

**Raccordo Autostradale
tra l'Autostrada A4 e la Valtrompia
Predisposizione collegamento
Concesio - Lumezzane ad unica carreggiata
1° Lotto Funzionale**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA

REDAZIONE
ATI:



IL PROGETTISTA

Responsabile dell'Interazione tra le varie discipline specialistiche **Ing. Alessandro Aliotta**
Ord. Ingg. Genova N. 7995A

Direttore Tecnico

Prof. Ing. Andrea Del Grosso
Ord. Ingg. Genova N. 3611

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Resp. Progettazione Stradale **Ing. Lorenzo Ruffini**
Resp. Progettazione Strutturale **Ing. Andrea Tomarchio**
Resp. Progettazione Gallerie **Ing. Franz Pacher**
Resp. Progettazione Geotecnica **Ing. Alessio Bado**
Resp. Progettazione Idraulica **Ing. Alice Canepa**
Geologo **Dott. Roberto Pedone**

PROTOCOLLO E DATA

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Giancarlo LUONGO

IL DIRETTORE DEI LAVORI

Ing. Giuseppe Zanframundo

ID. ELABORATO

Codice Commessa	Lotto	Fase	Capitolo	Paragrafo	Tip.	Disciplina	Progressivo	Rev.
MICONV01148	LL01	PVT	VAL	00	D	CAP	00107	0 0

SCALA

TITOLO

IDROLOGIA ED IDRAULICA
Cantiere Valgobbia. Relazione idraulica

02	-	-	-	-	-	-	-	-
01	-	-	-	-	-	-	-	-
00	Prima emissione				30/04/2020	A. Canepa	A. Aliotta	A. Del Grosso
REV.	DESCRIZIONE				DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

Sommario

1	PREMESSA	3
2	RILIEVI TOPOGRAFICI	4
3	VALUTAZIONE PARAMETRI PLUVIOMETRICI	5
4	T. FAIDANA E VERSANTE - VALUTAZIONE PORTATE	8
5	SCABREZZE	9
6	INTERFERENZA TORRENTE FAIDANA	10
6.1	DESCRIZIONE CANTIERE E MANUFATTO DI ACCESSO	10
6.2	CALCOLO PORTATA DI PIENA BACINO FAIDANA	14
6.3	DESCRIZIONE MODELLO IDRAULICO HEC-RAS	17
6.4	CONDIZIONI AL CONTOURNO E SCABREZZE	19
6.5	GEOMETRIA DEL MODELLO	20
6.6	RISULTATI SIMULAZIONI.....	23
7	CANALE DI GUARDIA PERIMETRALE CANTIERE E INTERFERENZA FOSSO D	28
7.1	DESCRIZIONE INTERVENTO PROGETTUALE.....	28
7.2	CALCOLO PORTATA DI PIENA CANALE DI GUARDIA CANTIERE	37
7.3	VERIFICA CANALE DI GUARDIA CANTIERE	44
8	RETE DI SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE	49
8.1	DESCRIZIONE RETE	49
8.2	METODOLOGIE DI CALCOLO	50
8.2.1	<i>Valutazione della portata di massima pioggia</i>	<i>50</i>
8.2.2	<i>Metodologia verifica tubazioni</i>	<i>51</i>
8.2.3	<i>Metodologia di verifica dalle caditoie.....</i>	<i>51</i>
8.3	VASCA DI PRIMA PIOGGIA	52
8.3.1	<i>Dimensionamento impianto di prima pioggia</i>	<i>52</i>
8.3.2	<i>Descrizione funzionamento impianto</i>	<i>54</i>
	ALLEGATO – SCHEDE CALCOLO RETE SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE PIAZZALI CANTIERE	55

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA

Indice delle Tabelle e delle Figure

FIGURA 3-1. QUADRO UNIONE - VALUTAZIONE PARAMETRI PLUVIOMETRICI DA PORTALE WEB ARPA LOMBARDIA	5
TABELLA 3-1. PARAMETRI PLUVIOMETRICI CELLE GEOGRAFICHE TR=200 ANNI	7
TABELLA 3-2. PARAMETRI PLUVIOMETRICI CELLE GEOGRAFICHE TR=25 ANNI	7
TABELLA 5-1. PARAMETRI SCABREZZA (TABELLA 2 DIRETTIVA 4 PAI).....	9
FIGURA 6-1. T FAIDANA – INDIVIDUAZIONE TRATTO ANALISI CANTIERE VALGOBBIA	10
FIGURA 6-2. MANUFATTO DI ACCESSO CANTIERE – PLANIMETRIA PROGETTO	11
FIGURA 6-3. MANUFATTO DI ACCESSO CANTIERE – SEZIONE TRASVERSALE	11
FIGURA 6-4. TORRENTE FAIDANA - PLANIMETRIA TRATTO ANALIZZATO E INDICAZIONE SEZIONI RAS	12
FIGURA 6-5. TORRENTE FAIDANA - PLANIMETRIA TRATTO CANTIERE E INDICAZIONE SEZIONI RAS	13
FIGURA 6-6. T. FAIDANA MONTE – BACINO.....	14
FIGURA 6-7. FAIDANA MONTE – STATO ATTUALE - GEOMETRIA SCHEMATICA RAS.....	21
TABELLA 6-1. MODELLO RAS – CORRISPONDENZA SEZIONI RILEVATE – SEZIONI RAS – T. FAIDANA	22
TABELLA 6-2. T. FAIDANA – SCENARIO CANTIERE – TRATTO CANTIERE - TABELLA RAS.....	23
TABELLA 6-3. T. FAIDANA – SCENARIO CANTIERE – TRATTO CANTIERE - TABELLA RAS BRIDGE	23
FIGURA 6-8. T. FAIDANA MONTE – SCENARIO CANTIERE – TRATTO CANTIERE - PROFILO RAS	24
FIGURA 6-9. T. FAIDANA MONTE – SCENARIO CANTIERE - SEZIONE RAS – SEZIONE C1 - INIZIO TRATTO.....	25
FIGURA 6-10. T. FAIDANA MONTE – SCENARIO CANTIERE - SEZIONE RAS – SEZIONE C3.....	25
FIGURA 6-11. T. FAIDANA MONTE – SCENARIO CANTIERE - SEZIONE RAS – ACCESSO CANTIERE (SEZ.C4 – BRIDGE DS).....	26
FIGURA 6-12. T. FAIDANA MONTE – SCENARIO CANTIERE - SEZIONE RAS – SEZIONE C8.....	26
FIGURA 6-13. T. FAIDANA MONTE – SCENARIO CANTIERE - SEZIONE RAS – SEZIONE C12.....	27
FIGURA 6-14. T. FAIDANA MONTE – SCENARIO CANTIERE - SEZIONE RAS – SEZIONE C0 – FINE MODELLO	27
FIGURA 7-1. CANALE GUARDIA CANTIERE – INDIVIDUAZIONE LINEE DRENAGGIO (ANTE REALIZZAZIONE DELLE VIABILITÀ PRINCIPALI E SECONDARIE)	29
FIGURA 7-2. CANALE GUARDIA CANTIERE – INDIVIDUAZIONE LINEE DRENAGGIO (DOPO LA REALIZZAZIONE DELLE VIABILITÀ PRINCIPALI E SECONDARIE)	30
FIGURA 7-3. CANALE DI GUARDIA ED OPERE ACCESSORIE CANTIERE – PLANIMETRIA DI PROGETTO	32
FIGURA 7-4. CANALE DI GUARDIA CANTIERE – SEZIONE LONGITUDINALE	33
FIGURA 7-5. CANALE DI GUARDIA CANTIERE – SEZIONE TRASVERSALE.....	34
FIGURA 7-6. SISTEMAZIONE INCISIONE C – SEZIONE LONGITUDINALE	35
FIGURA 7-7. SISTEMAZIONE INCISIONE C – SEZIONE LONGITUDINALE – TRATTO IMMEDIATAMENTE A MONTE CANTIERE.....	36
FIGURA 7-8. CANALE DI GUARDIA CANTIERE – BACINI.....	37

1 PREMESSA

La presente relazione riporta le valutazioni idrologiche e idrauliche relative agli aspetti progettuali del Cantiere denominato Valgobbia, posto a Sud-Ovest di Lumezzane, nell'ambito della Perizia di Variante Tecnica del Raccordo Autostradale tra l'Autostrada A4 e la Valtrompia - Predisposizione collegamento Concesio - Lumezzane ad unica carreggiata - 1° Lotto Funzionale.

La presente relazione fa riferimento ad alcuni aspetti trattati nell'ambito dell'elaborato MICONV01148LL01PVT0000R_IDR0059_00 "Relazione idrologica ed idraulica rii interferenti. Tratta Valgobbia", allegata al Progetto Esecutivo dell'opera.

Al fine di valutare la compatibilità idraulica del cantiere con la presenza, al suo perimetro Nord, del Torrente Faidana, e le caratteristiche geometriche l'attraversamento previsto su di esso per accedere al cantiere stesso, è stata estesa fino a valle cantiere la modellazione idraulica del t. Faidana già prevista nell'elaborato IDR0059.

Il tratto di T. Faidana interessato è stato studiato con il modello monodimensionale HEC-RAS, al fine di valutarne le caratteristiche del deflusso in fase di cantierizzazione.

L'area di cantiere non è interessata dai livelli di piena duecentennale del t. Faidana: il cantiere ha una quota minima di progetto di 292 mslm, mentre il livello idrico duecentennale massimo del t. Faidana nel tratto prospiciente il cantiere (estremo nord) è pari a 289.94 mslm.

Il manufatto scatolare di attraversamento del torrente, a garantire l'accesso al cantiere, è stato progettato in modo da ottenere un franco idraulico minimo tra il livello di piena duecentennale e l'intradosso scatolare pari ad almeno 1 m oppure a 0,5 volte l'altezza cinetica della corrente, secondo la comunicazione Comunità Montana di Valle Trompia (RIM Gestione Associata Reticolo Idrico Minore) Prot. n. 4945 Cat. 5-3/7 del 6 giugno 2019.

Tale nota inoltre esplicita le seguenti richieste:

- la dimensione minima interna degli scatolati non deve causare il restringimento dell'alveo allo stato naturale (in caso di situazioni vincolanti quali tratti già tombinati sono da evitare bruschi restringimenti), sono inoltre preferibili sezioni rettangolari con la presenza di grigliati di ispezione ogni 20 metri lineari in modo da favorire interventi di manutenzione, è buona norma prevedere una vasca di sedimentazione a monte di ogni tombinatura per raccogliere i detriti messi in movimento dal regime torrentizio dei corsi d'acqua montani mentre la griglia non è una soluzione adatta in quanto sarebbe sottoposta ad ostruzione da parte del materiale flottante;
- per le canalizzazioni a cielo aperto vale sempre il calcolo della portata di progetto basata su un tempo di ritorno di 200 anni e valgono le medesime prescrizioni per il franco idraulico; in questo caso è consigliabile anche adottare misure di mitigazione dell'impatto paesaggistico, quali ad esempio l'utilizzo di pietrame intasato nel calcestruzzo per i rivestimenti delle sponde e del fondo dei corsi d'acqua al fine di mantenere un buon grado di scabrezza dell'alveo. E' sempre consigliabile, quando possibile, l'utilizzo di soluzioni che si rifanno alle tecniche di ingegneria naturalistica.

La relazione sviluppa anche le valutazioni idrauliche ed il dimensionamento del canale perimetrale di guardia del cantiere, lato monte, necessario a proteggere i piazzali dal ruscellamento dell'acqua proveniente dal versante ed attualmente afferente in t. Faidana; sono interessate anche alcune incisioni minori facenti parte del sistema di ramificazioni del Fosso Livetti, tra cui l'incisione C, già individuata in relazione IDR0059.

Il canale di guardia ha forma ad U, è realizzato in c.a. ed ha dimensioni interne utili al deflusso 150 cm x 150 cm nel tratto di monte, 200 x 165 cm nel tratto intermedio e 200 x 200 cm nel tratto di valle.

Il canale evolve dall'estremo Nord-Est del cantiere verso l'estremo Sud-Ovest, ove sarà realizzato un pozzetto di salto collegato ad uno scatolare di scarico in t. Faidana.

I gradi di riempimento variano a seconda del tratto; il franco idraulico fra livello idrico relativo alla piena duecentennale e testa canale è sempre superiore a 1 m.

Il canale è stato verificato in moto uniforme.

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE
PERIZIA DI VARIANTE TECNICA**

Si è analizzata, inoltre, l'interferenza del Fosso D, di drenaggio della viabilità secondaria prevista dal progetto esecutivo, che scarica in fase di esercizio nel T. Faidana in corrispondenza dell'estremo nord-est del cantiere stesso.

In fase di cantiere, si prevede di raccogliere le acque provenienti dal fosso D con un pozzetto di raccordo collegato direttamente con il canale perimetrale di guardia del cantiere.

Il sistema di smaltimento del fosso D in fase di esecuzione delle opere verrà rimosso a fine cantiere per lasciar spazio alla sistemazione a cielo aperto del fosso prevista in IDR0059, che corrisponde allo stato finale dell'opera (canale trapezio rivestito in materassi tipo Reno).

La presente relazione definisce, infine, la rete di smaltimento dei piazzali del cantiere, la quale prevede un trattamento di prima pioggia a monte dello scarico in recettore t. Faidana; essa è stata verificata per evento di pioggia con tempo di ritorno 25 anni.

Si rimanda ai singoli capitoli per la descrizione degli smaltimenti idraulici nei vari tratti in progetto.

Si faccia riferimento alle tavole grafiche di progetto per ogni ulteriore approfondimento sulle caratteristiche dimensionali e costruttive degli elementi in progetto.

2 RILIEVI TOPOGRAFICI

A supporto del presente studio, sono stati effettuati rilievi topografici ad hoc.

Per la definizione dello stato dei luoghi si è utilizzato il rilievo aerofotogrammetrico dell'area, sviluppato lungo la fascia di realizzazione dell'opera, e le sezioni trasversali del progetto stradale delle viabilità principali e secondarie.

3 VALUTAZIONE PARAMETRI PLUVIOMETRICI

I parametri pluviometrici sono stati valutati utilizzando i dati scaricabili dal Portale Idrologico Geografico di ARPA Lombardia (<http://idro.arpalombardia.it/pmapper-4.0/map.phtml>).

Nel portale è possibile effettuare una ricerca dei parametri di pioggia, associati alla cella di riferimento ove ricade l'area di interesse, da utilizzarsi per il tracciamento delle curve di possibilità pluviometrica per il tempo di ritorno desiderato.

Tali dati hanno origine dallo studio di ARPA Lombardia denominato "Il regime delle precipitazioni intense sul territorio della Lombardia – Modello di previsione statistica delle precipitazioni di forte intensità e breve durata", del Febbraio 2005, realizzato da Carlo De Michele, Renzo Rosso e Maria Cristina – Rulli - DCIAR-CIMI - Politecnico di Milano.

La Figura 3-1 riporta le celle significative per la caratterizzazione della porzione di territorio interessato dalla viabilità di progetto, nella tratta denominata 'Valgobbia'.



Figura 3-1. Quadro unione - Valutazione parametri pluviometrici da portale web ARPA Lombardia

I parametri relativi ad ogni cella geografica in oggetto sono indicati in Tabella 3-1:

- Coefficiente pluviometrico orario "a1"
- Coefficiente di scala "n"
- Parametro "α" (GEV)
- Parametro "k" (GEV)
- Parametro "ε"(GEV).

L'indicazione GEV è l'acronimo di Generalized Extreme Value, che è il modello probabilistico scala invariante di parametrizzazione della LSPP (linea segnalatrice di probabilità pluviometrica).

A partire da questi coefficienti si risale al calcolo dell'altezza di pioggia h_T [mm] associata a un tempo di ritorno T [anni] al variare della durata dell'evento D [ore] ed alla conseguente curva di possibilità pluviometrica secondo le seguenti:

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA

$$h_T(D) = a_1 \cdot w_T \cdot D^n$$

$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left\{ 1 - \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right]^k \right\}$$

espressa nella forma canonica:

$$h_T(D) = a \cdot D^n$$

Essendo il bacino interessato da diverse celle, si è scelto di valutare i parametri a ed n per ognuna di esse e di scegliere quelli medi.

Per quanto riguarda l'evento con tempo di ritorno 200 anni, la curva assume la formulazione:

$$h_{200}(D) = 65.170 \cdot D^{0.3142}$$

con valori medi: $a = 65.170$ ed $n = 0.3142$.

Per quanto riguarda l'evento con tempo di ritorno 25 anni, la curva assume la formulazione:

$$h_{25}(D) = 48.478 \cdot D^{0.3142}$$

con valori medi: $a = 48.478$ ed $n = 0.3142$.

Secondo l'Allegato G della R.R. 23 novembre 2017, n. 7 "Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12.", i parametri caratteristici delle curve di possibilità pluviometrica riportati da ARPA Lombardia si riferiscono generalmente a durate di pioggia maggiori dell'ora; per le durate inferiori all'ora si possono utilizzare, in carenza di dati specifici, tutti i parametri indicati da ARPA tranne il parametro n per il quale si indica il valore $n = 0,5$ in aderenza agli standard suggeriti dalla letteratura tecnica idrologica.

In questi casi, le curve assumono la formulazione:

$$h_{200}(D) = 65.17 \cdot D^{0.500}$$

$$h_{25}(D) = 48.478 \cdot D^{0.500}$$

Questa formulazione è stata adottata per il dimensionamento del canale perimetrale del cantiere ($Tr = 200$ anni) e della rete di smaltimento dei piazzali ($Tr = 25$ anni).

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA

Tabella 3-1. Parametri pluviometrici celle geografiche TR=200 anni

CELLA	A1	n	GEV alpha	GEV kappa	GEV epsilon	w ₂₀₀	a	n
1	27.9	0.2965	0.28940001	-0.0077999998	0.83050001	2.395202459	66.826	0.2965
2	27.73	0.2987	0.28979999	-0.0027999999	0.83179998	2.377961408	65.941	0.2987
3	27.49	0.3125	0.29409999	0.0023000001	0.83060002	2.378651262	65.389	0.3125
4	27.48	0.31040001	0.2938	0.0017	0.83069998	2.379626724	65.392	0.3104
5	27.129999	0.33090001	0.29949999	0.0145	0.83099997	2.357727374	63.965	0.3309
6	27.52	0.3109	0.29370001	0.003	0.83109999	2.374189742	65.338	0.3109
7	27.6	0.3044	0.29179999	-0.00069999998	0.8312	2.379385773	65.671	0.3044
8	27.41	0.3114	0.29229999	0.00050000002	0.83109999	2.3770182	65.154	0.3114
9	27.809999	0.30419999	0.29190001	-0.0029	0.83039999	2.388179062	66.415	0.3042
10	27.190001	0.3281	0.2974	0.0066999998	0.82990003	2.377260548	64.638	0.3281
11	27.030001	0.33140001	0.2978	0.011700000	0.8312	2.36042741	63.802	0.3314
12	27	0.3312	0.29789999	0.014	0.83179998	2.352357774	63.514	0.3312
MEDIA							65.170	0.3142

Tabella 3-2. Parametri pluviometrici celle geografiche TR=25 anni

CELLA	A1	n	GEV alpha	GEV kappa	GEV epsilon	w ₂₀₀	a	n
1	27.9	0.2965	0.28940001	-0.0077999998	0.83050001	1.767799379	49.322	0.2965
2	27.73	0.2987	0.28979999	-0.0027999999	0.83179998	1.762898363	48.885	0.2987
3	27.49	0.3125	0.29409999	0.0023000001	0.83060002	1.767837234	48.598	0.3125
4	27.48	0.31040001	0.2938	0.0017	0.83069998	1.767879077	48.581	0.3104
5	27.129999	0.33090001	0.29949999	0.0145	0.83099997	1.767085916	47.941	0.3309
6	27.52	0.3109	0.29370001	0.003	0.83109999	1.766016816	48.601	0.3109
7	27.6	0.3044	0.29179999	-0.00069999998	0.8312	1.765577899	48.730	0.3044
8	27.41	0.3114	0.29229999	0.00050000002	0.83109999	1.765284318	48.386	0.3114
9	27.809999	0.30419999	0.29190001	-0.0029	0.83039999	1.768395754	49.179	0.3042
10	27.190001	0.3281	0.2974	0.0066999998	0.82990003	1.771023876	48.154	0.3281
11	27.030001	0.33140001	0.2978	0.011700000	0.8312	1.766120696	47.738	0.3314
12	27	0.3312	0.29789999	0.014	0.83179998	1.763624298	47.618	0.3312
MEDIA							48.478	0.3142

4 T. FAIDANA E VERSANTE - VALUTAZIONE PORTATE

Nel presente studio si è analizzato il comportamento del T. Faidana e del canale di guardia del Cantiere ValGobbia, per evento di piena con tempo di ritorno 200 anni, di riferimento per la progettazione, secondo la comunicazione Comunità Montana di Valle Trompia (RIM Gestione Associata Reticolo Idrico Minore) Prot. n. 4945 Cat. 5-3/7 del 6 giugno 2019.

La portata è stata valutata col metodo razionale, per ogni tempo di ritorno considerato, secondo la formulazione:

$$Q_{TR} = 0.28 \cdot c \cdot i_{TR} \cdot A$$

nella quale "A" è la superficie del bacino alla sezione di chiusura di riferimento e "c" è il coefficiente di deflusso, assunto pari a 0.40 considerando le caratteristiche morfologiche e d'uso del suolo delle aree interessate.

L'intensità di pioggia è pari a:

$$i_{TR} = a_{TR} \cdot t^{n_{TR}-1}$$

con "a_{TR}" e "n_{TR}" parametri della curva di possibilità pluviometrica e t, tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione, determinato utilizzando le formulazioni di Giandotti, Pezzoli, Ventura e Pasini.

Si rimanda ai singoli capitoli dedicati ai diversi tratti analizzati per gli approfondimenti in merito.

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA

5 SCABREZZE

Le scabrezze sono rappresentate dai coefficienti k_s di Manning – Gauckler Strickler.

Per l'alveo si è utilizzato un coefficiente medio in accordo a quanto indicato dalla Direttiva 4 del PAI: "Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B" – Tabella 2.

Per i rii minori si è scelto un coefficiente pari a $25 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$.

Per i manufatti in progetto, in calcestruzzo si è utilizzato un coefficiente pari a $60 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$.

Per i manufatti in progetto, rivestiti in pietra si è utilizzato un coefficiente pari a $30 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$.

Per i manufatti in progetto, tipo gabbionate e materassi reno, si è utilizzato un coefficiente pari a $25 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$.

