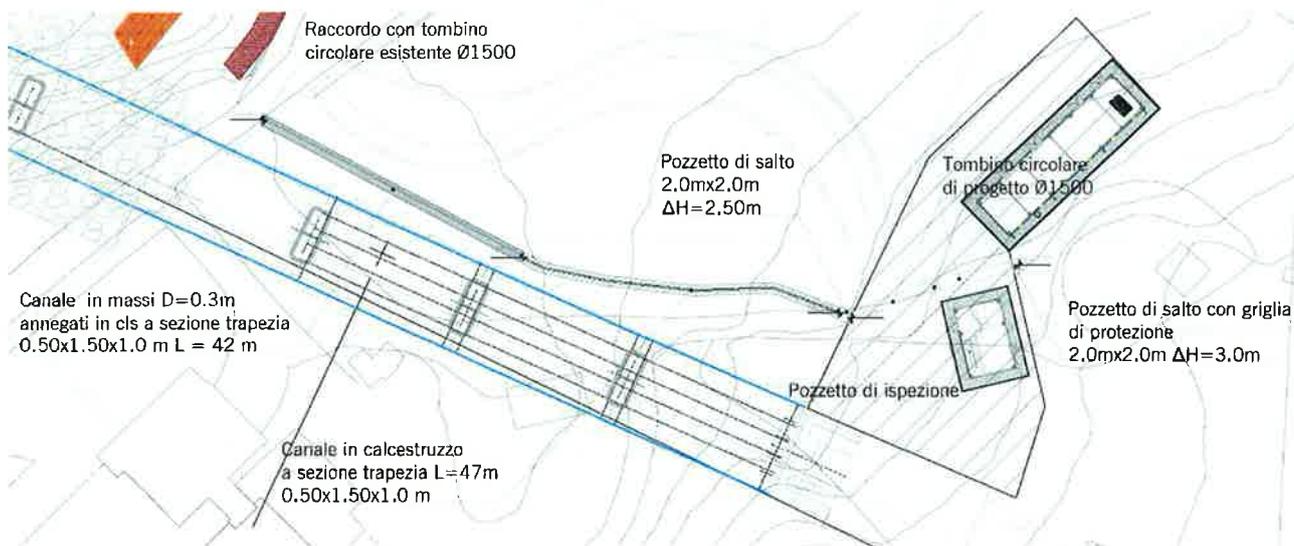


Fig. 8 – Inalveazione IN02. Pianta

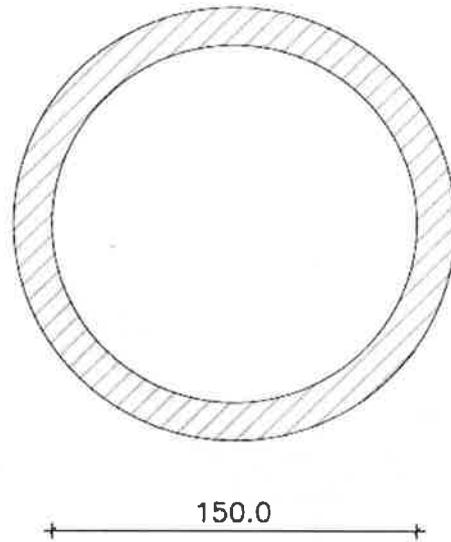


Fig. 9 – Inalveazione IN02 – tombino di attraversamento del piazzale. Sezione tipologica

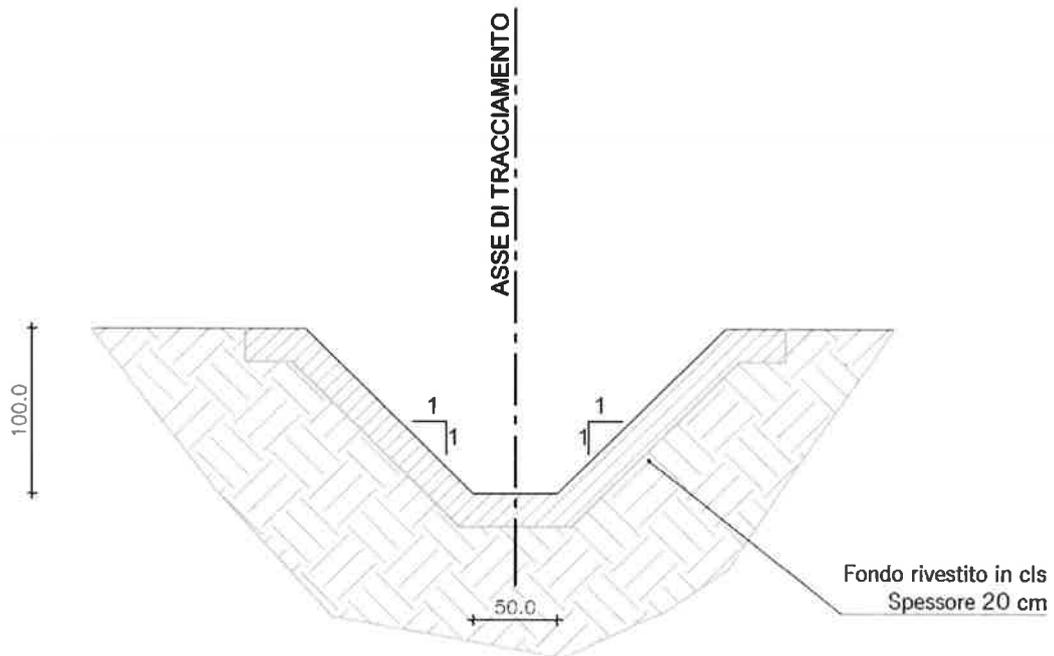


Fig. 10 – Inalveazione IN02 – sezione rivestita in cls. Sezione tipologica

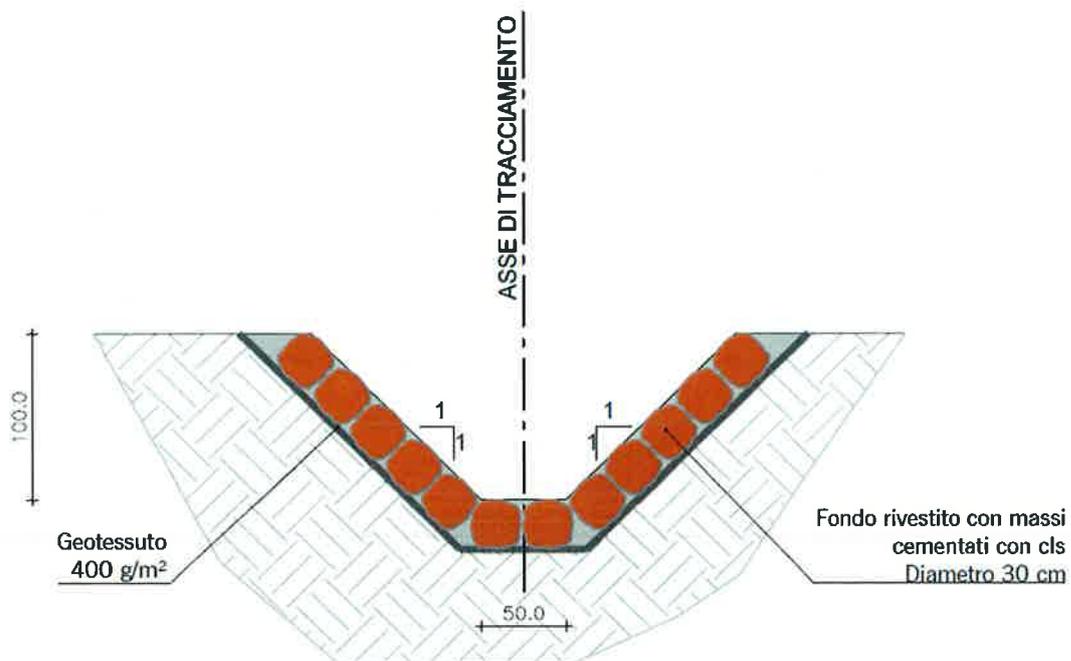


Fig. 11 - Inalveazione IN02 - sezione rivestita in massi annegati. Sezione tipologica

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA PROGETTO DEFINITIVO</p>					
<p>Relazione idraulica attraversamenti minori</p>	<p>COMMESSA IF0G</p>	<p>LOTTO 01 D 11</p>	<p>CODIFICA RI</p>	<p>DOCUMENTO ID0002 012</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 15 di 41</p>

2.3 Inalveazione IN03

L'inalveazione minore 03 è situata nei pressi della stazione di Apice. Consiste nel prolungamento di un tombino ad arco esistente, mediante la posa in opera di uno scatolare a sezione quadrata 2.0m x 2.0m. Il tombino con sezione ad arco e lo scatolare sono collegati con un pozzetto di salto (H=1.77m). Lo sbocco dello scatolare in c.a. viene infine raccordato alla linea di talweg mediante la realizzazione di un canale a sezione trapezia con base minore b=0.50m, base maggiore B=1.50m e altezza H=1.00m rivestito in massi sciolti, per uno sviluppo di 10.0m.



