

COMMITTENTE:



ALTA
SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE
OBIETTIVO N. 443/01
LINEA AV/AC TORINO – VENEZIA Tratta VERONA – PADOVA
Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza
PROGETTO ESECUTIVO
INTERFERENZE IDRAULICHE ED OPERE IDRAULICHE
TOMBINO DOPPIO SCATOLARE 3X1.5 SU SCOLO SIGNOLO ALLA PK
36+800,00
GENERALE
Relazione tecnica generale e idraulica**

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA -
IL PROGETTISTA INTEGRATORE	Consorzio Iricav Due ing. Paolo Carmona Data: Giugno 2022			
Ing. Giovanni MALAVENDA ALBO INGEGNERI PROV. DI MESSINA n. 4503 Data: Giugno 2022				

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV. FOGLIO

I	N	1	7	1	2	E	I	2	R	O	I	N	6	3	0	0	0	0	1	B	-	-	-	P	-	-	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma	Data
	Ing Alberto Levorato 	Giugno 2022

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data
A	EMISSIONE	E. Giorgetti	16/04/21	L. Alfieri	16/04/21	P. Galvanin	16/04/21
B	REVISIONE G.C.	E. Giorgetti 	24/06/22	L. Alfieri 	24/06/22	P. Galvanin 	24/06/22



CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1712EI2ROIN6300001B.DOCX
Progetto cofinanziato dalla Unione Europea		Cod. origine:

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Relazione tecnica generale e idraulica

Progetto
IN17

Lotto
12

Codifica Documento
E12 RO IN 63 0 0 001

Rev.
B

Foglio
2 di 36

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RI RI6204 001	Rev. A	Foglio 3 di 36	

INDICE

1	PREMESSA.....	4
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	4
2.1	Ottemperanza alle prescrizioni cipe	4
2.2	Inquadramento normativo e criteri progettuali	4
2.3	Documenti di progetto esecutivo	5
3	DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO	6
4	DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO.....	9
5	VERIFICHE IDRAULICHE	11
5.1	Portata di progetto	11
5.2	Base geometrica.....	11
5.3	Scabrezze.....	11
5.4	Verifiche in moto uniforme	11
5.4.1	Verifiche stato di fatto	12
5.4.2	Verifiche stato di progetto.....	13
6	FASI COSTRUTTIVE E DEVIAZIONE PROVVISORIA.....	16
6.1	FASE 1.....	17
6.2	FASE 2.....	18
6.3	FASE 3.....	19
6.4	FASE 4.....	20
6.5	Portata di progetto per la cantierizzazione	21
6.6	Impianto di sollevamento provvisorio	21
6.6.1	Vasca di aspirazione.....	22
6.6.2	Macchine idrauliche	23
6.6.3	Dimensionamento idraulico impianto di sollevamento	25
6.6.4	Dotazioni impiantistiche	26
6.6.5	Verifiche in moto uniforme	27
7	CONCLUSIONI.....	29
	ALLEGATO A – SCALE DELLE PORTATE	30

GENERAL CONTRACTOR  ITICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 63 0 0 001	Rev. B	Foglio 4 di 36

1 PREMESSA

La presente relazione descrive le opere previste per risolvere l'interferenza dello Scolo Signolo con la Linea AV-AC Torino – Venezia, Tratta VERONA – PADOVA, Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza, alla pk 36+800.00 all'interno del comune di Montebello Vicentino (VI).

Di seguito si descrivono le scelte progettuali adottate in reazione alle prescrizioni CIPE, nonché alle istruttorie svolte dall'Alta Sorveglianza sul progetto stesso e le modalità di verifica idraulica delle stesse.

Il progetto per la realizzazione della linea ferroviaria, che nel tratto in questione risulta essere all'interno del tratto in trincea TR07 (costituito dal tratto TR07 - compreso tra il km 36+714.22 e il km 37+248.79 sulla Linea AV di progetto e dal tratto TR07B dal km 186+414.87 al km 187+005.96.sulla Linea Storica) prevede il sotto-atteveramento della linea mediante un tombino costituito da un doppio scatolare 3x1.5 m, corredato da strutture di imbocco e sbocco e relative ricuciture al reticolo idrografico esistente.

Le verifiche e il dimensionamento idraulico delle opere sono state condotte considerando la portata 200-ennale, in accordo al manuale Tecnico di Progettazione Italferr.

Lo studio ha dimostrato la compatibilità idraulica dell'intervento.

Il progetto esecutivo oggetto della presente relazione risponde a quanto previsto nel precedente livello di progettazione definitiva; in questa ulteriore fase sono stati sviluppati gli elaborati conformemente al livello progettuale esecutivo per fornire i necessari elementi di dettaglio.

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 Ottemperanza alle prescrizioni cipe

In accordo alle prescrizioni e raccomandazioni indicate nella delibera CIPE 84/2017 nel progetto esecutivo è stato eseguito un approfondimento sulle opere, come riportato nella relazione di confronto PD-PE e illustrato nei prossimi capitoli.

2.2 Inquadramento normativo e criteri progettuali

La normativa idraulica di riferimento per la Pianura Padana è costituita dal Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), adottato con delibera di Comitato Istituzionale n. 18 del 26 aprile 2001 ed approvato con DPCM del 24 maggio 2001, pubblicato sulla G.U. n 183 del 8/8/01 e successive varianti approvate.

Il PAI è sovraordinato a tutti gli altri strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica vigenti e costituisce la norma a cui attenersi per l'esecuzione di opere e infrastrutture che interferiscano con il reticolo idrografico.

Esso fornisce i valori delle portate di piena da assumere alla base delle verifiche idrauliche per alcune sezioni significative del reticolo idrografico padano; fornisce altresì le indicazioni per il calcolo delle portate di piena nelle sezioni non indagate sulla base delle curve di probabilità pluviometrica per assegnato periodo di ritorno elaborate per tutto il territorio di competenza.

GENERAL CONTRACTOR  ITICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 63 0 0 001	Rev. B	Foglio 5 di 36

Il PAI contiene inoltre i criteri a cui attenersi per il dimensionamento delle opere in funzione della tipologia e dei vincoli esistenti.

I criteri adottati nel dimensionamento idraulico delle opere tengono conto delle norme di attuazione del PAI e degli indirizzi e delle indicazioni emerse nel corso dei colloqui con il Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta, Consorzio di bonifica competente sul rio oggetto di progettazione.

Da un punto di vista generale le opere di attraversamento e le sistemazioni idrauliche sono limitate allo stretto necessario alla funzionalità dell'opera nel rispetto dell'attuale configurazione dei corsi d'acqua interferenti; si è verificato che gli interventi non comportassero in nessun caso restringimenti di alveo e non inducessero in generale effetti peggiorativi sul regime idraulico del corso d'acqua.

La verifica idraulica dei manufatti di progetto è stata condotta nel rispetto del deflusso della portata 200-ennale. Essendo lo scolo in questione un corso d'acqua secondario (bacino inferiore a 10 km²), il criterio adottato è quello di un grado di riempimento inferiore a 0.8 per i tratti di canale a cielo libero e 0.7 per i manufatti di attraversamento non in pressione, in accordo con il Manuale di Progettazione Italferr. Per quanto riguarda l'opera di sottoattraversamento ferroviario, la verifica della stessa è consistita nella determinazione dei livelli indotti dalle perdite di carico generate dall'opera e nella verifica della compatibilità degli stessi nelle inalveazioni di valle e di monte (grado di riempimento inferiore all'80%).

2.3 Documenti di progetto esecutivo

IN1712EI2EEIN6300001B	ELENCO ELABORATI
IN1712EI2ROIN6300001A	RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA
IN1712EI2ROIN6300002A	RELAZIONE DI CONFRONTO PD/PE
IN1712EI2PZIN6306001A	PLANIMETRIA STATO DI FATTO E PROGETTO CON SEZIONI TIPO
IN1712EI2PZIN6306002A	PROFILO E SEZIONI DI PROGETTO
IN1712EI2PZIN6300001A	CARPENTERIA - PIANTE E SEZIONI
IN1712EI2PZIN6300002B	FASI REALIZZATIVE DELL'OPERA - PIANTE SCAVI E SEZIONI
IN1712EI2BZIN6300001A	ARMATURA TAV. 1
IN1712EI2BZIN6300002A	ARMATURA TAV. 2
IN1712EI2BZIN6300003A	ARMATURA TAV. 3
IN1712EI2BZIN6300004A	ARMATURA TAV. 4
IN1712EI2BZIN6300005A	ARMATURA TAV. 5
IN1712EI2BZIN6300006A	ARMATURA TAV. 6
IN1712EI2BZIN6300007A	ARMATURA TAV. 7
IN1712EI2BZIN6300008A	ARMATURA - PLATEA DI VARO E MURO REGGISPINTA
IN1712EI2PZIN6301001B	OPERE PROVVISORIALI: PLANIMETRIA E SEZIONI
IN1712EI2BZIN6309001A	PARTICOLARI COSTRUTTIVI
IN1712EI2CLIN6300001A	RELAZIONE DI CALCOLO SCATOLARI AV/AC
IN1712EI2CLIN6300002B	RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI
IN1712EI2PBIN6301001A	BERLINESI MICROPALI - PIANTE NUMERAZIONE MICROPALI
IN1712EI2P9IN6301001A	FASI DEVIAZIONE PROVVISORIA DEL CANALE
IN1712EI2BBIN6301001A	IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO PROVVISORIO

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 63 0 0 001	Rev. B	Foglio 6 di 36

3 DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO

Il territorio su cui si snoda il tracciato della linea ferroviaria AC Milano-Verona è interessato da una fitta rete idrografica costituita da fiumi, torrenti, canali di bonifica, canali di irrigazione, fossi di scolo, canalette prefabbricate in cls. (pensili o appoggiate sul terreno).

Nella zona oggetto di studio è presente uno scolo gestito dal Consorzio APV (Alta Pianura Veneta) denominato Scolo Signolo sottopassante in senso ortogonale la ferrovia esistente con direzione di scorrimento verso SudEst.

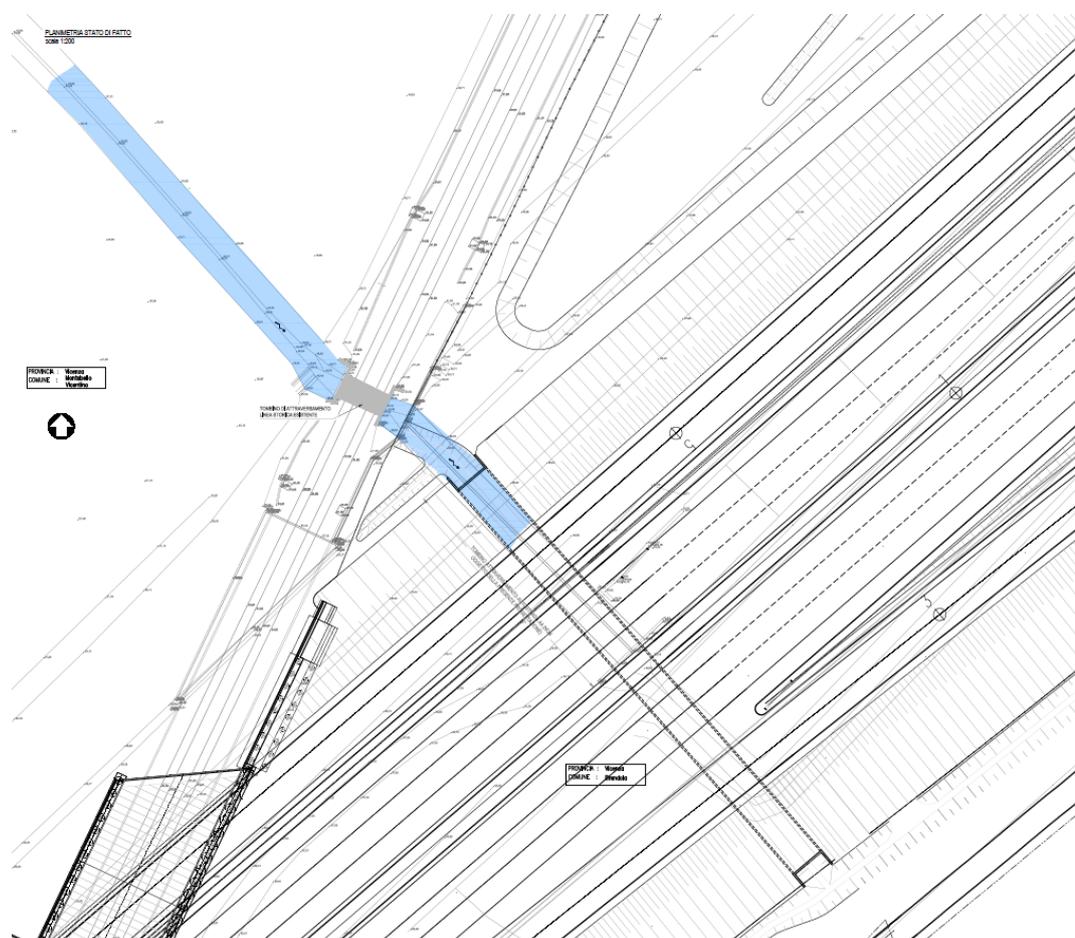


Figura 1 – Planimetria dello stato di fatto

L'attraversamento della linea ferroviaria esistente avviene con un'opera che si presenta ad arco, che si presenta interrata come illustrato nelle sezioni di monte e di valle nelle seguenti Figura 2 e Figura 3.