Per i fossi in terra si è utilizzato un coefficiente pari a $25 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$.

Tabella 5-1. Parametri scabrezza (Tabella 2 Direttiva 4 PAI)

CORSI D'ACQUA MINORI (Raggio idraulico $\cong 2 \text{ m}$; larghezza in piena $< 30 \text{ m}$)	
Corsi d'acqua di pianura	
- alvei con fondo compatto, senza irregolarità	45-40
- alvei regolari con vegetazione erbacea	30-35
- alvei con ciottoli e irregolarità modeste	25-30
- alvei fortemente irregolari	25-15
Torrenti montani	
- fondo alveo con prevalenza di ghiaia e ciottoli, pochi grossi massi	30-25
- alveo in roccia regolare	30-25
- fondo alveo con ciottoli e molti grossi massi	20-15
- alveo in roccia irregolare	20-15
AREE GOLENALI (Raggio idraulico $\cong 1 \text{ m}$)	
- a pascolo, senza vegetazione arbustiva	40-20
- coltivate	50-20
- con vegetazione arbustiva spontanea	25-10
- con vegetazione arborea coltivata	30-20
Alveo artificiale in calcestruzzo	
- pavimentazione in cemento	100
- calcestruzzo con casseforme metalliche	100-90
- calcestruzzo con intonaco	95-90
- calcestruzzo liscio	90
- intonaco di cemento intatto	90-80
- calcestruzzo con casseforme in legno, senza intonaco	70-65
- calcestruzzo costipato, superficie liscia	65-60
- calcestruzzo vecchio, superficie pulita	60
- rivestimento in calcestruzzo ruvido	55
- superfici irregolari in calcestruzzo	50

6 INTERFERENZA TORRENTE FAIDANA

6.1 DESCRIZIONE CANTIERE E MANUFATTO DI ACCESSO

Il tratto analizzato di Torrente Faidana, interessato dal cantiere in oggetto, è individuato in blu in Figura 6-1.

Il cantiere si trova in sponda sinistra del corso d'acqua.

Per la maggior parte dell'estensione, esso è posto ad una quota costante di circa 292 m s.m.m., ad eccezione nella porzione più a Nord, per estensione di circa 130 m, in cui la quota incrementa fino a 295 m s.m.m. circa.

La superficie complessiva del cantiere è di circa 8500 m².

Il manufatto di attraversamento del torrente, di accesso al cantiere, è costituito da un unico scatolare in c.a. gettato in opera di sezione netta 15 m x 5 m, lungo 20 m circa.

Il tratto analizzato nel modello idraulico del t. Faidana, necessario per l'analisi idraulica del manufatto scatolare di progetto di accesso al cantiere, si sviluppa per una lunghezza totale di circa 1310 m; il modello prodotto risulta essere un'estensione di 300 m del tratto (di 1010 m) studiato nell'ambito della valutazione dell'inálveazione Faidana - OP3-070, riportato in elaborato IDR0059; in questo modo risulta studiato anche il tratto di asta interessato dal cantiere, fino a valle di esso; si faccia riferimento alla Figura 6-4.

Il modello RAS descriverà lo scenario progettuale con la presenza del cantiere Valgobbia e quindi del relativo manufatto di accesso in attraversamento al t. Faidana, oggetto della presente relazione.

Si porrà l'attenzione, in particolare al tratto a cavallo del cantiere, in quanto il rimanente tratto era già stato studiato nella relazione IDR0059 e risulta confermato in termini di livelli idrici e velocità della corrente.

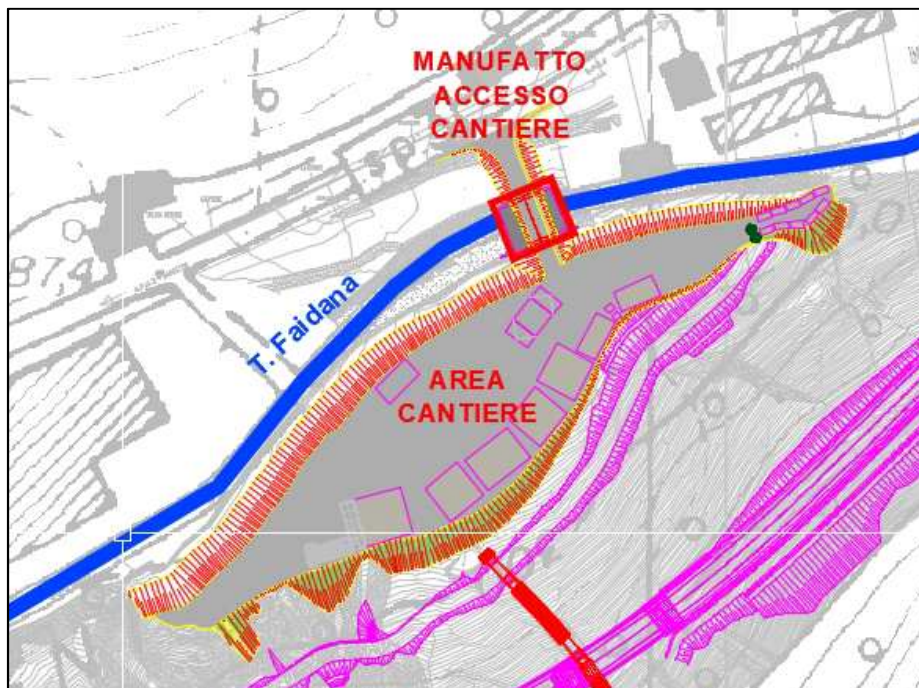


Figura 6-1. T Faidana – Individuazione tratto analisi cantiere Valgobbia

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE
PERIZIA DI VARIANTE TECNICA**

Le seguenti figure mostrano alcuni dettagli progettuali dell'opera. Si rimanda alle tavole di progetto per ogni approfondimento in merito.



Figura 6-2. Manufatto di accesso Cantiere – Planimetria progetto

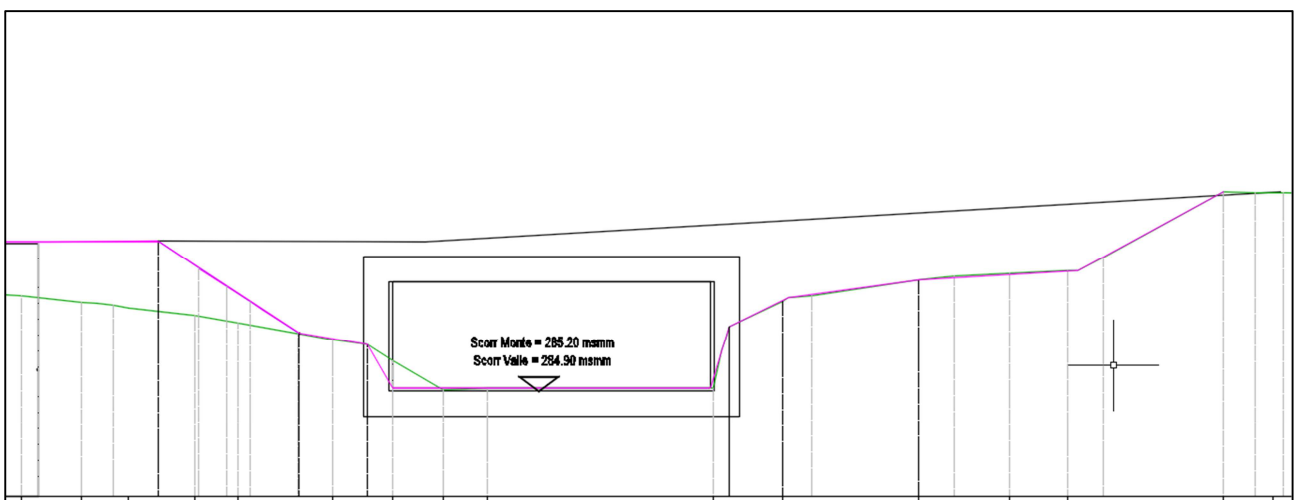


Figura 6-3. Manufatto di accesso cantiere – Sezione Trasversale

RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO - LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA

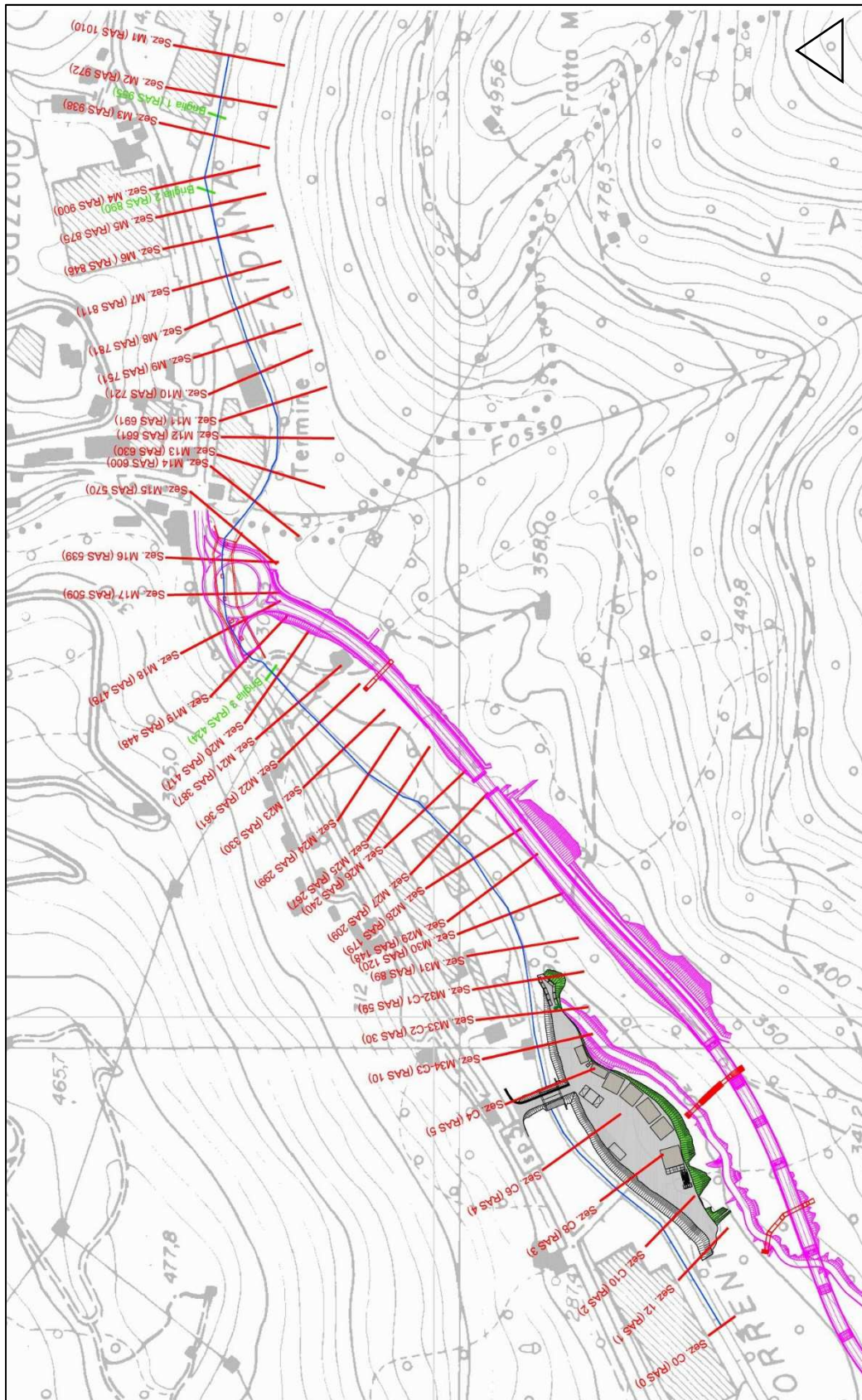


Figura 6-4. Torrente Faidana - Planimetria tratto analizzato e indicazione sezioni RAS

RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO - LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE
PERIZIA DI VARIANTE TECNICA

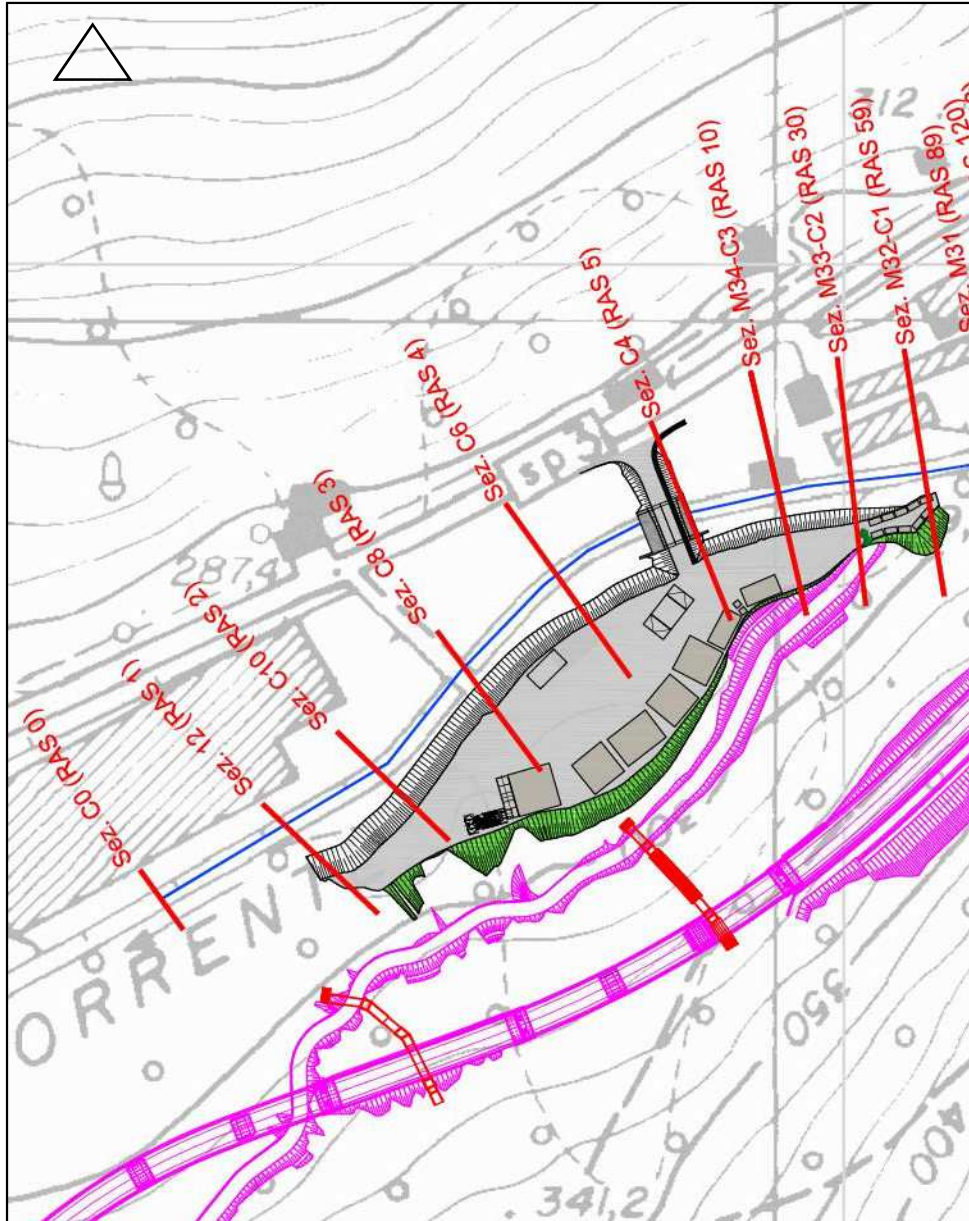


Figura 6-5. Torrente Faidana - Planimetria tratto Cantiere e indicazione sezioni RAS

6.2 CALCOLO PORTATA DI PIENA BACINO FAIDANA

Le valutazioni relative alla portata di riferimento per il T.Faidana sono state estrapolate dalla relazione dedicata IDR059 di cui si riportano le considerazioni essenziali in merito.

La seguente Figura 6-6 mostra l'estensione del bacino di monte del Torrente Faidana alla sezione di chiusura di Gazzolo.

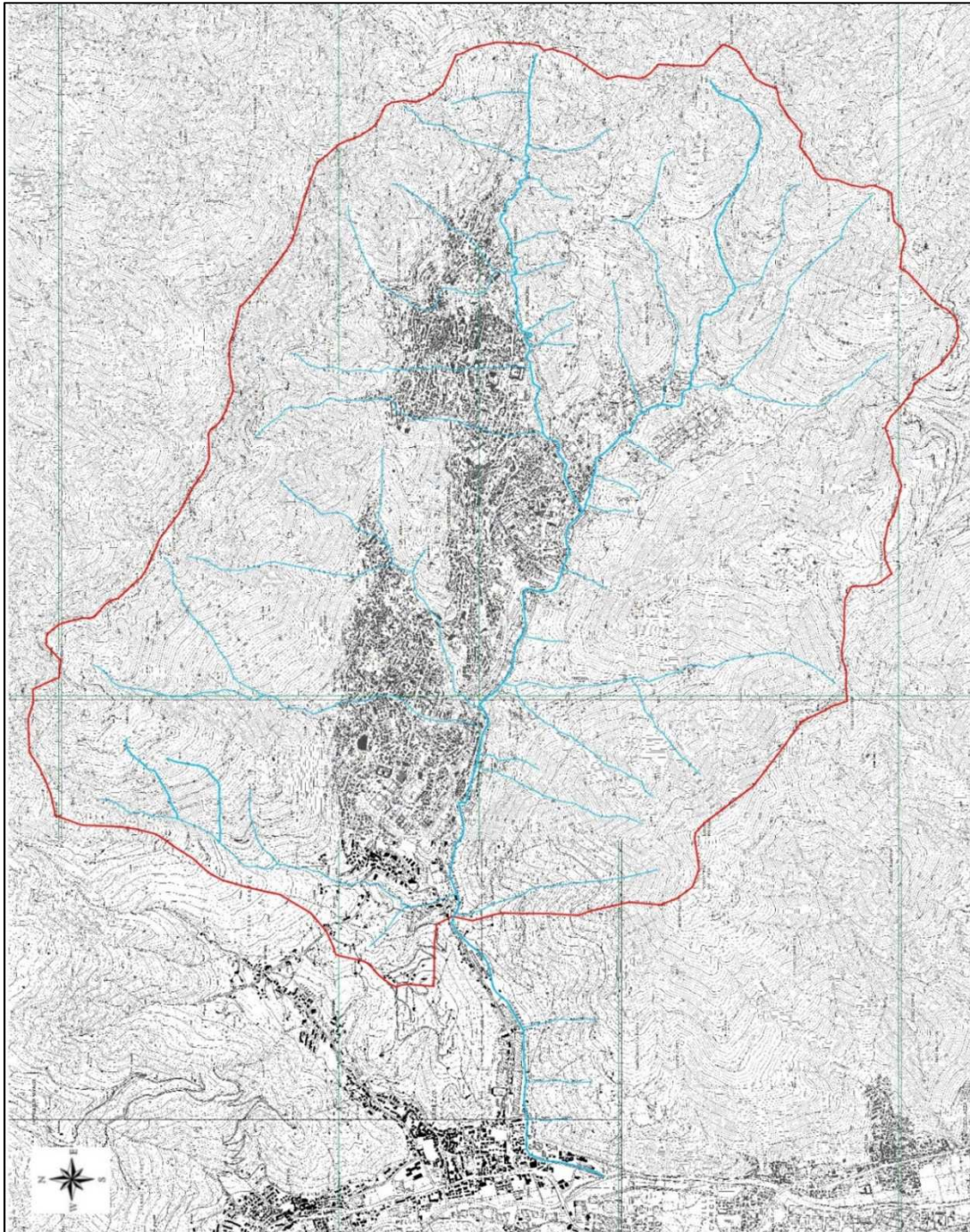


Figura 6-6. T. Faidana monte – Bacino

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA

A tale superficie (pari a circa 28.2 km²), si addiziona un ulteriore bacino che tiene conto dei versanti afferenti a valle Gazzolo e a monte cantiere in oggetto (circa 0.3 km²)

L'estensione areale totale alla sezione di chiusura del cantiere è pari a circa 28.5 km², la lunghezza dell'asse principale è pari a circa 8 km.

Il coefficiente di deflusso utilizzato è pari a 0.4.

Utilizzando le formulazioni di Giandotti, Pezzoli, Ventura e Pasini, è stato valutato il tempo di corrivazione del bacino, pari a 1.91 ore circa.

La portata calcolata nelle condizioni indicate per tempo di ritorno 200 anni è pari a 133.5 m³/s circa.

FAIDANA MONTE (SEZ. CANTIERE) - VALUTAZIONE DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE DEL BACINO

A seguito si riporta il calcolo del tempo di corrivazione del bacino eseguito utilizzando quattro fra le formule empiriche esistenti in letteratura.

In base ai risultati che si otterranno ed alla loro media, si valuterà il tempo di corrivazione da utilizzare nei calcoli idrologici delle portate di colmo di piena.

