

**Completamento della Tangenziale di Vicenza
1° Stralcio Completamento**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTAZIONE: ANAS DPRL

I PROGETTISTI:

*ing. Antonio Scalamandrè
Ordine Ing. di Frosinone n.1063*

*ing. Angela Maria Carbone
Ordine Ing. di Roma n. 35599*

IL GEOLOGO:

*geol. Serena Majetta
Ordine Geol. del Lazio n.928*

IL RESPONSABILE DEL SIA:

*arch. Giovanni Magarò
Ordine Arch. di Roma n.16183*

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

geom. FABIO QUONDAM

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

ing. Anna Maria Nosari

PROTOCOLLO

DATA

ASSISTENZA AL GRUPPO DI PROGETTAZIONE ANAS



ing. FILIPPO VIARO – Strade e Idraulica
Ordine Ing. di Parma n. 827A

ing. PIER PAOLO CORCHIA – Strutture
Ordine Ing. di Parma n. 751A

arch. SERGIO BECCARELLI – Ambiente
Ordine Arch. di Parma n. 377

**OPERE D'ARTE MINORI
GESTIONE DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA STRADALE
RELAZIONE SUL SISTEMA DI GESTIONE
DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA**

CODICE PROGETTO

NOME FILE

T00OM02IDRRE01_A

REVISIONE

SCALA:

PROGETTO LIV. PROG. N. PROG.

DPVE08 D 1401

CODICE ELAB. T00OM02IDRRE01

A

C					
B					
A	EMISSIONE	Ottobre 2019			
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1.	PREMESSA	2
2.	INQUADRAMENTO DELL'AREA E CARATTERISTICHE DEL TRACCIATO STRADALE	5
3.	ANALISI PLUVIOMETRICE	9
4.	SISTEMI DI GESTIONE DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA.....	12
4.1.	STIMA DELLE PORTATE DI PROGETTO	14
4.2.	DESCRIZIONE DELLE OPERE CHE COMPONGO IL SISTEMA DI GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE	16
4.2.1.	Sezioni in rilevato	16
4.2.2.	Sezioni in corrispondenza dei ponti.....	19
4.2.3.	Tombini di attraversamento per il collegamento tra i fossi di guardia e la risoluzione delle interferenze con la rete minore.....	20
4.2.4.	Impianto di trattamento delle acque di dilavamento stradale e vasca di emergenza per l'accumulo dei potenziali sversamenti accidentali	21
4.2.5.	Sistema d'invarianza idraulica costituito da fossi e bacini di laminazione.....	23
4.3.	VERIFICHE IDRAULICHE DEL SISTEMA DI GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE.....	24
4.3.1.	Verifica della capacità di smaltimento del sistema cordolo – embrice e del sistema cordolo – caditoia/bocchettone.....	24
4.3.2.	Verifica delle tubazioni di raccolta	29
4.3.3.	Verifica della capacità di smaltimento dei fossi di guardia e delle canalette.....	31
4.3.4.	Dimensionamento degli impianti di trattamento e delle vasche di emergenza	32
4.3.5.	Dimensionamento del sistema d'invarianza idraulica	33

1. PREMESSA

Il presente documento ha la finalità di descrivere lo studio idrologico e idraulico finalizzato al dimensionamento del sistema di gestione delle acque meteoriche di piattaforma del tracciato stradale di progetto, definito **Completamento della Tangenziale di Vicenza – 1° Stralcio Completamento** da sviluppare a livello di progettazione definitiva, sulla base del progetto preliminare redatto nel corso dell'anno 2015 da Anas SpA.

L'intervento in oggetto, rappresentato in colore giallo nell'immagine seguente, è parte di un progetto più esteso della tangenziale del capoluogo, in quanto è collegato verso Ovest, tramite lo svincolo con Viale del Sole e Via Valtellina, al tratto stradale denominato Completamento della Tangenziale di Vicenza – 1° Stralcio – 1° Tronco, evidenziato in azzurro.