A monte del sottopasso della linea ferroviaria lo Scolo Signolo si presenta con una sezione trapezoidale in terra con base pari a circa 0.5 e altezza delle sponde media pari a circa 2.5 m, la pendenza longitudinale è di circa lo 0.34%.



Figura 2 – Sezione di monte dell'attraversamento ad arco esistente sotto la ferrovia



Figura 3 – Sezione di valle dell'attraversamento ad arco esistente sotto la ferrovia

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 63 0 0 001	Rev. B	Foglio 8 di 36

Appena a valle dell'attraversamento ferroviario è presente l'attraversamento dell'autostrada A4 tramite il Sottopasso Idraulico I01 facente parte del progetto di "Nuova Autostrazione di Montecchio Maggiore e collegamenti con la viabilità ordinaria". Tale manufatto, che rappresenta la condizione al contorno di valle per la progettazione è costituito da uno scatolare in c.a. di dimensioni 5.50x4.00 m con un riempimento interno in terra di 1.60 m, la quota del fondo scorrevole viene quindi considerata pari a 48.75 m s.l.m.

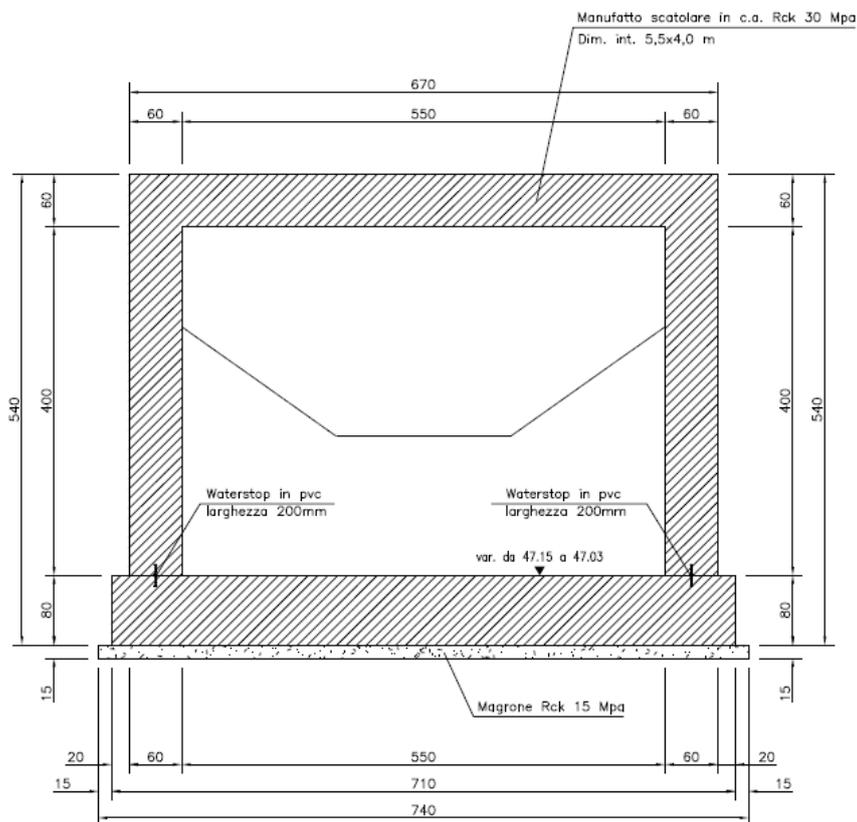


Figura 4 – Sezioni tipo del Sottopasso idraulico I01 di A4 (PE Nuova Autostazione di Montecchio Maggiore e collegamenti con la viabilità ordinaria)

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 63 0 0 001	Rev. B	Foglio 9 di 36

4 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

L'intervento in progetto prevede la realizzazione di un tombino doppio scatolare per la risoluzione dell'interferenza con la linea ferroviaria di progetto. L'opera, con tracciato perpendicolare alla linea, è ubicata in corrispondenza della pk 36+800.00.

Il tombino doppio scatolare, che permette di sottopassare la L.S. la linea AV/AC e lo stradello di servizio lato B.D. della L.S., ha dimensioni nette interne 2 x 3.00 x 1.50 m e sviluppo pari a circa 72 m, la pendenza longitudinale pari allo 0.1 % viene realizzata tramite un massetto di pendenza di altezza massima pari a 0.17 m. La bassa pendenza longitudine è legata alla necessità di ricucire la quota del canale esistente a monte rilevata (pari a circa 48.84 m s.l.m.) alla quota di scorrimento del tombino di A4 a valle (pari a 48.75 m s.l.m.).

L'opera prevede un setto centrale di spessore 0.40 m che interrompe circa 7 m a monte del collegamento al tombino di A4. A monte dell'attraversamento ferroviario il setto viene sagomato in modo tale da non costituire un ostacolo per la corrente. L'opera viene realizzata in 6 conci di cui il concio 3, ovvero quello posto sotto al rilevato esistente da rimodellare, sarà realizzato come un monolite a spinta, il resto sarà gettato in opera.

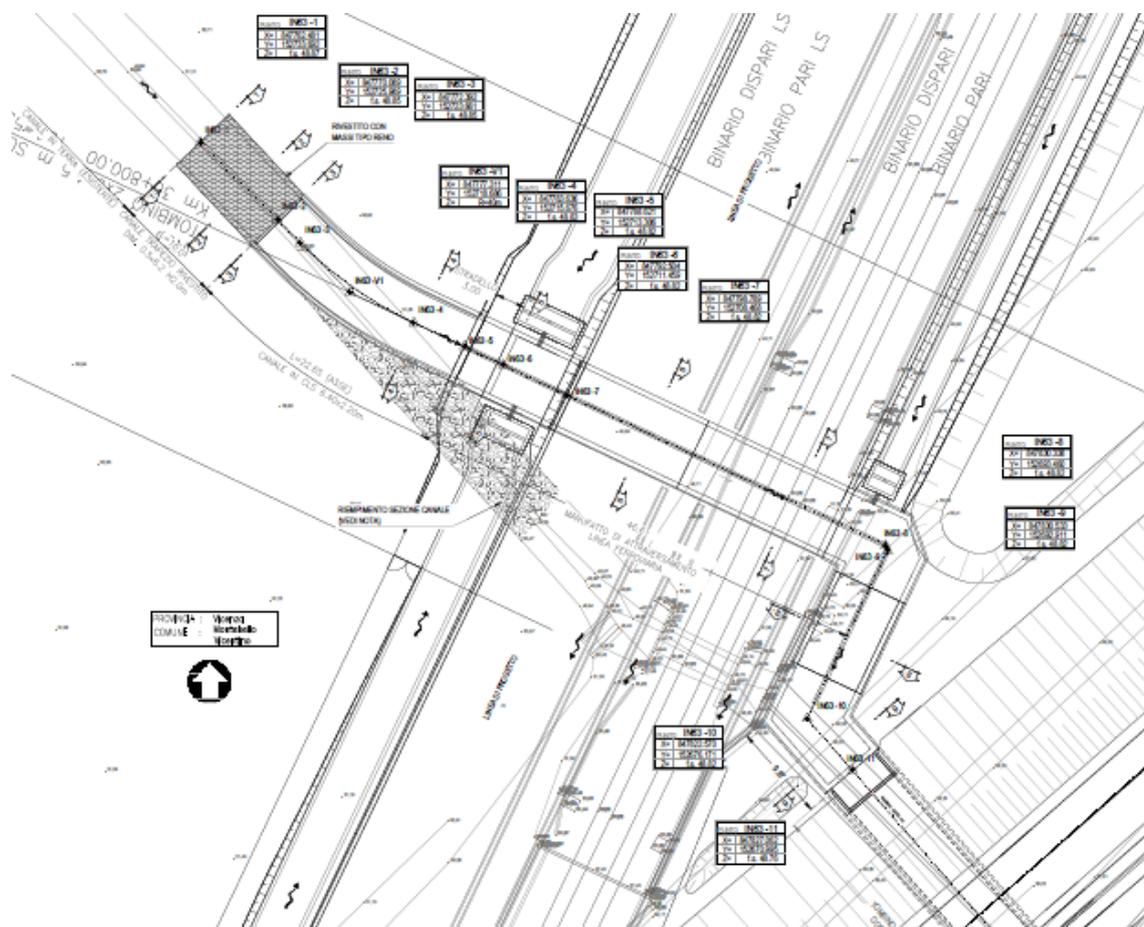


Figura 5 – Planimetria di inquadramento delle opere in progetto

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 63 0 0 001	Rev. B	Foglio 10 di 36

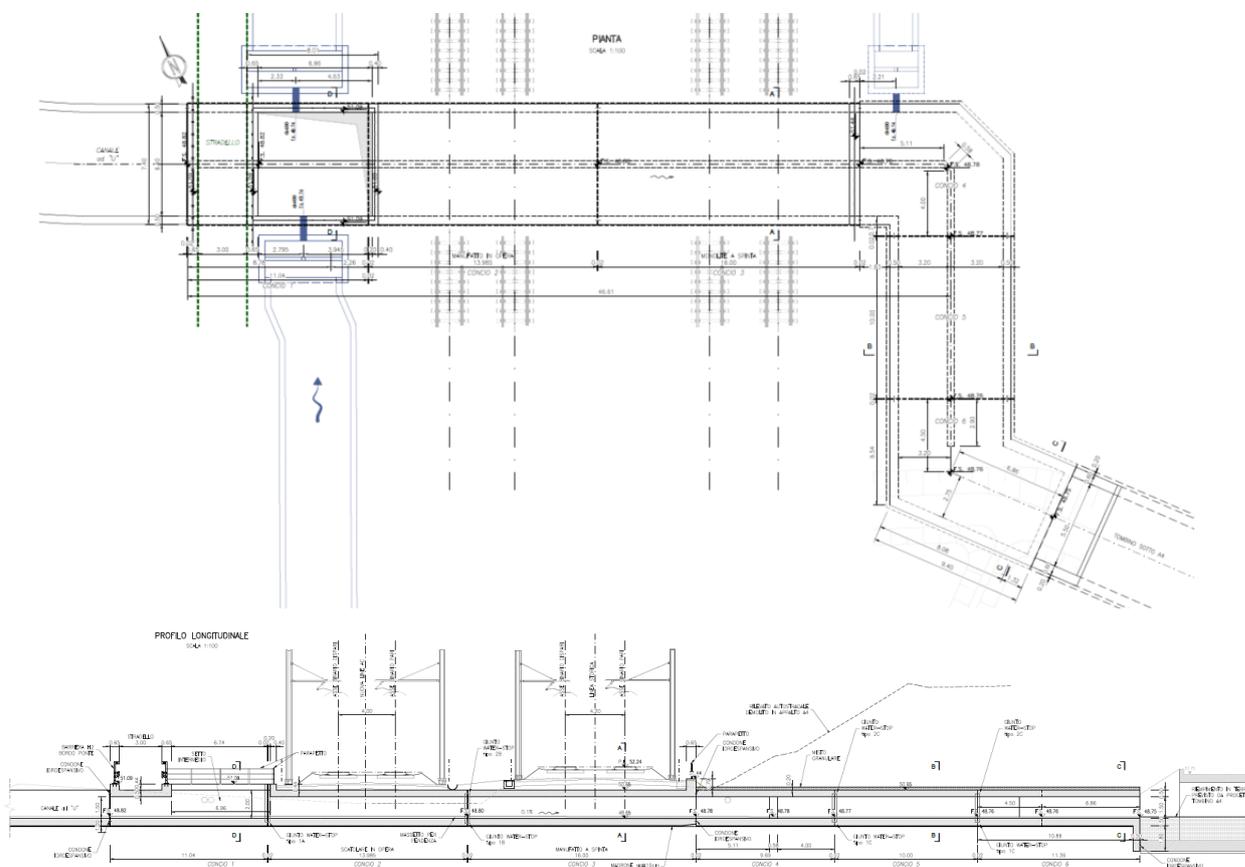


Figura 6 – Pianta e profilo del doppio scatolare di progetto

A monte del manufatto si prevede la realizzazione di un canale a “U” di dimensioni interne 6.40x2.20 m per raccordare il canale trapezoidale esistente al tombino. Si è scelto di realizzare un’opera in cls in modo tale da limitare gli ingombri che sarebbero risultati maggiori nel caso di un canale trapezoidale vista la riduzione della pendenza da 0.34% circa a 0.1%.