PARAMETRI DI INGRESSO

S = Superficie del bacino	28.50 km ²
L = Lunghezza asta principale	8.00 km
H _{max} = Altitudine massima del bacino	1300.0 m s.l.m.
H _{min} = Altitudine sezione di chiusura	290.0 m s.l.m.
H _{med} = Altitudine media del bacino	750.0 m s.l.m.
i _m = Pendenza media asta	0.1075 m/m

Formula di Giandotti

$$T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5 \cdot L}{0.8\sqrt{H_{med} - H_{min}}} = 1.94 \text{ ore}$$

Formula di Pezzoli

Metodo tarato per superfici inferiori a 20 Km²

$$T_c = \frac{0.055 \cdot L}{\sqrt{i_m}} = 1.34 \text{ ore}$$

Formula di Ventura

Metodo tarato per superfici inferiori a 40 Km²

$$T_c = 0.1272 \cdot \left(\frac{S}{i_m}\right)^{0.5} = 2.07 \text{ ore}$$

Formula di Pasini

Metodo tarato per superfici inferiori a 40 Km²

$$T_c = \frac{0.108(S \cdot L)^{0.33}}{i_m^{0.5}} = 1.98 \text{ ore}$$

Media dei valori ottenuti dalle formule per il calcolo del Tempo di Corrivazione: T_{c(med)} = 1.83 ore

Stima Tempo di Corrivazione adottata: 1.91 ore

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA

FAIDANA MONTE (SEZ.CANTIERE) - INTENSITÀ Istantanea DI PIOGGIA E PORTATA AL COLMO ($T_r = 200$ anni)

Si considera la curva di intensità di pioggia relativa a tempi di pioggia superiori ad 1 h, la quale assume una forma del tipo:

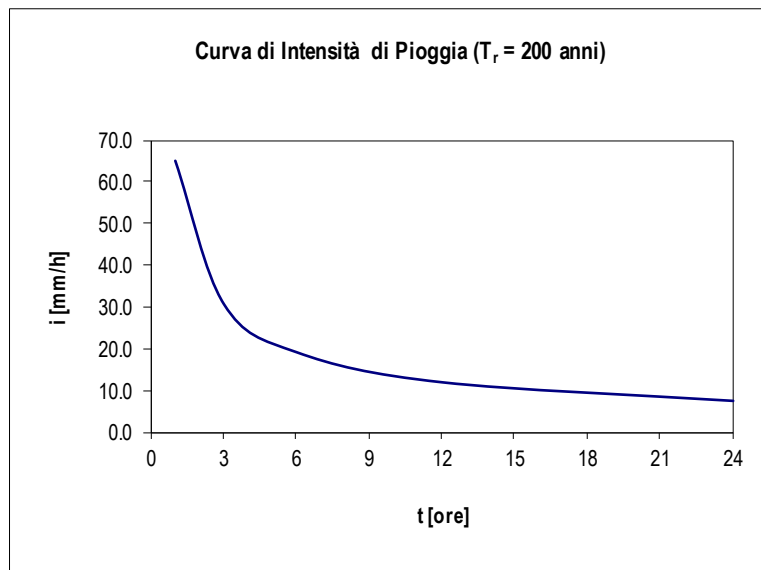
$$i = a \cdot t^{-n}$$

I valori sono:

$$a = 65.17$$

$$n = 0.314$$

Ne risulta la curva di Intensità istantanea di pioggia riportata a seguito:



Al tempo di corrivazione stimato per il bacino idrografico in oggetto (1.9 ore) corrisponde un valore dell'intensità di pioggia pari a: **41.8** mm/h

Dalla formula: $Q_c = 0,28 \cdot c \cdot i_T \cdot A$ si ricava il valore della portata al colmo stimata per il tempo di ritorno considerato.

Sostituendo i valori:

c = coefficiente di deflusso	0.4
i_{200} = intensità di pioggia relativa al $T_r = 200$ anni [mm/ora]	41.8
A = superficie del bacino [km ²]	28.5

risulta la portata al colmo di piena relativa a tempo di ritorno 200 anni (Q_{200}):

$$Q_{200} = 133.47 \text{ m}^3/\text{s}$$

6.3 DESCRIZIONE MODELLO IDRAULICO HEC-RAS

Per l'analisi del comportamento idraulico del Torrente Faidana, è stato costruito un modello idraulico monodimensionale col software HEC-RAS v.4.1.0 (*Hydrologic Engineering Center – River Analysis System*) del US Army Corps of Engineers.

La procedura computazionale è basata sulla soluzione dell'equazione monodimensionale dell'energia; le perdite di carico sono valutate con l'equazione di Manning e utilizzando i parametri di contrazione/espansione.

HEC-RAS risolve le equazioni di De Saint Venant distinguendo tra alveo e zone golenali: continuità ed energia.

Equazione di continuità

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial S}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} - q_l = 0$$

dove

- x distanza lungo il canale;
- t tempo;
- Q portata;
- A area della sezione;
- S area della sezione con considerata contribuente al deflusso (*ineffective flow area*);
- q_l flusso laterale per unità di lunghezza.

L'equazione può essere scritta per l'alveo inciso, per la golena destra e per la golena sinistra, di seguito, per semplicità, si riportano le equazioni per l'alveo inciso e per le golene complessivamente:

$$\frac{\partial A_a}{\partial t} + \frac{\partial Q_a}{\partial x_a} - q_g = 0$$

$$\frac{\partial A_g}{\partial t} + \frac{\partial S}{\partial t} + \frac{\partial Q_g}{\partial x_g} = q_a + q_l$$

dove le sotto-scritture "a" e "g" indicano alveo inciso e golene rispettivamente.

Si noti come siano considerate distanze diverse lungo l'alveo inciso e le zone golenali.

Equazione dell'energia

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial (VQ)}{\partial x} + gA \left(\frac{\partial z}{\partial x} + S \right) = 0$$

dove:

- g accelerazione di gravità;
- S perdite di energia dovute alla scabrezza;
- V velocità.

Anche in questo caso possiamo scrivere l'equazione per l'alveo inciso e per le golene:

$$\frac{\partial Q_a}{\partial t} + \frac{\partial (V_a Q_a)}{\partial x_a} + gA_a \left(\frac{\partial z}{\partial x_a} + S_a \right) = M_g$$

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA

$$\frac{\partial Q_g}{\partial t} + \frac{\partial (V_g Q_g)}{\partial x_g} + g A_g \left(\frac{\partial z}{\partial x_g} + S_g \right) = M_a$$

dove M rappresenta lo scambio di quantità di moto tra alveo inciso e golene, si noti che

$$\Delta x_a M_a = -\Delta x_g M_g$$

Nelle equazioni z (livello d'acqua) non è sottoscritto, infatti un modello monodimensionale ha come assunzione implicita che il livello è costante all'interno dell'intera sezione.

La velocità è invece diversa tra alveo inciso e zone golenali, per cui si avrebbe un valore dell'energia diverso, non possibile in un modello monodimensionale. Il valore dell'energia viene calcolato introducendo il valore α .

Considerando una velocità media nella sezione e differenziando tra alveo, golena destra e golena sinistra, facendo una media pesata sulle portate, possiamo scrivere:

$$\alpha \frac{\bar{V}}{2g} = \frac{Q_{gsx} \frac{V_{gsx}^2}{2g} + Q_a \frac{V_a^2}{2g} + Q_{gdx} \frac{V_{gdx}^2}{2g}}{Q_{gsx} + Q_a + Q_{gdx}}$$

assumendo che la pendenza della linea dell'energia è unica risulta anche:

$$Q_{gsx} = \frac{Q_{Tot}}{K_{Tot}} K_{gsx} \quad Q_a = \frac{Q_{Tot}}{K_{Tot}} K_a \quad Q_{gdx} = \frac{Q_{Tot}}{K_{Tot}} K_{gdx}$$

dove K rappresenta la *conveyance* o conduttività idraulica.

Inserendo quest'ultime nell'equazione precedente si ottiene:

$$\alpha = \frac{A_{Tot}^2 \left[\frac{K_{gsx}^3}{A_{gsx}^2} + \frac{K_a^3}{A_a^2} + \frac{K_{gdx}^3}{A_{gdx}^2} \right]}{K_{Tot}^3}$$

6.4 CONDIZIONI AL CONTORNO E SCABREZZE

Il modello del T. Faidana è stato realizzato con il modello HEC-RAS

Nel modello Faidana, condizione al contorno di monte, è stata imposta la pendenza del fondo e la portata idrologica calcolata per il ramo di corso d'acqua in oggetto.

La simulazione è stata condotta in regime stazionario, in moto permanente.

Come condizione al contorno di valle, è stata imposta la pendenza del fondo.

Le scabrezze sono rappresentate dai coefficienti k_s di Manning – Gauckler Strickler (cfr. § 5).

Per i tratti in alveo naturale si è adottato un coefficiente pari a $25 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$.

Per i manufatti in progetto, in calcestruzzo si è utilizzato un coefficiente pari a $60 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$.

Per i manufatti in progetto, rivestiti in pietra si è utilizzato un coefficiente pari a $30 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$.

Per i manufatti in progetto, tipo gabbionate e materassi reno, si è utilizzato un coefficiente pari a $25 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$.

6.5 GEOMETRIA DEL MODELLO

Il modello è stato realizzato nel tratto indicato in Figura 6-4.

Al fine di definirne la geometria, nel gennaio 2019, sono state rilevate topograficamente una serie di sezioni trasversali.

Oltre ad esse, dal rilievo celerimetrico eseguito nello stesso anno, sono state estratte ulteriori sezioni a coprire l'area di cantiere.

La Figura 6-4 mostra le sezioni topografiche rilevate ed implementate nel modello RAS e la posizione planimetrica delle opere in progetto; oltre a tali sezioni, sono stati rilevati punti caratterizzanti le briglie presenti nel tratto.

La geometria del modello RAS ripercorre esattamente gli elementi topografici rilevati (cfr. Figura 6-7).

Le sezioni RAS sono le medesime ricavate del rilievo; sono stati implementati gli attraversamenti e le briglie presenti lungo il tratto. Le sezioni interessate dal cantiere (indicate con suffisso C) sono state adeguate allo stato progettuale dello stesso. Il modello implementa sia l'opera di inalveazione e tombinatura (OP3-070), in progetto in corrispondenza della rotatoria di innesto della nuova viabilità con la S.P.3., sia il manufatto scatolare di accesso al cantiere.

La Tabella 6-1 riporta la corrispondenza tra le sezioni rilevate, le ID delle sezioni utilizzate e i codici di sezione RAS per il T. Faidana.

La portata in ingresso al modello è pari a 133.50 m³/s.

RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO - LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA

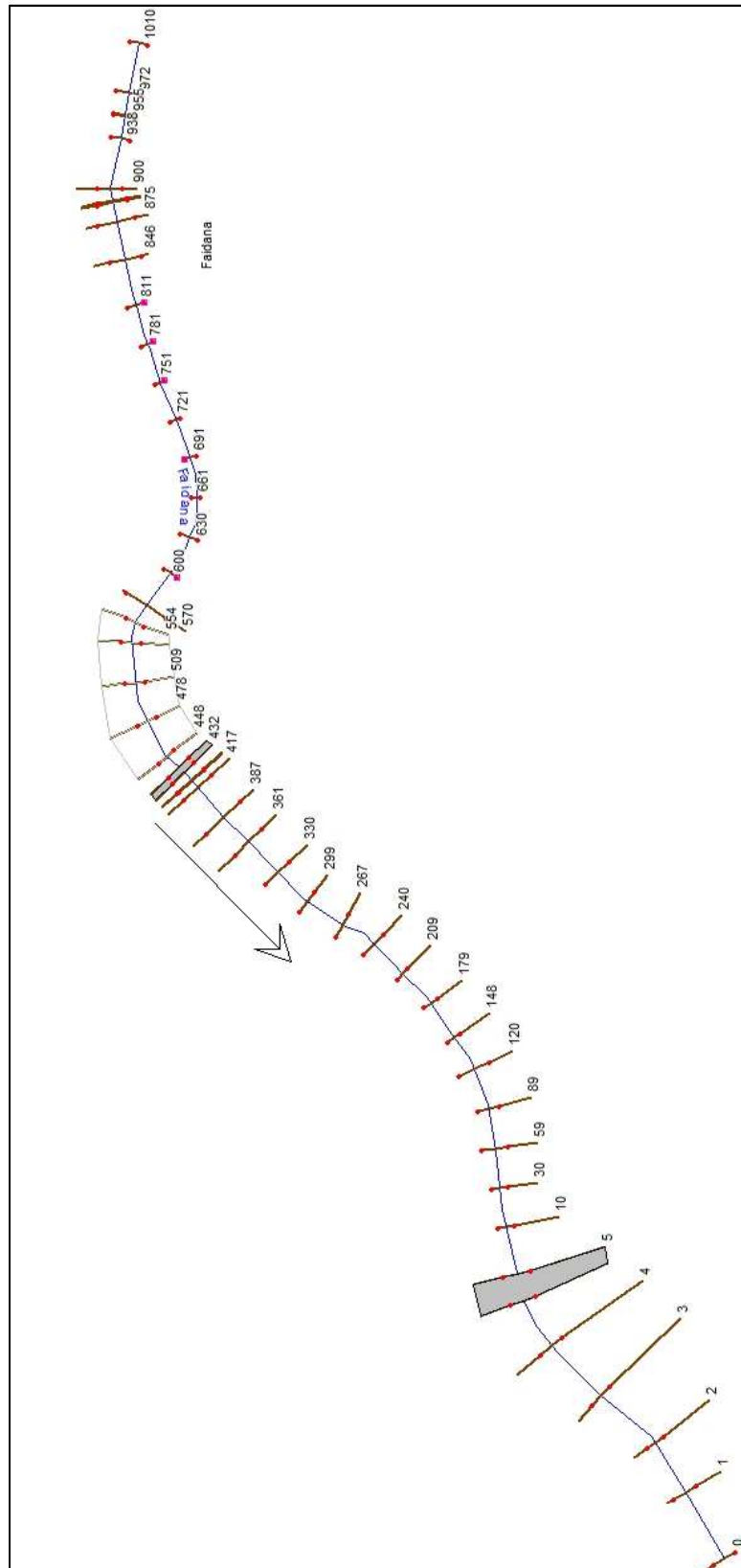


Figura 6-7. Faidana monte – Stato attuale - Geometria schematica RAS

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
 PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
 AD UNICA CARREGGIATA
 1° LOTTO FUNZIONALE
 PERIZIA DI VARIANTE TECNICA**

Tabella 6-1. Modello RAS – Corrispondenza sezioni rilevate – Sezioni RAS – T. Faidana

Sez. Rilievo	Progressiva	ID-RAS	NOTE
M01	0.00	1010	
M02	37.57	972	
	54.37	955	Briglia 1 - Monte
	55.37	954	Briglia 1 - Valle
M03	71.86	938	
M04	109.80	900	
	119.60	890	Briglia 2 - Monte
	120.60	889	Briglia 2 - Valle
M05	135.11	875	
M06	163.77	846	
M07	198.74	811	
M08	228.79	781	
M09	258.80	751	
M10	288.80	721	
M11	318.83	691	
M12	349.13	661	
M13	379.68	630	
M14	409.97	600	
M15	439.98	570	
	455.98	554	Tombinatura - Inizio
M16	471.17	539	Tombinatura
M17	501.27	509	Tombinatura
M18	531.69	478	Tombinatura
M19	561.95	448	Tombinatura - Fine
	577.95	424	Briglia 3 - Monte
	578.45	423.5	Briglia 3 - Valle
M20	593.49	417	
M21	622.84	387	
M22	648.56	361	
M23	679.94	330	
M24	711.14	299	
M25	742.59	267	
M26	770.46	240	
M27	800.74	209	
M28	831.40	179	
M29	862.14	148	
M30	889.92	120	
M31	921.23	89	
M32-C1	951.28	59	
M33-C2	980.52	30	
M34-C3	1010.04	10	
C4 monte	1046.00	5	Accesso Cantiere - Monte
C4 valle	1066.00	5	Accesso Cantiere - Valle
C6	1106.00	4	
C8	1158.00	3	
C10	1212.00	2	
C12	1255.00	1	
C0	1312.00	0	

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA

6.6 RISULTATI SIMULAZIONI

Le tabelle seguenti riportano i risultati della modellazione di scenario di cantiere per il solo tratto d'asta del Torrente Faidana a cavallo del cantiere, tra la sez.C1 e la sez.C0. Il rimanente tratto di monte era già stato studiato nella relazione IDR0059 e i relativi risultati della modellazione risultano confermati in termini di livelli idrici e velocità della corrente.

Le figure successive riportano il profilo RAS dell'asta nel tratto ed alcune sezioni RAS significative.

Il franco idraulico si mantiene sempre al di sopra di 1 m all'interno dello scatolare.

Il punto di minimo franco, pari 3.3 m è in corrispondenza dell'estremo di valle della tombinatura, ove il livello idrico si attesta a 286.59 m s.m.m., a fronte di un intradosso scatolare a 289.90 m s.m.m. (cfr. indicazione in Figura 6-11).

Tabella 6-2. T. Faidana – Scenario cantiere – Tratto cantiere - Tabella RAS

River Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	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
M32-C1	59	TR200	133.5	287.49	289.94	290.55	292.12	0.0365	6.54	20.41	9.9	1.46
M33-C2	30	TR200	133.5	286.82	289.88	289.88	291.12	0.017927	4.94	27	11.0	1.01
M34-C3	10	TR200	133.5	286.72	289.2	289.49	290.54	0.02107	5.21	26.76	15.7	1.15
C4 monte	5	TR200	133.5	285.20	286.38	287.17	289.08	0.080614	7.28	18.33	16.1	2.18
	4.9		Bridge									
C4 valle	4.8	TR200	133.5	284.90	286.45	286.87	287.99	0.033503	5.5	24.26	16.3	1.44
C6	4	TR200	133.5	284.06	286.24	286.24	287.13	0.014734	4.18	31.93	18.1	1
C8	3	TR200	133.5	282.97	285.2	285.35	286.25	0.018593	4.55	29.53	18.5	1.13
C10	2	TR200	133.5	282.13	284.53	284.48	285.5	0.013667	4.37	30.83	17.2	0.95
C12	1	TR200	133.5	281.59	283.91	283.91	284.88	0.014879	4.36	30.58	15.8	1
C0	0	TR200	133.5	279.85	282.39	282.68	283.77	0.024228	5.2	25.67	14.0	1.23

Tabella 6-3. T. Faidana – Scenario cantiere – Tratto cantiere - Tabella RAS Bridge

River Reach	River Sta	Profile	E.G. Elev (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)
Faidana	10	TR200	290.54	289.2	289.49
Faidana	5	TR200	289.08	286.38	287.17
Faidana	4.9 BR U	TR200	289.05	286.44	287.21
Faidana	4.9 BR D	TR200	288.01	286.59	286.91
Faidana	4.8	TR200	287.99	286.45	286.87
Faidana	4	TR200	287.13	286.24	286.24

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
 PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
 AD UNICA CARREGGIATA
 1° LOTTO FUNZIONALE
 PERIZIA DI VARIANTE TECNICA**

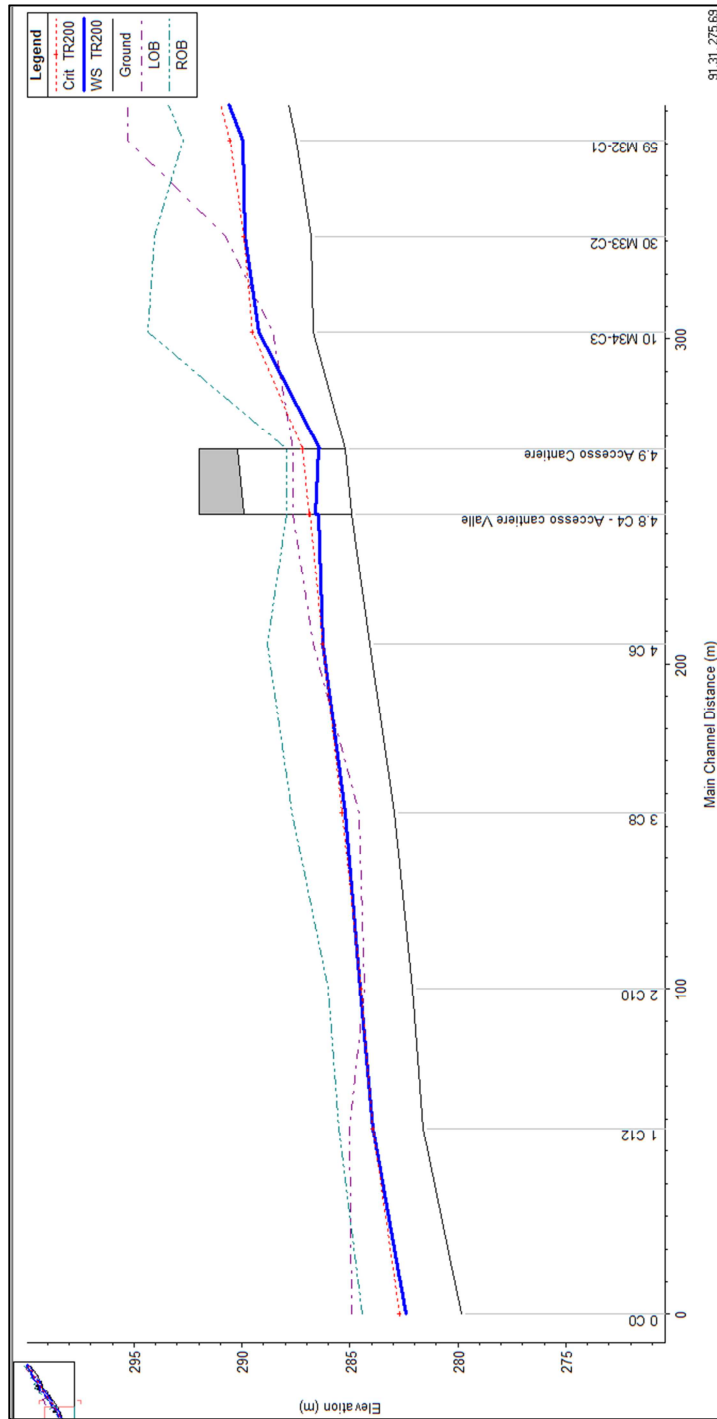


Figura 6-8. T. Faidana monte – Scenario cantiere – Tratto cantiere - Profilo RAS

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
 PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
 AD UNICA CARREGGIATA
 1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA

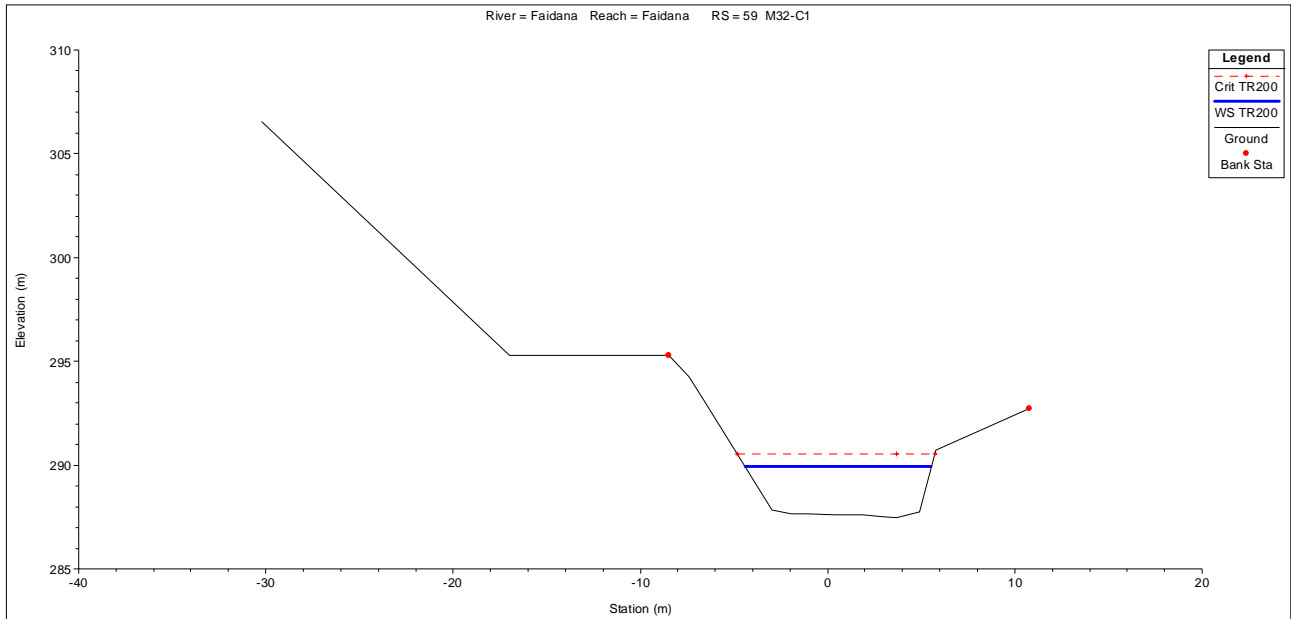


Figura 6-9. T. Faidana monte – Scenario cantiere - Sezione RAS – Sezione C1 - Inizio tratto