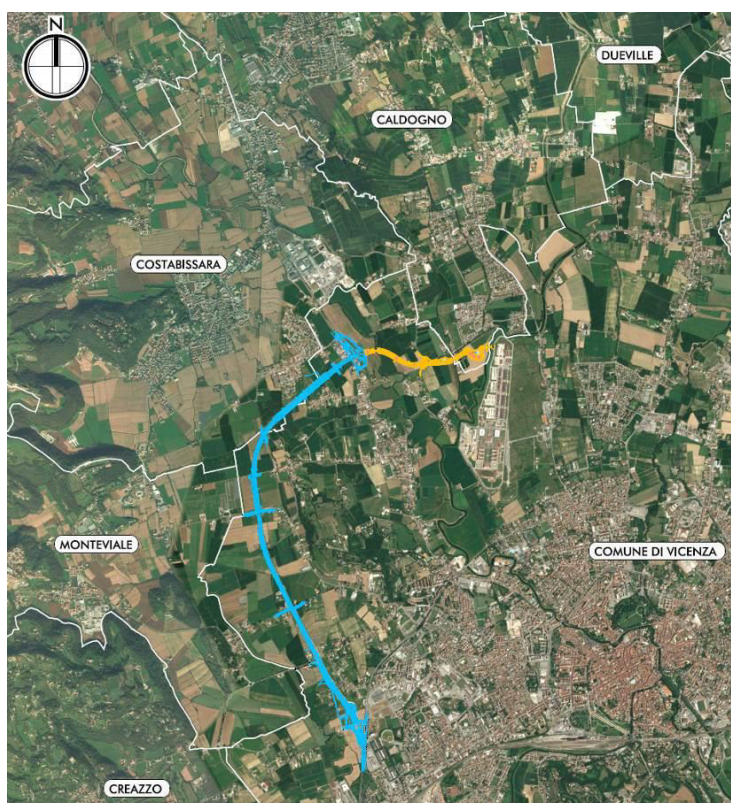


FIGURA 1-1 – PROGETTO DELLA TANGENZIALE DI VICENZA - COROGRAFIA GENERALE CON COLORE GIALLO È EVIDENZIATO IL TRACCIATO DEL 1° STRALCIO COMPLETAMENTO

La definizione in stralci funzionali e l'individuazione delle priorità è stata formalizzata nel Protocollo di Intesa stipulato in data 28/08/2013 tra Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, ANAS, Regione Veneto, Provincia di Vicenza, Comune di Vicenza, Comune di Caldogno, Autostrada Brescia Verona Vicenza Padova S.p.A. "per la progettazione preliminare e definitiva e la realizzazione del completamento della Tangenziale di Vicenza".

Il 1° stralcio costituisce lo Stralcio Ovest, relativo alla Variante della SP 46, comprensivo del collegamento alla base militare Del Din. Ai fini dell'appalto, il 1° stralcio è stato a sua volta suddiviso in due tronchi funzionali, "1° Stralcio - 1° Tronco" e "1° Stralcio - Completamento", oggetto quest'ultimo della presente trattazione, relativamente agli aspetti dell'idraulica di piattaforma.

L'intervento, che interessa i comuni di Vicenza e Caldogno, si sviluppa in direzione Ovest-Est dalla rotatoria di fine "1° tronco" fino alla Base militare Americana Del Din, con una lunghezza dell'asse principale di 1.60 km circa, di cui i primi 1.20 Km presentano una sezione stradale di tipo C1 "Extraurbane secondarie", corsia da 3.75 m e banchina da 1.50m, secondo il D.M. 5/11/2001, mentre gli ultimi 400 m costituiscono la bretella di collegamento alla Base militare.

Le scelte progettuali per la definizione del sistema di gestione delle acque di piattaforma stradale sono state condotte secondo i seguenti principi:

- rispetto della normativa vigente sia nazionale che regionale (Piano di Tutela delle Acque - PTA);
- rispetto dei riferimenti normativi comunali, come l'allegato "*Valutazione di compatibilità idraulica*" contenuto nel Piano degli interventi del Comune di Vicenza;
- rispetto delle indicazioni fornite dagli Enti territorialmente competenti come il Genio Civile di Vicenza e il Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta, incontrati separatamente in data 05.10.2016 e poi ricontattati telefonicamente per ulteriori chiarimenti ed approfondimenti;
- rispetto del Capitolato d'Oneri ANAS per la redazione del Progetto Definitivo;
- rispetto dei condizionamenti territoriali, in particolare quello idraulico che ha determinato l'inserimento dei fornicci di trasparenza idraulica che, a loro volta, influenzano il posizionamento dei collettori di smaltimento delle acque. Ancora più stringente è il condizionamento legato al tema idrogeologico con classi di vulnerabilità degli acquiferi da media ad elevata ed aree di rispetto dei pozzi ad uso idropotabile.

Nel territorio attraversato dall'infrastruttura sono presenti alcuni pozzi ad uso idropotabile, in particolare due a nord e uno a sud rispetto all'asse stradale, con la relativa area di rispetto rappresentata da una circonferenza di raggio 200 m rispetto al pozzo stesso. I pozzi sono poi collegati da una condotta distributrice, la quale, anch'essa, presenta una fascia di rispetto di 20 m per parte dall'asse della stessa.