Gli ultimi 10 m di valle del canale trapezoidale esistente saranno regolarizzati e verranno protetti con materassi Reno, come richiesto dalla delibera CIPE 84/2017.

Di seguito si riportano le sezioni tipo dei diversi tratti.

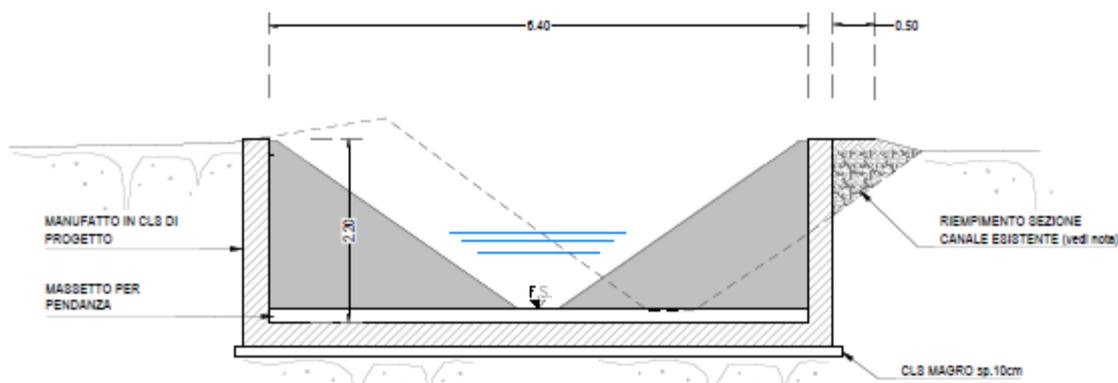


Figura 7 – Sezione tipo del canale a “u”

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 63 0 0 001	Rev. B	Foglio 11 di 36

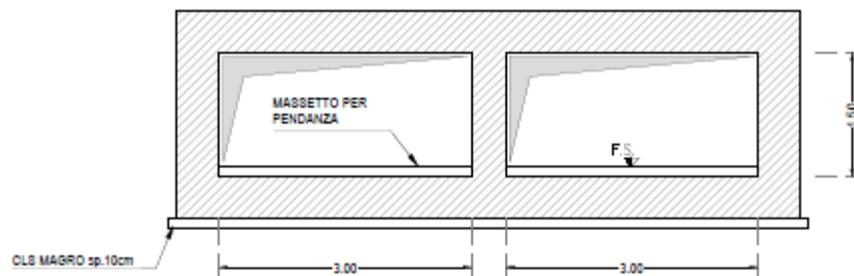


Figura 8 – Sezione tipo del doppio scatolare di progetto

5 VERIFICHE IDRAULICHE

5.1 Portata di progetto

In accordo con il manuale di progettazione Italferr, le verifiche idrauliche sono state condotte in relazione alla portata duecentennale, pari a 9.21 mc/s. Per la stima di tale portata si faccia riferimento all'elaborato IN1710EI2RHID0000002 - Relazione idrologica e idraulica degli attraversamenti secondari.

5.2 Base geometrica

Il rilievo celerimetrico di dettaglio dell'asta principale dello Scolo Signolo è stato effettuato per un'estensione complessiva di circa 76 m a monte e 55 m a valle.

Il suddetto rilievo ha permesso di venire a conoscenza dell'andamento plano-altimetrico del fosso oggetto di studio e della geometria dell'alveo esistente per quanto riguarda monte dell'attraversamento.

Il rilievo di valle è superato dal progetto esecutivo di A4 "Nuova Autostazione di Montecchio Maggiore e collegamenti con la viabilità ordinaria", come condizione di valle è stata quindi considerata la quota di riempimento del Sottopasso idraulico I01, pari a 48.75 m s.l.m.

5.3 Scabrezze

Non avendo operato uno studio specifico riguardante la granulometria e le condizioni morfologiche dell'alveo, per quanto riguarda la definizione del coefficiente di scabrezza da utilizzare per le verifiche, sono stati presi a riferimento gli standard Italferr.

Per il tratto di alveo esaminato è stato quindi considerato un coefficiente di Strickler, pari a 67 m^{1/3}s⁻¹ per i canali in calcestruzzo, 40 m^{1/3}s⁻¹ per gli alvei in terra e 50 m^{1/3}s⁻¹ per la sistemazione in materassi reno.

5.4 Verifiche in moto uniforme

Il calcolo dei livelli idrici è stato condotto in moto uniforme mediante la formulazione di Chezy:

$$Q = \chi \cdot A \cdot \sqrt{R \cdot i_f}$$

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 63 0 0 001	Rev. B	Foglio 12 di 36

Dove Q [m³/s] è la portata, χ [m^{1/2} s⁻¹] il coefficiente di attrito, A [m²] l'area della sezione liquida, R [m] il raggio idraulico, i la pendenza dell'alveo.

Si riportano di seguito le caratteristiche delle opere, le relative scale delle portate in forma di grafico e i valori di dimensionamento per gli elementi in esame. I tabulati delle scale delle portate sono riportati in ALLEGATO A – SCALE DELLE PORTATE

5.4.1 Verifiche stato di fatto

La verifica delle opere di stato di fatto riguarda il canale trapezio in terra esistente a monte. Il tombino esistente sotto la linea ferroviaria non è stato verificato in quanto a causa del forte interramento non è chiara la geometria.

Tabella 1 – Scolo Signolo - Caratteristiche geometriche del canale trapezio di monte SDF

Pendenza	i	0.0034	m/m
Base Maggiore	B	5.50	m
Base Minore	b	0.50	m
Altezza Max	H	2.50	m
Coeff strickler	Ks	40	m ^{-1/3} s ⁻¹

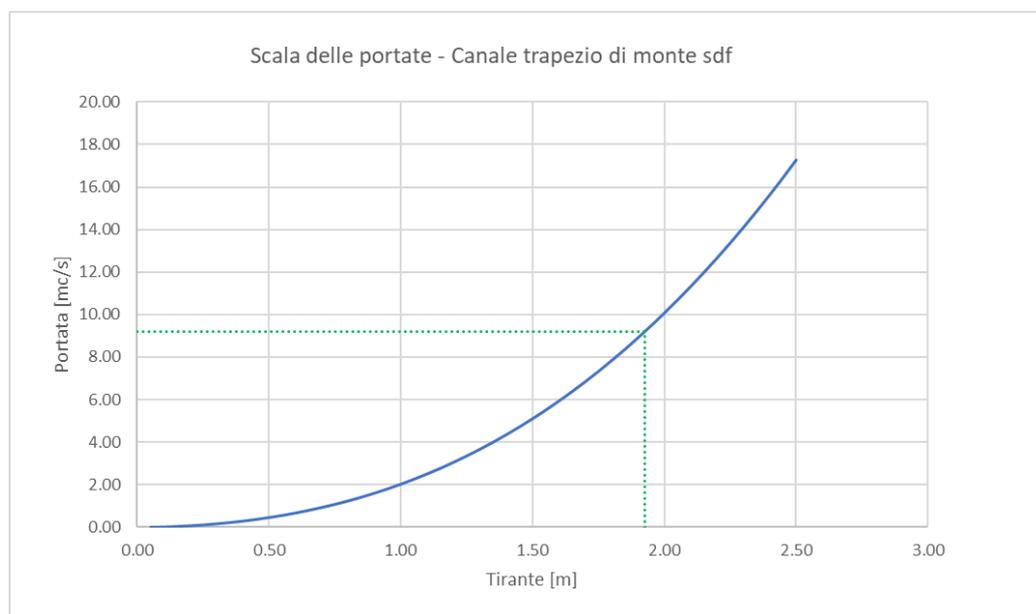


Figura 9– Scolo Signolo - Scala delle portate del canale trapezio del canale trapezio di monte SDF

Nella seguente tabella si riportano i valori di altezza del pelo libero, della velocità e del riempimento per la portata 200-ennale di progetto. Il rapporto di riempimento risulta pari al 77%.

Tabella 2 – Scolo Signolo - Verifica del canale trapezio del canale trapezio di monte SDF

Altezza pelo libero (m)	Portata (m ³ /s)	Velocità (m/s)	H/Hmax
1.93	9.21	1.97	0.77

GENERAL CONTRACTOR  ITICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 63 0 0 001	Rev. B	Foglio 13 di 36

5.4.2 Verifiche stato di progetto

La verifica delle opere di progetto comprende il tratto di canale trapezoidale esistente rivestito in materassi reno, il canale a "u" di ricucitura di monte e il manufatto doppio scatolare di attraversamento di progetto della linea ferroviaria e collegamento al manufatto di A4.

- **Canale trapezoidale rivestito in materassi reno**

Di seguito le caratteristiche geometriche, la scala delle portate e la verifica idraulica del canale trapezoidale di monte, per tale tratto è stata considerata una sezione regolarizzata con base minore pari a 0.5 m e altezza delle sponde pari a 2.20 m, come pendenza è stata considerata quella del canale esistente pari a 0.34%.

Tabella 3 – Scolo Signolo - Caratteristiche geometriche del canale trapezoidale rivestito di monte SDP

Pendenza	i	0.0034	m/m
Base Maggiore	B	4.90	m
Base Minore	b	0.50	m
Altezza Max	H	2.20	m
Coeff strickler	Ks	50	$m^{-1/3}s^{-1}$

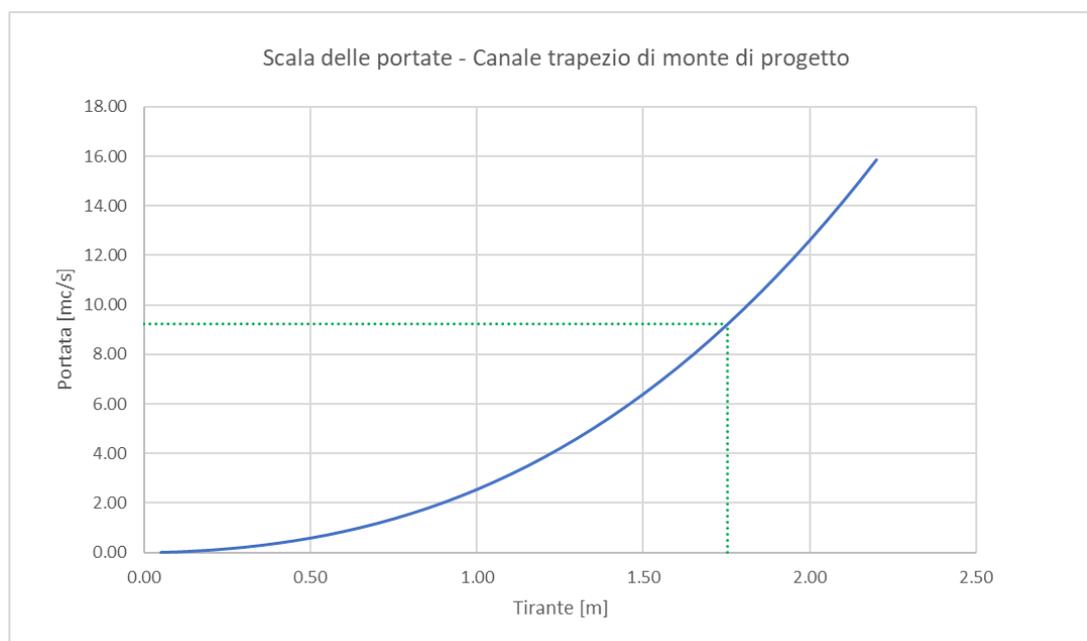


Figura 10– Scolo Signolo - Scala delle portate del canale trapezoidale rivestito di monte SDP

Nella seguente tabella si riportano i valori di altezza del pelo libero, della velocità e del riempimento per la portata 200-ennale di progetto. Il rapporto di riempimento risulta pari all' 80%, tale valore risulta leggermente superiore a quello di stato di fatto ma comunque accettabile e compatibile con i limiti assunti per il presente progetto.