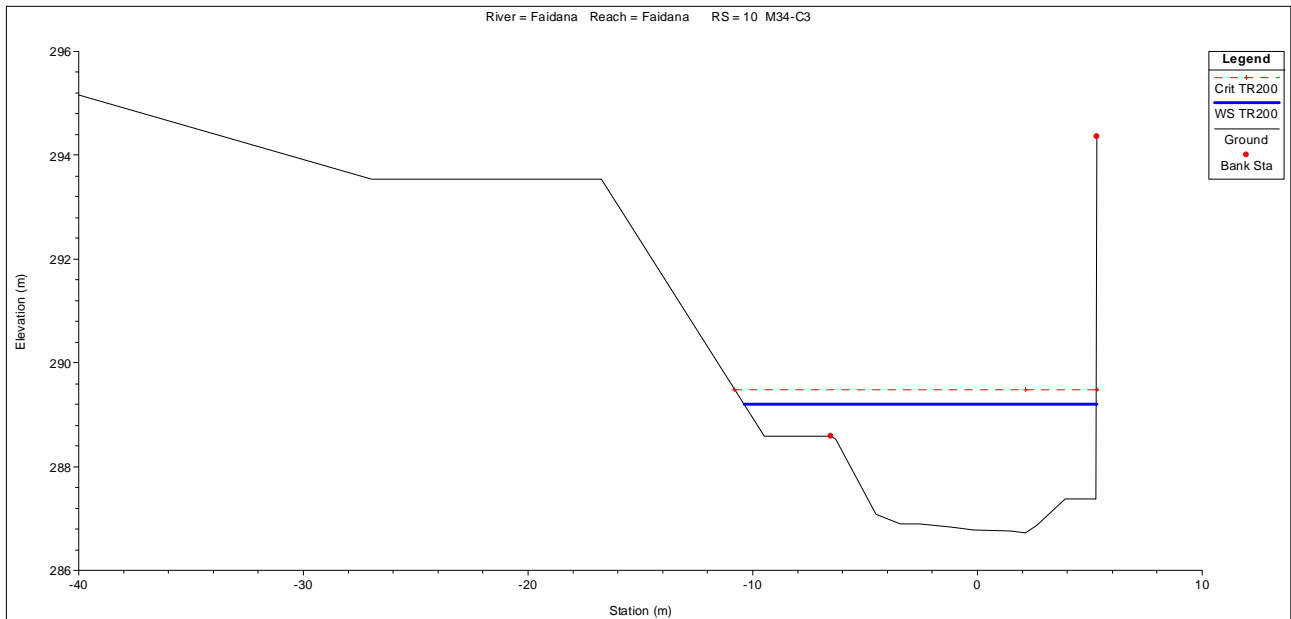


Figura 6-10. T. Faidana monte – Scenario cantiere - Sezione RAS – Sezione C3

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
 PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
 AD UNICA CARREGGIATA
 1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA

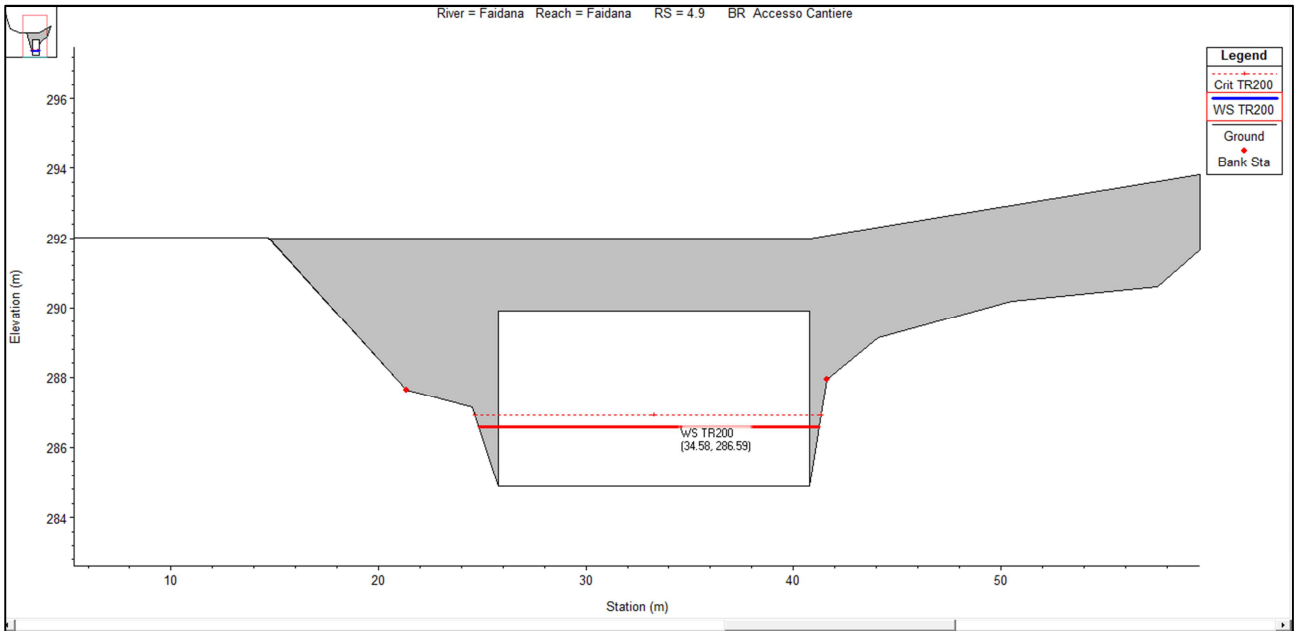


Figura 6-11. T. Faidana monte – Scenario cantiere - Sezione RAS – Accesso cantiere (sez.C4 – Bridge DS)

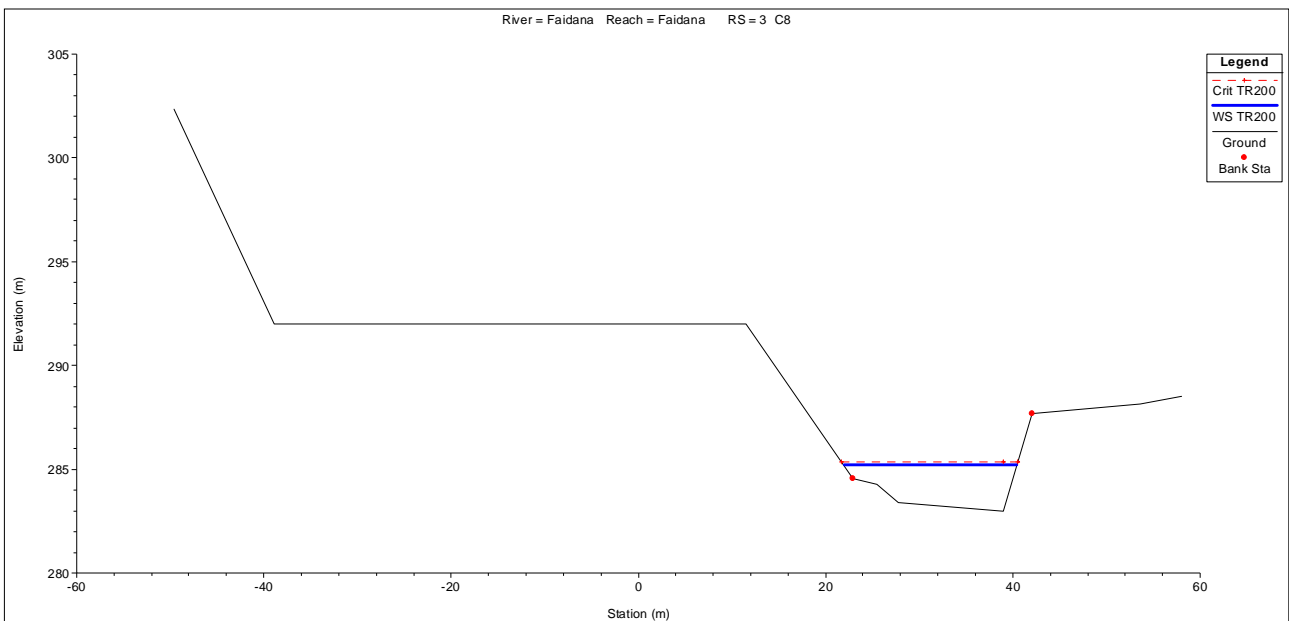


Figura 6-12. T. Faidana monte – Scenario cantiere - Sezione RAS – Sezione C8

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
 PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
 AD UNICA CARREGGIATA
 1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA

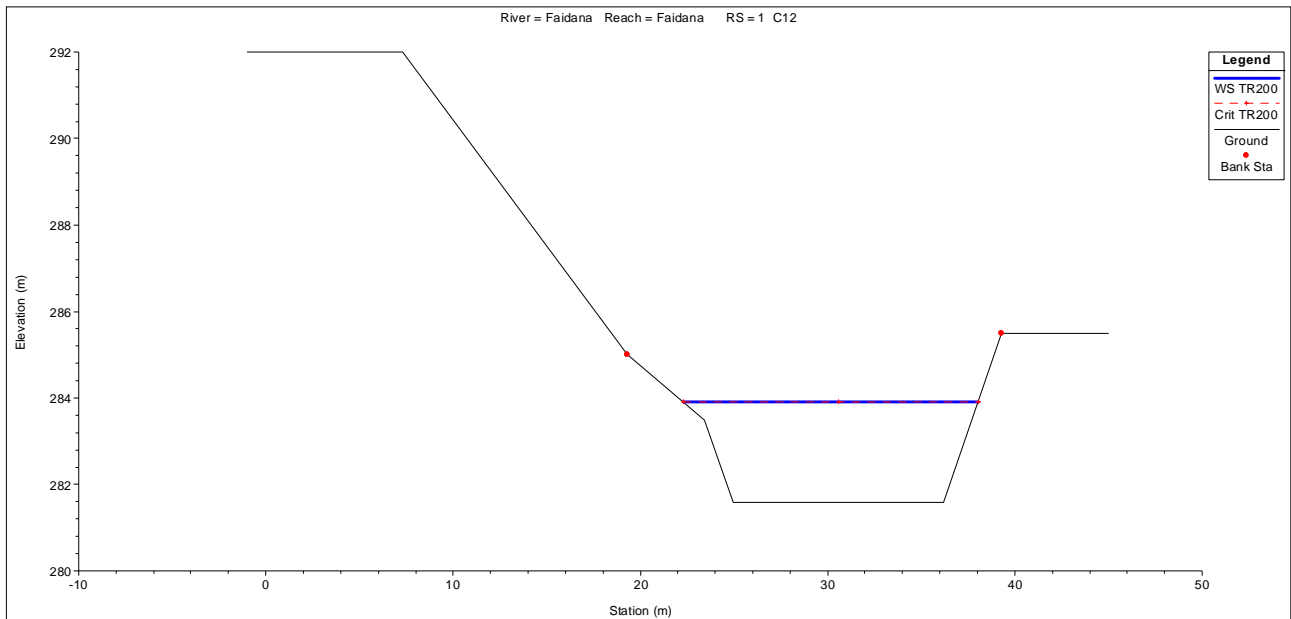


Figura 6-13. T. Faidana monte – Scenario cantiere - Sezione RAS – Sezione C12

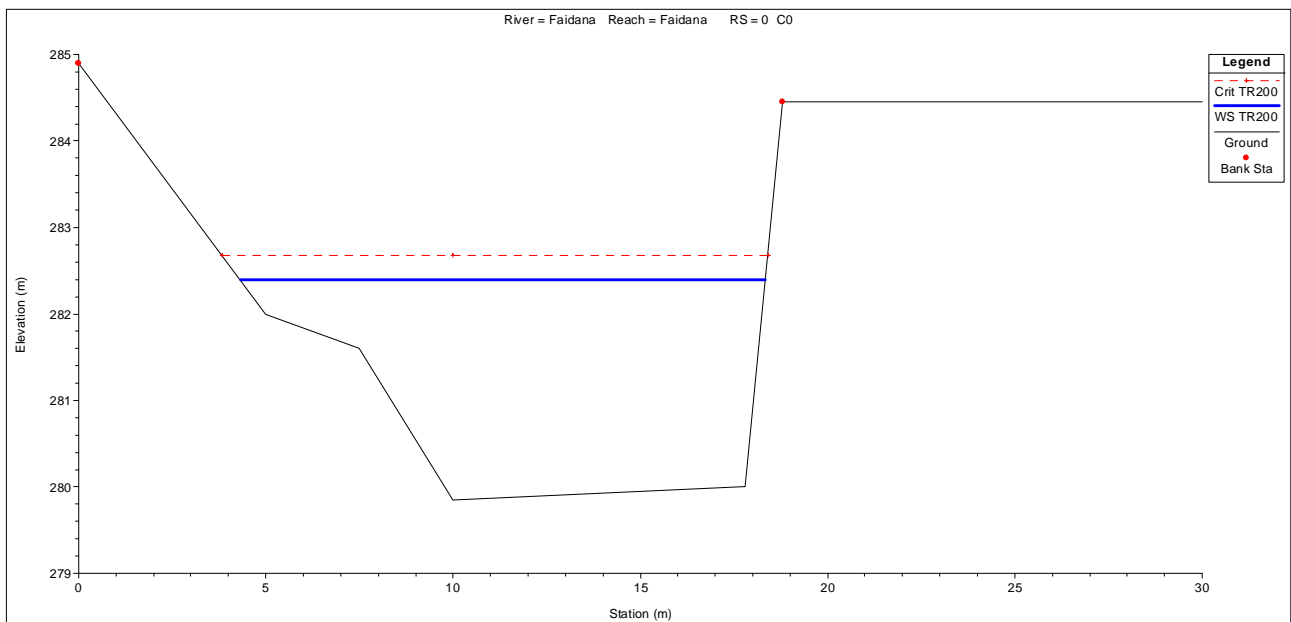


Figura 6-14. T. Faidana monte – Scenario cantiere - Sezione RAS – Sezione C0 – Fine modello

7 CANALE DI GUARDIA PERIMETRALE CANTIERE E INTERFERENZA FOSSO D

7.1 DESCRIZIONE INTERVENTO PROGETTUALE

Il cantiere in oggetto, dal lato Sud, è esposto al ruscellamento delle acque provenienti dal versante collinare che ne delimita il perimetro; in alcuni tratti, il versante sarà riprofilato al fine di renderlo compatibile con la presenza del cantiere stesso.

Le acque meteoriche, provenienti dal versante, attualmente afferiscono in t. Faidana; sono interessate anche alcune incisioni facenti parte del sistema di ramificazioni del Fosso Livetti, tra cui l'incisione C, già individuata in relazione IDR0059.

Per preservare il cantiere dal ruscellamento del versante e delle incisioni C e minori, è prevista la realizzazione di un canale di guardia, posto immediatamente al piede della scarpata insistente sul piazzale del cantiere, e disposto lungo il perimetro sud dell'area del cantiere stesso.

La Figura 7-1 mostra la posizione planimetrica del canale di guardia (linea azzurra continua) e delle altre linee di drenaggio, ante realizzazione delle viabilità principale e secondarie in progetto.

Si nota, in corrispondenza dell'incisione C, la previsione di un manufatto di intercettazione delle portate, schematizzato con un quadro azzurro.

A fine canale si evidenzia con linea tratteggiata lo scatolare di scarico in t. Faidana, a valle del pozzetto di salto previsto (schematizzato con quadro azzurro)

Le due incisioni minori, poste a Ovest dell'incisione C, sono intercettate dal canale di guardia in progetto, mediante pozzetti di salto. Nella parte ad Est dell'incisione C, non sono evidenziabili vere e proprie incisioni definite.

La Figura 7-2 mostra la posizione planimetrica del canale e delle altre linee di drenaggio dopo la realizzazione delle viabilità principale e secondaria in progetto.

Si nota come la linea di drenaggio dell'incisione C venga caricata dal Fosso di guardia C est, afferente da Est, all'altezza della viabilità principale (a monte berlinese), e, più a valle, dal fosso di drenaggio della viabilità secondaria, afferente da ovest; esso va ad intercettare gran parte del bacino di monte che precedentemente afferiva in canale di guardia del cantiere da ruscellamento.

RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE
PERIZIA DI VARIANTE TECNICA

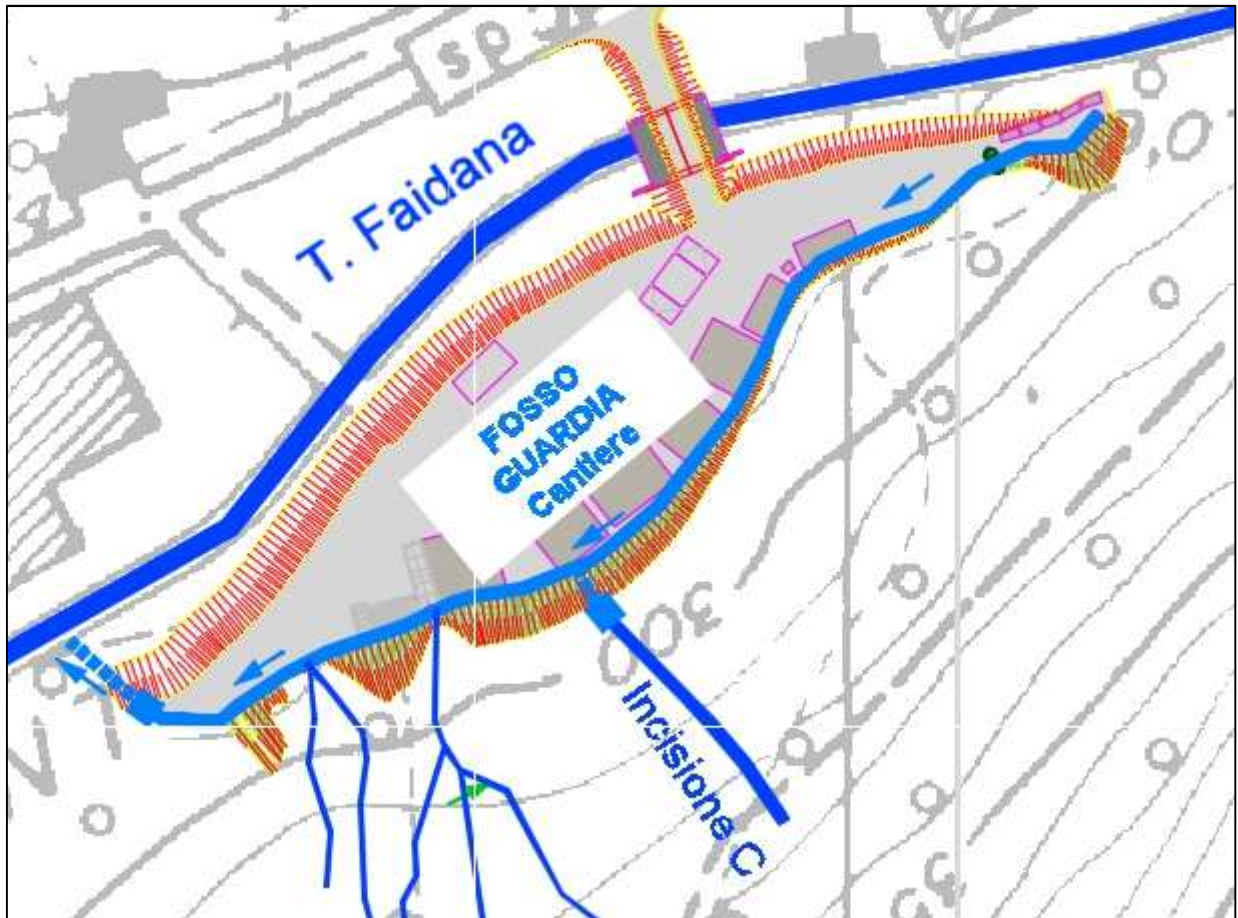


Figura 7-1. Canale guardia cantiere – Individuazione linee drenaggio (ante realizzazione delle viabilità principali e secondarie)

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA

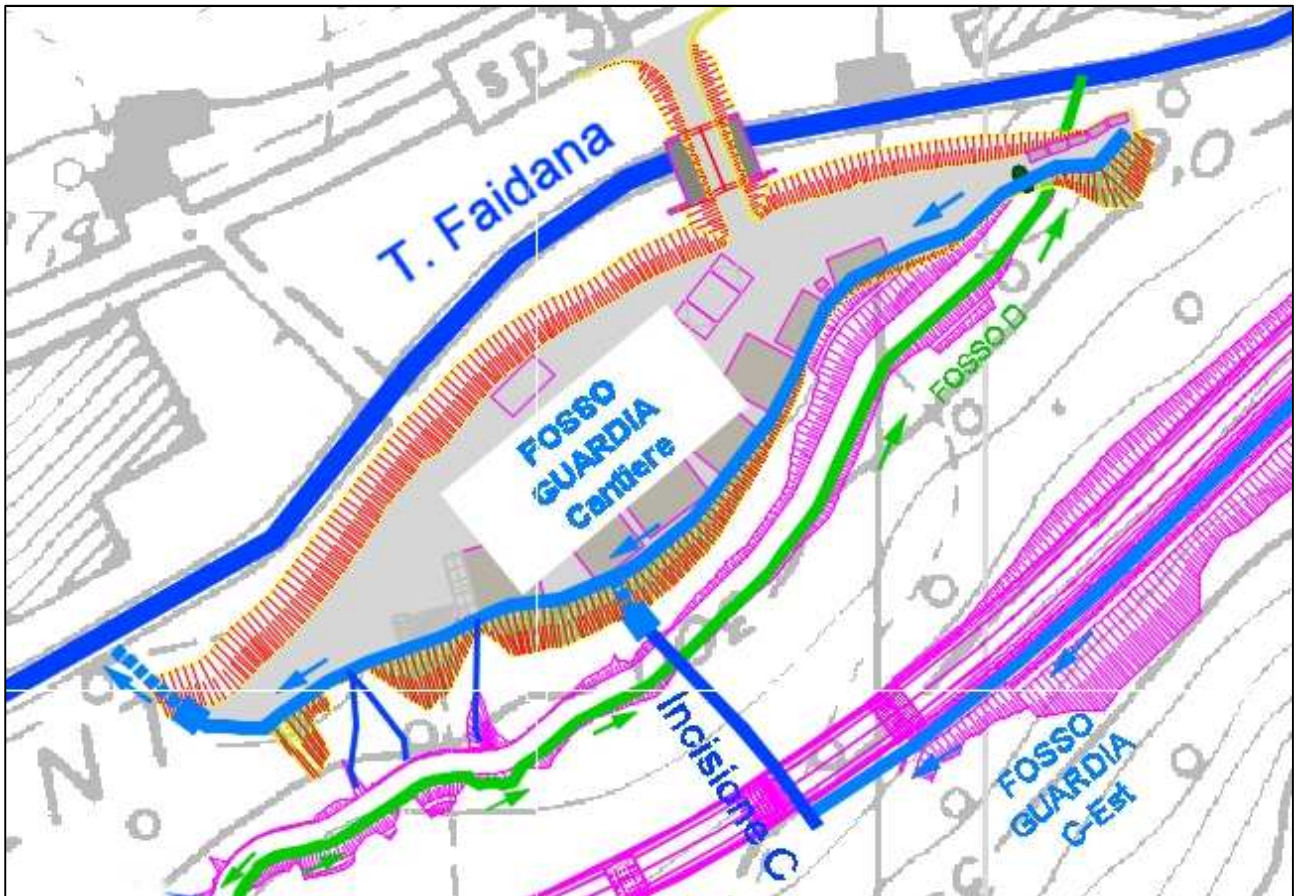


Figura 7-2. Canale guardia cantiere – Individuazione linee drenaggio (dopo la realizzazione delle viabilità principali e secondarie)

Il canale di guardia a presidio del cantiere ha forma ad U, è realizzato in c.a. ed è suddiviso in tre tratti, con le seguenti dimensioni interne utili al deflusso:

- Tratto1: 150 cm x 150 cm, nel tratto iniziale tra le sezioni di progetto 1 e 5 (primi 68+52 m)
- Tratto 2: 200 cm x 165 cm, nel tratto intermedio tra la sezione 5 e la confluenza con l'incisione C (62 m a valle del precedente tratto);
- Tratto 3: 200 x 200 cm, nel tratto terminale a valle della confluenza con l'incisione C (ultimi 105 m).