Il tema delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano, normato all'art. 16 del PTA della Regione Veneto, il quale rimanda all'art. 16 delle Linee Guida Applicative – Allegato A del Dgr. N. 80 del 27.01.2011, pone dei vincoli legati alla presenza delle aree di salvaguardia dei pozzi, i quali non pregiudicano la realizzazione dell'infrastruttura, ma ne condizionano le scelte in termini di gestione delle acque meteoriche di piattaforma, in quanto potenzialmente contaminate.

A valle di queste considerazioni è stato deciso di salvaguardare al massimo il territorio attraversato dal punto di vista della qualità delle acque sia sotterranee che superficiali, attraverso un sistema di

gestione delle acque di dilavamento stradale di tipo “chiuso” in grado di raccogliere tutta la prima e anche la seconda pioggia mediante collettori, che la conducono ad un impianto di trattamento in grado di depurarla e rilasciarla “chiarificata” nel recettore finale costituito dal reticolo idrografico superficiale.

Un altro tema che è stato doverosamente affrontato riguarda la garanzia del principio dell'invarianza idraulica, legata alla riduzione della superficie permeabile del territorio per effetto della piattaforma stradale di progetto. La soluzione definita ha rispettato le indicazioni degli Enti territorialmente competenti in materia, i quali hanno fissato come parametri per il dimensionamento di tale sistema il Tempo di Ritorno (TR) di 50 anni per le piogge affluite ed un limite di scarico di $5 \text{ l/s} \cdot \text{ha}_{\text{IMP}}$ nel caso in cui il recapito sia una roggia del Consorzio di Bonifica. La soluzione di progetto prevede dei fossi e dei bacini di laminazione collocati in aree prevalentemente intercluse, al fine di limitare il più possibile il consumo di suolo all'attuale uso agricolo. Allo sbocco di questi bacini/fossi di laminazione è stato installato un manufatto di regolazione, analogo a quello indicato nell'allegato “*Valutazione di compatibilità idraulica*” precedente citato, capace di regolare la portata in uscita secondo i limiti imposti, pocanzi citati.

Un aspetto importante da ricordare riguarda il cambiamento climatico globale, che negli ultimi anni ha determinato degli scenari pluviometrici particolarmente gravosi, caratterizzati da piogge spesso di breve durata, ma di forte intensità, capaci di mettere in crisi le reti di smaltimento esistenti.

Nell'ambito del presente progetto, il dimensionamento del sistema di gestione delle acque meteoriche è stato condotto considerando condizioni cautelative, nel rispetto della normativa e delle indicazioni degli Enti territorialmente competenti in materia. Nonostante ciò si ritiene necessario prevedere, nelle successive fasi progettuali, come pure durante la fase di esercizio, un aggiornamento delle serie storiche dei dati pluviometrici in corrispondenza delle stazioni di misura più vicine al tracciato di progetto, potendo in questo verificare la coerenza con i parametri assunti e quindi con le relative scelte progettuali.

Infine, l'efficienza del sistema di gestione delle acque meteoriche è condizionato da una ordinaria ed adeguata manutenzione che dovrà essere pianificata e svolta regolarmente.

2. INQUADRAMENTO DELL'AREA E CARATTERISTICHE DEL TRACCIATO STRADALE

L'area interessata dall'intervento di progetto è compresa interamente entro il bacino idrografico dei fiumi Brenta-Bacchiglione, più nello specifico, il tracciato stradale di progetto, della lunghezza di circa 1,60 Km, ricade nei territori comunali di Vicenza e Caldogno, ad una quota media di 39.50 m slm, all'interno di un territorio fortemente condizionato dalla presenza di un fitto reticolo idrografico, riportato nella figura seguente, che presenta fenomeni di esondazione per TR molto contenuti, come ampiamente argomentato nella Relazione Idrologica-Idraulica (cod. T00ID00IDRRE01_A) a cui si rimanda per un approfondimento.

La seguente immagine, estratta dall'elaborato di progetto T00ID00IDRCT02A "Carta del reticolo idrografico e delle aree storicamente allagate" riporta il tracciato di progetto, più scuro rispetto a quello, sempre di progetto, ma esterno all'ambito d'intervento, unitamente al reticolo idrografico suddiviso per competenza gestionale, le aree storicamente allagate (anno 1966 e 2010), e l'ubicazione delle sezioni idrauliche e dei manufatti esistenti di cui si dispone del rilievo celerimetrico.