Tabella 4 – Scolo Signolo - Verifica del canale trapezoidale rivestito di monte SDP

Altezza pelo libero (m)	Portata (m^3/s)	Velocità (m/s)	H/Hmax
1.75	9.21	2.33	0.80

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 63 0 0 001	Rev. B	Foglio 14 di 36

- **Canale a “u” di monte**

Di seguito le caratteristiche geometriche, la scala delle portate e la verifica idraulica del canale a “u” di dimensioni 6.40x2.20 di monte. L’altezza utile viene assunta pari a 2.00 m, considerando 0.20 m di massetto di pendenza.

Tabella 5 – Scolo Signolo - Caratteristiche geometriche del canale a “u” di monte SDP

Pendenza	i	0.001	m/m
Base Maggiore	B	6.40	m
Base Minore	b	6.40	m
Altezza Max	H	2.00	m
Coeff strickler	Ks	67	$m^{-1/3} s^{-1}$

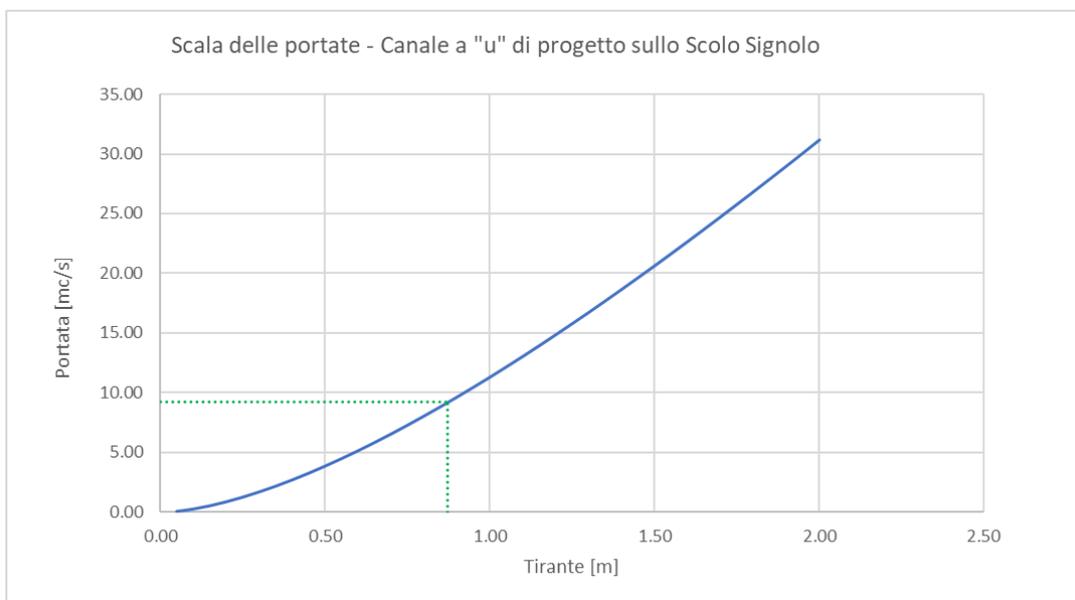


Figura 11– Scolo Signolo - Scala delle portate del canale a “u” di monte SDP

Nella seguente tabella si riportano i valori di altezza del pelo libero, della velocità e del riempimento per la portata 200-ennale di progetto. Il rapporto di riempimento risulta pari al 44%.

Tabella 6 – Scolo Signolo - Verifica del canale a “u” di monte SDP

Altezza pelo libero (m)	Portata (m ³ /s)	Velocità (m/s)	H/Hmax
0.87	9.21	1.65	0.44

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 63 0 0 001	Rev. B	Foglio 15 di 36

- **Struttura doppio scatolare di progetto**

L'altezza utile massima viene assunta, a favore di sicurezza, pari all'altezza della struttura pari a 1.5 m meno l'altezza massima del massetto di pendenza pari a 0.17 m, per le verifiche idrauliche è stata considerata la larghezza utile totale pari a 6 m.

Tabella 7 – Scolo Signolo - Caratteristiche geometriche del tombino ferroviario SDP

Pendenza	i	0.001	m/m
Base Maggiore	B	6.00	m
Base Minore	b	6.00	m
Altezza Max	H	1.33	m
Coeff strickler	Ks	67	$m^{-1/3}s^{-1}$



Figura 12– Scolo Signolo - Scala delle portate del tombino ferroviario SDP

Nella seguente tabella si riportano i valori di altezza del pelo libero, della velocità e del riempimento per la portata 200-ennale di progetto. Il rapporto di riempimento risulta pari al 69%, inferiore al 70% prescritto dal MdP Italferr, l'opera risulta quindi compatibile.

Tabella 8 – Scolo Signolo - Verifica del tombino ferroviario SDP

Altezza pelo libero (m)	Portata (m ³ /s)	Velocità (m/s)	H/Hmax
0.92	9.21	1.67	0.69

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 63 0 0 001	Rev. B	Foglio 16 di 36

6 FASI COSTRUTTIVE E DEVIAZIONE PROVVISORIA

Poiché l'intervento di realizzazione dell'opera a sifone verrà realizzato ad alveo asciutto, per garantire la continuità idraulica si prevede la realizzazione di opere provvisoriale per la deviazione delle portate in arrivo, con restituzione delle stesse a valle del tratto di canale oggetto di intervento.

Il tracciato e la modalità della deviazione provvisoria sono stati definiti in funzione dell'ingombro degli scavi per la realizzazione dell'opera e delle aree a disposizione nelle diverse fasi, nonché dell'accessibilità dell'area per le lavorazioni. In particolare, durante la realizzazione del tratto finale del manufatto di valle di collegamento con il tombino di A4 si rende necessario un sistema in pressione dati i limitati spazi, il percorso tortuoso, e la pendenza molto bassa pari a solo lo 0.1%.

Le opere consistono in:

- canale provvisorio in terra con sezione trapezia 0.50x2.50 m di lunghezza pari a circa 153.5 a monte dell'interferenza con la linea ferroviaria, tale canale avrà dimensioni e pendenza uguali al canale esistente allo sdf per assicurare la continuità delle quote di scorrimento.
- Tura in terra a monte del tombino esistente sotto la L.S.
- Impianto di sollevamento provvisorio costituito da 2 (+1) elettropompe sommergibili ognuna con Portata=0.95 m³/s Prevalenza =8.7 m e Potenza = 116 kW alloggiate in un apposito pozzetto di aspirazione di dimensioni 6.00x10.00x3.10 m. Il pozzetto è collegato al fosso di monte tramite due collettori ϕ 800 posti all'interno della tura in terra.
- Tubazioni di mandata in pressione 2x ϕ 500 di lunghezza pari a circa 40 m, tali tubazioni verranno posizionate all'interno del tombino esistente per garantire la continuità idraulica dello Scolo Signolo
- Tura di valle in panconi
- Eventuale pozzetto di disconnessione da realizzare a monte dello scarico nel tombino di A4 nel caso in cui sia effettivamente presente il riempimento in terra descritto nel precedente §3.

Le lavorazioni dovranno essere svolte durante la stagione non irrigua e in accordo con il Consorzio ApV.

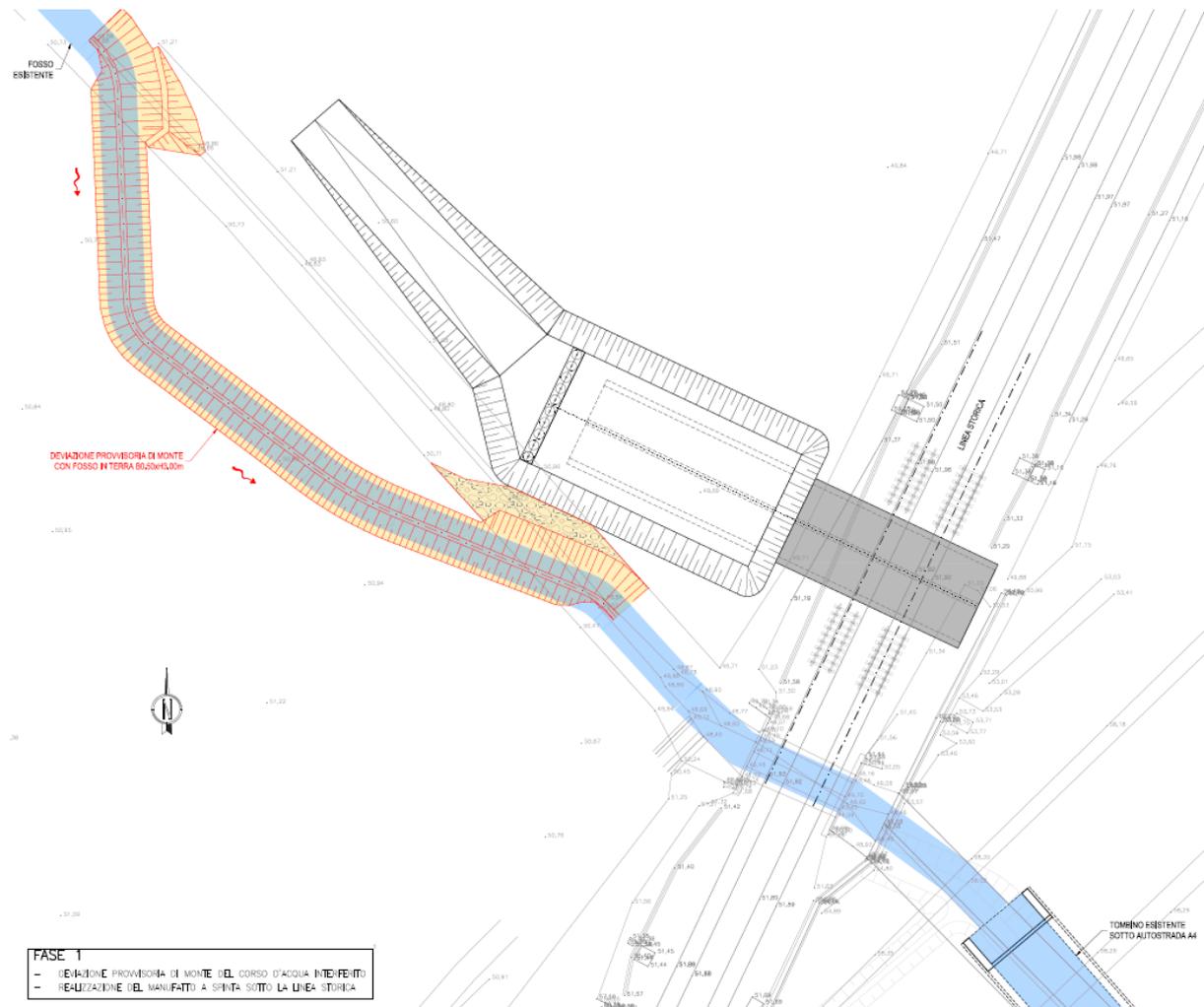
Il riempimento della sezione esistente dismessa avverrà con materiale da bonifica appartenente alle classi A1, A2, A3, procedendo con una compattazione a strati in accordo con le prescrizioni di Capitolato. Per le porzioni della testa sotto l'impronta del rilevato il riempimento sarà arrestato alla quota del piano di lavoro mentre per le parti esterne sarà portato fino al piano campagna.