Dal lato interno cantiere, si prevede l'innalzamento del muro del canale di 1 m al fine di evitare il possibile effetto di "salto" del canale da parte dell'acqua ruscellante ad alta velocità dal versante.

Il canale evolve dall'angolo Nord-Est verso l'angolo Sud-Ovest del cantiere, ove sarà realizzato un pozzetto di salto collegato ad uno scatolare di scarico in t. Faidana.

Il pozzetto di salto ha forma pentagonale in pianta, larghezza massima 3 m e copre un dislivello di circa 5.8 m. Al fondo è previsto un rivestimento in massi annegati nel calcestruzzo e approfondimento di 1 m rispetto all'imbocco dello scatolare di valle.

Il manufatto scatolare ha luce di base 2 m e altezza utile 2.5 m, lunghezza 18 m e pendenza di fondo pari a 0.25%.

Lo scarico avviene a quota 283.95 m s.m.m., 5 cm al di sopra del livello duecentennale del T. Faidana nel punto, estrapolato dai risultati di cui in § 6.6.

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA

In corrispondenza dell'incisione C, vista l'afferenza di un consistente contributo di portata da monte, si prevede di andare ad intercettare in quota, al di sopra della scarpata del cantiere (a monte), tale contributo, prima che ruscelli lungo la scarpata stessa.

Sarà realizzato un manufatto in c.a. costituito da una vasca di sedimentazione di monte profonda 1 m, lunga 2,10 m e larga 3 m, posta alla quota alta sopra scarpata, collegata con un pozzetto di salto di luce interna 3 m x 2 m che copre un dislivello di 13 m circa, tra l'ingresso di monte e la quota di scorrimento dello scatolare di attraversamento al di sotto della scarpata; tale manufatto scatolare è in c.a. prefabbricato, ha sezione 3 m x 2 m ed è lungo 16 m circa. Esso va a scaricare direttamente nel canale perimetrale del cantiere.

Il sistema vasca di sedimentazione – pozzetto di salto e manufatto scatolare - canale guardia - scarico finale in t. Faidana, previsto nell'ambito della presente sistemazione a protezione del cantiere, è congruente e va a completare, di fatto, la linea di drenaggio dell'Incisione C prevista in IDR0059, a cui è integrato dal punto di vista progettuale.

Le valutazioni idrauliche relative al canale perimetrale di guardia del cantiere sono state realizzate in moto uniforme, vista l'uniformità delle sezioni trasversali ad U del canale stesso lunghi i vari tratti.

I gradi di riempimento variano a seconda del tratto; il franco idraulico fra livello idrico relativo alla piena duecentennale e testa canale è sempre superiore a 1 m.

Per quanto riguarda l'interferenza con il Fosso D, si prevede la realizzazione di un pozzetto di salto di dimensioni planimetriche 2 m x 2.8 m (lunghezza media) alto 2.60 m, posto immediatamente a monte del canale di guardia del cantiere, che raccoglie le acque provenienti dal fosso D (dimensioni di base 50 cm, altezza 50, scarpa 1 / 1), e le veicola direttamente nel canale di guardia del cantiere.

Questo sistema di smaltimento del fosso D (pozzetto di salto) verrà rimosso a fine cantiere per lasciar spazio alla sistemazione a cielo aperto del fosso prevista in IDR0059, che corrisponde allo stato finale dell'opera (canale trapezio rivestito in materassi tipo Reno).

Le seguenti figure mostrano alcuni dettagli progettuali dell'opera. Si rimanda alle tavole di progetto per ogni approfondimento in merito.

RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA

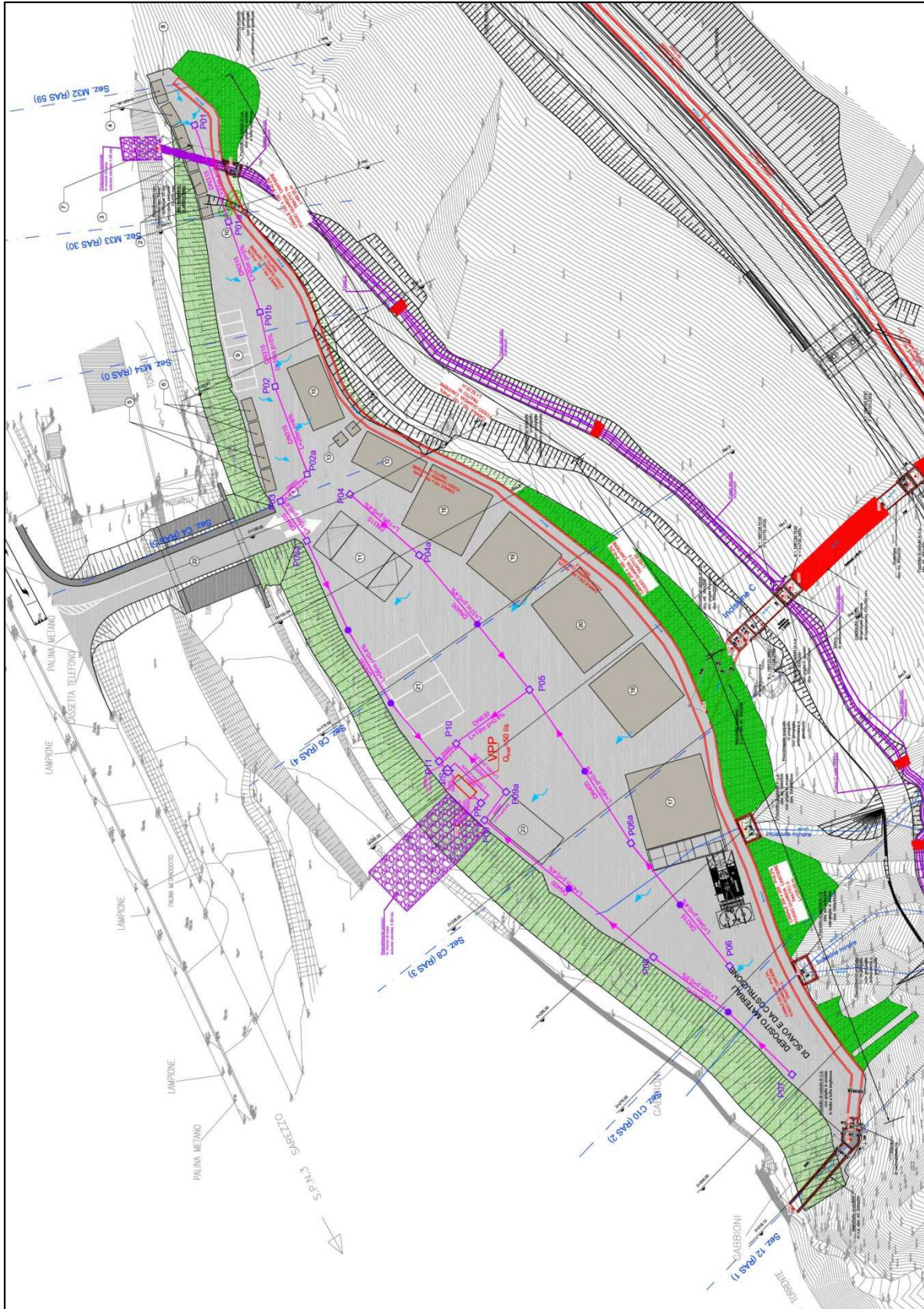


Figura 7-3. Canale di guardia ed opere accessorie Cantiere – Planimetria di progetto

RACCORDO AUTOSTRADE TRAM L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO - LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA

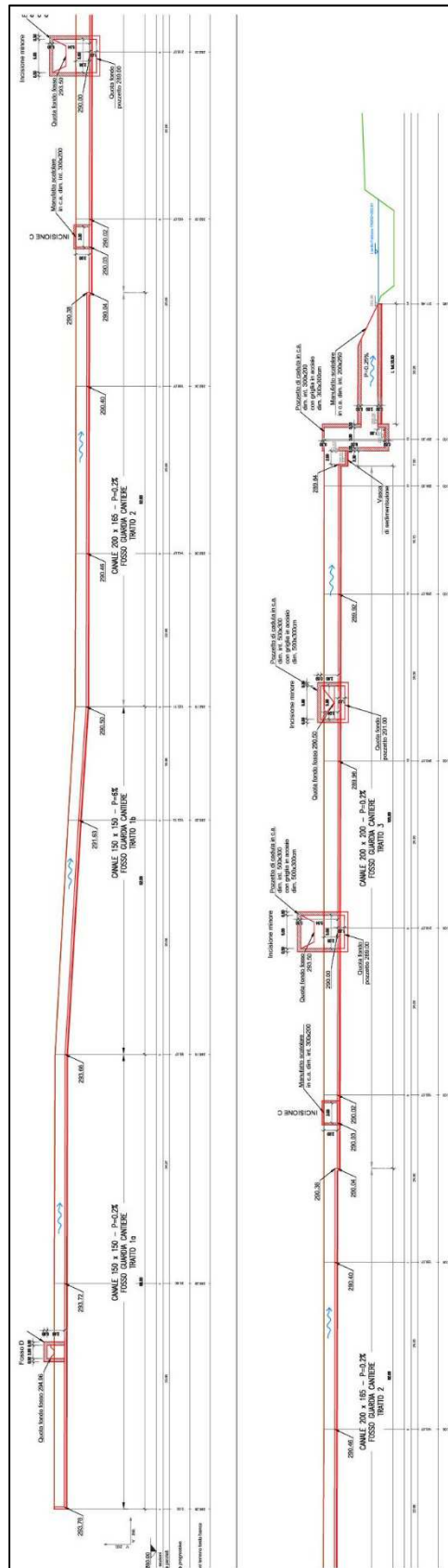


Figura 7-4. Canale di guardia Cantiere – Sezione longitudinale

RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE
PERIZIA DI VARIANTE TECNICA



Figura 7-5. Canale di guardia Cantiere – Sezione trasversale

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
 PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
 AD UNICA CARREGGIATA
 1° LOTTO FUNZIONALE
 PERIZIA DI VARIANTE TECNICA**

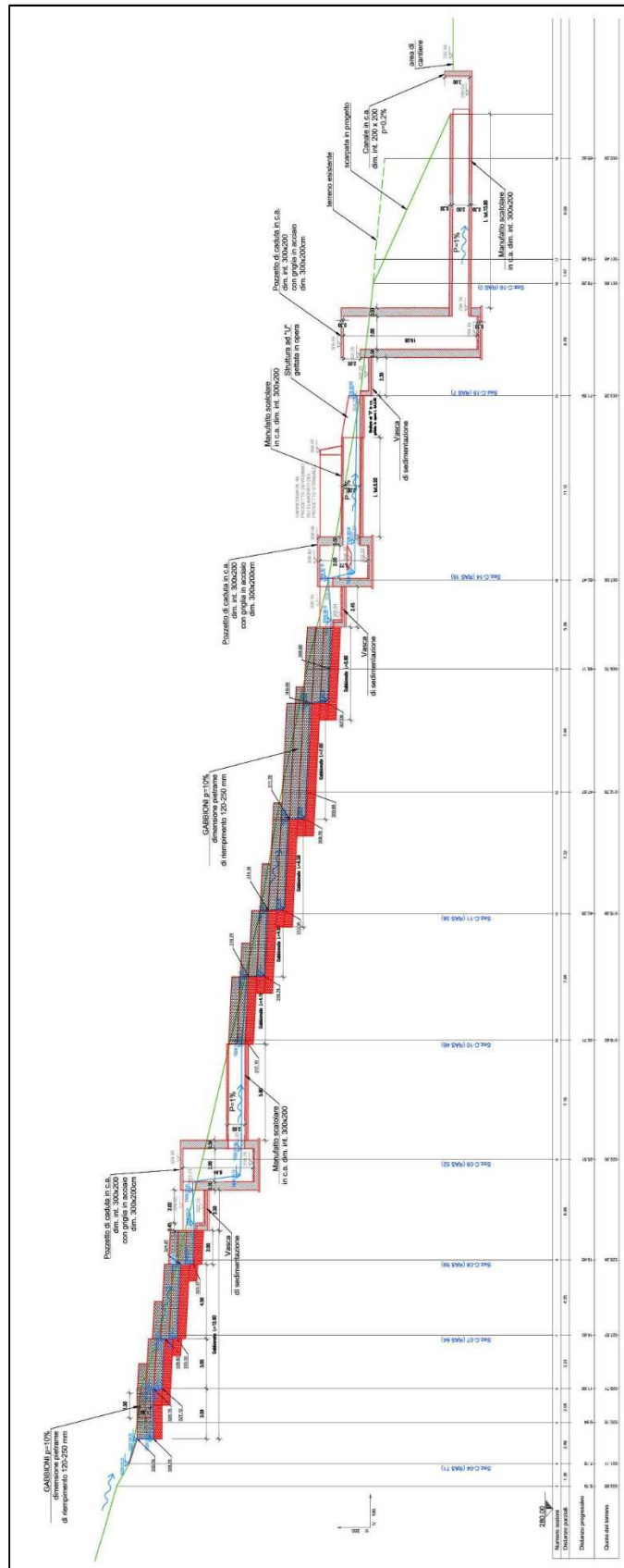


Figura 7-6. Sistemazione Incisione C – Sezione longitudinale

RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA

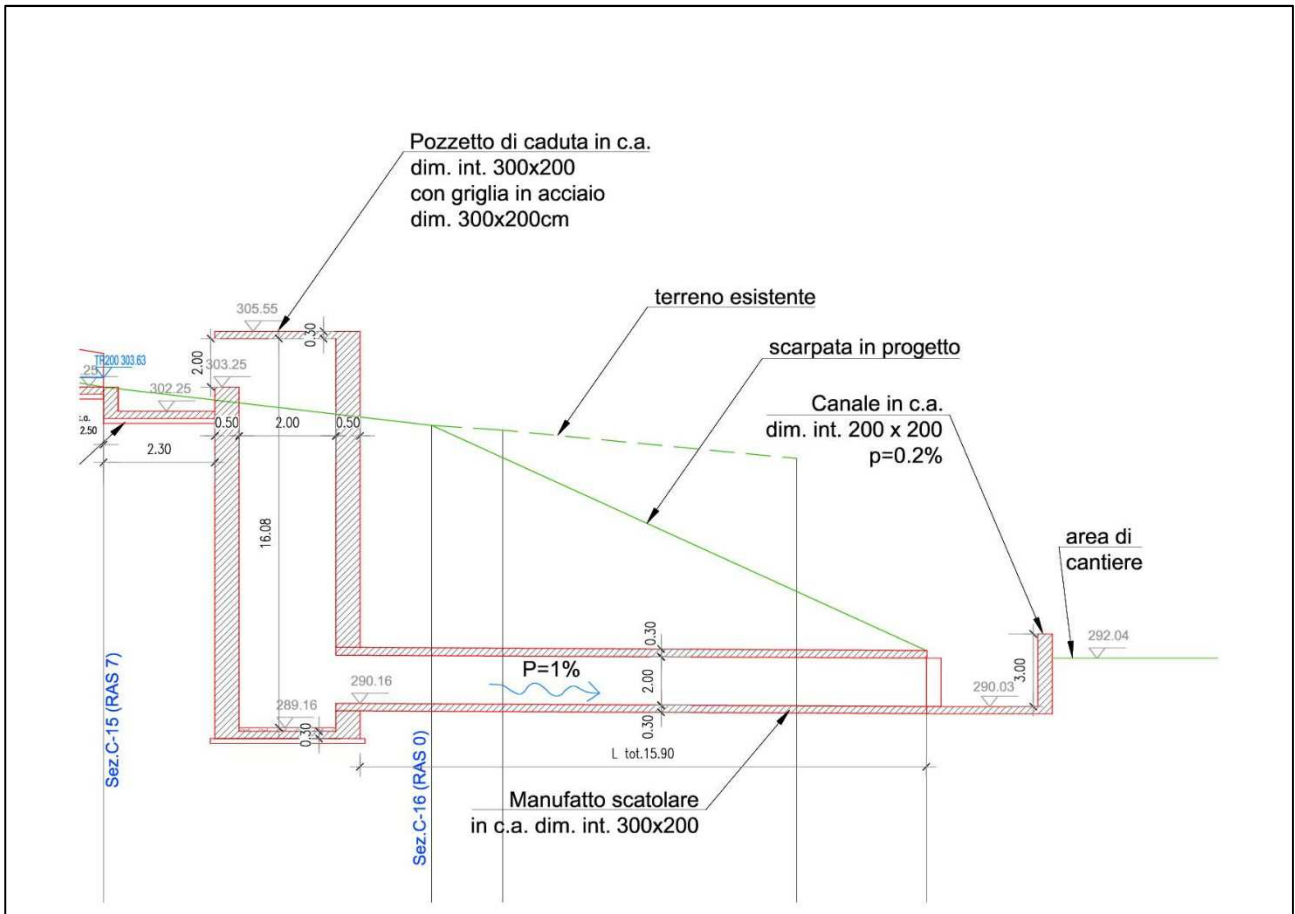


Figura 7-7. Sistemazione Incisione C – Sezione longitudinale – Tratto immediatamente a monte cantiere

7.2 CALCOLO PORTATA DI PIENA CANALE DI GUARDIA CANTIERE

La Figura 7-8 mostra l'estensione planimetrica dei tre sotto-bacini afferenti al canale di guardia del cantiere, i quali contribuiscono, progressivamente da monte verso valle, all'incremento delle portate nel canale di guardia stesso.

I sotto-bacini corrispondono a tre tratti in cui è stato suddiviso il canale.

La valutazione delle superfici dei sotto-bacini e delle conseguenti portate afferenti in canale di guardia verrà eseguita in configurazione attuale, con il solo cantiere presente e senza la presenza delle viabilità principale e secondaria in progetto e delle loro linee di drenaggio.

Questa situazione è la più cautelativa in quanto, quando esse saranno realizzate, una parte del contributo afferente all'area di cantiere sarà indirizzato da altre linee di drenaggio al di fuori del canale di guardia del cantiere.