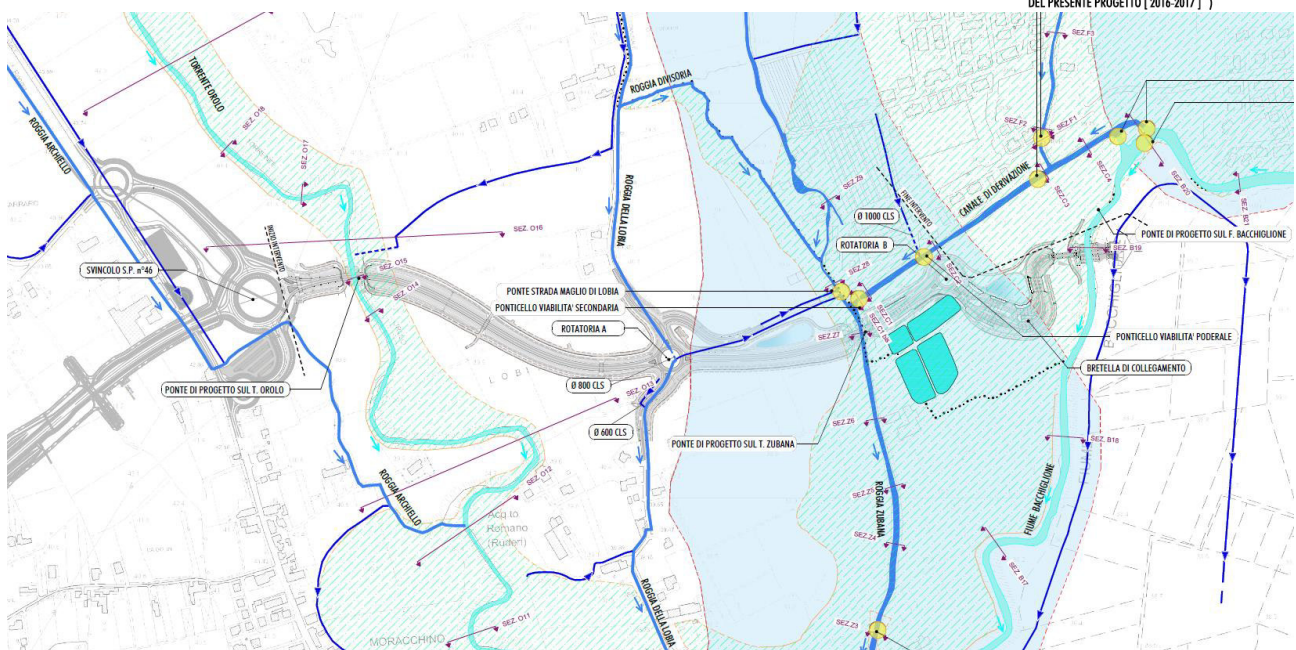
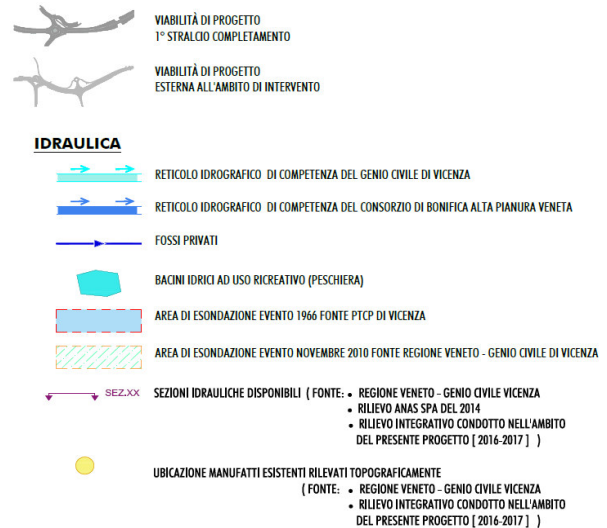


FIGURA 2-1: INQUADRAMENTO DEL RETICOLO IDROGRAFICO E DELLE AREE STORICAMENTE ALLAGATE IN CORRISPONDENZA DEL TRACCIATO DELLA TANGENZIALE DI PROGETTO (COD. ELABORATO T00ID00IDRCT02A)

Dal punto di vista idrogeologico l'area è costituita da una prima falda superficiale, discontinua, ospitata da terreni sabbioso limosi poco potenti e sovrastante un acquifero multistrato formato dalla presenza di falde confinate o semiconfinate dotate di una certa risalienza. L'immagine seguente, costruita nell'ambito del presente progetto sulla base delle informazioni contenute nel PAT di Vicenza e Caldogno, riporta l'ubicazione dei pozzi ad uso idropotabile con la relativa area di rispetto (raggio di 200 m dal centro del pozzo) e le corrispondenti condotte acquedottistiche anch'esse con la relativa fascia di rispetto (distanza di 20 m per parte dall'asse della condotta), come già introdotto in premessa.