Fig. 12 – Inalveazione IN03 – tombino esistente. Immagine da sopralluogo

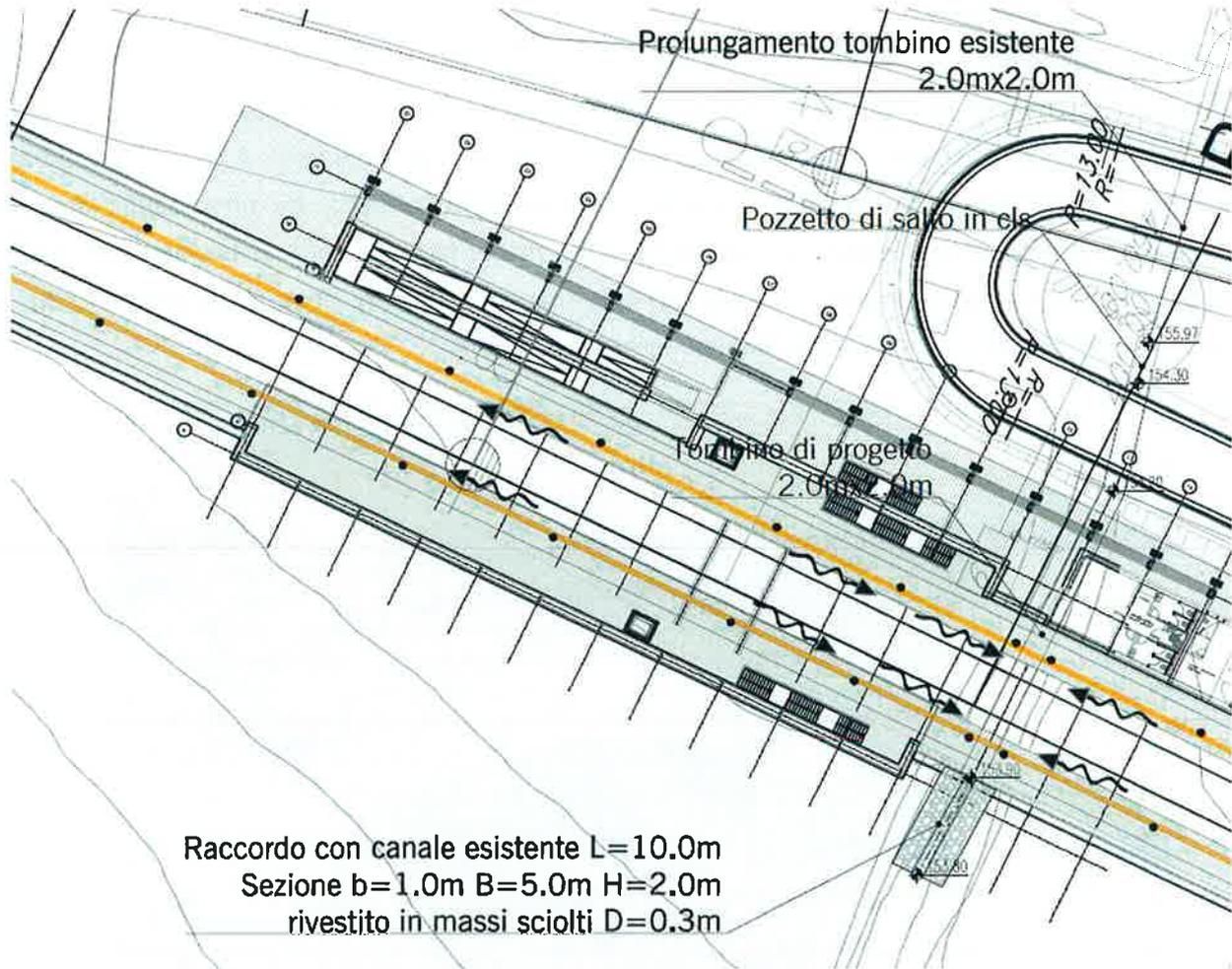


Fig. 13 – Inalveazione IN03. Pianta

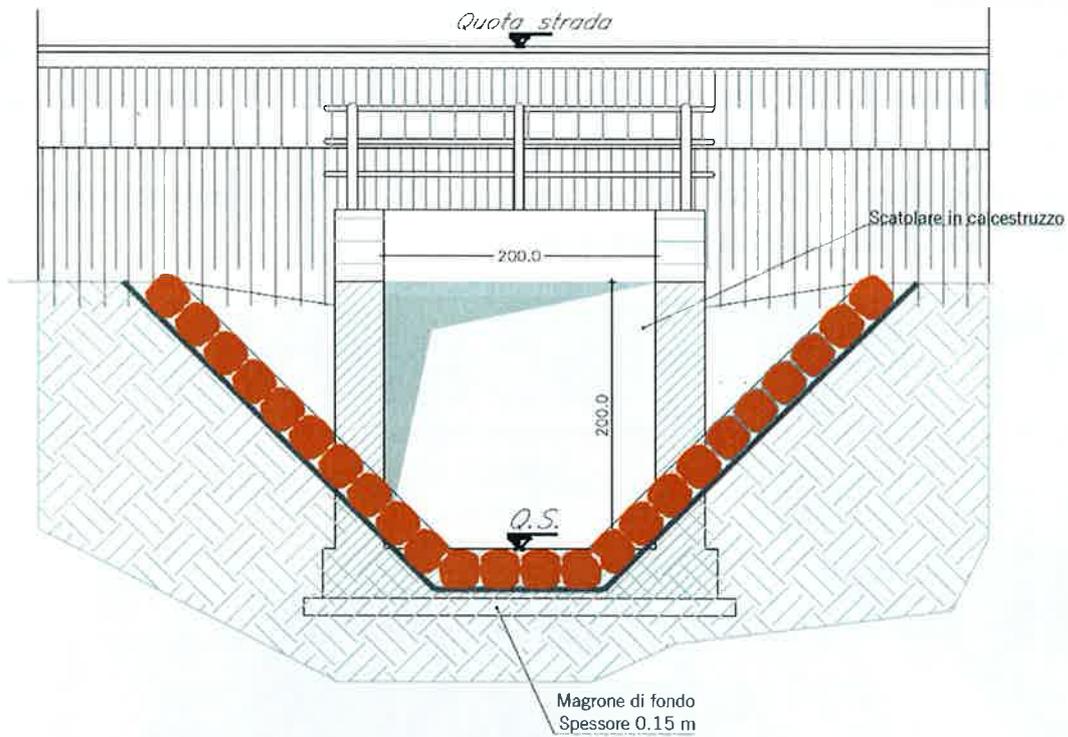


Fig. 14 – Inalveazione IN03 – tombino di attraversamento allo sbocco nel canale a sezione trapezia.

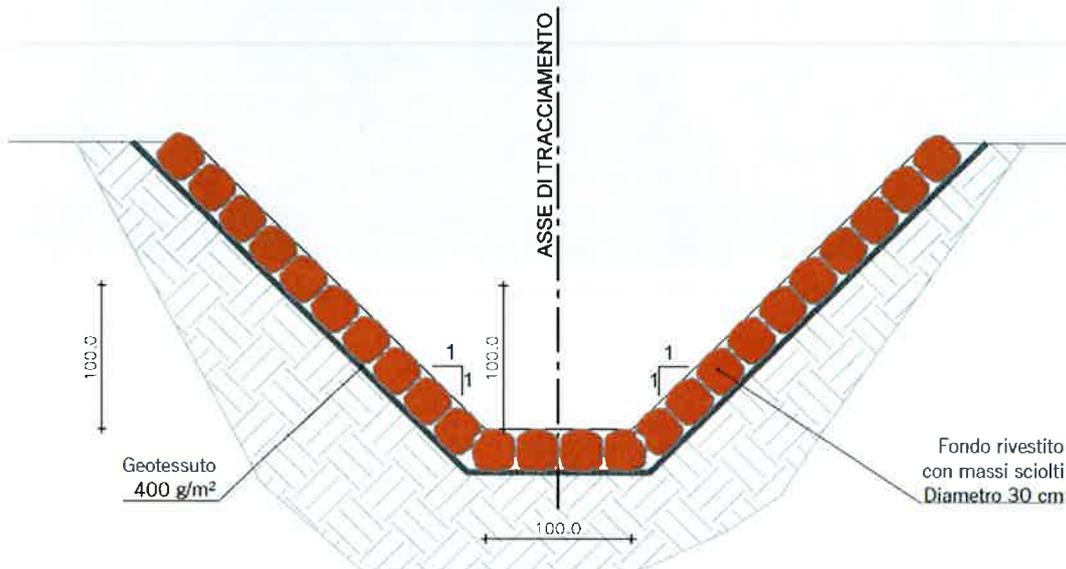


Fig. 15 – Inalveazione IN03. Sezione tipologica

2.4 Inalveazione IN04

L'inalveazione minore IN04 garantisce la continuità idraulica attraverso la strada di accesso alla stazione di Apice presso la progressiva 225.00m. L'attraversamento in questione è realizzato prolungando un tombino esistente con sezione quadrata di lato 2.00m. Allo sbocco del tombino viene posto un canale rettangolare in c.a. con sezione quadrata (Lato=2.00m) di lunghezza 10.00 m che collega l'attraversamento di progetto al canale esistente.



Fig. 16 – Inalveazione IN04 – tombino esistente. Immagine da sopralluogo



Fig. 17 – Inalveazione IN04. Pianta

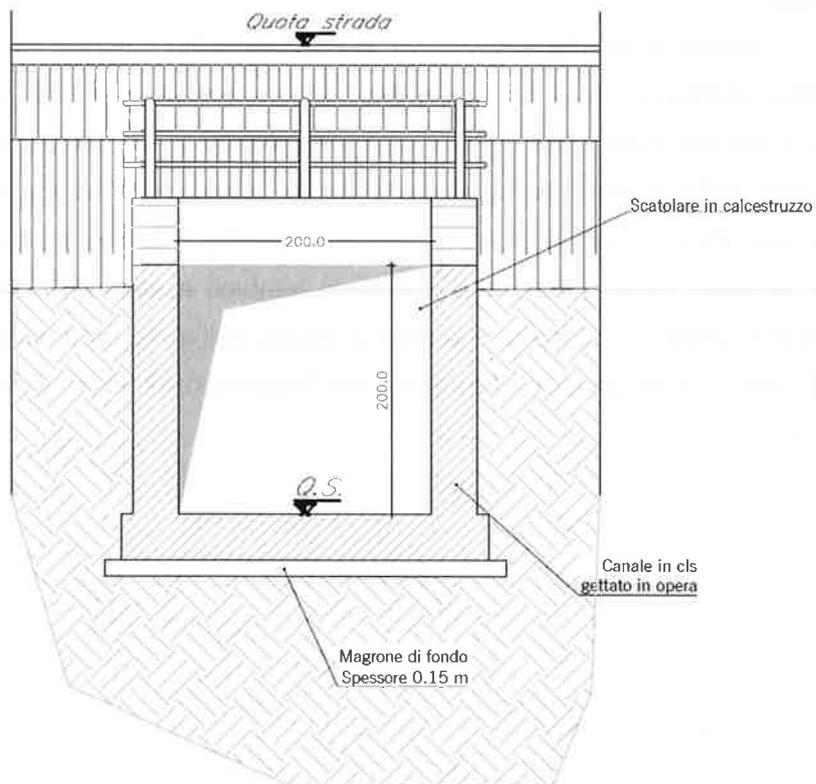


Fig. 18 – Inalveazione IN04 – tombino di attraversamento allo sbocco nel canale a sezione quadrata.

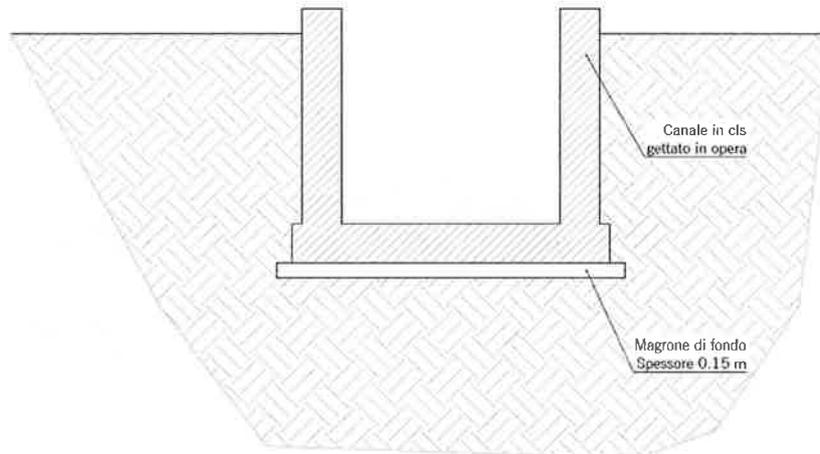


Fig. 19 – Inalveazione IN04. Sezione tipologica

2.5 Inalveazione IN05

L'inalveazione IN05, situata presso la progressiva 17+400 della linea ferroviaria di progetto, risolve l'interferenza di un canale esistente con la spalla del viadotto VI04 e la strada di servizio della cava. Tale inalveazione consiste nella deviazione del canale esistente mediante un canale a sezione quadrata (Lato=2.00 m) che passa sotto la prima campata del viadotto, in asse alla campata e ortogonalmente rispetto all'asse ferroviario. Procedendo verso valle il canale incontra la strada di servizio della cava alla progressiva 25.00 m, la quale viene attraversata mediante tombino scatolare di dimensioni 2.0m x 2.0m. Il raccordo tra lo sbocco del tombino di progetto e la linea di talweg dell'alveo naturale viene realizzato per mezzo di un tratto di canale (di lunghezza 10m) a sezione trapezia ($b=1.00$ m, $B=5.00$ m; $H=2.00$ m) rivestito in massi sciolti.



Fig. 20 – Inalveazione IN05 – tombino esistente a monte del tratto che viene deviato. Immagine da sopralluogo