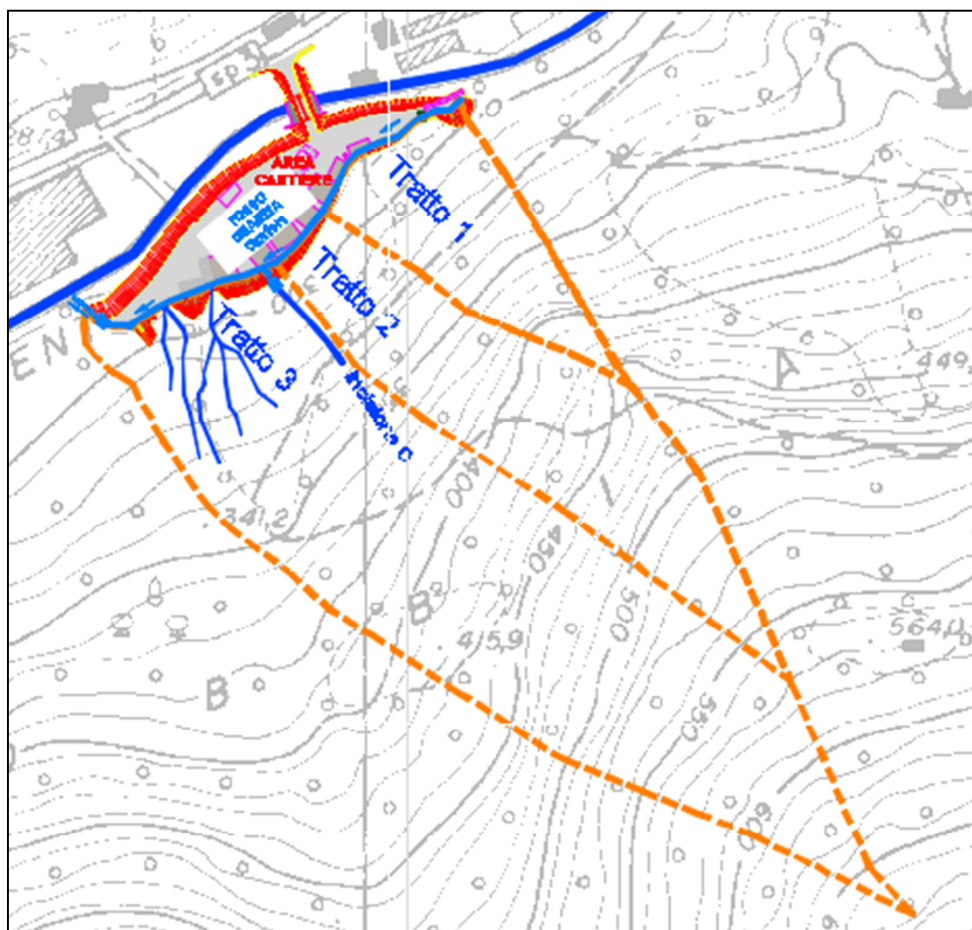


Figura 7-8. Canale di guardia cantiere – Bacini

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA

Nelle schede seguenti sono riportati i calcoli del tempo di corrivazione, utilizzando le formulazioni di Giandotti, Pezzoli, Ventura e Pasini, e le portate di riferimento per i tratti analizzati

Per quanto riguarda il bacino afferente al tratto 1, è stato valutato un tempo di corrivazione pari a 0.02 ore circa e una portata per tempo di ritorno 200 anni pari a 0.72 m³/s.

Per quanto riguarda il bacino afferente al tratto 2, è stato valutato un tempo di corrivazione pari a 0.03 ore circa e una portata per tempo di ritorno 200 anni pari a 1.81 m³/s.

Per quanto riguarda il bacino afferente al tratto 3, è stato valutato un tempo di corrivazione pari a 0.06 ore circa e una portata per tempo di ritorno 200 anni pari a 3.37 m³/s.

CANALE CANTIERE (TRATTO 1) - VALUTAZIONE DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE DEL BACINO

A seguito si riporta il calcolo del tempo di corrivazione del bacino eseguito utilizzando quattro fra le formule empiriche esistenti in letteratura.

In base ai risultati che si otterranno ed alla loro media, si valuterà il tempo di corrivazione da utilizzare nei calcoli idrologici delle portate di colmo di piena.

PARAMETRI DI INGRESSO	
S = Superficie del bacino	0.014 km ²
L = Lunghezza asta principale	0.230 km
H _{max} = Altitudine massima del bacino	460.0 m s.l.m.
H _{min} = Altitudine sezione di chiusura	293.0 m s.l.m.
H _{med} = Altitudine media del bacino	330.0 m s.l.m.
i _m = Pendenza media asta	0.7261 m/m

Formula di Giandotti

$$T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5 \cdot L}{0.8\sqrt{H_{med} - H_{min}}} = 0.17 \text{ ore}$$

Formula di Pezzoli

Metodo tarato per supefici inferiori a 20 Km²

$$T_c = \frac{0.055 \cdot L}{\sqrt{i_m}} = 0.015 \text{ ore}$$

Formula di Ventura

Metodo tarato per supefici inferiori a 40 Km²

$$T_c = 0.1272 \cdot \left(\frac{S}{i_m}\right)^{0.5} = 0.018 \text{ ore}$$

Formula di Pasini

Metodo tarato per supefici inferiori a 40 Km²

$$T_c = \frac{0.108(S \cdot L)^{0.33}}{i_m^{0.5}} = 0.019 \text{ ore}$$

Media dei valori ottenuti dalle formule per il calcolo del Tempo di Corrivazione: T_{c(med)} = 0.05 ore

Stima Tempo di Corrivazione adottata: 0.02 ore

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA

CANALE CANTIERE (TRATTO 1)

INTENSITÀ ISTANTANEA DI PIOGGIA E PORTATA AL COLMO ($T_r = 200$ anni)

Si considera la curva di intensità di pioggia relativa a tempi di pioggia superiori ad 1 h, la quale assume una forma del tipo:

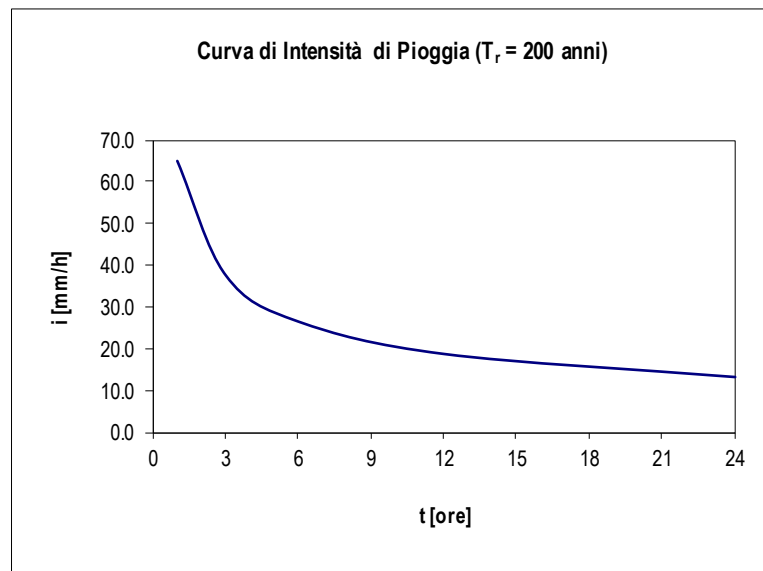
$$i = a \cdot t^{-n}$$

I valori sono:

$$a = 65.17$$

$$n = 0.500$$

Ne risulta la curva di Intensità istantanea di pioggia riportata a seguito:



Al tempo di corrivazione stimato per il bacino idrografico in oggetto (0.02 ore) corrisponde un valore dell'intensità di pioggia pari a: **460.8** mm/h

Dalla formula: $Q_c = 0,28 \cdot c \cdot i_T \cdot A$ si ricava il valore della portata al colmo stimata per il tempo di ritorno considerato.

Sostituendo i valori:

c = coefficiente di deflusso	0.4
i_{200} = intensità di pioggia relativa al $T_r = 200$ anni [mm/ora]	460.8
A = superficie del bacino [km ²]	0.014

risulta la portata al colmo di piena relativa a tempo di ritorno 200 anni (Q_{200}):

$$Q_{200} = 0.72 \text{ m}^3/\text{s}$$

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA

CANALE CANTIERE (TRATTO 2) - VALUTAZIONE DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE DEL BACINO

A seguito si riporta il calcolo del tempo di corrivazione del bacino eseguito utilizzando quattro fra le formule empiriche esistenti in letteratura.

In base ai risultati che si otterranno ed alla loro media, si valuterà il tempo di corrivazione da utilizzare nei calcoli idrologici delle portate di colmo di piena.

PARAMETRI DI INGRESSO

S = Superficie del bacino	0.043 km ²
L = Lunghezza asta principale	0.400 km
H _{max} = Altitudine massima del bacino	570.0 m s.l.m.
H _{min} = Altitudine sezione di chiusura	292.0 m s.l.m.
H _{med} = Altitudine media del bacino	420.0 m s.l.m.
i _m = Pendenza media asta	0.6950 m/m

Formula di Giandotti

$$T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5 \cdot L}{0.8\sqrt{H_{med} - H_{min}}} = 0.16 \text{ ore}$$

Formula di Pezzoli

Metodo tarato per supefici inferiori a 20 Km²

$$T_c = \frac{0.055 \cdot L}{\sqrt{i_m}} = 0.026 \text{ ore}$$

Formula di Ventura

Metodo tarato per supefici inferiori a 40 Km²

$$T_c = 0.1272 \cdot \left(\frac{S}{i_m}\right)^{0.5} = 0.032 \text{ ore}$$

Formula di Pasini

Metodo tarato per supefici inferiori a 40 Km²

$$T_c = \frac{0.108(S \cdot L)^{0.33}}{i_m^{0.5}} = 0.034 \text{ ore}$$

Media dei valori ottenuti dalle formule per il calcolo del Tempo di Corrivazione: $T_{c(med)} = 0.06$ ore

Stima Tempo di Corrivazione adottata: 0.03 ore

CANALE CANTIERE (TRATTO 2)

INTENSITÀ ISTANTANEA DI PIOGGIA E PORTATA AL COLMO ($T_r = 200$ anni)

Si considera la curva di intensità di pioggia relativa a tempi di pioggia superiori ad 1 h, la quale assume una forma del tipo:

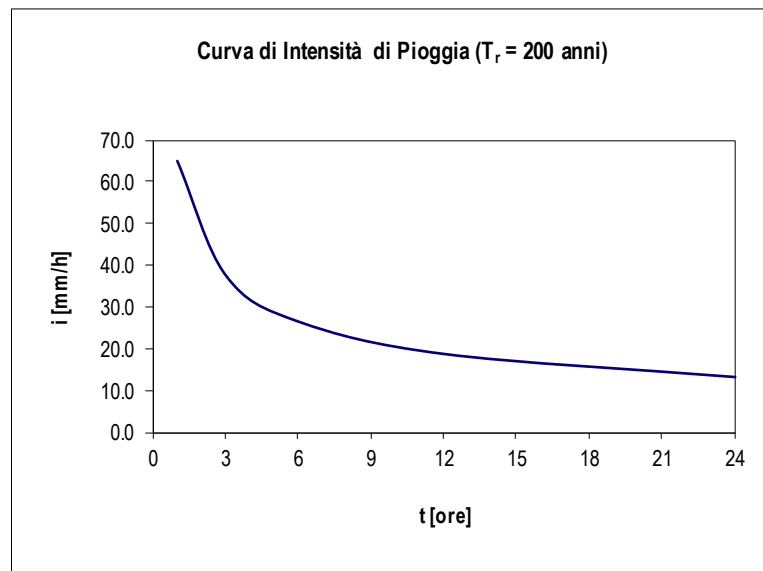
$$i = a \cdot t^{-n}$$

I valori sono:

$$a = 65.17$$

$$n = 0.500$$

Ne risulta la curva di Intensità istantanea di pioggia riportata a seguito:



Al tempo di corrivazione stimato per il bacino idrografico in oggetto (0.03 ore) corrisponde un valore dell'intensità di pioggia pari a: **376.3** mm/h

Dalla formula: $Q_c = 0,28 \cdot c \cdot i_T \cdot A$ si ricava il valore della portata al colmo stimata per il tempo di ritorno considerato.

Sostituendo i valori:

c = coefficiente di deflusso	0.4
i_{200} = intensità di pioggia relativa al $T_r = 200$ anni [mm/ora]	376.3
A = superficie del bacino [km ²]	0.043

risulta la portata al colmo di piena relativa a tempo di ritorno 200 anni (Q_{200}):

$$Q_{200} = 1.81 \text{ m}^3/\text{s}$$

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA

CANALE CANTIERE (TRATTO 3) - VALUTAZIONE DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE DEL BACINO

A seguito si riporta il calcolo del tempo di corrivazione del bacino eseguito utilizzando quattro fra le formule empiriche esistenti in letteratura.

In base ai risultati che si otterranno ed alla loro media, si valuterà il tempo di corrivazione da utilizzare nei calcoli idrologici delle portate di colmo di piena.

PARAMETRI DI INGRESSO

S = Superficie del bacino	0.113 km ²
L = Lunghezza asta principale	0.600 km
H _{max} = Altitudine massima del bacino	670.0 m s.l.m.
H _{min} = Altitudine sezione di chiusura	292.0 m s.l.m.
H _{med} = Altitudine media del bacino	420.0 m s.l.m.
i _m = Pendenza media asta	0.6300 m/m

Formula di Giandotti

$$T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5 \cdot L}{0.8\sqrt{H_{med} - H_{min}}} = 0.25 \text{ ore}$$

Formula di Pezzoli

Metodo tarato per supefici inferiori a 20 Km²

$$T_c = \frac{0.055 \cdot L}{\sqrt{i_m}} = 0.042 \text{ ore}$$

Formula di Ventura

Metodo tarato per supefici inferiori a 40 Km²

$$T_c = 0.1272 \cdot \left(\frac{S}{i_m}\right)^{0.5} = 0.054 \text{ ore}$$

Formula di Pasini

Metodo tarato per supefici inferiori a 40 Km²

$$T_c = \frac{0.108(S \cdot L)^{0.33}}{i_m^{0.5}} = 0.056 \text{ ore}$$

Media dei valori ottenuti dalle formule per il calcolo del Tempo di Corrivazione: T_{c(med)} = 0.10 ore

Stima Tempo di Corrivazione adottata: 0.06 ore

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
 PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
 AD UNICA CARREGGIATA
 1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA

CANALE CANTIERE (TRATTO 3)

INTENSITÀ ISTANTANEA DI PIOGGIA E PORTATA AL COLMO ($T_r = 200$ anni)

Si considera la curva di intensità di pioggia relativa a tempi di pioggia superiori ad 1 h, la quale assume una forma del tipo:

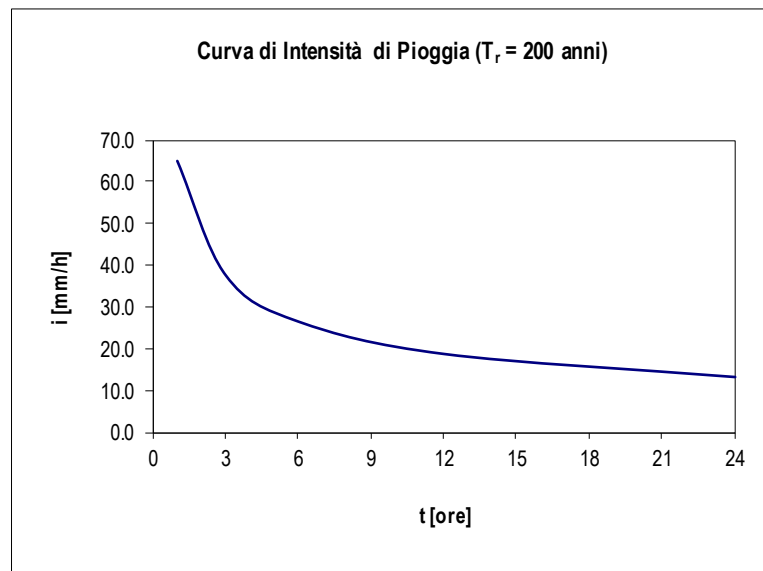
$$i = a \cdot t^{-n}$$

I valori sono:

$$a = 65.17$$

$$n = 0.500$$

Ne risulta la curva di Intensità istantanea di pioggia riportata a seguito:



Al tempo di corrivazione stimato per il bacino idrografico in oggetto (0.06 ore) corrisponde un valore dell'intensità di pioggia pari a: **266.1** mm/h

Dalla formula: $Q_c = 0,28 \cdot c \cdot i_T \cdot A$ si ricava il valore della portata al colmo stimata per il tempo di ritorno considerato.

Sostituendo i valori:

c = coefficiente di deflusso	0.4
i_{200} = intensità di pioggia relativa al $T_r = 200$ anni [mm/ora]	266.1
A = superficie del bacino [km ²]	0.113

risulta la portata al colmo di piena relativa a tempo di ritorno 200 anni (Q_{200}):

$$Q_{200} = 3.37 \text{ m}^3/\text{s}$$

7.3 VERIFICA CANALE DI GUARDIA CANTIERE

Nel presente paragrafo si verifica l'idoneità dei tre tratti del canale di guardia previsti.

Nel tratto 1 il canale ha dimensioni 150 cm x 150 cm (tra le sezioni di progetto 1 e 5); esso si sviluppa per 68 m con pendenza 0.2% (tratto 1a) e per i successivi 52 m con pendenza 6% (tratto 1b) e ha portata di riferimento pari a 0.73 m³/s.

Nel tratto 2 il canale ha dimensioni 200 cm x 165 cm (tratto intermedio tra la sezione 5 e la confluenza con l'incisione C), si sviluppa per 62 m con pendenza 0.2% e ha portata di riferimento pari a 1.81 m³/s.

Nel tratto 3 il canale ha dimensioni 200 cm x 200 cm (tratto terminale a valle della confluenza con l'incisione C), si sviluppa per 105 m con pendenza 0.2% e ha portata di riferimento pari a 3.37 m³/s.

La verifica relativa a questo ultimo tratto vale anche per lo scatolare di scarico in t. Faidana, che ha pendenza pari a 0.25%, larghezza di base 200 cm ed altezza 250 cm.

Le valutazioni idrauliche relative al canale perimetrale di guardia del cantiere sono state realizzate in moto uniforme, vista l'uniformità delle sezioni trasversali ad U del canale stesso lunghi i vari tratti.

Seguono le schede di calcolo che mostrano come il canale sia adeguato al deflusso della portata.

Il franco di sicurezza sulla portata duecentennale si mantiene sempre al di sopra di 1 m.

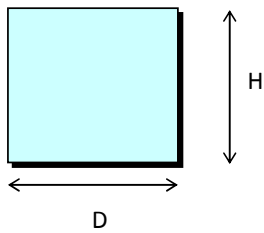
**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA

Canale Cantiere - Tratto 1a (sez 1-3)

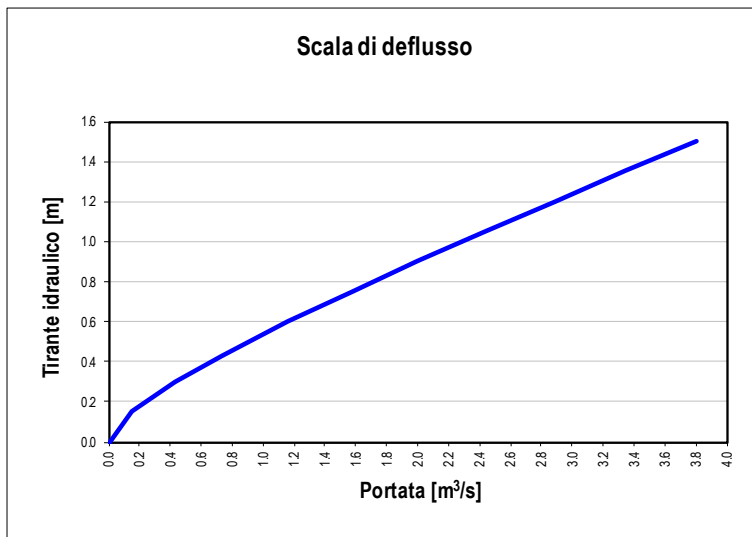
$(Q_{rit}=0.73 \text{ m}^3/\text{s})$

Base rettangolo (D): 1.50 m
 Altezza rettangolo (H): 1.50 m
 Coefficiente di scabrezza: 60 $\text{m}^{1/3}/\text{s}$
 Pendenza del fondo: 0.2 %



Tirante idraulico [m]	Sezione bagnata [m ²]	Perimetro bagnato [m]	Portata [m ³ /s]	Velocità [m/s]
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.15	0.23	1.80	0.15	0.67
0.30	0.45	2.10	0.43	0.96
0.43	0.65	2.36	0.73	1.13
0.60	0.90	2.70	1.16	1.29
0.75	1.13	3.00	1.57	1.40
0.90	1.35	3.30	2.00	1.48
1.05	1.58	3.60	2.44	1.55
1.20	1.80	3.90	2.88	1.60
1.35	2.03	4.20	3.34	1.65
1.50	2.25	4.50	3.80	1.69