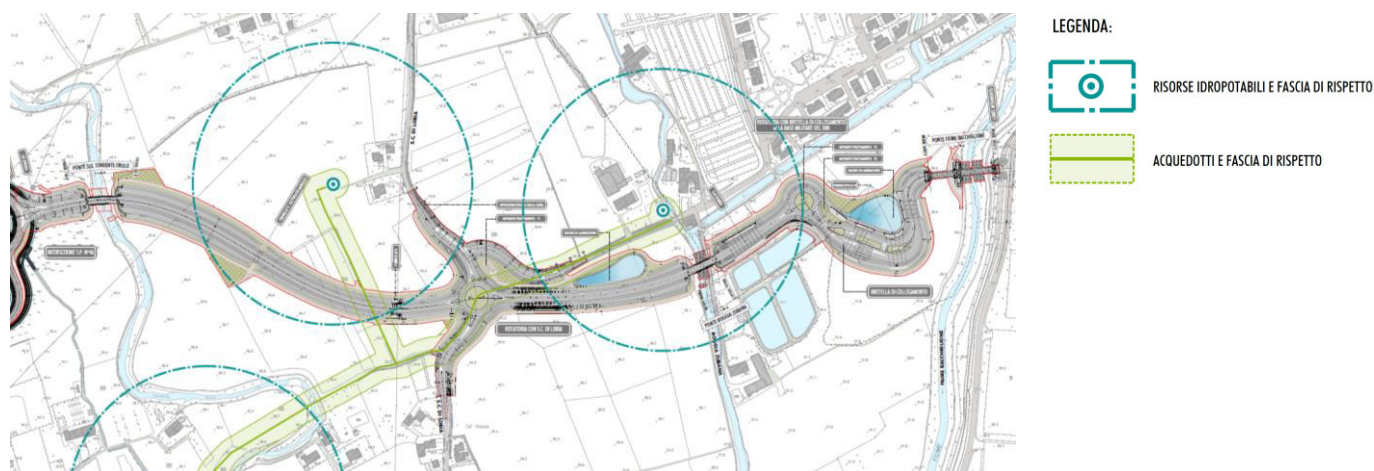
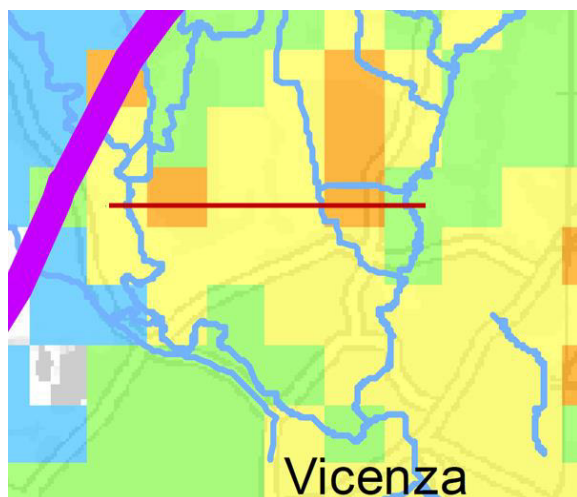


FIGURA 2-2 – CARTA DEI POZZI AD USO IDROPOTABILE E DELLE CONDOTTE ACQUEDOTTISTICHE CON LE RELATIVE FASCE DI RISPETTO

L'analisi della Carta della vulnerabilità intrinseca della falda freatica della pianura veneta estratta dal PTA, di seguito riportata come stralcio nell'intorno della viabilità di progetto, schematizzata con linea amaranto, evidenzia che il tracciato ricade in un territorio caratterizzato da una vulnerabilità da media ad elevata. Questa configurazione, unitamente alla presenza di pozzi ad uso idropotabile, richiede l'adozione di scelte progettuali volte alla particolare tutela della componente idrogeologica, obiettivo perseguito e che ha condizionato molte soluzioni sviluppate nell'ambito del presente progetto.