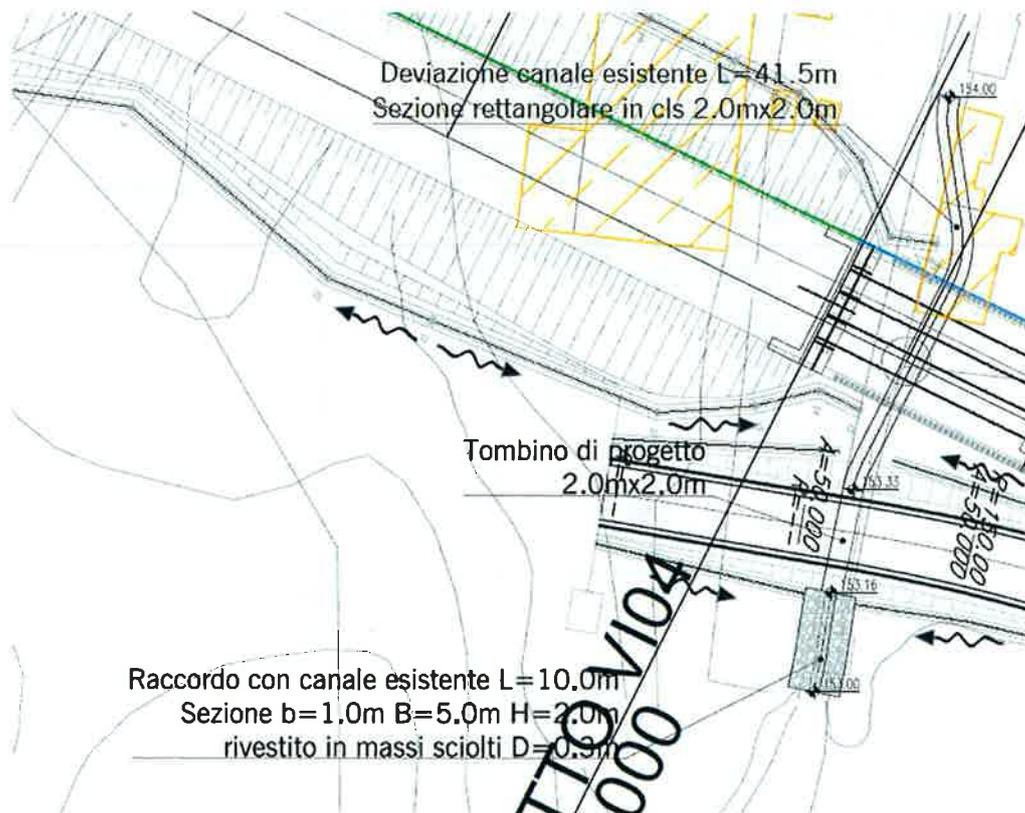


Fig. 21 – Inalveazione IN05. Pianta

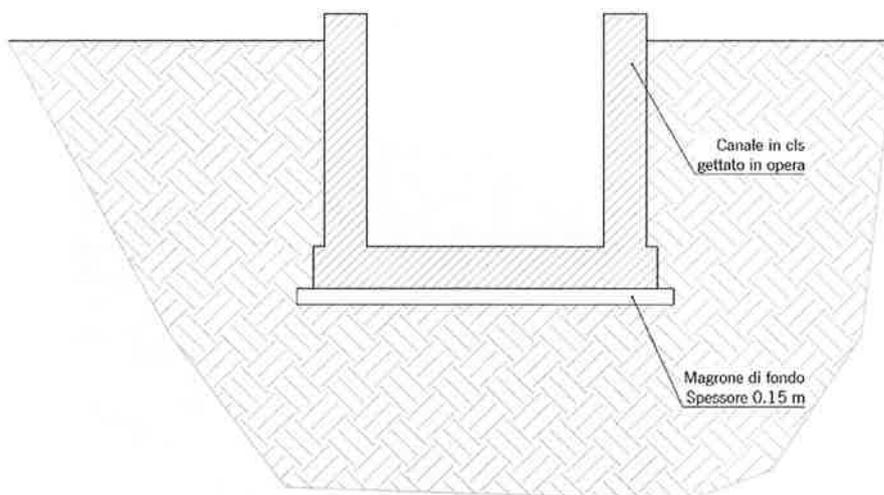


Fig. 22 – Inalveazione IN05 – canale di monte a sezione quadrata. Sezione tipologica

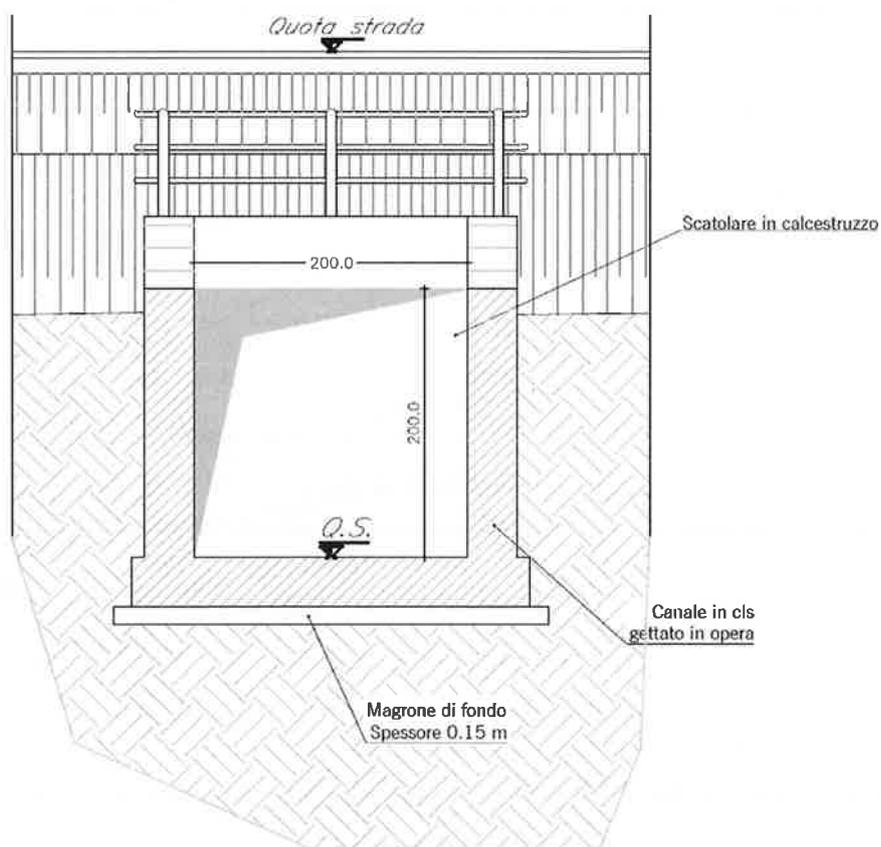


Fig. 23 – Inalveazione IN05 – canale quadrato a monte dell'imbocco col tombino di attraversamento.

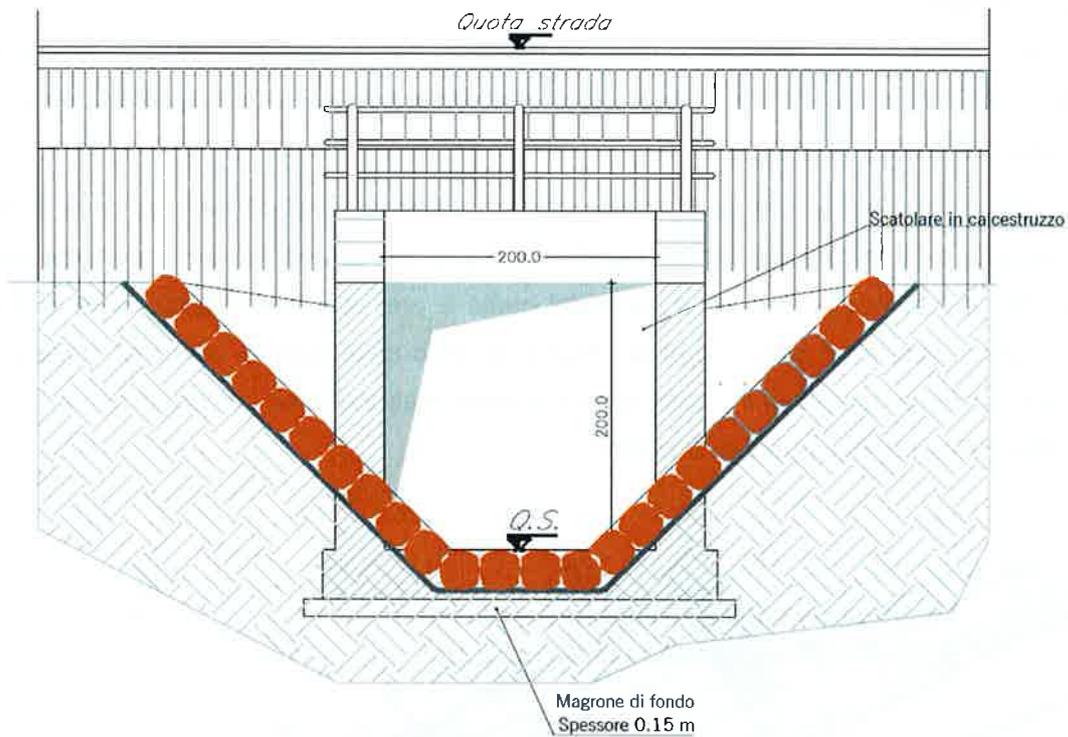


Fig. 24 – Inalveazione IN05 – tombino di attraversamento allo sbocco nel canale a sezione trapezia.

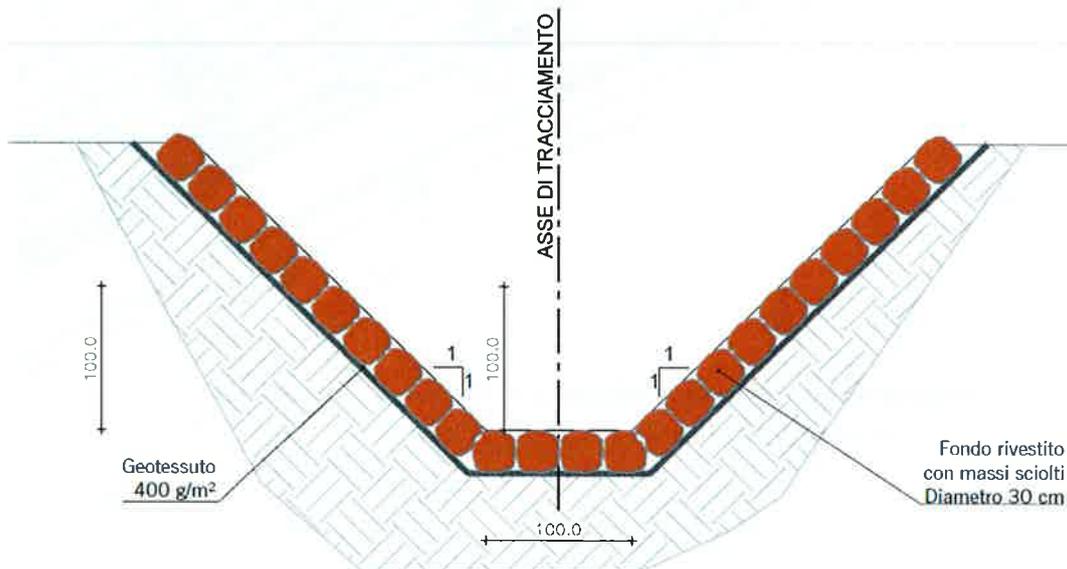


Fig. 25 – Inalveazione IN05 – canale di valle a sezione trapezia. Sezione tipologica

2.6 Inalveazione IN06

L'inalveazione IN06 è situata nella parte centrale del VI04, alla progressiva 17+175 ed è costituita dalla deviazione con inserimento di tombino di attraversamento del canale sul quale a monte è stata prevista l'inalveazione IN04.

Il canale esistente interferisce con una pila del viadotto e con la strada di servizio della cava. Tale inalveazione consiste in una deviazione del canale mediante un canale in c.a. a sezione quadrata ($B=2.00\text{m}$, $H=2.00$) di lunghezza 21.5 m, a valle del quale è prevista la realizzazione di un tombino scatolare a sezione quadrata (di lato 2.00m) di attraversamento della viabilità a servizio della cava. A valle del tombino, il collegamento con il canale esistente viene realizzato con un canale in c.a. a sezione quadrata ($B=2.00\text{m}$, $H=2.00$) di lunghezza 39.50m.