Di seguito si riportano le quattro fasi provvisorie previste e le relative verifiche idrauliche



6.1 FASE 1

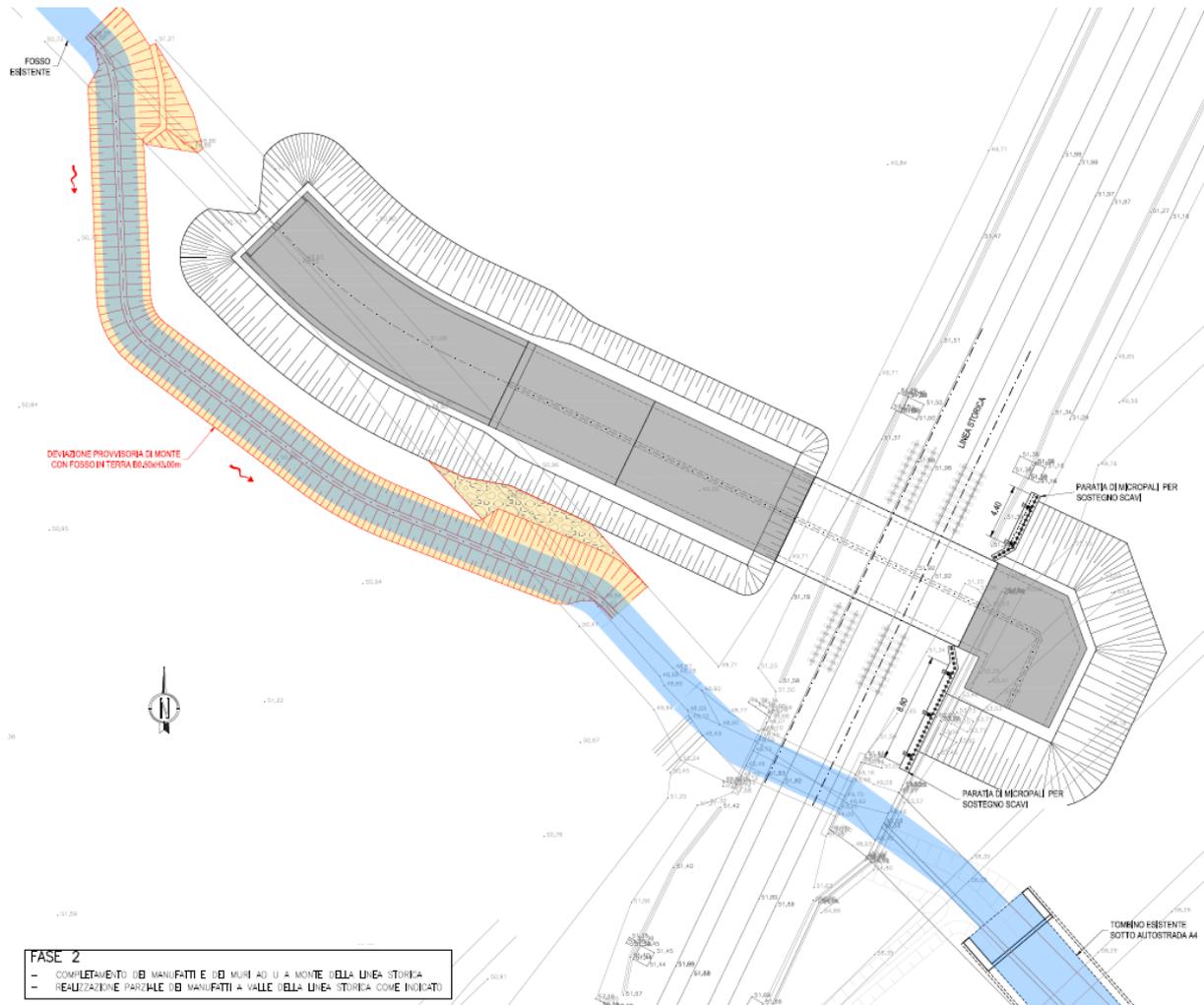
- Deviazione provvisoria di monte del corso d'acqua interferito
- Realizzazione del manufatto a spinta sotto la L.S.





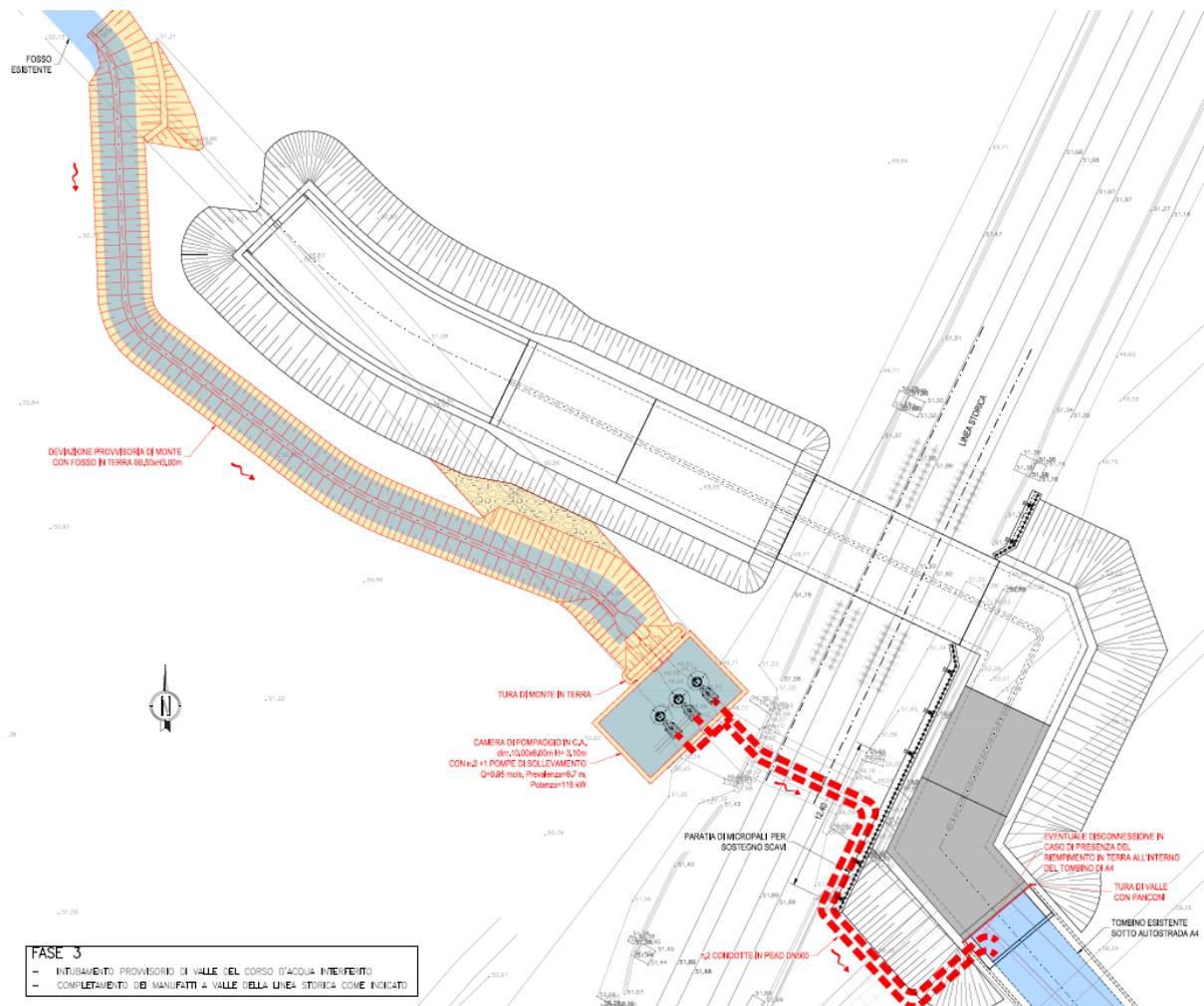
6.2 FASE 2

- Completamento dei manufatti e dei muri a "u" a monte della L.S.
- Realizzazione parziale dei manufatti a valle della L.S. senza interferenza con lo Scolo Signolo



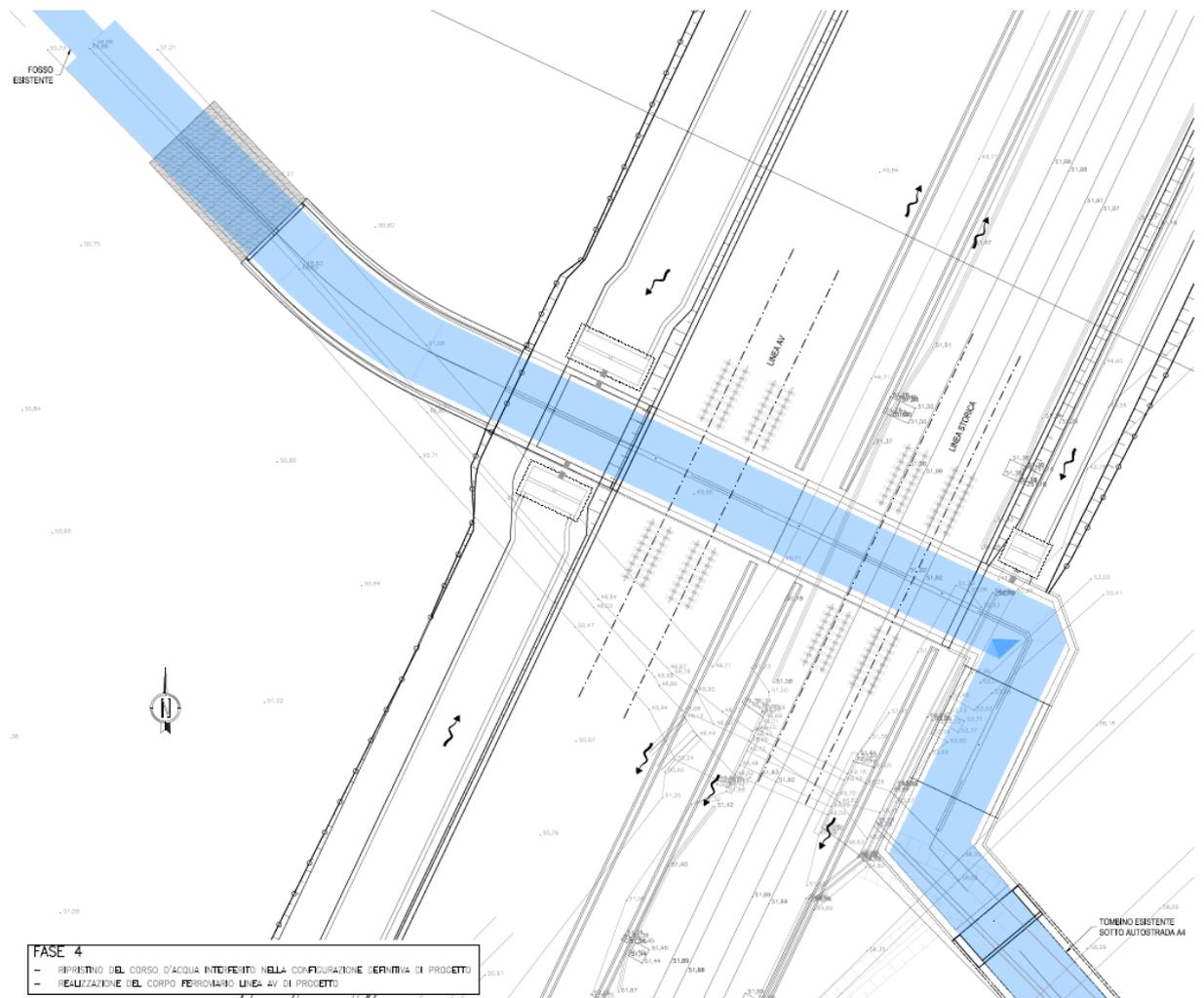
6.3 FASE 3

- Realizzazione tura provvisoria in terra a monte del tombino esistente sotto la L.S. e della tura provvisoria in panconi a valle e messa in opera delle pompe e delle tubazioni di mandata provvisorie.
- Completamento dei manufatti a valle delle L.S.



6.4 FASE 4

- Deviazione del corso d'acqua nella configurazione definitiva di progetto
- Realizzazione del corpo ferroviario della linea AV/AC di progetto



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 63 0 0 001	Rev. B	Foglio 21 di 36

6.5 Portata di progetto per la cantierizzazione

Le verifiche idrauliche sono state condotte in relazione alla portata di cantierizzazione, pari a $1.90 \text{ m}^3/\text{s}$. Per la stima di tale portata si faccia riferimento all'elaborato IN1710EI2RHID0000002 - Relazione idrologica e idraulica degli attraversamenti secondari.