GRADO DI VULNERABILITA'						VALORI SINTACS
Ee	E	A	M	B	Bb	
						80 - 100
						70 - 80
						50 - 70
						35 - 50
						25 - 35
						0 - 25

Ee: estremamente elevato
E: elevato
A: alto
M: medio
B: basso
Bb: bassissimo

FIGURA 2-3 – CARTA DELLA VULNERABILITÀ INTRINSECA DELLA FALDA FREATICA DELLA PIANURA VENETA
(FONTE: PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE DELLA REGIONE VENETO)

L'intervento, che interessa i comuni di Vicenza e Caldogno, si sviluppa in direzione Ovest-Est dalla rotatoria di fine "1° tronco" fino alla Base militare Americana Del Din, con una lunghezza complessiva di 1570 m, di cui i primi 1200 m, definiti asse principale, presentano una sezione stradale di tipo C1 "Extraurbane secondarie", mentre gli ultimi 370 m costituiscono il tracciato della bretella di collegamento alla Base Militare Americana del Din. Il progetto infrastrutturale si sviluppa prevalentemente in rilevato, reso "trasparente" mediante l'inserimento di fornici di trasparenza idraulica; inoltre, in corrispondenza dei tre principali corsi d'acqua interferiti, è stato previsto l'attraversamento con ponti, di luce e franco compatibili dal punto di vista idraulico. Infine sono previste due rotatorie e alcuni rami secondari di connessione con la viabilità esistente.

L'asse principale, rappresentato dai primi 1200 m, è costituito da un'unica carreggiata formata da due corsie, una per senso di marcia di 3,75 m ciascuna; ogni corsia è fiancheggiata da una banchina di m. 1,50 di larghezza, per una larghezza complessiva della piattaforma stradale pari a 10,50 m., secondo il D.M. 5/11/2001. La sezione in rilevato si completa con un arginello in terra di larghezza pari a 1.75 m, mentre al piede del rilevato, alla distanza minima di 1.00 m, è prevista la realizzazione di un fosso di guardia rivestito in argilla che, unitamente al sistema di trattamento delle acque di piattaforma, consente di salvaguardare l'ambito territoriale attraversato, caratterizzato da una vulnerabilità degli acquiferi da media ad elevata.

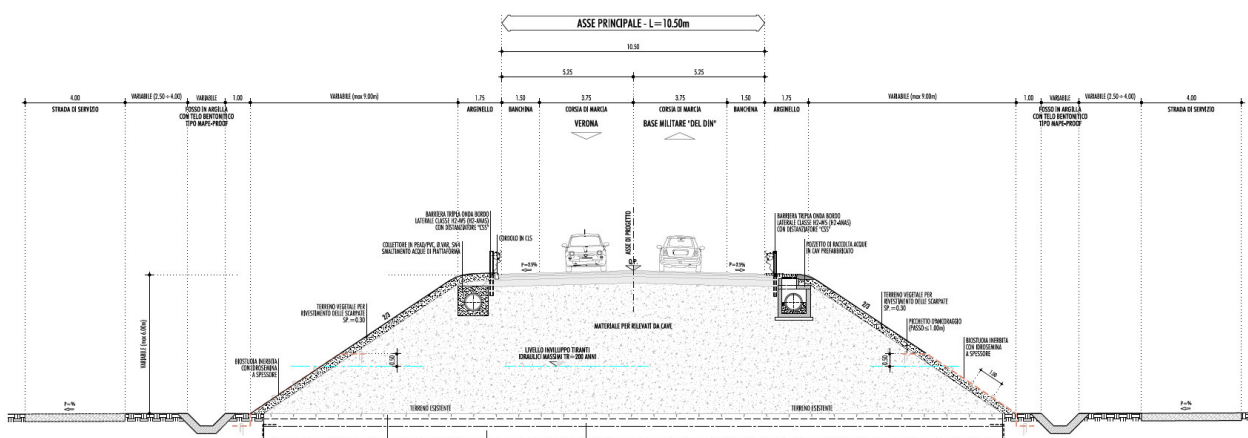


FIGURA 2-4 - SEZIONE TIPO IN RILEVATO DELL'ASSE PRINCIPALE

Il tracciato della bretella di collegamento alla base Militare, dello sviluppo complessivo di circa 370 m, è composto dall'alternanza di rettili ed archi di cerchio, la cui composizione è stata definita in collaborazione con i tecnici della Base stessa. La bretella di collegamento si innesta sulla rotatoria di svincolo con la viabilità di categoria C1 sopra descritta, con rami di ingresso ed uscita ad una corsia opportunamente separati da aiuole spartitraffico sovralzate e delimitate da cordolature in cls; in particolare nell'immagine seguente è riportata la sezione tipo in corrispondenza della Barriera, ove la sezione stradale raggiunge la sua larghezza massima.