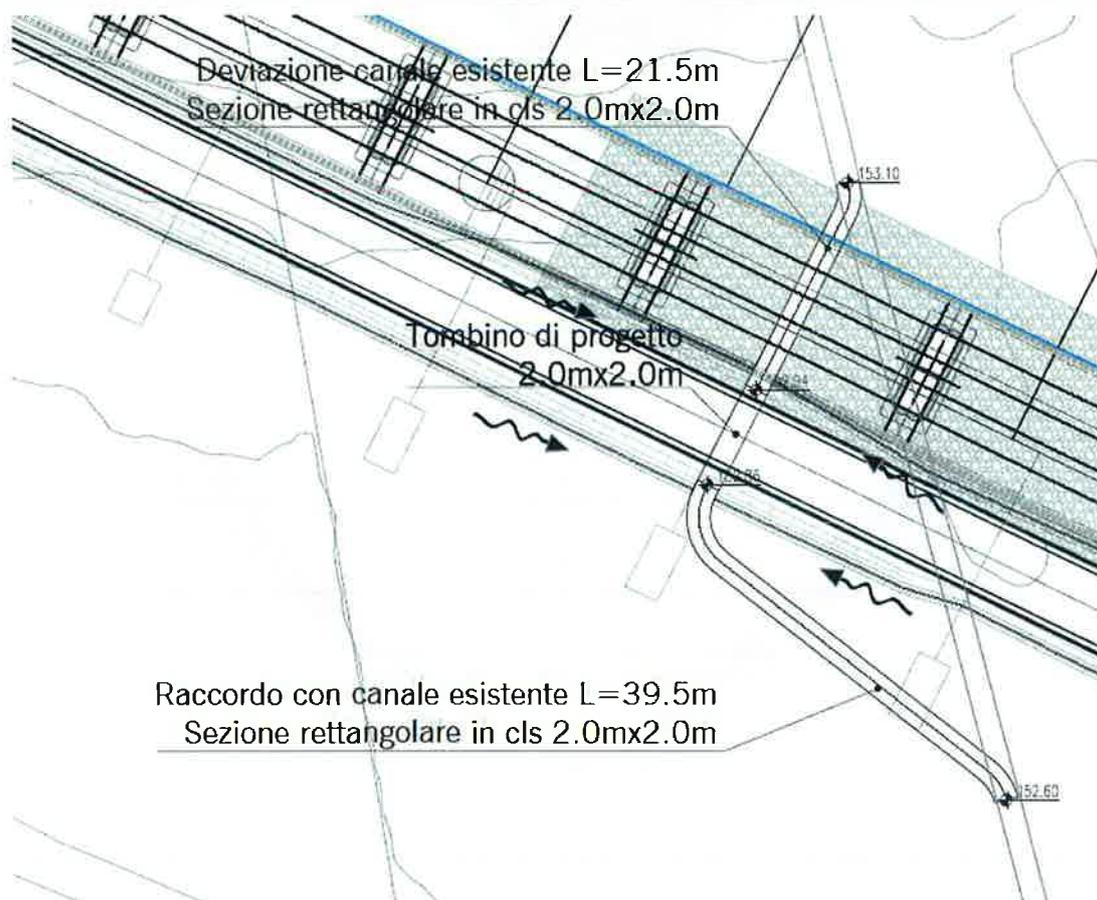


Fig. 26 – Inalveazione IN06. Pianta

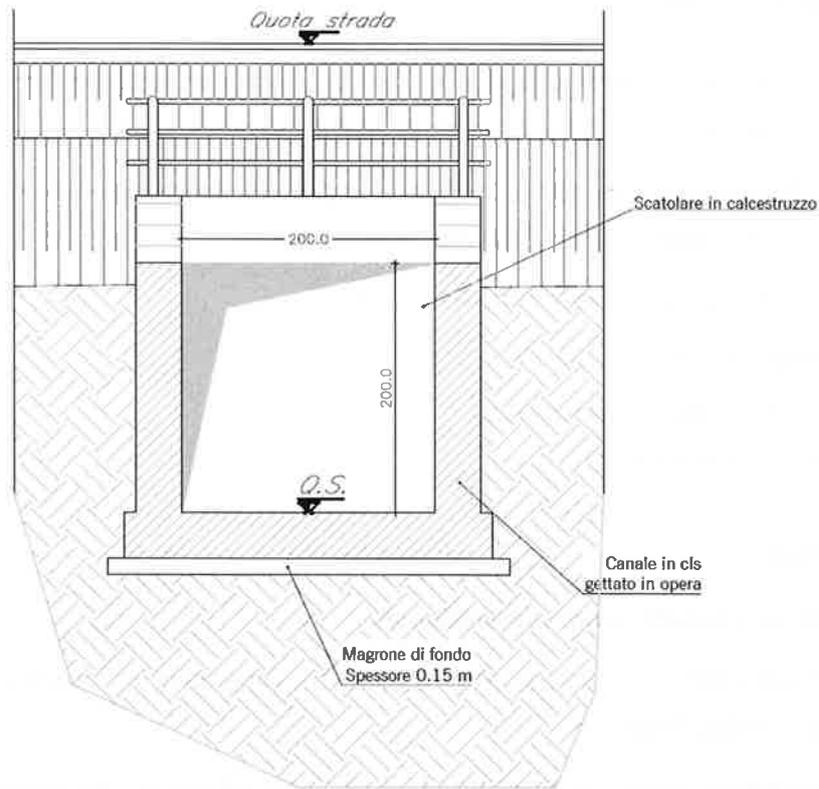


Fig. 27 – Inalveazione IN06 – tombino di attraversamento allo sbocco nel canale a sezione quadrata.

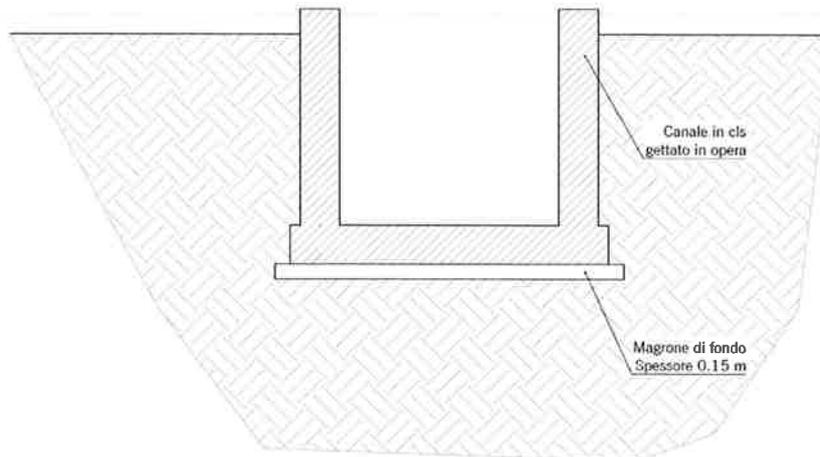


Fig. 28 – Inalveazione IN06. Sezione tipologica

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA PROGETTO DEFINITIVO</p>					
<p>Relazione idraulica attraversamenti minori</p>	<p>COMMESSA IF0G</p>	<p>LOTTO 01 D 11</p>	<p>CODIFICA RI</p>	<p>DOCUMENTO ID0002 012</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 26 di 41</p>

3. VERIFICHE IDRAULICHE

Le verifiche idrauliche sono state eseguite mediante verifica a moto uniforme, eccetto che per l'in-alveazione IN01 che per la sua complessità è stata verificata con un modello a moto permanente.

La portata di riferimento utilizzata per la verifica è la portata duecentennale, che è stata calcolata nella specifica relazione idrologica IF0G01D09RIID0001001A.

Le scabrezze utilizzate per le verifiche sono le seguenti:

- $40 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ per i canali rivestiti in massi
- $70 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ per i canali rivestiti in calcestruzzo;
- $70 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ per i tombini di progetto.

3.1 Inalveazione IN01

3.1.1 Implementazione modello monodimensionale

Per la verifica idraulica dell'in-alveazione IN01 è stato implementato un modello monodimensionale con l'utilizzo del software HEC-RAS.

Il modello ha permesso di verificare le condizioni di deflusso all'interno dell'in-alveazione di progetto. Nella seguente tabella si riportano i risultati ottenuti dalla modellazione.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione idraulica attraversamenti minori	COMMESSA IF0G	LOTTO 01 D 11	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0002 012	REV. A

Tab. 1 – Risultati ottenuti dalla modellazione monodimensionale dell'in-alveazione di progetto IN01.

River Sta	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
0	332.1	332.78	332.69	332.81	0.003627	1.06	13.57	50	0.44
5	332.04	332.79	332.51	332.8	0.000667	0.5	22.75	50	0.2
10	331.98	332.75	332.68	332.79	0.003858	1.15	13.02	48.16	0.5
164.5	330.2	331.63	331.48	331.9	0.00873	2.3	4.52	5.3	0.8
171	330.13	331.43	331.43	331.82	0.01413	2.77	3.76	4.77	1
200 Tombino ferroviario									
237.5	329.36	330.33		330.56	0.002999	2.15	4.83	5	0.7
260	329.1	330.35		330.49	0.00142	1.67	6.23	5	0.48
283	328.84	330.35	329.6	330.45	0.000814	1.37	7.57	5	0.36
288 Tombino stradale									
293	328.72	330.15	330.01	330.42	0.008738	2.3	4.52	5.3	0.8
335	328.3	329.99	329.59	330.15	0.004131	1.74	5.98	6.07	0.56
336									
337	326.1	327.5	327.39	327.79	0.009798	2.4	4.33	5.19	0.84
617.1	324.3	325.69	325.58	325.99	0.010003	2.42	4.29	5.17	0.85

Il tombino ferroviario (sezione 200) presenta un tirante massimo di 1.30, con un grado di riempimento del 52%, inferiore al 70% di grado di riempimento massimo ammesso e pertanto risulta verificato.

Il tombino stradale (sezione 288) presenta un tirante massimo di 1.51, con un grado di riempimento del 60%, inferiore al 70% di grado di riempimento massimo ammesso e pertanto risulta verificato.

Le sezioni di progetto previste, cioè la sezione trapezia prevista a monte dell'attraversamento ferroviario, la sezione rettangolare prevista nell'area interclusa e la sezione trapezia prevista a valle dell'attraversamento stradale permettono di contenere la portata prevista per un evento con tempo di ritorno duecentennale, come evidenziato dal profilo riportato nella seguente figura.

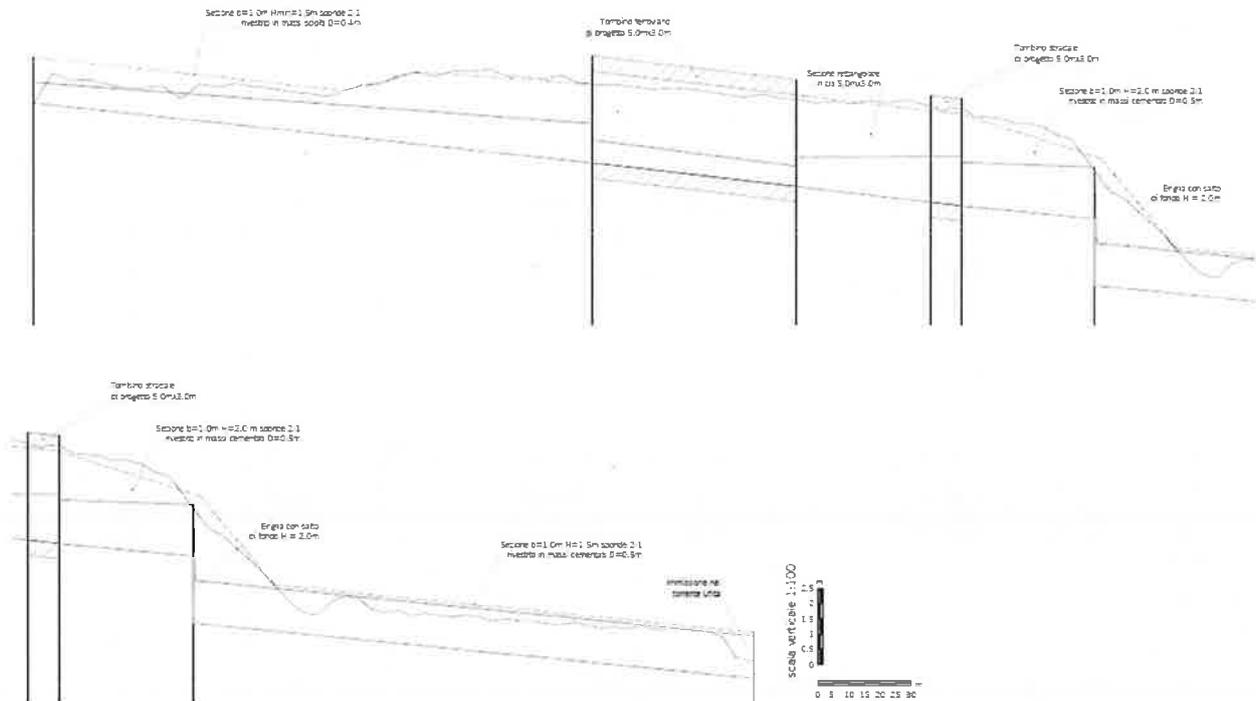


Fig. 29 – Profilo longitudinale dell'inalveazione IN01 di progetto.

La sistemazione dell'IN01 prevede una sezione di deflusso di dimensioni maggiori rispetto a quella esistente. Infatti, la progettazione dell'inalveazione e dei tombini di attraversamento è stata svolta nell'ottica di contenere tutta la portata idrologica all'interno della sezione del canale e degli attraversamenti. Questa soluzione permette di garantire il deflusso di tutta la portata idrologica calcolata per un evento con tempo di ritorno di 200 anni.

Il risezionamento a valle degli attraversamenti è stato previsto fino alla confluenza con il torrente Ufita. In questo modo non si crea un peggioramento delle condizioni di deflusso rispetto alla situazione attuale, anzi si prevede che la portata duecentennale venga completamente contenuta all'interno della canale di progetto.