6.6 Impianto di sollevamento provvisorio

Di seguito si presente la descrizione e il dimensionamento dell'impianto di sollevamento provvisorio, previsto in fase 3, costituito da 2 (+1) elettropompe sommergibili ognuna con Portata= $0.95 \text{ m}^3/\text{s}$ Prevalenza = 8.7 m e Potenza = 116 kW alloggiato in un apposito pozzetto di aspirazione di dimensioni $6.00 \times 10.00 \times 3.10 \text{ m}$. Il pozzetto è collegato al fosso di monte tramite due collettori $\phi 800$ posti all'interno della tura in terra.

Le tubazioni di mandata in pressione sono $2 \times \phi 500$ di lunghezza pari a circa 40 m , tali tubazioni verranno posizionate all'interno del tombino esistente per garantire la continuità idraulica dello Scolo Signolo.

Nella seguente immagine si riportano pianta e sezione dell'impianto.

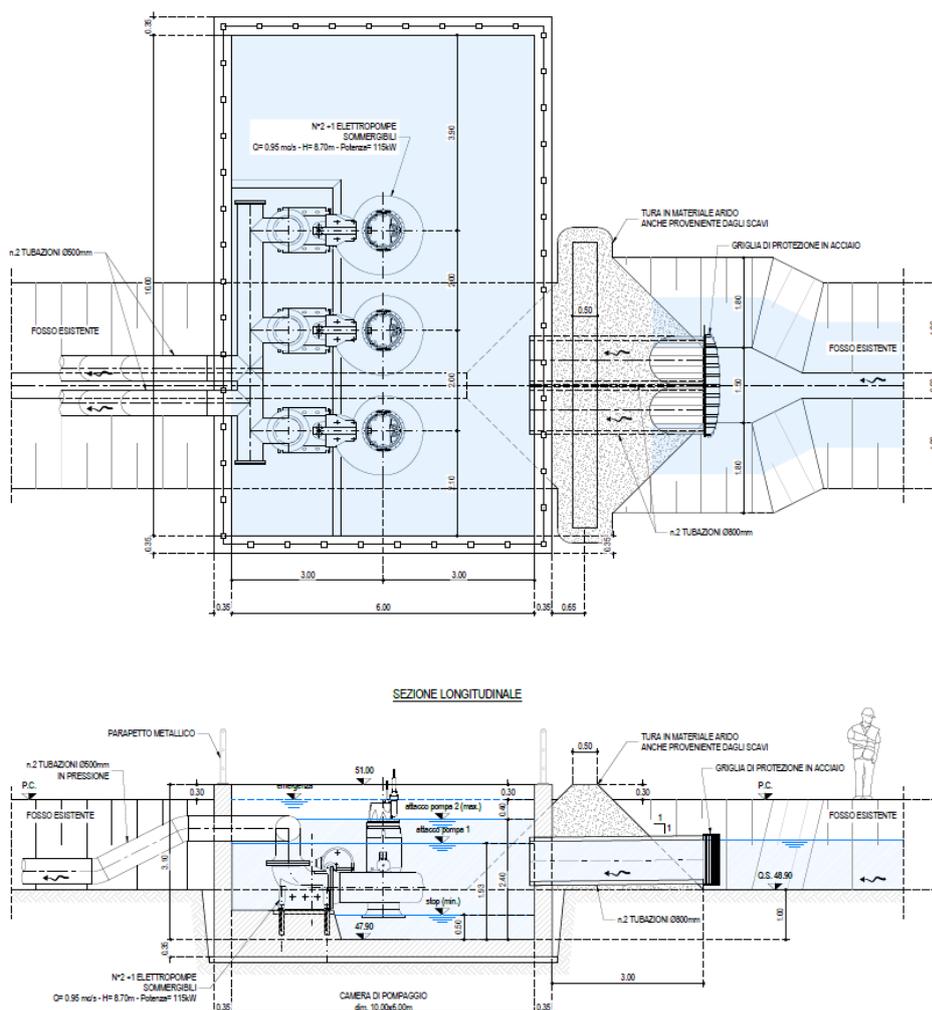


Figura 13– Pianta e sezione impianto di sollevamento provvisorio

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 63 0 0 001	Rev. B	Foglio 22 di 36

6.6.1 Vasca di aspirazione

Le dimensioni e la conformazione della camera di aspirazione di un impianto di sollevamento devono essere tali da:

- limitare il numero di avviamenti ed arresti dei motori entro valori compatibili con il funzionamento degli stessi;
- evitare la formazione di turbolenze che possano causare ingresso d'aria nella pompa;
- consentire il compenso e la modulazione delle portate da avviare al ricettore.

Normalmente, il numero di avviamenti orari non deve eccedere i limiti indicati nella tabella successiva, anche se tale indicazione è comunque fornita nello specifico dal costruttore della macchina.

POTENZA DEL MOTORE	NUMERO DI AVVIAMENTI ORARI	
	INSTALLAZIONE A SECCO	INSTALLAZIONE SOMMERSA
fino a 7,5 kW	15	30
fino a 30 kW	12	24
oltre 30 kW	10	20

Figura 14 – Numero massimo di avviamenti orari da non superare per le pompe con installazione, rispettivamente, a secco e sommersa

Le dimensioni della vasca devono quindi soddisfare il miglior compromesso fra le suddette esigenze, cui si aggiunge normalmente la necessità di modulare le portate avviate al ricettore in base all'andamento delle portate in arrivo alla stazione di pompaggio.

Stabilita la massima portata che affluisce alla vasca di raccolta, bisogna definire quante pompe sia opportuno utilizzare per sollevare la portata stessa. A parità di portata sollevata, fra due possibili impianti, quello con il maggior numero di pompe risulta generalmente più costoso, col vantaggio, però, di avere una mandata più regolare e di poter corrispondere al fabbisogno in maniera più puntuale. Gli impianti devono inoltre essere provvisti di almeno una pompa di riserva con caratteristiche pari alla pompa che solleva la maggiore portata.

Nel caso di impianti dotati di due pompe in parallelo il volume utile V (m^3) della vasca di aspirazione è dato dalla somma del volume di compenso delle due macchine, rispettivamente pari a:

$$w_1 = \frac{Q_1 \times T_1}{4}$$

$$w_2 = \frac{Q_2 \times T_2}{4} - w_1 \times \frac{Q_1 + Q_2}{Q_2 + 2Q_1}$$

Essendo Q_1 (m^3/s) la portata media sollevata dalla pompa 1, Q_2 (m^3/s) la portata media sollevata dalla pompa 2, T_1 e T_2 (s) il tempo tra un accensione e l'altra per le due pompe.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 63 0 0 001	Rev. B	Foglio 23 di 36

Assumendo un numero di avviamenti orari pari a 10 si ottiene un volume di aspirazione totale pari a 114 m³, di cui w₁ pari a 85.50 m³ e w₂ pari a 28.5 m³.

Da questi tenendo anche conto delle dimensioni in pianta della vasca di aspirazione pari a 6.00x10.00 m vengono definiti i livelli di attacco e stacco delle pompe:

- Livello di attacco pompa 1 : 49.83 m s.l.m.
- Livello di attacco pompa 2 : 50.30 m s.l.m.
- Livello di stacco: 48.40 m s.l.m.

6.6.2 *Macchine idrauliche*

L'impianto di sollevamento di progetto è costituito da tre macchine idrauliche sommergibili ciascuna in grado di sollevare una portata pari a 0.95 m³/s.

Delle tre macchine, due risultano essere attive, mentre la terza ha funzione di emergenza e riserva in caso di mal funzionamento della macchina in funzione. Una volta definita la portata da sollevare, per il dimensionamento delle pompe occorre conoscere la prevalenza da superare.

La prevalenza ΔH è definita dalla somma di due termini:

$$\Delta H = \Delta H_{\text{geo}} + \Delta H_f$$

Dove ΔH_{geo} è il dislivello compreso tra la quota minima cui si trova l'acqua da sollevare (nella fattispecie la quota cui si trova il girante della pompa) e la quota massima che deve raggiungere l'acqua e ΔH_f sono le perdite di carico, divise in perdite di carico continue e localizzate.

Il dislivello geodetico è dato dalla geometria del problema. Le perdite di carico sono dovute al fatto che il moto in pressione di un fluido attraverso una condotta avviene con dissipazione di energia per effetto degli attriti contro le pareti della tubazione e fra le singole particelle di fluido. Riferendo l'energia dissipata ad un volume di fluido di peso unitario, si ottiene una grandezza avente le dimensioni di una lunghezza che si misura in metri e viene detta "perdita di carico".

Le perdite di carico continue, dovute a fenomeni di attrito lungo le condotte, vengono calcolate come:

$$\Delta H_{fc} = J \cdot L$$

Dove L è la lunghezza della condotta e J la cadente piezometrica.

Per il calcolo della cadente piezometrica si è fatto riferimento alla seguente formula di Williams-Hazen (valida in regime di moto assolutamente turbolento)

$$J = V^{1.85} \times (0.00457 \times D^{0.63} \times C)^{-1.85}$$

Nella quale:

- V è la velocità della corrente in [m/s]

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 63 0 0 001	Rev. B	Foglio 24 di 36

- D è il diametro interno della condotta in [mm]
- C è il coefficiente di scabrezza della condotta, i cui valori vengono riportati nella tabella sottostante
- J è espresso in [m/km]

Tabella 9 - Coefficienti adimensionali di attrito validi per l'applicazione della formula di Williams-Hazen.

DN	ACCIAIO		PVC	PEAD	GHISA CENTR.		CEM. AM. 10 ANNI	VETRO- RESINA
	NUOVO	10 ANNI			RIVESTITA	10 ANNI		
80	126	115	152	145	100	100	-	140
100 ÷ 125	128 ÷ 131	115	152	145	100	105	123	140
150 ÷ 300	133 ÷ 134	120	152 ÷ 154	150	130	110	123	140
350 ÷ 700	136 ÷ 140	125	154 ÷ 156	150	140	120	125	140
800 ÷ 1000	140 ÷ 145	130	-	155	140	125	125	140
1100 ÷ 2000	140 ÷ 155	135	-	-	140	130	125	140

Le perdite localizzate si possono invece esprimere con la seguente relazione:

$$\Delta H_{fL} = k \cdot \frac{V^2}{2g}$$

dove:

K è il coefficiente numerico di perdita di carico (ricavato dalla Tabella 10) e v è velocità nella condotta.

Tabella 10 - Perdite di carico localizzate: valori del coefficiente K

<i>Installazione</i>	<i>Coefficiente K</i>
Gomito a 90°	0.75
Giunto a T	2.00
Valvola a saracinesca	0.25
Valvola di controllo	0.30

In base alla relazione precedente, la prevalenza che una pompa deve fornire ad un impianto è una funzione della portata che vi deve transitare. Tale funzione rappresentata su un piano cartesiano di ascisse Q e ordinate H è detta curva caratteristica dell'impianto e, fissati i materiali e la geometria dello stesso impianto, assume andamento crescente al crescere della portata Q.

La curva caratteristica di una pompa (o di più pompe funzionanti in parallelo o in serie) rappresenta invece, sullo stesso piano di ascisse Q e ordinate H, la prevalenza che la pompa è in grado di fornire al fluido in funzione della portata sollevata, ed ha andamento decrescente al crescere di Q.

Tale curva è calcolata e fornita dal costruttore della macchina idraulica.

Se le due curve caratteristiche vengono rappresentate sul medesimo piano, il punto di intersezione fra esse fornisce la portata e la prevalenza di funzionamento della pompa, detto punto di lavoro.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 63 0 0 001	Rev. B	Foglio 25 di 36

Tale punto è l'unico compatibile contemporaneamente con le caratteristiche dell'impianto e con le prestazioni della pompa, sebbene non sia detto che tale punto consenta il funzionamento efficiente della macchina.