Scala di deflusso

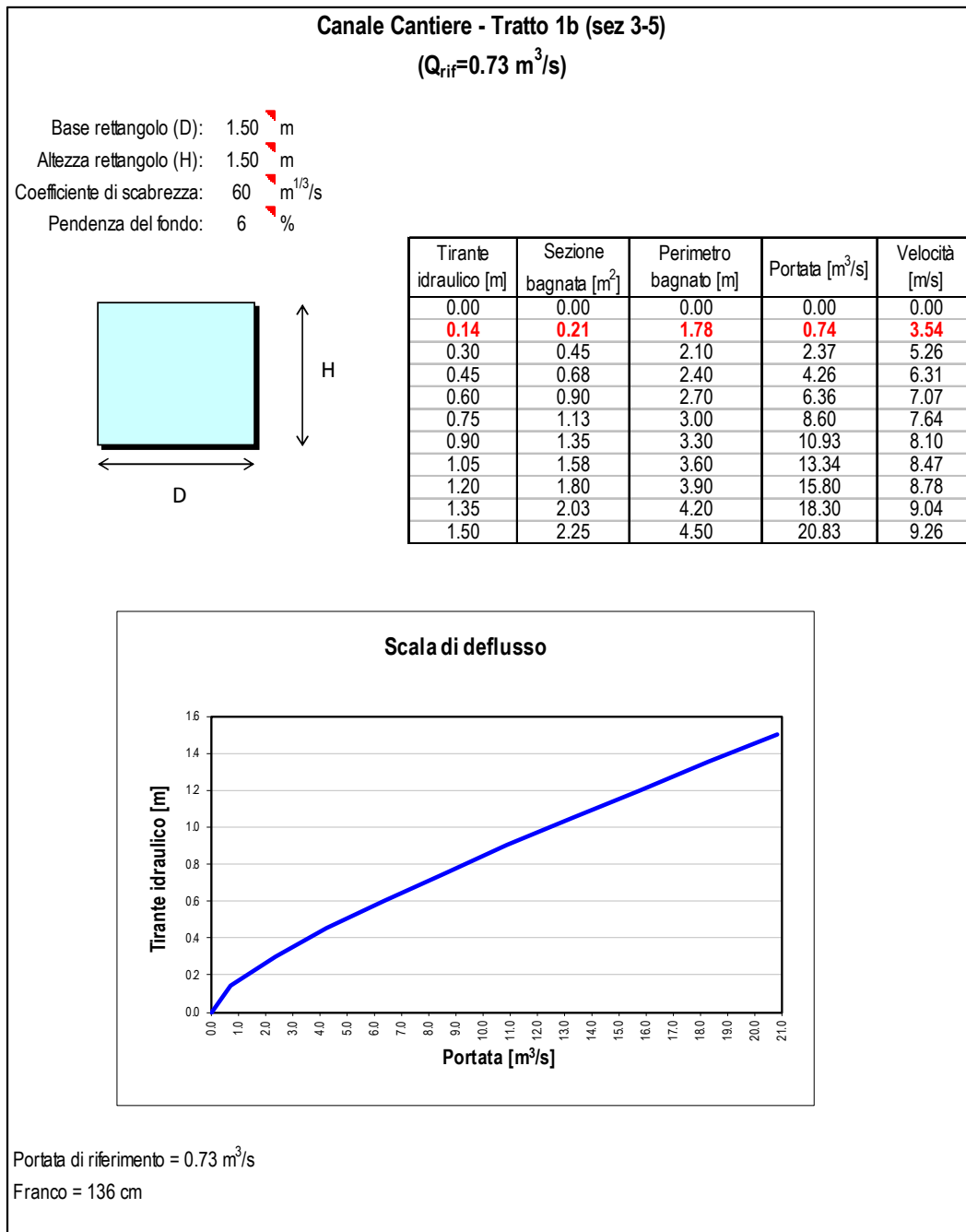


Portata di riferimento = 0.73 m^3/s

Franco = 106 cm

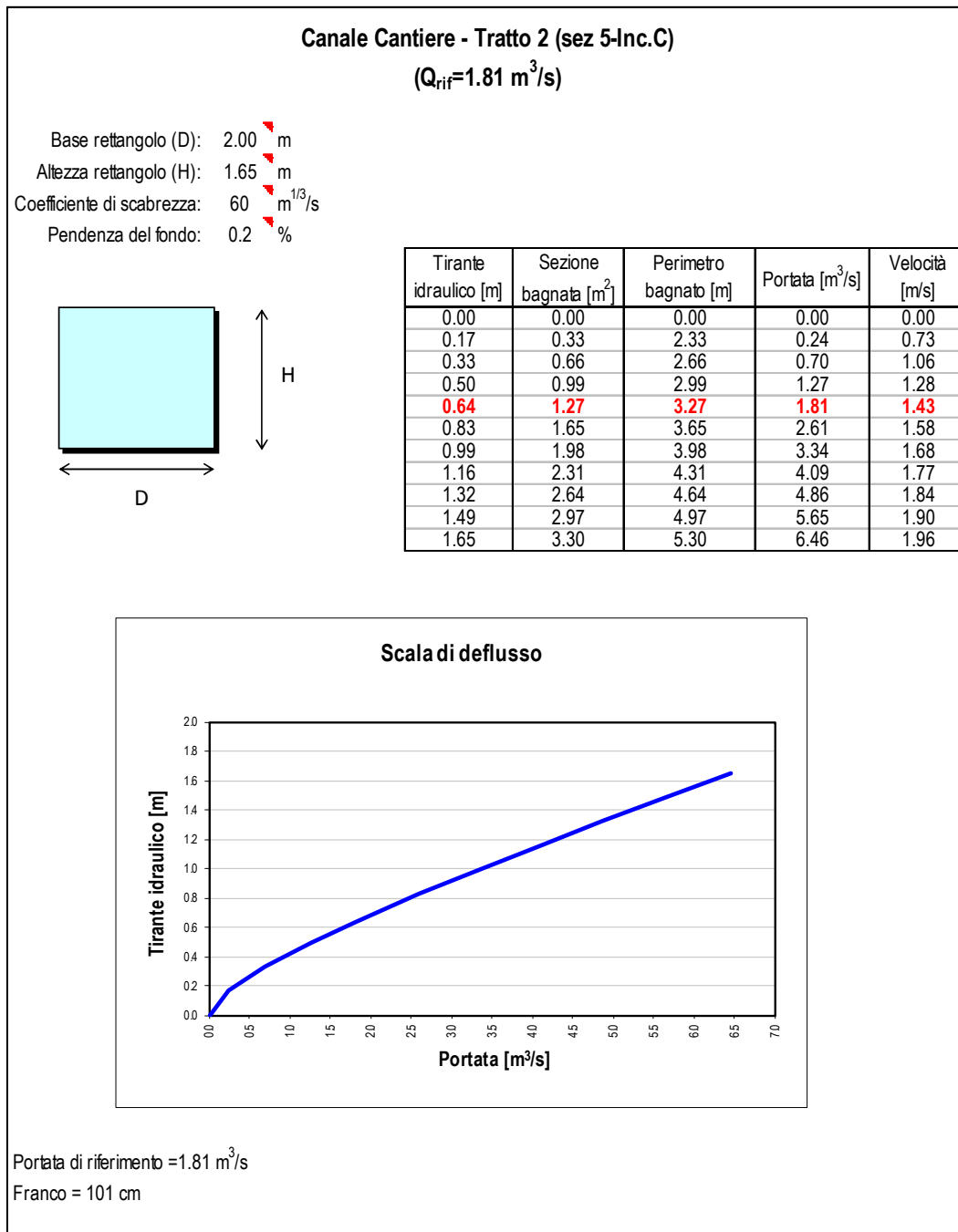
**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA



**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA



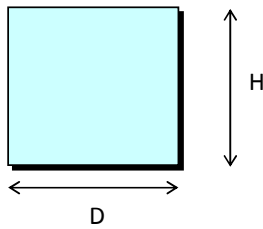
**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
 PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
 AD UNICA CARREGGIATA
 1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA

Canale Cantiere - Tratto 3 (sez. Inc.C-Sez.12)

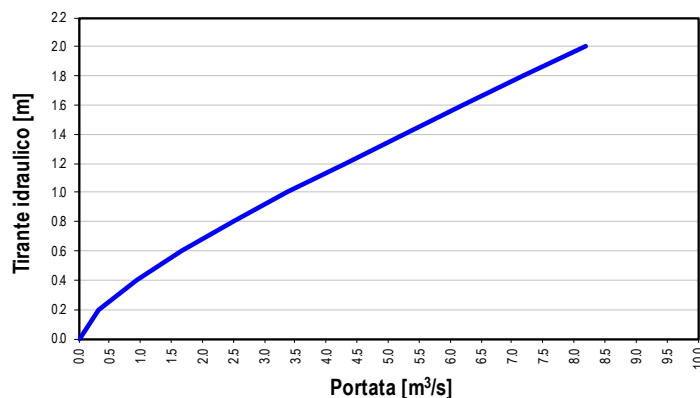
($Q_{rif}=3.37 \text{ m}^3/\text{s}$)

Base rettangolo (D): 2.00 m
 Altezza rettangolo (H): 2.00 m
 Coefficiente di scabrezza: 60 $\text{m}^{1/3}/\text{s}$
 Pendenza del fondo: 0.2 %



Tirante idraulico [m]	Sezione bagnata [m ²]	Perimetro bagnato [m]	Portata [m ³ /s]	Velocità [m/s]
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.20	0.40	2.40	0.33	0.81
0.40	0.80	2.80	0.93	1.16
0.60	1.20	3.20	1.67	1.40
0.80	1.60	3.60	2.50	1.56
1.00	2.00	4.00	3.38	1.69
1.20	2.40	4.40	4.30	1.79
1.40	2.80	4.80	5.25	1.87
1.60	3.20	5.20	6.21	1.94
1.80	3.60	5.60	7.20	2.00
2.00	4.00	6.00	8.19	2.05

Scala di deflusso



Portata di riferimento = $3.37 \text{ m}^3/\text{s}$

Franco = 100 cm

8 RETE DI SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE

8.1 DESCRIZIONE RETE

Il piazzale del cantiere in oggetto verrà smaltito con una rete di drenaggio delle acque meteoriche il cui schema è riportato in Figura 7-3.

La rete afferisce al punto terminale, costituito dalla vasca di prima pioggia posta immediatamente a monte dello scarico in T. Faidana; esso è posizionato longitudinalmente a circa metà cantiere, lato t. Faidana (pozzetto P11 a monte vasca).

Saranno realizzati due rami di rete di maggior lunghezza (150 m tra i pozzetti P1 e P11 e 110 m tra i pozzetti P07 e P11) che si sviluppano longitudinalmente al cantiere, lungo il perimetro cantiere lato t. Faidana, e convergono al pozzetto di monte della vasca di prima pioggia P11.

Vi sono poi due rami più brevi (60 m dai due lati tra i pozzetti P4 e P5 e tra i pozzetti P6 e P5), disposti a centro cantiere nella porzione di maggior larghezza; essi convergono nel pozzetto P05, da cui deriva una tubazione verso il pozzetto P10 e da lì al pozzetto P11.

Le tubazioni sono in PEAD ed hanno diametro compreso tra DN315 e DN800 alla vasca e allo scarico.

La vasca di prima pioggia VPP è del tipo in continuo ed è in grado di trattare una portata di 50 l/s, come richiesto da normativa vigente (è previsto il trattamento dei primi 5 mm di acqua piovuta sulla piattaforma in 15 minuti, per una superficie drenata di circa 8000 m²).

Si rimanda alle tavole di progetto per ogni approfondimento in merito a diametri, quote di scorrimento, caratteristiche pozzetti.

Si rimanda ai paragrafi dedicati per le specifiche sulle metodologie di calcolo adottate e per il dimensionamento della rete, agli allegati per le tabelle di calcolo applicate.

8.2 Metodologie di calcolo

8.2.1 Valutazione della portata di massima pioggia

La massima portata meteorica defluente è valutata col metodo razionale, il quale fornisce la seguente espressione:

$$Q_{\max} = \frac{\varphi \cdot S \cdot h \cdot 106}{3600 \cdot T_c}$$

con:

S = superficie del sottobacino [km²];

h = altezza di pioggia [m];

T_c = tempo di corrivazione/concentrazione [ore];

φ = coefficiente medio di deflusso.

Tale metodo si basa sulle seguenti ipotesi:

- gocce di pioggia cadute contemporaneamente in luoghi diversi del bacino, arrivano alla sezione di chiusura in tempi diversi;
- il contributo di ogni singolo punto del bacino alla portata di piena è direttamente proporzionale all'intensità di pioggia caduta in quel punto per il tempo necessario al raggiungimento della sezione di chiusura da parte del contributo stesso;
- tale tempo è caratteristico di ogni singolo punto e rimane costante per tutta la durata del fenomeno pluviometrico.

Ne consegue che le portate massime si ottengono per tempi di pioggia non inferiori al tempo di corrivazione/concentrazione determinati alla sezione di chiusura in esame.

Il tempo di corrivazione T_c si determina in riferimento al percorso idraulico più lungo della rete stessa fino alla sezione di chiusura (Paoletti et al. – Sistemi di fognatura, 2004). In particolare, una volta individuata la rete e i sottobacini afferenti, il T_c si calcola mediante la formulazione:

$$T_c = t_a + t_r$$

nella quale:

t_a = tempo di accesso alla rete relativo al sottobacino drenato dal condotto fognario posto all'estremità di monte del percorso idraulico più lungo. Normalmente variabile tra 5 e 15 minuti; in progetto è assunto cautelativamente pari a 5 minuti;

t_r = tempo di rete, dato dalla somma dei tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione seguendo il percorso più lungo della rete fognaria, secondo la:

$$t_r = \sum_i \frac{L_i}{V_i},$$

con: L = lunghezza dei singoli tratti - V = velocità della corrente all'interno di essi.

La riduzione dell'afflusso (φ) alle rete si considera dovuta principalmente a impermeabilità e ritardo, che variano a seconda della densità delle costruzioni e della topografia della zona.

Se esistono bacini tributari di area A_i, sarà:

$$\varphi = \frac{\sum \phi A_i}{\sum A_i}.$$

Nel caso in esame si utilizzano i seguenti coefficienti di deflusso:

$\varphi = 1$ per le aree di cantiere.

8.2.2 Metodologia verifica tubazioni

L'analisi idraulica dei tratti di tubazione verrà eseguita mediante valutazione del deflusso della corrente a pelo libero in condizioni di moto uniforme.

La formula utilizzata è quella di Gauckler-Strickler valida per deflussi a pelo libero:

$$Q = k_s \cdot \Omega \cdot R^{2/3} \cdot i_f^{1/2} = k_s \cdot \Omega^{5/3} \cdot B^{3/2} \cdot i_f^{1/2}$$

nella quale:

Q = portata liquida all'interno del tubo;

k_s = coefficiente di scabrezza (pari a $80 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$ per tubazioni in materiale plastico);

Ω = area della sezione di deflusso;

i_f = pendenza tubazione o fosso di scolo;

R = raggio idraulico;

B = perimetro bagnato.

In termini di grado di riempimento delle tubazioni, si fa riferimento al "Capitolato d'onere - Prescrizioni per la redazione del Progetto esecutivo" di ANAS, nel quale è previsto che le tubazioni di collettamento dovranno avere diametro minimo 300 mm e coefficiente di riempimento inferiore al 50%, per diametri < 400 mm, e 70% per diametri \geq 400 mm.

Le tabelle, riportanti le verifiche idrologiche ed idrauliche della rete di smaltimento, sono riportate in allegato.

8.2.3 Metodologia di verifica dalle caditoie

Il tirante generato dalla lama d'acqua che si forma tra due caditoie di progetto successive, è utilizzato come input per la determinazione della portata smaltibile dalla caditoia stessa, unitamente al perimetro idraulico attivo. La relazione utilizzata è la seguente (ASCE e WEF, 1992):

$$Q = 3320 \cdot (L + W - n \cdot s) h^{3/2}$$

dove:

Q = portata smaltita dalla caditoia (l/s);

L = lunghezza caditoia longitudinale alla carreggiata (m);

W = larghezza caditoia trasversale alla carreggiata (m);

n = numero barre longitudinali;

s = spessore barre longitudinali (m);

h = tirante.

Le tabelle, relative alle verifiche delle caditoie, sono riportate in Allegato.

8.3 Vasca di prima pioggia

8.3.1 Dimensionamento impianto di prima pioggia

L'inquinamento prodotto dal dilavamento di acque meteoriche insistenti su piattaforme stradali è dovuto essenzialmente alla presenza di sabbia, terriccio ed oli minerali leggeri, riconducibili ai parametri di legge attraverso trattamenti all'interno di impianti di prima pioggia.

Per il criterio di dimensionamento di tali impianti si è fatto riferimento al Regolamento Regionale 24 marzo 2006, N. 4.

La norma disciplina lo smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne in attuazione dell'articolo 52 comma 1 lettera a) della Legge Regionale 12 Dicembre 2003 n. 26. Tale Regolamento definisce "evento meteorico una o più precipitazioni, anche tra loro temporalmente distanziate, di altezza complessiva di almeno 5 mm, che si verificano o che si susseguono a distanza di almeno 96 ore da un analogo precedente evento e definisce acque di prima pioggia quelle corrispondenti, nella prima parte di ogni evento meteorico, ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di raccolta acque meteoriche".

In particolare, l'art. 5 riporta "*Le acque di prima pioggia e le acque di lavaggio, che siano da recapitare in corpo d'acqua superficiale ovvero sul suolo o negli strati superficiali del sottosuolo, devono essere avviate ad apposite vasche di raccolta a perfetta tenuta, dimensionate in modo da trattenere complessivamente non meno di 50 m³ per ettaro di superficie scolante (di seguito vasche di prima pioggia).*

Alle acque meteoriche di dilavamento deve essere destinata una apposita rete di raccolta e convogliamento, munita, nei casi di cui al comma 2, di un sistema di alimentazione delle vasche di prima pioggia che le escluda automaticamente a riempimento avvenuto; la rete deve essere dimensionata sulla base degli eventi meteorici di breve durata e di elevata intensità caratteristici di ogni zona, e comunque quanto meno assumendo che l'evento si verifichi in quindici minuti e che il coefficiente di afflusso alla rete sia pari ad 1 per la superficie scolante e a 0,3 per quelle permeabili di qualsiasi tipo ad esse contigue, escludendo dal computo le superfici incolte e quelle di uso agricolo.

Le acque meteoriche di dilavamento provenienti da superfici contaminate da idrocarburi di origine minerale, in alternativa alla separazione delle acque di prima pioggia di cui al comma 2, possono essere sottoposte a trattamento in impianti con funzionamento in continuo, progettati sulla base della portata massima stimata in connessione agli eventi meteorici di cui al comma 3, fermo restando il rispetto dei valori limite di emissione di cui all'articolo 7, comma 1."

Inoltre, l'art. 7 del medesimo cita:

"Le acque di prima pioggia e di lavaggio devono essere recapitate, in ordine preferenziale:

a) nella rete fognaria nella condotta adibita al trasporto delle acque nere e miste, nel rispetto delle norme tecniche, delle prescrizioni regolamentari e dei valori limite di emissione adottati dal gestore del servizio idrico e approvati dall'Autorità d'ambito di cui all'articolo 48, comma 1, della l.r. 26/2003;

b) in corpo d'acqua superficiale, nel rispetto dei valori limite di emissione della tabella 3 dell'allegato 5 al d.lgs. 152/1999, ovvero di quelli eventualmente fissati dalla Regione ai sensi dell'articolo 28, commi 1 e 2, del decreto stesso;

c) nelle zone non direttamente servite da rete fognaria e non ubicate in prossimità di corpi d'acqua superficiali, e solo qualora l'Autorità competente accerti l'impossibilità tecnica o l'eccessiva onerosità di utilizzare tali recapiti, sul suolo o negli strati superficiali del sotto-suolo, fermo restando i divieti per tale tipo di recapito di cui al punto 2.1 dell'allegato 5 al d.lgs. 152/1999 e nel rispetto dei valori limite di emissione della tabella 4 del medesimo allegato, ovvero di quelli eventualmente fissati dalla Regione ai sensi dell'articolo 28, commi 1 e 2, del decreto stesso. 2."

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA

Per lo smaltimento in questione, si è optato per un impianto di prima pioggia di tipo in continuo

Essendo lo scarico finale in recettore corso d'acqua superficiale, occorre soddisfare i requisiti della tabella 3 dell'allegato 5 del D.L. 152/06.

Ai fini del calcolo delle portate, si stabilisce una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio e tale precipitazione ha una durata di quindici minuti.

Si determina in tal modo una piovosità pari a $0.0056 \text{ l}/(\text{sm}^2)$; la portata dell'impianto si determina moltiplicando il coefficiente di piovosità per la superficie scolante.

Data la superficie complessiva pari a circa 8000 m^2 , occorre prevedere un impianto in grado di trattare almeno $45 \text{ m}^3/\text{s}$; si è pertanto optato per un impianto commerciale con capacità di trattamento in continuo di $50 \text{ l}/\text{s}$.

Gli impianti previsti sono dimensionati secondo le Norme EN 858-1.

Ciascun impianto è realizzato con monoblocco (Dissabbiatore-Disoleatore) prefabbricato, dotato di armature interne d'acciaio ad aderenza migliorata e rete elettrosaldata tipo B450C controllate in stabilimento, con superfici esterne ed interne finitura faccia a vista a totale eliminazione di porosità e nidi di ghiaia e rinforzati con costoloni verticali e puntoni/tiranti interni in ACCIAIO INOX AISI 304 il tutto conforme D.M. 17.01.2018 e realizzato con:

- calcestruzzo autocompattante SCC (Self Compacting Concrete), confezionato con CEMENTO PORTLAND conforme a UNI EN 197-1, con aggiunta di minerali tipo I – carbonato di calcio filler ventilato ed inerti conformi a UNI EN 12620,
- resistenza a compressione C50/60 ($R_{ck} \geq 600 \text{ Kg}/\text{cm}^2$),
- copriferro $\geq 35 \text{ mm}$,
- classe di spandimento SF2,
- classe di esposizione XC4 (cls resistente alla corrosione da carbonatazione),
- classe di esposizione XS2/XD2 (cls resistente alla corrosione da cloruri),
- classe di esposizione XF1 (cls resistente all'attacco del gelo/disgelo),
- classe di esposizione XA2 (cls resistente ad ambienti chimici aggressivi) conformi norma UNI EN 206.

Le pareti esterne delle vasche sono rivestite con pittura elastica protettiva di colore grigio o prodotto simile.

All'interno del Dissabbiatore-Disoleatore sono presenti due bacini: quello di dissabbiatura e quello di separazione oli, dotato quest'ultimo di dispositivo otturatore a galleggiante a chiusura automatica tarato per liquidi leggeri; esso presenta filtro a coalescenza asportabile in poliuretano espanso a base di poliestere con struttura definita ed uniforme dei fori avente porosità 10 ppi (10 pori/pollice), completo di cestello in acciaio INOX AISI 304 e carpenteria per staffe in acciaio.

Nel dettaglio un impianto "tipo" è costituito da:

- pozzetto scolmatore in monoblocco prefabbricato in C.A. al cui interno sono alloggiati idonei setti divisorii, realizzati con lame regolabili in acciaio inox AISI 304, che consentono la divisione della prima e della seconda pioggia;
- disabbiatore – disoleatore statico, in monoblocco in c.a. e realizzato con calcestruzzo autocompattante SCC (Self Compacting Concrete). Al suo interno trovano posto il dispositivo otturatore a galleggiante a chiusura automatica;
- Pozzetto in c.a. di campionamento;
- Pozzetto di confluenza finale.

8.3.2 Descrizione funzionamento impianto

Le acque provenienti dalla tubazione di fine linea raggiungono il pozzetto scolmatore dove, tramite soglie tarate in base alla superficie servita, vengono separate le “acque di prima pioggia” dalle successive di seconda pioggia che, essendo diluite come carico inquinante, possono essere inviate direttamente al corpo ricettore attraverso il by-pass.

Le acque di prima pioggia iniziano il trattamento nella sezione di dissabbiatura per un tempo ottimale tale da consentire la separazione dalle sostanze sedimentabili. Le acque così pretrattate vengono avviate attraverso la sezione di separazione oli, dove subiscono una flottazione delle sostanze leggere con filtro a coalescenza. Con questo sistema le microparticelle di oli aderiscono ad un particolare materiale coalescente (effetto di assorbimento) e, dopo essersi unite tra loro aumentano la loro dimensione (effetto di coalescenza), e quindi ne viene favorita la flottazione in superficie.

Lo scarico del separatore viene automaticamente chiuso da un otturatore a galleggiante per impedire la fuoriuscita dell'olio quando quest'ultimo arriva ad un determinato livello nella camera di raccolta.