L'eventuale peggioramento della situazione attuale dovuto al maggiore contributo immesso nel torrente Ufita è stato verificato con il modello idraulico bidimensionale implementato per la verifica del viadotto VI01, posto a valle dell'immissione dell'inalveazione IN01 nell'Ufita. Le portate utilizzate per la modellazione del torrente Ufita in prossimità del viadotto VI01 sono riportate nell'Elaborato

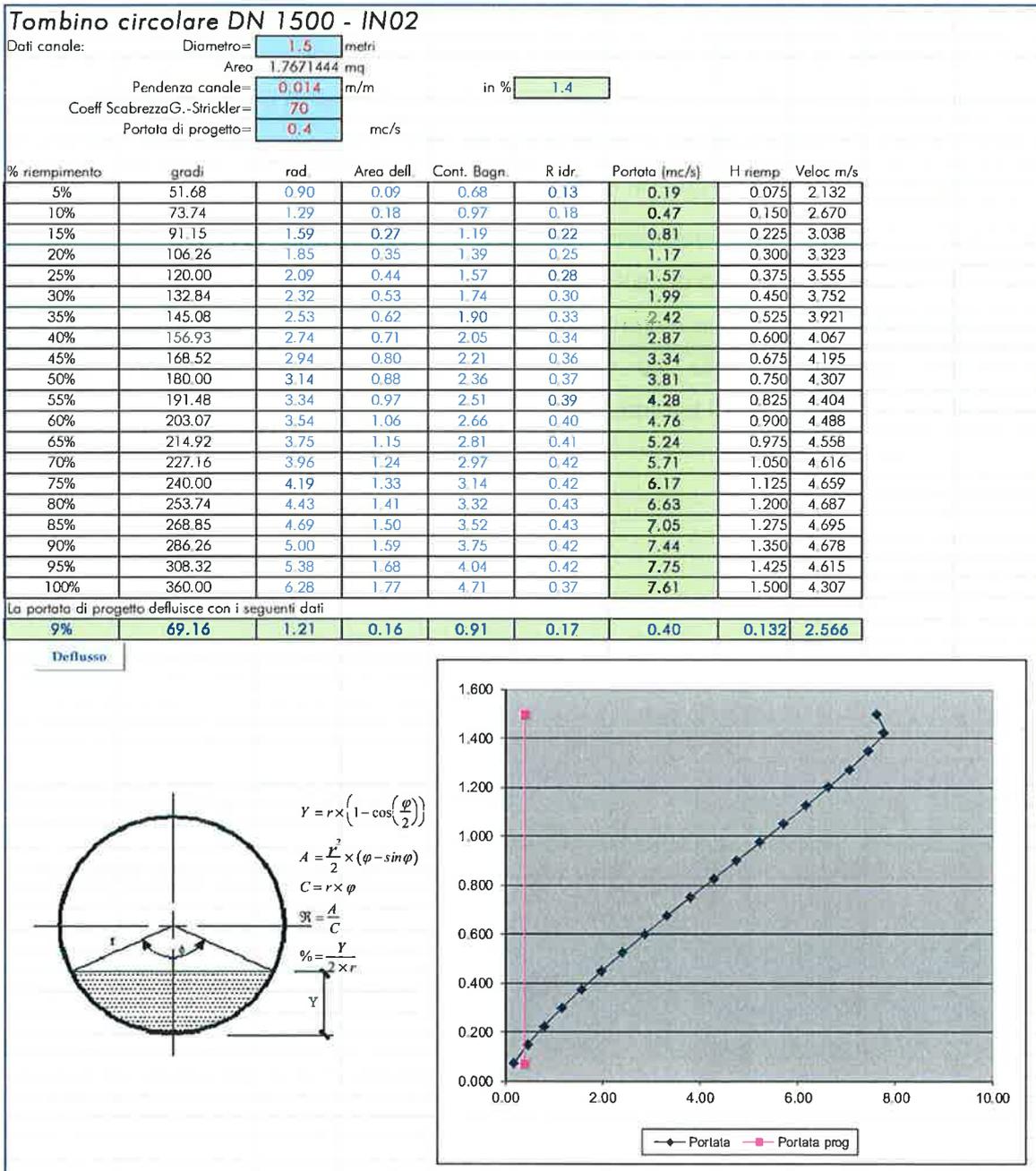
IF0G01D09RIID0001001A "Relazione idrologica" mentre l'implementazione del modello bidimensionale è spiegata nell'Elaborato IF0G01D09RIID0002001A "Relazione idraulica modello bidimensionale".

Le portate considerate nello studio del modello bidimensionale sono quelle calcolate nella relazione idrologica e vengono considerate come stato ante operam rispetto alla costruzione dell'IN01. Le portate post operam considerate consistono nelle portate calcolate nella relazione idrologica, maggiorate cautelativamente dell'intero contributo calcolato per l'IN01. Questa ipotesi in pratica considera che nella soluzione ante operam il bacino dell'IN01 non contribuisse nella formazione della piena mentre nella configurazione post operam si ipotizza che sia in fase con la piena dell'Ufita e contribuisca totalmente.

I risultati della modellazione bidimensionale hanno evidenziato differenze di livello idrometrico tra le due configurazioni contenute in un paio di centimetri. Tali differenze rientrano nell'intervallo di errore del modello numerico pertanto si può ritenere che la soluzione di progetto non produca nessuna variazione nel comportamento idraulico di valle sia nell'area di competenza dell'inalveazione stessa sia successivamente alla confluenza con il torrente Ufita.

3.2 Inalveazione IN02

3.2.1 Tombino circolare DN 1500



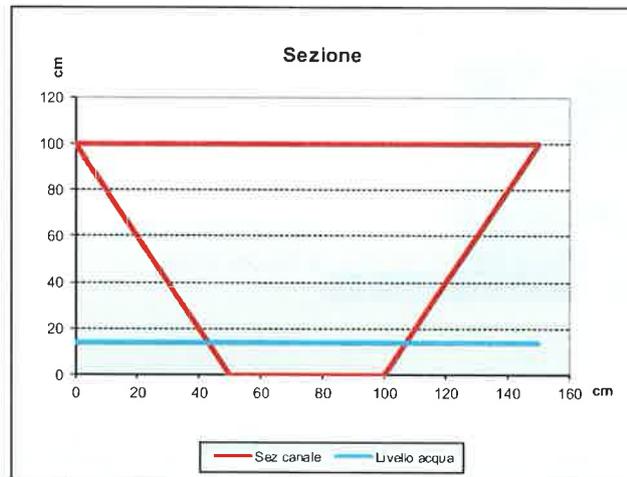
Grado di riempimento = 9.0% < 70% VERIFICATO

3.2.2 Sezione trapezia in cls

Inalveazione IN02 - sezione in cls

Dati della sezione

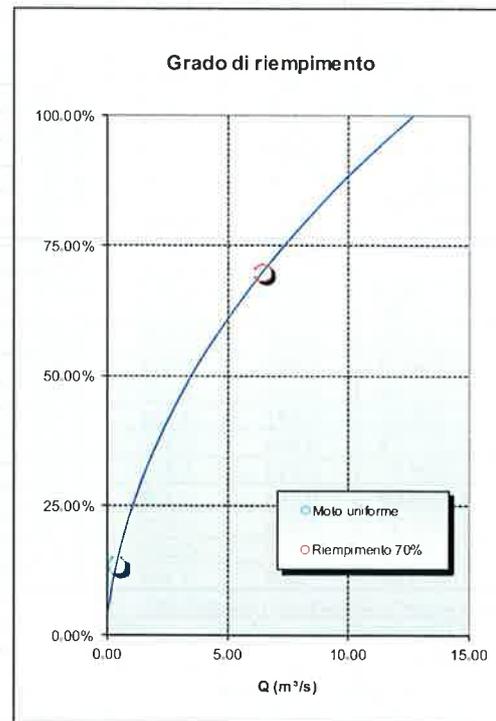
H=	100	cm	(Altezza sezione)
b=	50	cm	(Base minore sezione)
B=	150	cm	(Base maggiore)
Angolo	26.5785	gradi	
Area	1.00	m ²	
Pendenza	12.6	%	
Ks	70	m ^{1/3} s ⁻¹	Coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler
Portata di progetto	0.4	m ³ /s	



H defl (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m ²)	Raggio idraulico (m)	Portata (m ³ /s)	Velocità (m/s)
5	61.18	0.026	0.043	0.080	3.05
10	72.36	0.055	0.076	0.245	4.46
15	83.54	0.086	0.103	0.472	5.47
20	94.73	0.120	0.127	0.752	6.27
25	105.91	0.156	0.148	1.084	6.94
30	117.09	0.195	0.167	1.467	7.52
35	128.27	0.236	0.184	1.901	8.04
40	139.45	0.280	0.201	2.386	8.52
45	150.63	0.326	0.217	2.924	8.96
50	161.82	0.375	0.232	3.517	9.38
55	173.00	0.426	0.246	4.164	9.77
60	184.18	0.480	0.261	4.868	10.14
65	195.36	0.536	0.275	5.630	10.50
70	206.54	0.595	0.288	6.451	10.84
75	217.72	0.656	0.301	7.333	11.17
80	228.91	0.720	0.315	8.278	11.49
85	240.09	0.786	0.328	9.286	11.81
90	251.27	0.855	0.340	10.359	12.11
95	262.45	0.927	0.353	11.499	12.41
100	273.63	1.000	0.366	12.707	12.70

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m ²)	Raggio idraulico (m)	Portata (m ³ /s)	Velocità (m/s)
13.55	80.30	0.077	0.096	0.400	5.20



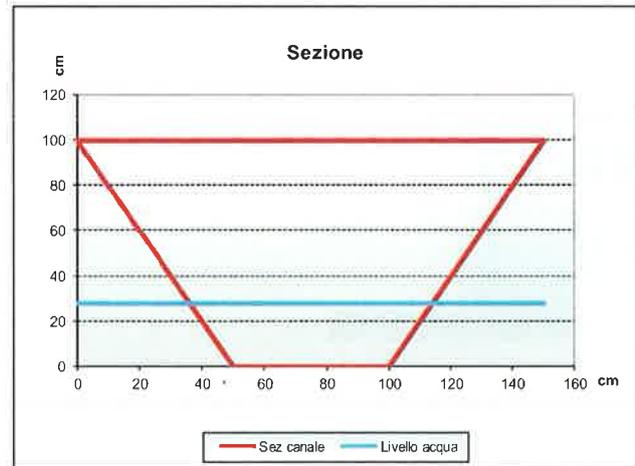
Grado di riempimento = $0.14/2.0 = 7.0\% < 70\%$ VERIFICATO

3.2.3 Sezione trapezia in terra rivestita in massi

Inalveazione IN02 - sezione in terra rivestita in massi

Dati della sezione

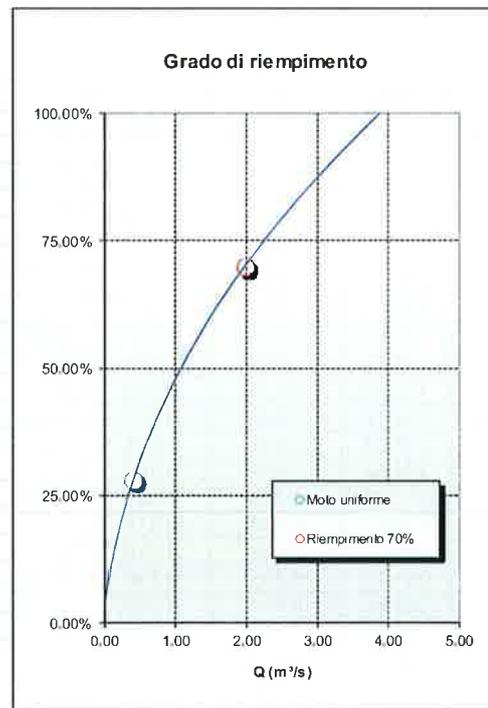
H=	100	cm	(Altezza sezione)
b=	50	cm	(Base minore sezione)
B=	150	cm	(Base maggiore)
Angolo	26.5785	gradi	
Area	1.00	m ²	
Pendenza	3.6	%	
Ks	40	m ^{1/3} s ⁻¹	Coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler
Portata di progetto	0.4	m ³ /s	