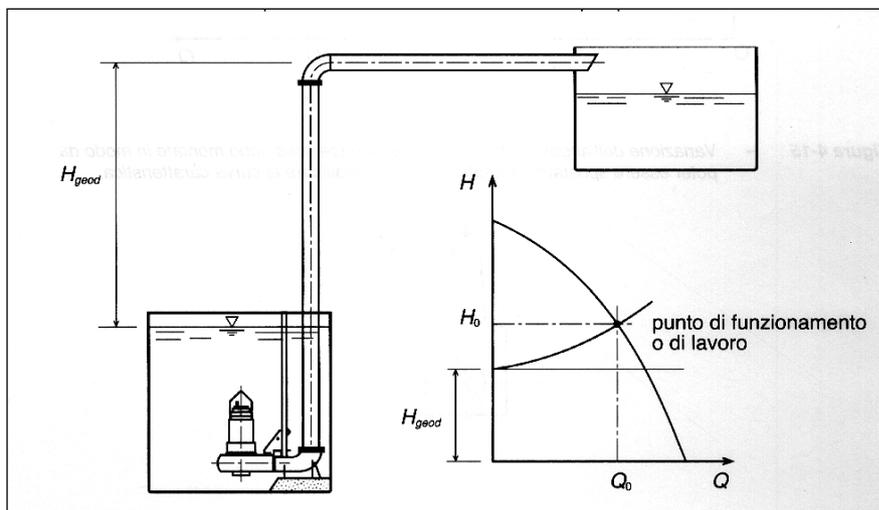


Figura 15 - Punto di lavoro: intersezione tra curva caratteristica dell'impianto e curva caratteristica della pompa

L'efficienza di funzionamento della macchina si misura infatti in base al suo rendimento complessivo al punto di lavoro, misurato come rapporto tra la potenza ceduta al fluido dalla pompa e la potenza assorbita dalla pompa stessa, espresse in kW:

$$\eta_{tot} = \frac{W_{ceduta}}{W_{assorbita}}$$

Minore rendimento significa maggiori consumi e dunque un costo di esercizio dell'impianto superiore.

Anche le curve di rendimento in funzione del punto di lavoro sono calcolate e fornite dal costruttore della macchina idraulica.

La potenza da fornire alla pompa è data dalla seguente relazione

$$P = \rho Q g H / \eta$$

Assumendo un rendimento pari a 0.7, si ottiene la seguente portata assorbita 116 Kwh

6.6.3 Dimensionamento idraulico impianto di sollevamento

L'impianto di sollevamento prescelto è costituito da tre elettropompe sommerse alloggiato in un apposito manufatto ed asservite ai livelli della vasca di aspirazione, di cui due in servizio e una di riserva; ogni pompa ha una portata nominale pari a 0.95 m³/s.

Le tubazioni di mandata sono previste in acciaio, la velocità raggiunta nelle condotte di mandata è pari a 4.84 m/s. Tale valore viene ritenuto accettabile visto il carattere provvisorio dell'impianto e la necessità di mantenere delle tubazioni di dimensioni il più ridotte possibile.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 63 0 0 001	Rev. B	Foglio 26 di 36

L'allontanamento delle acque pompate avviene mediante le due condotte di mandata di lunghezza pari a circa 40 m che convogliano la portata nel tombino di A4 esistente.

Ogni condotta di mandata è attrezzata con una valvola di non ritorno.

La prevalenza manometrica dell'impianto di sollevamento ΔH è pari a:

$$\Delta H = \Delta H_{geo} + \Delta H_f = 8.70 \text{ m}$$

$$\Delta H_{geo} = \text{dislivello geodetico } 0.5 \text{ m}$$

$$\Delta H_f = \text{perdite ripartite nel tubo di mandata e in stazione}$$

Tabella 11 - Perdite di carico continue

PERDITE DISTRIBUITE H-W		
C	150.00	
J	26.57	m/km
Δh_{rc}	1.06	m

Tabella 12 - Perdite di carico localizzate

PERDITE CONCENTRATE			
	a	#	$av^2/2g$
curve 90°	0.75	5	4.474
curve 150°	0.28	1	0.334
clapet	1.2	1	1.432
aspirazione	0.15	1	0.179
sbocco	0.6	1	0.716
		Δh_{rl}	7.1

6.6.4 Dotazioni impiantistiche

L'azionamento delle pompe sarà asservito ai livelli delle vasche, assumendo come livello zero il livello minimo di innesco per il funzionamento della pompa senza risucchio di aria si avrà:

- Livello zero 48.40 m s.l.m. – Livello di stacco
- Livello zero +1.43 cm – Livello di attacco pompa 1
- Livello zero +1.90 cm – Livello di attacco pompa 2
- Livello zero +2.30 m – Livello di emergenza (attacco pompa 3)

Poiché la condotta di mandata ha una lunghezza non trascurabile è stato verificato che, le variazioni di velocità all'interno della condotta di mandata in pressione dovute agli arresti/avvii delle pompe inducano variazioni di carico ΔH_i all'interno della tubazione sopportabili. Ovvero è stata eseguita la verifica del sistema in moto vario.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 63 0 0 001	Rev. B	Foglio 27 di 36

Il valore massimo della sovrappressione può essere calcolato con la formula di Michaud:

$$\Delta H_i = \frac{2 \cdot v \cdot L}{g \cdot T_c}$$

essendo:

- v la velocità massima della corrente nella tubazione
- L la lunghezza della tubazione in pressione
- Tc la durata della manovra (sec)

Il carico totale massimo Hmax che si ottiene nella tubazione è quindi pari alla somma del carico statico più il sovraccarico ΔH_i .

Considerando manovre di chiusura veloci con Tc pari a 15 sec si ottiene un valore per ΔH_i pari a circa 0.26 bar.

Per quanto riguarda le valutazioni rispetto all'NPSH i valori forniti dai produttori, per macchine con le caratteristiche di progetto, sono pari a poco più di 2 m. Data l'installazione sommersa delle macchine e le lunghezze trascurabili delle condotte di aspirazione la verifica può quindi dirsi soddisfatta.

6.6.5 Verifiche in moto uniforme

Di seguito si riportano le verifiche condotte in condizioni di moto uniforme per le opere provvisorie previste con funzionamento a gravità (canale di monte trapezio in terra e due tubazioni $\phi 800$) secondo la metodologia riportata nel precedente capitolo 5.

Si riportano di seguito le caratteristiche delle opere, le relative scale delle portate in forma di grafico e i valori di dimensionamento per gli elementi in esame. I tabulati delle scale delle portate sono riportati in ALLEGATO A – SCALE DELLE PORTATE.

- **Canale trapezio in terra di monte**

Di seguito le caratteristiche geometriche, la scala delle portate e la verifica idraulica del canale a trapezio provvisorio di monte, tale canale avrà dimensioni e pendenza uguali al canale esistente allo sdf.

Tabella 13 – Scolo Signolo - Caratteristiche geometriche del canale provvisorio di monte

Pendenza	i	0.0034	m/m
Base Maggiore	B	5.50	m
Base Minore	b	0.5	m
Altezza Max	H	2.50	m
Coeff strickler	Ks	40	$m^{-1/3} s^{-1}$

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 63 0 0 001	Rev. B	Foglio 28 di 36

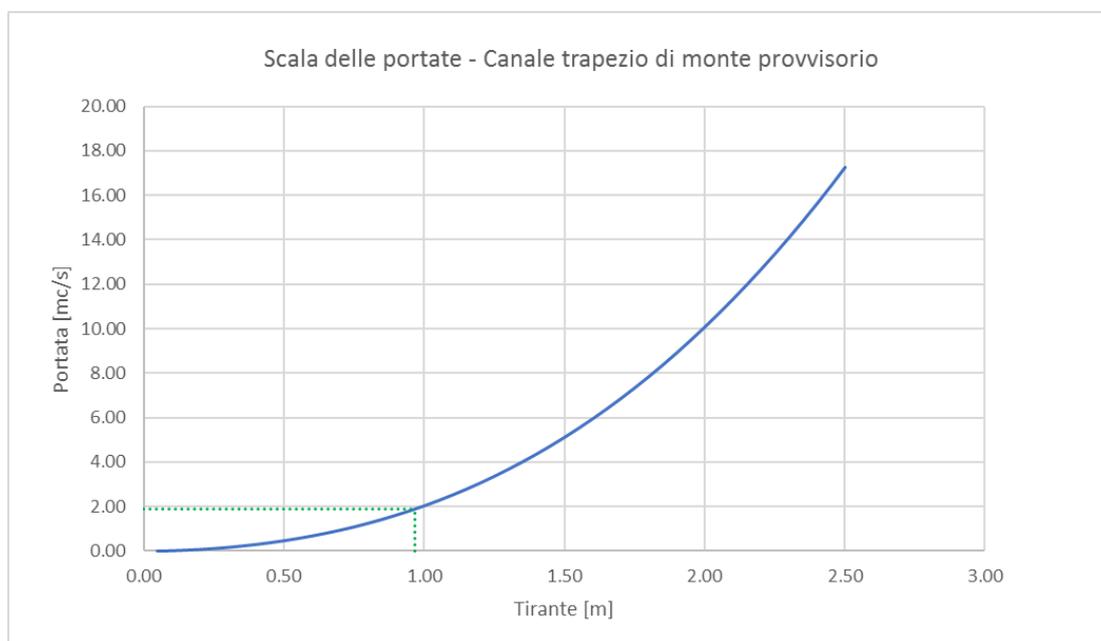


Figura 16– Scolo Signolo - Scala delle portate del canale provvisorio di monte

Nella seguente tabella si riportano i valori di altezza del pelo libero, della velocità e del riempimento per la portata di cantierizzazione di progetto. Il rapporto di riempimento risulta pari al 39%.

Tabella 14 – Scolo Signolo - Verifica del canale provvisorio di monte

Altezza pelo libero (m)	Portata (m ³ /s)	Velocità (m/s)	H/Hmax
0.97	1.90	1.34	0.39

- Collettori 2x ϕ 800**

Di seguito le caratteristiche geometriche, la scala delle portate e la verifica idraulica per i due collettori ϕ 800 posati all'interno della tura di monte nella fase 3.

Tabella 15 – Scolo Signolo - Caratteristiche geometriche collettori ϕ 800 provvisori

Pendenza	i	0.01	m/m
Raggio interno	r	0.4	m
Altezza massina	D	0.8	m
Coeff strickler	Ks	91	m ^{-1/3} s ⁻¹

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 63 0 0 001	Rev. B	Foglio 29 di 36

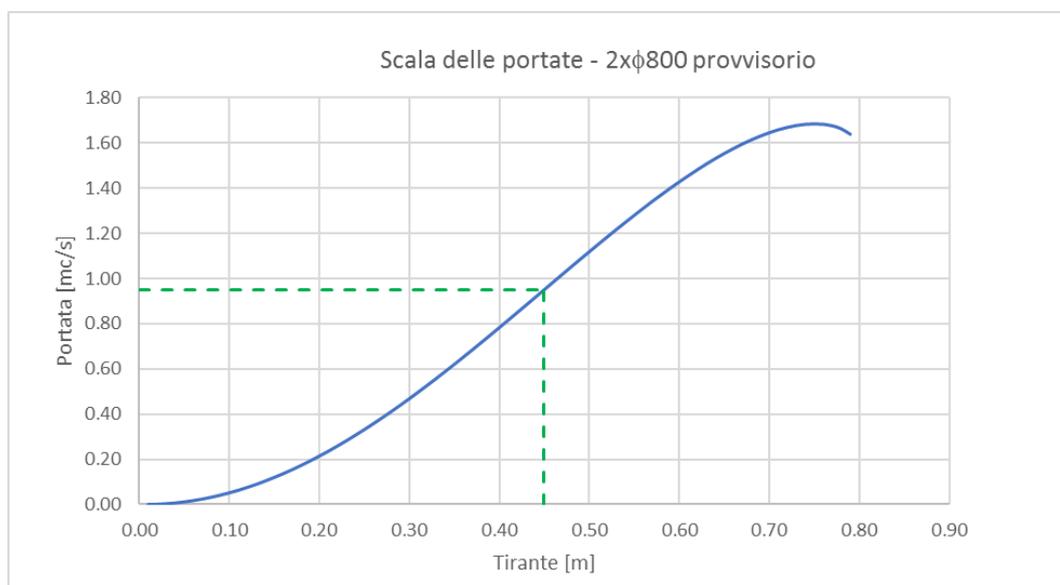


Figura 17– Scolo Signolo - Scala delle portate collettori $\phi 800$ provvisori

Nella seguente tabella si riportano i valori di altezza del pelo libero, della velocità e del riempimento per la portata di cantierizzazione di progetto. Il rapporto di riempimento del singolo collettore risulta pari al 56%.