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA

ALLEGATO – SCHEDE CALCOLO RETE SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE PIAZZALI CANTIERE

LINEA ACQUE PIAZZALE TUBAZIONE TRATTO P01 - P01a DN315 PEAD	
ANALISI IDROLOGICA	
Località	
Superficie bacino (ha)	0.00900
L asta principale (m)	21
v particella liquida ipotizzata (m/s)	0.456
coefficiente di deflusso f	1.00
a (mm)	48.478
n (-)	0.5
T di concentrazione	
tempo di rete $T_r = L/v$ (s)	46.097
Ta tempo d'accesso (s)	300.000
$T_c = T_r + t_a$ (s)	346.097
$T_c = T_r + t_a$ (h)	0.096
portata massima Q max (mc/s)	0.00
portata massima Q max (l/s)	3.9
coefficiente udometrico U (l/s,hmq)	434
ANALISI IDRAULICA - tubazione collegamento	
pendenza tubazione i_t	0.0030
coefficiente di scabrezza k_s (m ^{1/3} /s)	80
D tubazione (m)	0.273
portata corrente a bocca piena Q_0 (mc/s)	0.043
velocità corrente a bocca piena U_0 (m/s)	0.73
rapporto di portata Q/Q_0	0.091
grado di riempimento y/D	0.204
rapporto di velocità v/v_0	0.6225
altezza pelo libero y (m)	0.06
velocità corrente v (m/s)	0.456

LINEA ACQUE PIAZZALE TUBAZIONE TRATTO P01a - P01b DN315 PEAD	
ANALISI IDROLOGICA	
Località	
Superficie bacino (ha)	0.02400
L asta principale (m)	20
v particella liquida ipotizzata (m/s)	1.632
coefficiente di deflusso f	1.00
a (mm)	48.478
n (-)	0.5
T di concentrazione	
tempo di rete $T_r = L/v$ (s)	12.256
Ta tempo d'accesso (s)	346.097
$T_c = T_r + t_a$ (s)	358.353
$T_c = T_r + t_a$ (h)	0.100

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA

portata massima Q max (mc/s)	0.01
portata massima Q max (l/s)	10.2
coefficiente udometrico U (l/s,hmq)	427
ANALISI IDRAULICA - tubazione collegamento	
pendenza tubazione i_t	0.0500
coefficiente di scabrezza k_s (m ^{1/3} /s)	80
D tubazione (m)	0.273
portata corrente a bocca piena Q_0 (mc/s)	0.175
velocità corrente a bocca piena U_0 (m/s)	2.99
rapporto di portata Q/ Q_0	0.059
grado di riempimento y/D	0.164
rapporto di velocità v/ v_0	0.5462
altezza pelo libero y (m)	0.04
velocità corrente v (m/s)	1.632

LINEA ACQUE PIAZZALE TUBAZIONE TRATTO P01b - P02 DN315 PEAD	
ANALISI IDROLOGICA	
Località	
Superficie bacino (ha)	0.05150
L asta principale (m)	16
v particella liquida ipotizzata (m/s)	2.035
coefficiente di deflusso f	1.00
a (mm)	48.478
n (-)	0.5
T di concentrazione	
tempo di rete $T_r = L/v$ (s)	7.861
Ta tempo d'accesso (s)	358.353
$T_c = T_r + t_a$ (s)	366.214
$T_c = T_r + t_a$ (h)	0.102
portata massima Q max (mc/s)	0.02
portata massima Q max (l/s)	21.7
coefficiente udometrico U (l/s,hmq)	422
ANALISI IDRAULICA - tubazione collegamento	
pendenza tubazione i_t	0.0500
coefficiente di scabrezza k_s (m ^{1/3} /s)	80
D tubazione (m)	0.273
portata corrente a bocca piena Q_0 (mc/s)	0.175
velocità corrente a bocca piena U_0 (m/s)	2.99
rapporto di portata Q/ Q_0	0.124
grado di riempimento y/D	0.238
rapporto di velocità v/ v_0	0.6813
altezza pelo libero y (m)	0.07
velocità corrente v (m/s)	2.035

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA

LINEA ACQUE PIAZZALE TUBAZIONE TRATTO P02-P02a DN315 PEAD	
ANALISI IDROLOGICA	
Località	
Superficie bacino (ha)	0.08500
L asta principale (m)	20
v particella liquida ipotizzata (m/s)	2.501
coefficiente di deflusso f	1.00
a (mm)	48.478
n (-)	0.5
T di concentrazione	
tempo di rete $Tr = L/v$ (s)	7.998
Ta tempo d'accesso (s)	366.214
Tc = Tr + ta (s)	374.212
Tc = Tr + ta (h)	0.104
portata massima Q max (mc/s)	0.04
portata massima Q max (l/s)	35.5
coefficiente udometrico U (l/s,hmq)	418
ANALISI IDRAULICA - tubazione collegamento	
pendenza tubazione i_t	0.0600
coefficiente di scabrezza ks ($m^{1/3}/s$)	80
D tubazione (m)	0.273
portata corrente a bocca piena Q_0 (mc/s)	0.192
velocità corrente a bocca piena U_0 (m/s)	3.27
rapporto di portata Q/Q_0	0.185
grado di riempimento y/D	0.292
rapporto di velocità v/v_0	0.7641
altezza pelo libero y (m)	0.08
velocità corrente v (m/s)	2.501

LINEA ACQUE PIAZZALE TUBAZIONE TRATTO P02a - P03 - P03a DN400 PEAD	
ANALISI IDROLOGICA	
Località	
Superficie bacino (ha)	0.14000
L asta principale (m)	17
v particella liquida ipotizzata (m/s)	1.040
coefficiente di deflusso f	1.00
a (mm)	48.478
n (-)	0.5
T di concentrazione	
tempo di rete $Tr = L/v$ (s)	16.345
Ta tempo d'accesso (s)	374.212
Tc = Tr + ta (s)	390.557
Tc = Tr + ta (h)	0.108
portata massima Q max (mc/s)	0.06
portata massima Q max (l/s)	57.2
coefficiente udometrico U (l/s,hmq)	409
ANALISI IDRAULICA - tubazione collegamento	

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA

pendenza tubazione i_t	0.0040
coefficiente di scabrezza k_s ($m^{1/3}/s$)	80
D tubazione (m)	0.344
portata corrente a bocca piena Q_0 (mc/s)	0.092
velocità corrente a bocca piena U_0 (m/s)	0.99
rapporto di portata Q/Q_0	0.625
grado di riempimento y/D	0.573
rapporto di velocità v/v_0	1.0551
altezza pelo libero y (m)	0.20
velocità corrente v (m/s)	1.040

LINEA ACQUE PIAZZALE TUBAZIONE TRATTO P03a - P11 DN500 PEAD	
ANALISI IDROLOGICA	
Località	
Superficie bacino (ha)	0.30350
L asta principale (m)	56
v particella liquida ipotizzata (m/s)	1.239
coefficiente di deflusso f	1.00
a (mm)	48.478
n (-)	0.5
T di concentrazione	
tempo di rete $T_r = L/v$ (s)	45.183
Ta tempo d'accesso (s)	390.557
$T_c = T_r + t_a$ (s)	435.740
$T_c = T_r + t_a$ (h)	0.121
portata massima Q max (mc/s)	0.12
portata massima Q max (l/s)	117.5
coefficiente udometrico U (l/s, hmq)	387
ANALISI IDRAULICA - tubazione collegamento	
pendenza tubazione i_t	0.0040
coefficiente di scabrezza k_s ($m^{1/3}/s$)	80
D tubazione (m)	0.427
portata corrente a bocca piena Q_0 (mc/s)	0.163
velocità corrente a bocca piena U_0 (m/s)	1.14
rapporto di portata Q/Q_0	0.720
grado di riempimento y/D	0.629
rapporto di velocità v/v_0	1.0886
altezza pelo libero y (m)	0.27
velocità corrente v (m/s)	1.239

LINEA ACQUE PIAZZALE TUBAZIONE TRATTO P04 - P04a DN315 PEAD	
ANALISI IDROLOGICA	
Località	
Superficie bacino (ha)	0.02500
L asta principale (m)	19
v particella liquida ipotizzata (m/s)	0.682

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA

coefficiente di deflusso f	1.00
a (mm)	48.478
n (-)	0.5
T di concentrazione	
tempo di rete $T_r = L/v$ (s)	27.839
Ta tempo d'accesso (s)	300.000
$T_c = T_r + t_a$ (s)	327.839
$T_c = T_r + t_a$ (h)	0.091
portata massima Q max (mc/s)	0.01
portata massima Q max (l/s)	11.2
coefficiente udometrico U (l/s,hmq)	446
ANALISI IDRAULICA - tubazione collegamento	
pendenza tubazione i_t	0.0040
coefficiente di scabrezza k_s ($m^{1/3}/s$)	80
D tubazione (m)	0.273
portata corrente a bocca piena Q_0 (mc/s)	0.049
velocità corrente a bocca piena U_0 (m/s)	0.84
rapporto di portata Q/Q_0	0.226
grado di riempimento y/D	0.323
rapporto di velocità v/v_0	0.8077
altezza pelo libero y (m)	0.09
velocità corrente v (m/s)	0.682

LINEA ACQUE PIAZZALE TUBAZIONE TRATTO P04a - P05 DN400 PEAD	
ANALISI IDROLOGICA	
Località	
Superficie bacino (ha)	0.11800
L asta principale (m)	37
v particella liquida ipotizzata (m/s)	1.007
coefficiente di deflusso f	1.00
a (mm)	48.478
n (-)	0.5
T di concentrazione	
tempo di rete $T_r = L/v$ (s)	36.744
Ta tempo d'accesso (s)	327.839
$T_c = T_r + t_a$ (s)	364.583
$T_c = T_r + t_a$ (h)	0.101
portata massima Q max (mc/s)	0.05
portata massima Q max (l/s)	49.9
coefficiente udometrico U (l/s,hmq)	423
ANALISI IDRAULICA - tubazione collegamento	
pendenza tubazione i_t	0.0040
coefficiente di scabrezza k_s ($m^{1/3}/s$)	80
D tubazione (m)	0.344
portata corrente a bocca piena Q_0 (mc/s)	0.092
velocità corrente a bocca piena U_0 (m/s)	0.99
rapporto di portata Q/Q_0	0.545
grado di riempimento y/D	0.526

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA

rapporto di velocità v/v ₀	1.0215
altezza pelo libero y (m)	0.18
velocità corrente v (m/s)	1.007

LINEA ACQUE PIAZZALE TUBAZIONE TRATTO P06 - P06a DN315 PEAD	
ANALISI IDROLOGICA	
Località	
Superficie bacino (ha)	0.04350
L asta principale (m)	34
v particella liquida ipotizzata (m/s)	0.789
coefficiente di deflusso f	1.00
a (mm)	48.478
n (-)	0.5
T di concentrazione	
tempo di rete Tr = L/v (s)	43.082
Ta tempo d'accesso (s)	300.000
Tc = Tr + ta (s)	343.082
Tc = Tr + ta (h)	0.095
portata massima Q max (mc/s)	0.02
portata massima Q max (l/s)	19.0
coefficiente udometrico U (l/s, hmq)	436
ANALISI IDRAULICA - tubazione collegamento	
pendenza tubazione i _t	0.0040
coefficiente di scabrezza ks (m ^{1/3} /s)	80
D tubazione (m)	0.273
portata corrente a bocca piena Q ₀ (mc/s)	0.049
velocità corrente a bocca piena U ₀ (m/s)	0.84
rapporto di portata Q/Q ₀	0.384
grado di riempimento y/D	0.430
rapporto di velocità v/v ₀	0.9340
altezza pelo libero y (m)	0.12
velocità corrente v (m/s)	0.789

LINEA ACQUE PIAZZALE TUBAZIONE TRATTO P06a - P05 DN400 PEAD	
ANALISI IDROLOGICA	
Località	
Superficie bacino (ha)	0.14300
L asta principale (m)	40
v particella liquida ipotizzata (m/s)	1.048
coefficiente di deflusso f	1.00
a (mm)	48.478
n (-)	0.5
T di concentrazione	
tempo di rete Tr = L/v (s)	38.170
Ta tempo d'accesso (s)	343.082
Tc = Tr + ta (s)	381.251

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA

$T_c = T_r + t_a$ (h)	0.106
portata massima Q max (mc/s)	0.06
portata massima Q max (l/s)	59.2
coefficiente udometrico U (l/s,hmq)	414
ANALISI IDRAULICA - tubazione collegamento	
pendenza tubazione i_t	0.0040
coefficiente di scabrezza k_s ($m^{1/3}/s$)	80
D tubazione (m)	0.344
portata corrente a bocca piena Q_0 (mc/s)	0.092
velocità corrente a bocca piena U_0 (m/s)	0.99
rapporto di portata Q/Q_0	0.646
grado di riempimento y/D	0.585
rapporto di velocità v/v_0	1.0631
altezza pelo libero y (m)	0.20
velocità corrente v (m/s)	1.048

LINEA ACQUE PIAZZALE TUBAZIONE TRATTO P05 - P10 DN630 PEAD	
ANALISI IDROLOGICA	
Località	
Superficie bacino (ha)	0.32550
L asta principale (m)	19
v particella liquida ipotizzata (m/s)	1.284
coefficiente di deflusso f	1.00
a (mm)	48.478
n (-)	0.5
T di concentrazione	
tempo di rete $T_r = L/v$ (s)	14.795
T_a tempo d'accesso (s)	381.251
$T_c = T_r + t_a$ (s)	396.046
$T_c = T_r + t_a$ (h)	0.110
portata massima Q max (mc/s)	0.13
portata massima Q max (l/s)	132.2
coefficiente udometrico U (l/s,hmq)	406
ANALISI IDRAULICA - tubazione collegamento	
pendenza tubazione i_t	0.0040
coefficiente di scabrezza k_s ($m^{1/3}/s$)	80
D tubazione (m)	0.533
portata corrente a bocca piena Q_0 (mc/s)	0.295
velocità corrente a bocca piena U_0 (m/s)	1.32
rapporto di portata Q/Q_0	0.449
grado di riempimento y/D	0.470
rapporto di velocità v/v_0	0.9729
altezza pelo libero y (m)	0.25
velocità corrente v (m/s)	1.284

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA

LINEA ACQUE PIAZZALE TUBAZIONE TRATTO P07 - P08 DN315 PEAD	
ANALISI IDROLOGICA	
Località	
Superficie bacino (ha)	0.05200
L asta principale (m)	39
v particella liquida ipotizzata (m/s)	0.898
coefficiente di deflusso f	1.00
a (mm)	48.478
n (-)	0.5
T di concentrazione	
tempo di rete $T_r = L/v$ (s)	43.435
Ta tempo d'accesso (s)	300.000
$T_c = T_r + t_a$ (s)	343.435
$T_c = T_r + t_a$ (h)	0.095
portata massima Q max (mc/s)	0.02
portata massima Q max (l/s)	22.7
coefficiente udometrico U (l/s,hmq)	436
ANALISI IDRAULICA - tubazione collegamento	
pendenza tubazione i_t	0.0050
coefficiente di scabrezza k_s ($m^{1/3}/s$)	80
D tubazione (m)	0.273
portata corrente a bocca piena Q_0 (mc/s)	0.055
velocità corrente a bocca piena U_0 (m/s)	0.94
rapporto di portata Q/Q_0	0.410
grado di riempimento y/D	0.446
rapporto di velocità v/v_0	0.9504
altezza pelo libero y (m)	0.12
velocità corrente v (m/s)	0.898

LINEA ACQUE PIAZZALE TUBAZIONE TRATTO P08 - P9 DN400 PEAD	
ANALISI IDROLOGICA	
Località	
Superficie bacino (ha)	0.11900
L asta principale (m)	47
v particella liquida ipotizzata (m/s)	1.001
coefficiente di deflusso f	1.00
a (mm)	48.478
n (-)	0.5
T di concentrazione	
tempo di rete $T_r = L/v$ (s)	46.969
Ta tempo d'accesso (s)	343.435
$T_c = T_r + t_a$ (s)	390.404
$T_c = T_r + t_a$ (h)	0.108
portata massima Q max (mc/s)	0.05
portata massima Q max (l/s)	48.7
coefficiente udometrico U (l/s,hmq)	409
ANALISI IDRAULICA - tubazione collegamento	

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA

pendenza tubazione i_t	0.0040
coefficiente di scabrezza k_s ($m^{1/3}/s$)	80
D tubazione (m)	0.344
portata corrente a bocca piena Q_0 (mc/s)	0.092
velocità corrente a bocca piena U_0 (m/s)	0.99
rapporto di portata Q/Q_0	0.531
grado di riempimento y/D	0.518
rapporto di velocità v/v_0	1.0151
altezza pelo libero y (m)	0.18
velocità corrente v (m/s)	1.001

LINEA ACQUE PIAZZALE TUBAZIONE TRATTO P09 - P10 DN500 PEAD	
ANALISI IDROLOGICA	
Località	
Superficie bacino (ha)	0.17650
L asta principale (m)	21
v particella liquida ipotizzata (m/s)	1.097
coefficiente di deflusso f	1.00
a (mm)	48.478
n (-)	0.5
T di concentrazione	
tempo di rete $T_r = L/v$ (s)	19.141
Ta tempo d'accesso (s)	390.404
$T_c = T_r + t_a$ (s)	409.546
$T_c = T_r + t_a$ (h)	0.114
portata massima Q max (mc/s)	0.07
portata massima Q max (l/s)	70.5
coefficiente udometrico U (l/s, hmq)	399
ANALISI IDRAULICA - tubazione collegamento	
pendenza tubazione i_t	0.0040
coefficiente di scabrezza k_s ($m^{1/3}/s$)	80
D tubazione (m)	0.427
portata corrente a bocca piena Q_0 (mc/s)	0.163
velocità corrente a bocca piena U_0 (m/s)	1.14
rapporto di portata Q/Q_0	0.432
grado di riempimento y/D	0.460
rapporto di velocità v/v_0	0.9636
altezza pelo libero y (m)	0.20
velocità corrente v (m/s)	1.097

LINEA ACQUE PIAZZALE TUBAZIONE TRATTO P10 - P11 DN630 PEAD	
ANALISI IDROLOGICA	
Località	
Superficie bacino (ha)	0.50200
L asta principale (m)	4
v particella liquida ipotizzata (m/s)	1.418

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA

coefficiente di deflusso f	1.00
a (mm)	48.478
n (-)	0.5
T di concentrazione	
tempo di rete $T_r = L/v$ (s)	2.820
Ta tempo d'accesso (s)	409.546
$T_c = T_r + t_a$ (s)	412.366
$T_c = T_r + t_a$ (h)	0.115
portata massima Q max (mc/s)	0.20
portata massima Q max (l/s)	199.7
coefficiente udometrico U (l/s,hmq)	398
ANALISI IDRAULICA - tubazione collegamento	
pendenza tubazione i_t	0.0040
coefficiente di scabrezza k_s ($m^{1/3}/s$)	80
D tubazione (m)	0.533
portata corrente a bocca piena Q_0 (mc/s)	0.295
velocità corrente a bocca piena U_0 (m/s)	1.32
rapporto di portata Q/Q_0	0.678
grado di riempimento y/D	0.604
rapporto di velocità v/v_0	1.0746
altezza pelo libero y (m)	0.32
velocità corrente v (m/s)	1.418

LINEA ACQUE GRIGIE TUBAZIONE ALLA VASCA PP E BYPASS TRATTO P11-PS-PF DN800 PEAD	
ANALISI IDROLOGICA	
Località	
Superficie bacino (ha)	0.80550
L asta principale (m)	2
v particella liquida ipotizzata (m/s)	1.602
coefficiente di deflusso f	1.00
a (mm)	48.478
n (-)	0.5
T di concentrazione	
tempo di rete $T_r = L/v$ (s)	1.248
Ta tempo d'accesso (s)	412.366
$T_c = T_r + t_a$ (s)	413.614
$T_c = T_r + t_a$ (h)	0.115
portata massima Q max (mc/s)	0.32
portata massima Q max (l/s)	320.0
coefficiente udometrico U (l/s,hmq)	397
ANALISI IDRAULICA - tubazione collegamento	
pendenza tubazione i_t	0.0040
coefficiente di scabrezza k_s ($m^{1/3}/s$)	80
D tubazione (m)	0.691
portata corrente a bocca piena Q_0 (mc/s)	0.589
velocità corrente a bocca piena U_0 (m/s)	1.57
rapporto di portata Q/Q_0	0.544
grado di riempimento y/D	0.526

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA

rapporto di velocità v/v ₀	1.0209
altezza pelo libero y (m)	0.36
velocità corrente v (m/s)	1.602

Caditoie (Condizione di maggiore superficie)	
ANALISI IDROLOGICA	
Carreggiata	
Pendenza longitudinale (adim.)	0.005
Pendenza trasversale strada (adim.)	0.005
Larghezza falda di pertinenza (m)	29.00
v particella liquida ipotizzata (m/s)	0.331
coefficiente di deflusso ϕ	1
a (mm)	48.478
n (-)	0.5
Superficie servita (ha)	0.0551
L asta principale (m)	19
T di concentrazione	
tempo di rete $T_r = L/v$ (s)	57.348
Ta tempo d'accesso (s)	300.000
$T_c = T_r + t_a$ (s)	357.348
$T_c = T_r + t_a$ (h)	0.099
portata massima di deflusso Q max (mc/s)	0.0236
portata massima di deflusso Q max (l/s)	23.55
ANALISI IDRAULICA CADITOIA	
Battente contro marciapiede (m)	0.027
Lunghezza effettiva caditoia (m)	0.40
Larghezza effettiva caditoia (m)	0.40
Invito alla caditoia (m)	0.02
n barre longitudinali della griglia	8
spessore barre longitudinali della griglia (m)	0.010
Portata smaltita dalla caditoia (l/s)	24.09

Caditoie (Situazione corrente)	
ANALISI IDROLOGICA	
Carreggiata	
Pendenza longitudinale (adim.)	0.005
Pendenza trasversale strada (adim.)	0.005
Larghezza falda di pertinenza (m)	20.00
v particella liquida ipotizzata (m/s)	0.305
coefficiente di deflusso ϕ	1
a (mm)	48.478
n (-)	0.5
Superficie servita (ha)	0.0400
L asta principale (m)	20

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
 PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
 AD UNICA CARREGGIATA
 1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA

T di concentrazione	
tempo di rete $T_r = L/v$ (s)	65.585
Ta tempo d'accesso (s)	300.000
$T_c = T_r + t_a$ (s)	365.585
$T_c = T_r + t_a$ (h)	0.102
portata massima di deflusso Q max (mc/s)	0.0169
portata massima di deflusso Q max (l/s)	16.90
ANALISI IDRAULICA CADITOIA	
Battente contro marciapiede (m)	0.024
Lunghezza effettiva caditoia (m)	0.40
Larghezza effettiva caditoia (m)	0.40
Invito alla caditoia (m)	0.02
n barre longitudinali della griglia	8
spessore barre longitudinali della griglia (m)	0.010
Portata smaltita dalla caditoia (l/s)	21.72