H defl (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m ²)	Raggio idraulico (m)	Portata (m ³ /s)	Velocità (m/s)
5	61.18	0.026	0.043	0.024	0.93
10	72.36	0.055	0.076	0.075	1.36
15	83.54	0.086	0.103	0.144	1.67
20	94.73	0.120	0.127	0.230	1.91
25	105.91	0.156	0.148	0.331	2.12
30	117.09	0.195	0.167	0.448	2.30
35	128.27	0.236	0.184	0.581	2.46
40	139.45	0.280	0.201	0.729	2.60
45	150.63	0.326	0.217	0.893	2.74
50	161.82	0.375	0.232	1.074	2.86
55	173.00	0.426	0.246	1.272	2.98
60	184.18	0.480	0.261	1.487	3.10
65	195.36	0.536	0.275	1.720	3.21
70	206.54	0.595	0.288	1.970	3.31
75	217.72	0.656	0.301	2.240	3.41
80	228.91	0.720	0.315	2.528	3.51
85	240.09	0.786	0.328	2.836	3.61
90	251.27	0.855	0.340	3.164	3.70
95	262.45	0.927	0.353	3.512	3.79
100	273.63	1.000	0.366	3.881	3.88

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m ²)	Raggio idraulico (m)	Portata (m ³ /s)	Velocità (m/s)
28.03	112.67	0.179	0.159	0.400	2.23



Grado di riempimento = $0.28/2.0 = 14.0\% < 70\%$ VERIFICATO

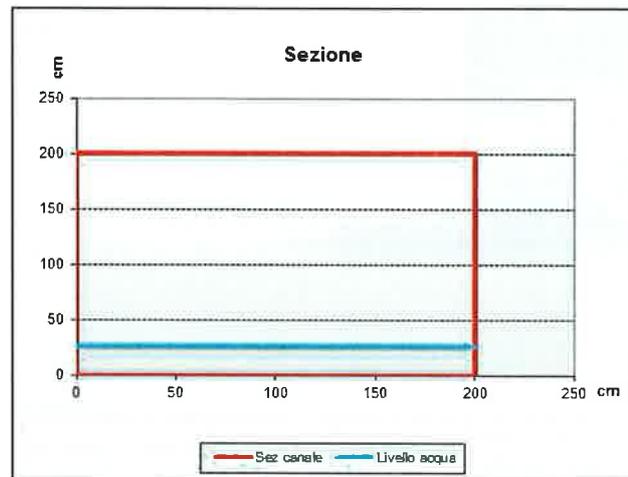
3.3 Inalveazione IN03

3.3.1 Prolungamento tombino esistente 2.0mx2.0m

Prolungamento tombino esistente IN03 - 2.0mx2.0m

Dati della sezione

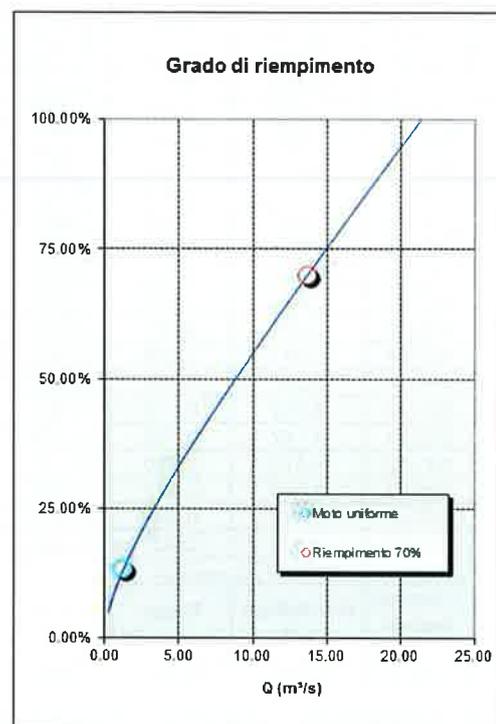
H=	200	cm	(Altezza sezione)
b=	200	cm	(Base minore sezione)
B=	200	cm	(Base maggiore)
Angolo	0	gradi	
Area	4.00	m ²	
Pendenza	1	%	
Ks	70	m ^{1/2} s ⁻¹	Coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler
Portata di progetto	1.33	m ³ /s	



H defl (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m ²)	Raggio idraulico (m)	Portata (m ³ /s)	Velocità (m/s)
10	220.00	0.200	0.091	0.283	1.42
20	240.00	0.400	0.167	0.848	2.12
30	260.00	0.600	0.231	1.580	2.63
40	280.00	0.800	0.286	2.429	3.04
50	300.00	1.000	0.333	3.365	3.37
60	320.00	1.200	0.375	4.368	3.64
70	340.00	1.400	0.412	5.424	3.87
80	360.00	1.600	0.444	6.523	4.08
90	380.00	1.800	0.474	7.656	4.25
100	400.00	2.000	0.500	8.819	4.41
110	420.00	2.200	0.524	10.007	4.55
120	440.00	2.400	0.545	11.215	4.67
130	460.00	2.600	0.565	12.442	4.79
140	480.00	2.800	0.583	13.684	4.89
150	500.00	3.000	0.600	14.939	4.98
160	520.00	3.200	0.615	16.206	5.06
170	540.00	3.400	0.630	17.484	5.14
180	560.00	3.600	0.643	18.771	5.21
190	580.00	3.800	0.655	20.066	5.28
200	600.00	4.000	0.667	21.368	5.34

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m ²)	Raggio idraulico (m)	Portata (m ³ /s)	Velocità (m/s)
26.78	253.56	0.536	0.211	1.330	2.48



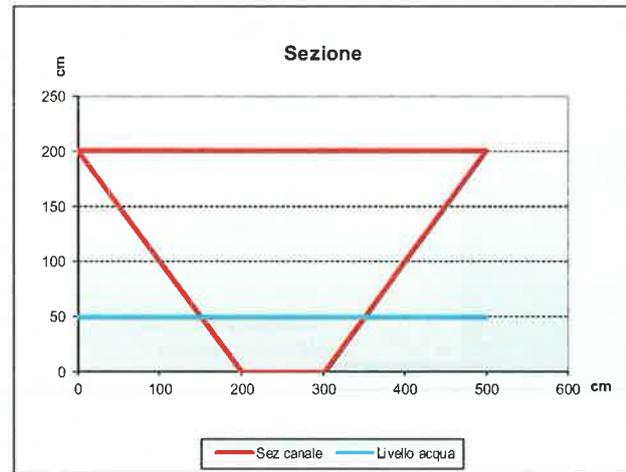
Grado di riempimento = $0.27/2.0 = 13.5\% < 70\%$ VERIFICATO

3.3.2 Sezione trapezia di valle

Inalveazione IN03

Dati della sezione

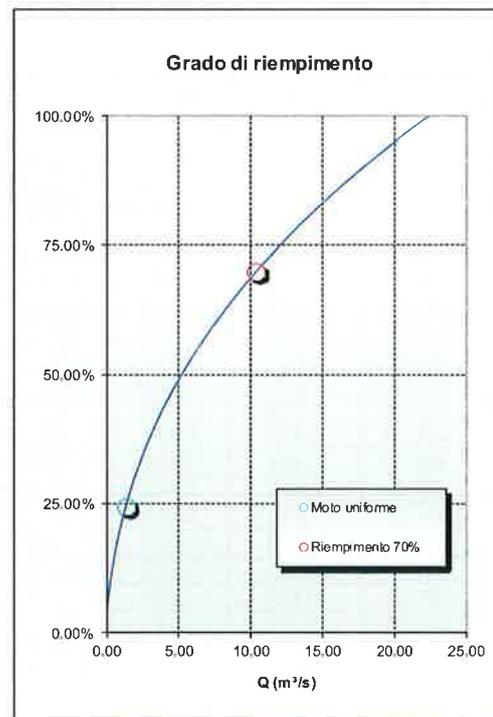
H=	200	cm	(Altezza sezione)
b=	100	cm	(Base minore sezione)
B=	500	cm	(Base maggiore)
Angolo	45.0228	gradi	
Area	6.00	m ²	
Pendenza	1	%	
Ks	40	m ³ s ⁻¹	Coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler
Portata di progetto	1.33	m ³ /s	



H defl (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m ²)	Raggio idraulico (m)	Portata (m ³ /s)	Velocità (m/s)
10	128.30	0.110	0.086	0.086	0.78
20	156.59	0.240	0.153	0.275	1.15
30	184.89	0.390	0.211	0.553	1.42
40	213.18	0.560	0.263	0.919	1.64
50	241.48	0.750	0.311	1.376	1.83
60	269.77	0.960	0.356	1.929	2.01
70	298.07	1.190	0.399	2.582	2.17
80	326.36	1.441	0.441	3.340	2.32
90	354.66	1.711	0.482	4.208	2.46
100	382.96	2.001	0.522	5.192	2.59
110	411.25	2.311	0.562	6.295	2.72
120	439.55	2.641	0.601	7.523	2.85
130	467.84	2.991	0.639	8.881	2.97
140	496.14	3.362	0.678	10.373	3.09
150	524.43	3.752	0.715	12.004	3.20
160	552.73	4.162	0.753	13.779	3.31
170	581.02	4.592	0.790	15.703	3.42
180	609.32	5.043	0.828	17.779	3.53
190	637.62	5.513	0.865	20.013	3.63
200	665.91	6.003	0.901	22.409	3.73

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m ²)	Raggio idraulico (m)	Portata (m ³ /s)	Velocità (m/s)
49.08	238.86	0.732	0.306	1.330	1.82



Grado di riempimento = $0.49/2.0 = 24.5\% < 70\%$ VERIFICATO

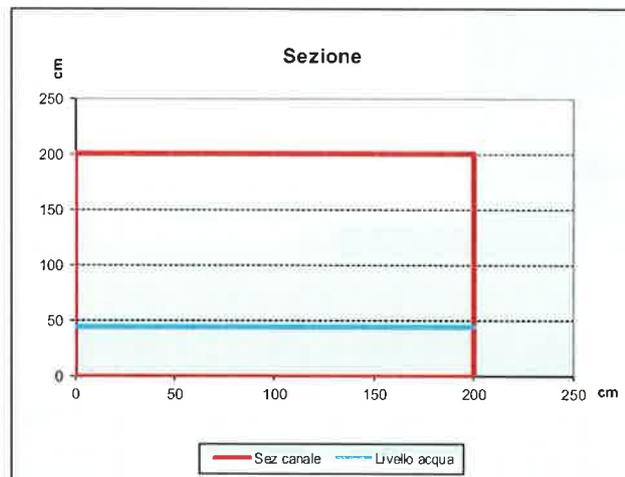
3.4 Inalveazione IN04

3.4.1 Prolungamento tombino esistente 2.0mx2.0m

Prolungamento tombino esistente IN04 - 2.0mx2.0m

Dati della sezione

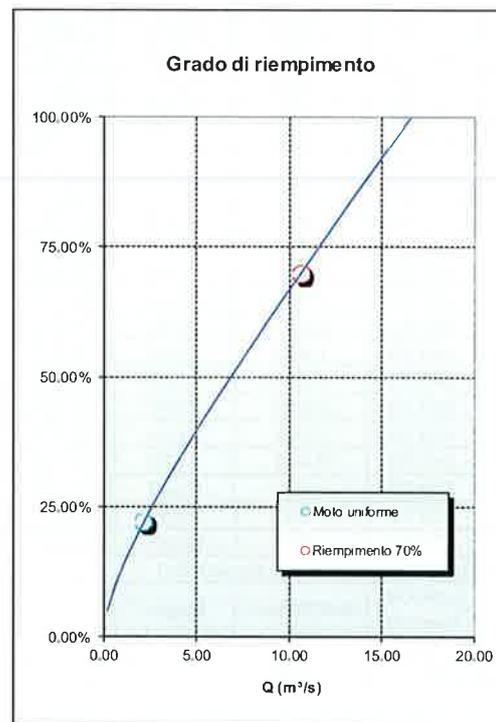
H=	200	cm	(Altezza sezione)
b=	200	cm	(Base minore sezione)
B=	200	cm	(Base maggiore)
Angolo	0	gradi	
Area	4.00	m ²	
Pendenza	0.6	%	
K _s	70	m ^{1/3} s ⁻¹	Coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler
Portata di progetto	2.17	m ³ /s	



H dell (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m ²)	Raggio idraulico (m)	Portata (m ³ /s)	Velocità (m/s)
10	220.00	0.200	0.091	0.219	1.10
20	240.00	0.400	0.167	0.657	1.64
30	260.00	0.600	0.231	1.224	2.04
40	280.00	0.800	0.286	1.882	2.35
50	300.00	1.000	0.333	2.607	2.61
60	320.00	1.200	0.375	3.384	2.82
70	340.00	1.400	0.412	4.201	3.00
80	360.00	1.600	0.444	5.052	3.16
90	380.00	1.800	0.474	5.931	3.29
100	400.00	2.000	0.500	6.832	3.42
110	420.00	2.200	0.524	7.751	3.52
120	440.00	2.400	0.545	8.687	3.62
130	460.00	2.600	0.565	9.637	3.71
140	480.00	2.800	0.583	10.599	3.79
150	500.00	3.000	0.600	11.572	3.86
160	520.00	3.200	0.615	12.553	3.92
170	540.00	3.400	0.630	13.543	3.98
180	560.00	3.600	0.643	14.540	4.04
190	580.00	3.800	0.655	15.543	4.09
200	600.00	4.000	0.667	16.552	4.14