Tabella 16 – Scolo Signolo - Verifica collettori $\phi 800$ provvisori

Altezza pelo libero (m)	Portata (m^3/s)	Velocità (m/s)	H/Hmax
0.45	1.90	3.26	0.56

7 CONCLUSIONI

L'intervento di sistemazione dello Scolo Signolo risulta "idraulicamente compatibile", I tiranti che si instaurano all'interno del tombino e nel canale di valle risultano compatibili con la geometria delle inalveazioni di progetto e i gradi di riempimento massimi (70% per il tombino e 80% per inalveazioni) sono rispettati. Le velocità che si instaurano risultano essere compatibili con i materiali previsti. L'opera risulta inoltre compatibile con l'opera di attraversamento dell'autostrada A4 presente a valle.

GENERAL CONTRACTOR  ITICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
Relazione tecnica generale e idraulica		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 63 0 0 001	Rev. B	Foglio 30 di 36

ALLEGATO A – SCALE DELLE PORTATE

Scala delle portate del canale trapezio di monte SDF/provisorio

Altezza pelo libero (m)	Portata (m ³ /s)	Velocità (m/s)	H/Hmax
0.05	0.01	0.28	0.02
0.10	0.03	0.42	0.04
0.15	0.05	0.52	0.06
0.20	0.08	0.60	0.08
0.25	0.13	0.67	0.10
0.30	0.18	0.73	0.12
0.35	0.24	0.79	0.14
0.40	0.30	0.85	0.16
0.45	0.38	0.90	0.18
0.50	0.47	0.95	0.20
0.55	0.57	0.99	0.22
0.60	0.69	1.04	0.24
0.65	0.81	1.08	0.26
0.70	0.95	1.13	0.28
0.75	1.09	1.17	0.30
0.80	1.26	1.21	0.32
0.85	1.43	1.25	0.34
0.90	1.62	1.29	0.36
0.95	1.82	1.32	0.38
1.00	2.04	1.36	0.40
1.05	2.28	1.40	0.42
1.10	2.53	1.43	0.44
1.15	2.79	1.47	0.46
1.20	3.07	1.51	0.48
1.25	3.37	1.54	0.50
1.30	3.68	1.57	0.52
1.35	4.02	1.61	0.54
1.40	4.37	1.64	0.56
1.45	4.73	1.67	0.58
1.50	5.12	1.71	0.60
1.55	5.53	1.74	0.62
1.60	5.95	1.77	0.64
1.65	6.40	1.80	0.66
1.70	6.86	1.83	0.68
1.75	7.35	1.87	0.70
1.80	7.85	1.90	0.72
1.85	8.38	1.93	0.74
1.90	8.92	1.96	0.76
1.95	9.49	1.99	0.78
2.00	10.08	2.02	0.80

GENERAL CONTRACTOR  ITICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
Relazione tecnica generale e idraulica		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 63 0 0 001	Rev. B	Foglio 31 di 36

Altezza pelo libero (m)	Portata (m ³ /s)	Velocità (m/s)	H/Hmax
2.05	10.70	2.05	0.82
2.10	11.33	2.08	0.84
2.15	11.99	2.10	0.86
2.20	12.67	2.13	0.88
2.25	13.38	2.16	0.90
2.30	14.11	2.19	0.92
2.35	14.86	2.22	0.94
2.40	15.64	2.25	0.96
2.45	16.44	2.27	0.98
2.50	17.27	2.30	1.00

Scala delle portate del canale trapezio di monte SDP

Altezza pelo libero (m)	Portata (m ³ /s)	Velocità (m/s)	H/Hmax
0.05	0.01	0.35	0.02
0.10	0.03	0.52	0.05
0.15	0.06	0.65	0.07
0.20	0.10	0.75	0.09
0.25	0.16	0.84	0.11
0.30	0.22	0.92	0.14
0.35	0.29	0.99	0.16
0.40	0.38	1.06	0.18
0.45	0.48	1.12	0.20
0.50	0.59	1.18	0.23
0.55	0.72	1.24	0.25
0.60	0.86	1.30	0.27
0.65	1.01	1.35	0.30
0.70	1.18	1.41	0.32
0.75	1.37	1.46	0.34
0.80	1.57	1.51	0.36
0.85	1.79	1.56	0.39
0.90	2.03	1.61	0.41
0.95	2.28	1.66	0.43
1.00	2.55	1.70	0.45
1.05	2.85	1.75	0.48
1.10	3.16	1.79	0.50
1.15	3.49	1.84	0.52
1.20	3.84	1.88	0.55
1.25	4.21	1.93	0.57
1.300	4.61	1.97	0.59
1.350	5.02	2.01	0.61
1.400	5.46	2.05	0.64
1.450	5.92	2.09	0.66

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 63 0 0 001	Rev. B	Foglio 32 di 36

Altezza pelo libero (m)	Portata (m ³ /s)	Velocità (m/s)	H/Hmax
1.500	6.40	2.13	0.68
1.550	6.91	2.17	0.70
1.600	7.44	2.21	0.73
1.650	8.00	2.25	0.75
1.700	8.58	2.29	0.77
1.750	9.18	2.33	0.80
1.800	9.81	2.37	0.82
1.850	10.47	2.41	0.84
1.900	11.15	2.45	0.86
1.950	11.87	2.48	0.89
2.000	12.60	2.52	0.91
2.050	13.37	2.56	0.93
2.100	14.17	2.59	0.95
2.150	14.99	2.63	0.98
2.200	15.84	2.67	1.00

Scala delle portate del canale a "u" SDP

Altezza pelo libero (m)	Portata (m ³ /s)	Velocità (m/s)	H/Hmax
0.05	0.09	0.28	0.03
0.10	0.29	0.45	0.05
0.15	0.56	0.58	0.08
0.20	0.89	0.70	0.10
0.25	1.28	0.80	0.13
0.30	1.72	0.89	0.15
0.35	2.20	0.98	0.18
0.40	2.72	1.06	0.20
0.45	3.28	1.14	0.23
0.50	3.88	1.21	0.25
0.55	4.50	1.28	0.28
0.60	5.16	1.34	0.30
0.65	5.85	1.41	0.33
0.70	6.56	1.46	0.35
0.75	7.30	1.52	0.38
0.80	8.06	1.57	0.40
0.85	8.84	1.62	0.43
0.90	9.64	1.67	0.45
0.95	10.47	1.72	0.48
1.00	11.31	1.77	0.50
1.05	12.17	1.81	0.53
1.10	13.05	1.85	0.55
1.15	13.95	1.90	0.58
1.20	14.86	1.93	0.60

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 63 0 0 001	Rev. B	Foglio 33 di 36

Altezza pelo libero (m)	Portata (m ³ /s)	Velocità (m/s)	H/Hmax
1.25	15.79	1.97	0.63
1.300	16.73	2.01	0.65
1.350	17.68	2.05	0.68
1.400	18.65	2.08	0.70
1.450	19.63	2.12	0.73
1.500	20.63	2.15	0.75
1.550	21.63	2.18	0.78
1.600	22.65	2.21	0.80
1.650	23.68	2.24	0.83
1.700	24.72	2.27	0.85
1.750	25.76	2.30	0.88
1.800	26.82	2.33	0.90
1.850	27.89	2.36	0.93
1.900	28.97	2.38	0.95
1.950	30.05	2.41	0.98
2.000	31.15	2.43	1.00

Scala delle portate del tombino doppio scatolare SDP

Altezza pelo libero (m)	Portata (m ³ /s)	Velocità (m/s)	H/Hmax
0.05	0.09	0.28	0.04
0.10	0.27	0.45	0.08
0.15	0.52	0.58	0.11
0.20	0.83	0.69	0.15
0.25	1.20	0.80	0.19
0.30	1.60	0.89	0.23
0.35	2.05	0.98	0.26
0.40	2.54	1.06	0.30
0.45	3.06	1.13	0.34
0.50	3.61	1.20	0.38
0.55	4.20	1.27	0.41
0.60	4.80	1.33	0.45
0.65	5.44	1.39	0.49
0.70	6.10	1.45	0.53
0.75	6.78	1.51	0.56
0.80	7.49	1.56	0.60
0.85	8.21	1.61	0.64
0.90	8.95	1.66	0.68
0.95	9.72	1.70	0.71
1.00	10.49	1.75	0.75
1.05	11.29	1.79	0.79
1.10	12.10	1.83	0.83
1.15	12.93	1.87	0.86

GENERAL CONTRACTOR  IFICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 63 0 0 001	Rev. B	Foglio 34 di 36

Altezza pelo libero (m)	Portata (m ³ /s)	Velocità (m/s)	H/Hmax
1.20	13.76	1.91	0.90
1.25	14.62	1.95	0.94
1.30	15.48	1.99	0.98

Scala delle portate collettori $\phi 800$ provvisori

Altezza pelo libero (m)	Portata (m ³ /s)	Velocità (m/s)	H/Hmax
0.01	0.0004	0.32	0.01
0.02	0.0017	0.51	0.03
0.03	0.0041	0.66	0.04
0.04	0.0075	0.80	0.05
0.05	0.0121	0.92	0.06
0.06	0.0178	1.04	0.08
0.07	0.0247	1.15	0.09
0.08	0.0327	1.25	0.10
0.09	0.0418	1.34	0.11
0.10	0.0521	1.44	0.13
0.11	0.0635	1.52	0.14
0.12	0.0760	1.61	0.15
0.13	0.0897	1.69	0.16
0.14	0.1044	1.77	0.18
0.15	0.1202	1.84	0.19
0.16	0.1370	1.91	0.20
0.17	0.1548	1.98	0.21
0.18	0.1737	2.05	0.23
0.19	0.1935	2.12	0.24
0.20	0.2143	2.18	0.25
0.21	0.2360	2.24	0.26
0.22	0.2586	2.30	0.28
0.23	0.2820	2.36	0.29
0.24	0.3063	2.42	0.30
0.25	0.3315	2.47	0.31
0.26	0.3573	2.52	0.33
0.27	0.3840	2.57	0.34
0.28	0.4113	2.62	0.35
0.29	0.4394	2.67	0.36
0.30	0.4680	2.72	0.38
0.31	0.4973	2.76	0.39
0.32	0.5272	2.81	0.40
0.33	0.5576	2.85	0.41
0.34	0.5885	2.89	0.43

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Relazione tecnica generale e idraulica

Progetto
IN17Lotto
12Codifica Documento
EI2 RO IN 63 0 0 001Rev.
BFoglio
35 di
36

Altezza pelo libero (m)	Portata (m3/s)	Velocità (m/s)	H/Hmax
0.35	0.6198	2.93	0.44
0.36	0.6516	2.97	0.45
0.37	0.6838	3.01	0.46
0.38	0.7163	3.04	0.48
0.39	0.7491	3.08	0.49
0.40	0.7822	3.11	0.50
0.41	0.8155	3.14	0.51
0.42	0.8489	3.18	0.53
0.43	0.8826	3.21	0.54
0.44	0.9163	3.23	0.55
0.45	0.9500	3.26	0.56
0.46	0.9837	3.29	0.58
0.47	1.0174	3.31	0.59
0.48	1.0510	3.34	0.60
0.49	1.0844	3.36	0.61
0.50	1.1176	3.38	0.63
0.51	1.1506	3.40	0.64
0.52	1.1833	3.42	0.65
0.53	1.2156	3.44	0.66
0.54	1.2475	3.46	0.68
0.55	1.2789	3.47	0.69
0.56	1.3097	3.48	0.70
0.57	1.3400	3.50	0.71
0.58	1.3696	3.51	0.73
0.59	1.3984	3.52	0.74
0.60	1.4265	3.53	0.75
0.61	1.4537	3.53	0.76
0.62	1.4799	3.54	0.78
0.63	1.5050	3.54	0.79
0.64	1.5291	3.55	0.80
0.65	1.5519	3.55	0.81
0.66	1.5734	3.55	0.83
0.67	1.5935	3.54	0.84
0.68	1.6120	3.54	0.85
0.69	1.6288	3.53	0.86
0.70	1.6437	3.52	0.88
0.71	1.6566	3.51	0.89
0.72	1.6673	3.50	0.90
0.73	1.6754	3.48	0.91
0.74	1.6807	3.46	0.93
0.75	1.6828	3.44	0.94
0.76	1.6809	3.41	0.95

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 63 0 0 001	Rev. B	Foglio 36 di 36

Altezza pelo libero (m)	Portata (m3/s)	Velocità (m/s)	H/Hmax
0.77	1.6742	3.37	0.96
0.78	1.6609	3.33	0.98
0.79	1.6370	3.26	0.99