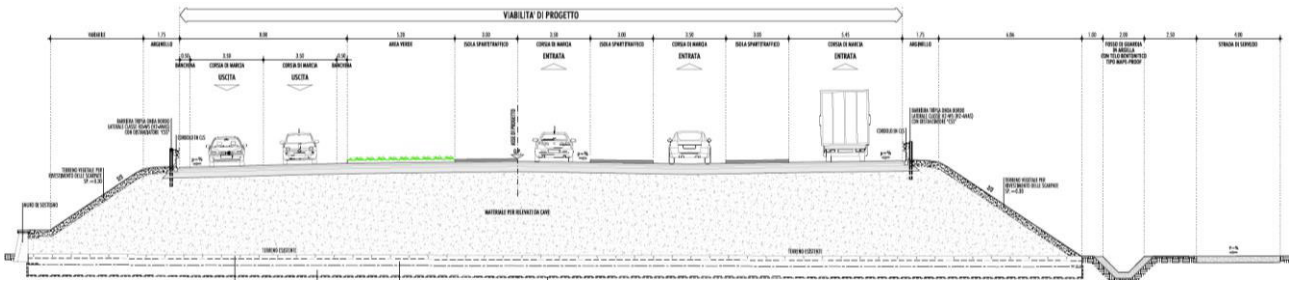


FIGURA 2-5 – SEZIONE TIPO DELLA BRETELLA DI COLLEGAMENTO ALLA BASE MILITARE IN CORRISPONDENZA DELLA BARRIERA

La seguente tabella riporta i corsi d'acqua interferiti lungo il tracciato, l'Ente territorialmente competente sugli stessi, e la tipologia di attraversamento previsto; inoltre, a seguire, è riportata la sezione tipo del Ponte Fiume Bacchiglione e del ponte Torrente Orolo, quest'ultimo analogo al Ponte Roggia Zubana.

NOME CORSO D'ACQUA	ENTE TERRITORIALMENTE COMPETENTE	ATTRAVERSAMENTO PD
Torrente Orolo	Genio Civile di Vicenza / ADI Alpi Orientali	Ponte ad una campata, L=44 m
Roggia della Lobia	Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta	Tombino scatolare 2.0m*1.50m
Roggia Zubana	Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta	Ponte ad una campata, L=44 m
Fiume Bacchiglione	Genio Civile di Vicenza / ADI Alpi Orientali	Ponte a due campate, L=54+40 m

TABELLA 2-1 - RETICOLO IDROGRAFICO INTERAGENTE CON L'OPERA STRADALE DI PROGETTO

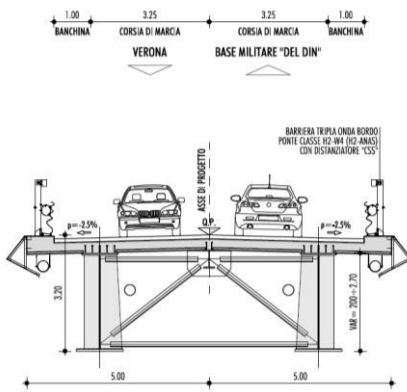


FIGURA 2-6 – SEZIONE TIPO DEL PONTE SUL F. BACCHIGLIONE

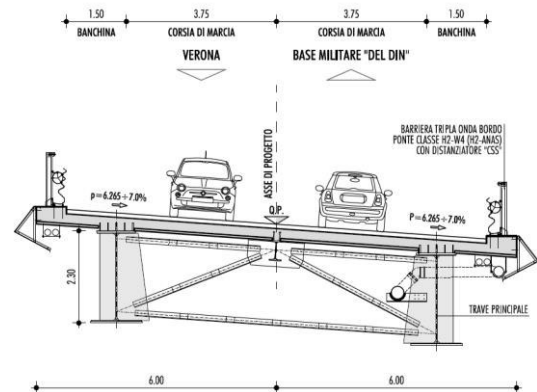


FIGURA 2-7 – SEZIONE TIPO DEL PONTE SUL TORRENTE OROLO

I rami di collegamento alla S.C. di Lobia esistente, come mostrato nella sezione tipo seguente, sono previsti di categoria F1 extraurbana locale, di larghezza complessiva pari a 9,00 m, composta di due corsie di marcia di larghezza pari a 3,50 e banchine laterali di 1,00 m e tale sezione consentire il transito dei veicoli pesanti.