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

H dell (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m ²)	Raggio idraulico (m)	Portata (m ³ /s)	Velocità (m/s)
44.07	288.15	0.881	0.306	2.170	2.46



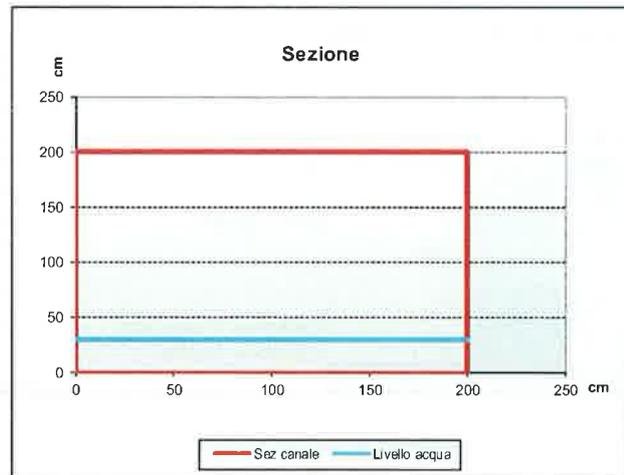
Grado di riempimento = $0.44/2.0 = 22.0\% < 70\%$ VERIFICATO

3.4.2 Sezione rettangolare in cls di valle

Inalveazione IN04

Dati della sezione

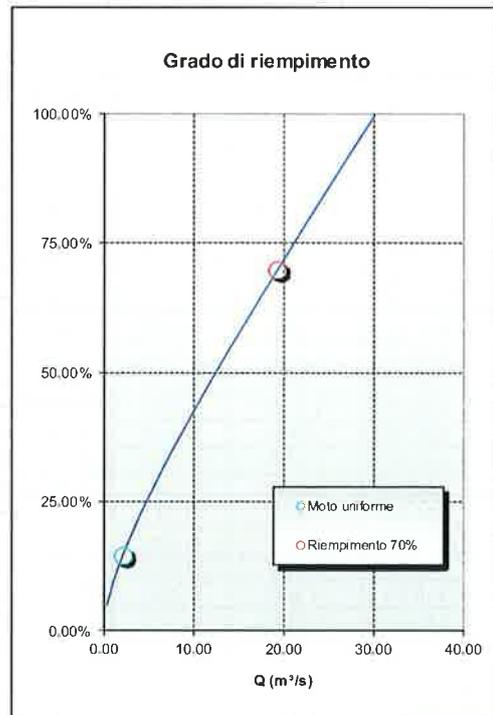
H=	200	cm	(Altezza sezione)
b=	200	cm	(Base minore sezione)
B=	200	cm	(Base maggiore)
Angolo	0	gradi	
Area	4.00	m ²	
Pendenza	2	%	
K _s	70	m ³ s ⁻¹	Coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler
Portata di progetto	2.17	m ³ /s	



H defl (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m ²)	Raggio idraulico (m)	Portata (m ³ /s)	Velocità (m/s)
10	220.00	0.200	0.091	0.400	2.00
20	240.00	0.400	0.167	1.199	3.00
30	260.00	0.600	0.231	2.235	3.72
40	280.00	0.800	0.286	3.436	4.29
50	300.00	1.000	0.333	4.759	4.76
60	320.00	1.200	0.375	6.178	5.15
70	340.00	1.400	0.412	7.671	5.48
80	360.00	1.600	0.444	9.225	5.77
90	380.00	1.800	0.474	10.828	6.02
100	400.00	2.000	0.500	12.473	6.24
110	420.00	2.200	0.524	14.152	6.43
120	440.00	2.400	0.545	15.861	6.61
130	460.00	2.600	0.565	17.595	6.77
140	480.00	2.800	0.583	19.352	6.91
150	500.00	3.000	0.600	21.127	7.04
160	520.00	3.200	0.615	22.919	7.16
170	540.00	3.400	0.630	24.726	7.27
180	560.00	3.600	0.643	26.546	7.37
190	580.00	3.800	0.655	28.377	7.47
200	600.00	4.000	0.667	30.219	7.55

La portata di progetto deflusce con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m ²)	Raggio idraulico (m)	Portata (m ³ /s)	Velocità (m/s)
29.43	258.86	0.589	0.227	2.170	3.69



Grado di riempimento = $0.29/2.0 = 14.5\% < 70\%$ VERIFICATO

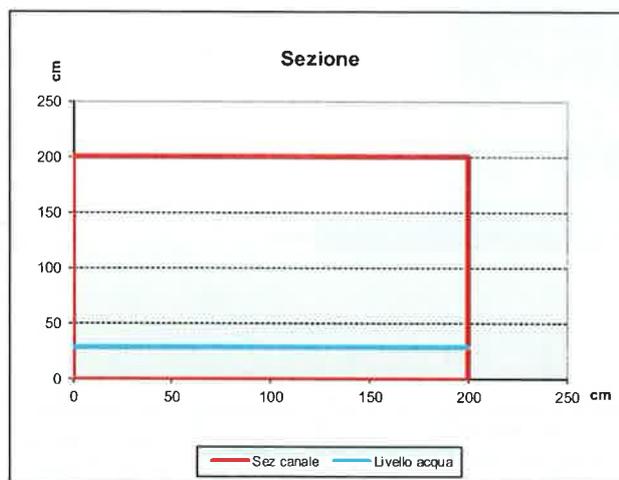
3.5 Inalveazione IN05

3.5.1 Sezione rettangolare in cls di monte

Inalveazione IN05 - sezione di monte

Dati della sezione

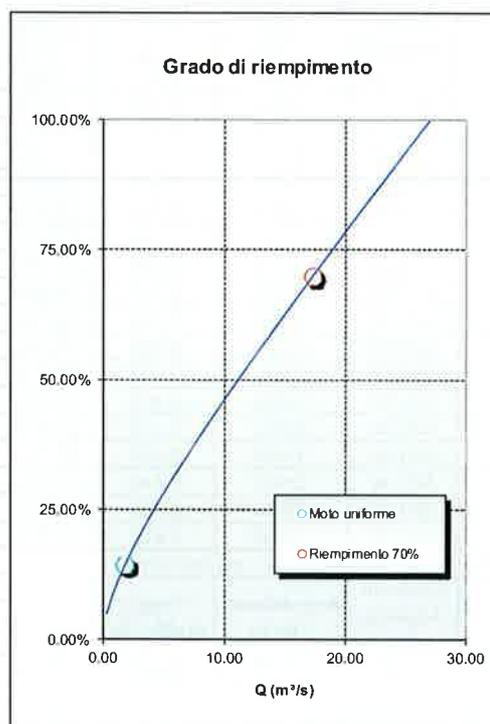
H=	200	cm	(Altezza sezione)
b=	200	cm	(Base minore sezione)
B=	200	cm	(Base maggiore)
Angolo	0	gradi	
Area	4.00	m ²	
Pendenza	1.6	%	
Ks	70	m ^{1/3} s ⁻¹	Coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler
Portata di progetto	1.86	m ³ /s	



H defl (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m ²)	Raggio idraulico (m)	Portata (m ³ /s)	Velocità (m/s)
10	220.00	0.200	0.091	0.358	1.79
20	240.00	0.400	0.167	1.073	2.68
30	260.00	0.600	0.231	1.999	3.33
40	280.00	0.800	0.286	3.073	3.84
50	300.00	1.000	0.333	4.257	4.26
60	320.00	1.200	0.375	5.525	4.60
70	340.00	1.400	0.412	6.861	4.90
80	360.00	1.600	0.444	8.251	5.16
90	380.00	1.800	0.474	9.685	5.38
100	400.00	2.000	0.500	11.156	5.58
110	420.00	2.200	0.524	12.658	5.75
120	440.00	2.400	0.545	14.186	5.91
130	460.00	2.600	0.565	15.738	6.05
140	480.00	2.800	0.583	17.309	6.18
150	500.00	3.000	0.600	18.896	6.30
160	520.00	3.200	0.615	20.499	6.41
170	540.00	3.400	0.630	22.115	6.50
180	560.00	3.600	0.643	23.743	6.60
190	580.00	3.800	0.655	25.381	6.68
200	600.00	4.000	0.667	27.029	6.76

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m ²)	Raggio idraulico (m)	Portata (m ³ /s)	Velocità (m/s)
28.61	257.22	0.572	0.222	1.860	3.25



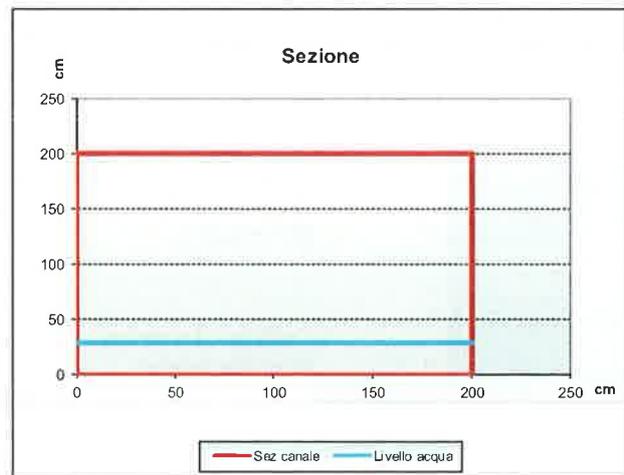
Grado di riempimento = $0.29/2.0 = 14.5\% < 70\%$ VERIFICATO

3.5.2 Tombino 2.0mx2.0m

Tombino IN05 - 2.0mx2.0m

Dati della sezione

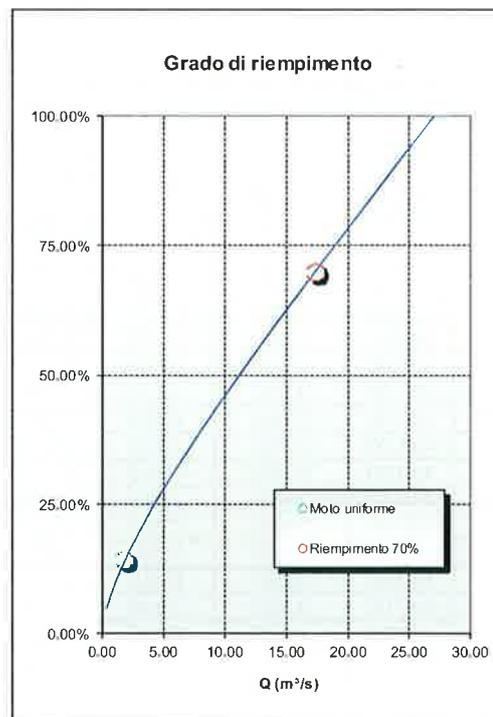
H=	200	cm	(Altezza sezione)
b=	200	cm	(Base minore sezione)
B=	200	cm	(Base maggiore)
Angolo	0	gradi	
Area	4.00	m ²	
Pendenza	1.6	%	
Ks	70	m ^{1/3} s ⁻¹	Coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler
Portata di progetto	1.86	m ³ /s	



H defl (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m ²)	Raggio idraulico (m)	Portata (m ³ /s)	Velocità (m/s)
10	220.00	0.200	0.091	0.358	1.79
20	240.00	0.400	0.167	1.073	2.68
30	260.00	0.600	0.231	1.999	3.33
40	280.00	0.800	0.286	3.073	3.84
50	300.00	1.000	0.333	4.257	4.26
60	320.00	1.200	0.375	5.525	4.60
70	340.00	1.400	0.412	6.861	4.90
80	360.00	1.600	0.444	8.251	5.16
90	380.00	1.800	0.474	9.685	5.38
100	400.00	2.000	0.500	11.156	5.58
110	420.00	2.200	0.524	12.658	5.75
120	440.00	2.400	0.545	14.186	5.91
130	460.00	2.600	0.565	15.738	6.05
140	480.00	2.800	0.583	17.309	6.18
150	500.00	3.000	0.600	18.896	6.30
160	520.00	3.200	0.615	20.499	6.41
170	540.00	3.400	0.630	22.115	6.50
180	560.00	3.600	0.643	23.743	6.60
190	580.00	3.800	0.655	25.381	6.68
200	600.00	4.000	0.667	27.029	6.76

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m ²)	Raggio idraulico (m)	Portata (m ³ /s)	Velocità (m/s)
28.61	257.22	0.572	0.222	1.860	3.25



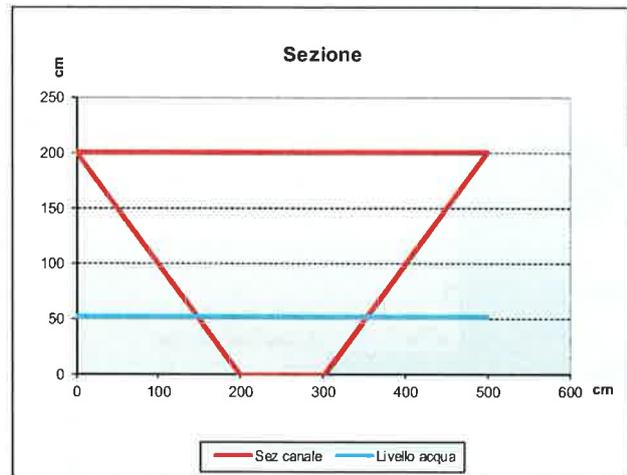
Grado di riempimento = $0.29/2.0 = 14.5\% < 70\%$ VERIFICATO

3.5.3 Sezione trapezia di valle

Inalveazione IN05 - Sezione di valle

Dati della sezione

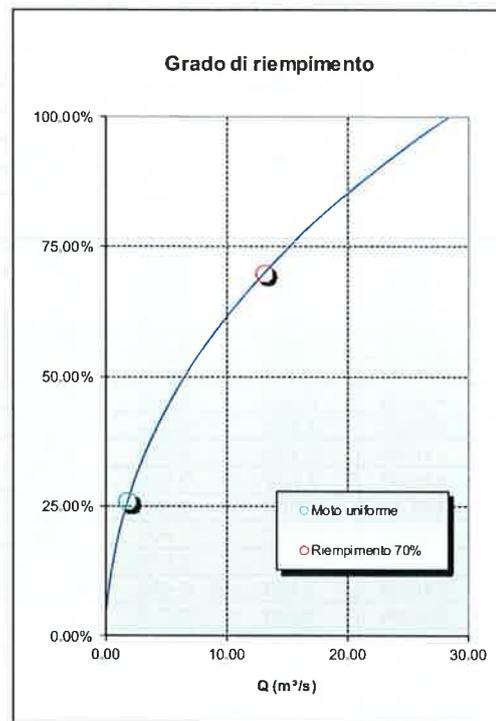
H=	200	cm	(Altezza sezione)
b=	100	cm	(Base minore sezione)
B=	500	cm	(Base maggiore)
Angolo	45.0228	gradi	
Area	6.00	m ²	
Pendenza	1.6	%	
Ks	40	m ^{1/3} s ⁻¹	Coefficiente di scabrezza di Gouckler-Strickler
Portata di progetto	1.86	m ³ /s	



H defl (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m ²)	Raggio idraulico (m)	Portata (m ³ /s)	Velocità (m/s)
10	128.30	0.110	0.086	0.108	0.98
20	156.59	0.240	0.153	0.348	1.45
30	184.89	0.390	0.211	0.699	1.79
40	213.18	0.560	0.263	1.163	2.08
50	241.48	0.750	0.311	1.741	2.32
60	269.77	0.960	0.356	2.440	2.54
70	298.07	1.190	0.399	3.266	2.74
80	326.36	1.441	0.441	4.225	2.93
90	354.66	1.711	0.482	5.323	3.11
100	382.96	2.001	0.522	6.567	3.28
110	411.25	2.311	0.562	7.962	3.45
120	439.55	2.641	0.601	9.516	3.60
130	467.84	2.991	0.639	11.233	3.76
140	496.14	3.362	0.678	13.121	3.90
150	524.43	3.752	0.715	15.184	4.05
160	552.73	4.162	0.753	17.430	4.19
170	581.02	4.592	0.790	19.863	4.33
180	609.32	5.043	0.828	22.489	4.46
190	637.62	5.513	0.865	25.315	4.59
200	665.91	6.003	0.901	28.345	4.72

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m ²)	Raggio idraulico (m)	Portata (m ³ /s)	Velocità (m/s)
51.84	246.68	0.787	0.319	1.860	2.36



Grado di riempimento = $0.52/2.0 = 26.0\% < 70\%$ VERIFICATO

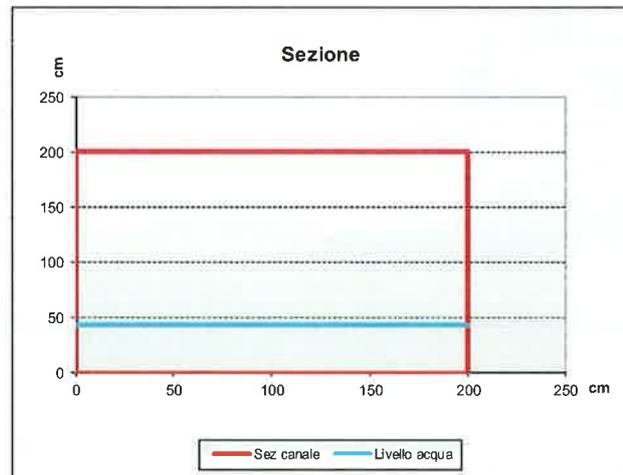
3.6 Inalveazione IN06

3.6.1 Sezione rettangolare in cls

Inalveazione IN06

Dati della sezione

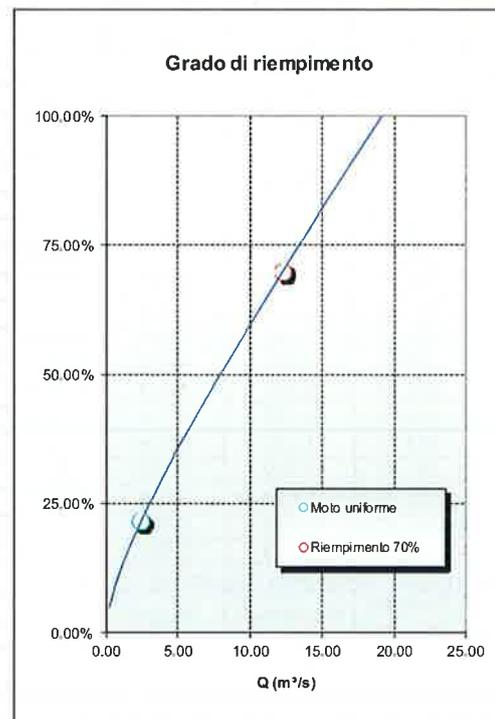
H=	200	cm	(Altezza sezione)
b=	200	cm	(Base minore sezione)
B=	200	cm	(Base maggiore)
Angolo	0	gradi	
Area	4.00	m ²	
Pendenza	0.8	%	
Ks	70	m ^{1/3} s ⁻¹	Coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler
Portata di progetto	2.43	m ³ /s	



H defl (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m ²)	Raggio idraulico (m)	Portata (m ³ /s)	Velocità (m/s)
10	220.00	0.200	0.091	0.253	1.27
20	240.00	0.400	0.167	0.758	1.90
30	260.00	0.600	0.231	1.413	2.36
40	280.00	0.800	0.286	2.173	2.72
50	300.00	1.000	0.333	3.010	3.01
60	320.00	1.200	0.375	3.907	3.26
70	340.00	1.400	0.412	4.851	3.47
80	360.00	1.600	0.444	5.834	3.65
90	380.00	1.800	0.474	6.848	3.80
100	400.00	2.000	0.500	7.888	3.94
110	420.00	2.200	0.524	8.951	4.07
120	440.00	2.400	0.545	10.031	4.18
130	460.00	2.600	0.565	11.128	4.28
140	480.00	2.800	0.583	12.239	4.37
150	500.00	3.000	0.600	13.362	4.45
160	520.00	3.200	0.615	14.495	4.53
170	540.00	3.400	0.630	15.638	4.60
180	560.00	3.600	0.643	16.789	4.66
190	580.00	3.800	0.655	17.947	4.72
200	600.00	4.000	0.667	19.112	4.78

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m ²)	Raggio idraulico (m)	Portata (m ³ /s)	Velocità (m/s)
43.15	286.30	0.863	0.301	2.429	2.81



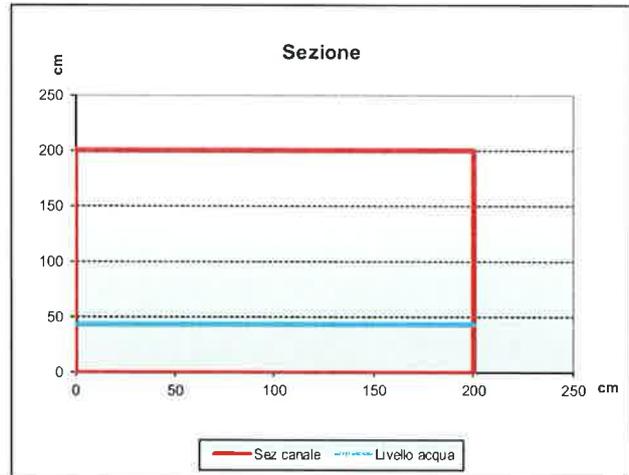
Grado di riempimento = $0.43/2.0 = 21.5\% < 70\%$ VERIFICATO

3.6.2 Tombino 2.0mx2.0m

Tombino IN06 - 2.0mx2.0m

Dati della sezione

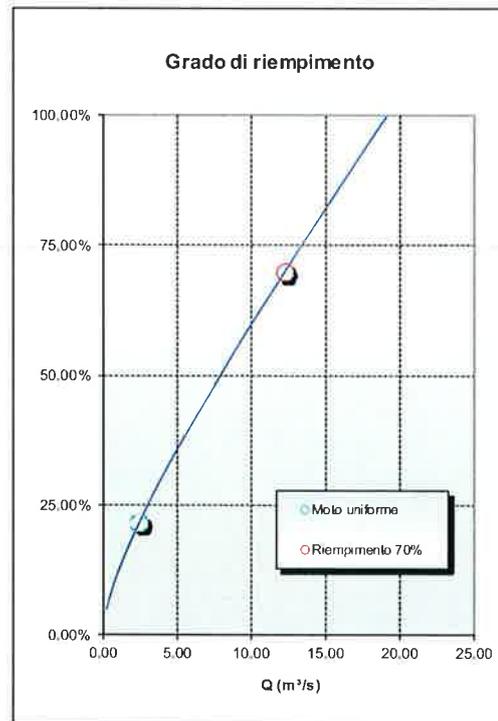
H=	200	cm	(Altezza sezione)
b=	200	cm	(Base minore sezione)
B=	200	cm	(Base maggiore)
Angolo	0	gradi	
Area	4.00	m ²	
Pendenza	0.8	%	
K _s	70	m ^{1/3} s ⁻¹	Coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler
Portata di progetto	2.43	m ³ /s	



H defl (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m ²)	Raggio idraulico (m)	Portata (m ³ /s)	Velocità (m/s)
10	220.00	0.200	0.091	0.253	1.27
20	240.00	0.400	0.167	0.758	1.90
30	260.00	0.600	0.231	1.413	2.36
40	280.00	0.800	0.286	2.173	2.72
50	300.00	1.000	0.333	3.010	3.01
60	320.00	1.200	0.375	3.907	3.26
70	340.00	1.400	0.412	4.851	3.47
80	360.00	1.600	0.444	5.834	3.65
90	380.00	1.800	0.474	6.848	3.80
100	400.00	2.000	0.500	7.888	3.94
110	420.00	2.200	0.524	8.951	4.07
120	440.00	2.400	0.545	10.031	4.18
130	460.00	2.600	0.565	11.128	4.28
140	480.00	2.800	0.583	12.239	4.37
150	500.00	3.000	0.600	13.362	4.45
160	520.00	3.200	0.615	14.495	4.53
170	540.00	3.400	0.630	15.638	4.60
180	560.00	3.600	0.643	16.789	4.66
190	580.00	3.800	0.655	17.947	4.72
200	600.00	4.000	0.667	19.112	4.78

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m ²)	Raggio idraulico (m)	Portata (m ³ /s)	Velocità (m/s)
43.15	286.30	0.863	0.301	2.429	2.81



Grado di riempimento = $0.43/2.0 = 21.5\% < 70\%$ VERIFICATO