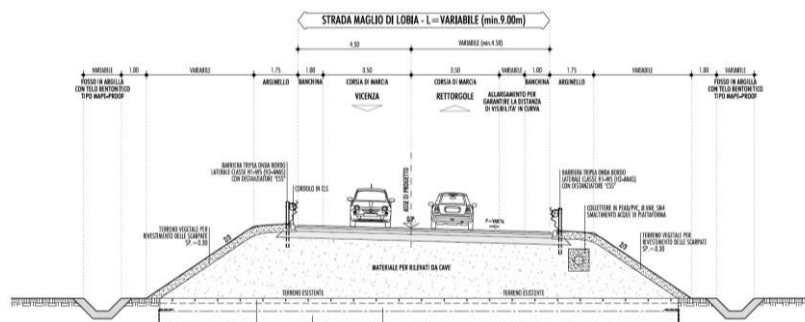


FIGURA 2-8 – SEZIONE TIPO IN RILEVATO DELL'ASSE SECONDARIO

3. ANALISI PLUVIOMETRICHE

Le analisi pluviometriche condotte per definire le altezze di pioggia critica al variare del TR e della durata (d) sono state condotte a partire dai dati forniti dal Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio - Servizio Centro Meteorologico di Teolo (PD) riferiti alla stazione pluviometrica di Quinto Vicentino (VI), in quanto, per distanza dall'area d'intervento e per entità della serie storica, rappresenta quella più adeguata al fine di ricavare le Curve di Possibilità Pluviometrica (CPP) di riferimento per il presente Studio. La posizione della stazione pluviometrica di Quinto Vicentino, posta ad una quota di 33 m slm ed attiva ancora oggi dal 1991, è stata cartografata nell'elaborato progettuale T00ID00IDRCT01A "Corografia dei bacini idrografici". Di seguito sono riportati i dati registrati al pluviometro per la serie storica dal 1992 al 2016.

Anno	Intervallo in minuti					Intervallo ore				
	5'	10'	15'	30'	45'	1	3	6	12	24
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1992	7.2	14.2	19.2	28.4	35.8	39.6	50	50.6	62.2	83.4
1993	8.4	15	20.4	30	34.8	35.8	37.6	39.4	41.8	41.8
1994	13	22.2	30.2	37.4	54.6	57	63.2	71.4	71.4	72
1995	11.4	15	17.4	23.4	25.4	31.8	41.4	44.4	53.2	93.8
1996	8.2	14.8	19.8	24	26.8	27.6	44	52.4	56	58.6
1997	8	15.4	18.6	23.6	23.8	27	34.8	40	51	60.6
1998	10.6	19.8	25	34.4	36.2	36.2	62.8	63.6	63.6	100.6
1999	10	17	22.2	37.6	44	46.8	47.4	63.8	69.6	70.8
2000	7.6	11	11.8	15.8	22.2	22.8	27.6	32.2	48	56.8
2001	6	7.8	9	13.8	15.6	17.2	30	41.6	48.6	52.6
2002	17.2	22.8	25.8	27	28.6	29.2	43	59.4	69.8	91
2003	7.2	13.8	15.6	15.8	15.8	15.8	31.6	44	63.2	85.2
2004	9.6	18.6	24	31	34.4	39.8	66	76.2	81	81.8
2005	10.8	18.6	27	41.8	47.6	51.4	53.2	53.2	99.4	114.4
2006	7	12	13.8	18.4	23.8	29.6	40.6	73.2	111.2	115.2
2007	10.4	18.6	25.6	32.6	35.4	37.4	40	41	65.4	65.6
2008	8.2	11.8	14.4	20.4	25.6	25.8	32.8	33	46.4	57.6
2009	8.2	16	21	34.6	39.6	39.6	43	44.4	66.6	81
2010	7.6	13.6	19.2	32	41.6	45.2	60	66.8	73.6	78.4
2011	9.4	13	15.6	19	21	21.6	27.4	52.4	71	86.8
2012	11	21.4	29.4	39	41.4	41.8	47.4	52.2	92.8	97.8
2013	9.6	15.6	20.4	25	25.6	26.2	28.8	55.6	75.6	78
2014	8	13.8	18.4	32.6	38.6	41	50	50.6	50.6	70.8
2015	9.4	12.4	13.6	18.4	19.2	22.8	42.8	69.2	74.4	90.6
2016	8.4	16.6	21.6	28.4	32.8	34.2	44.2	49.8	55.2	76

**TABELLA 3-1 – ALTEZZE DI PIOGGIA REGISTRATE ALLA STAZIONE PLUVIOMETRICA DI QUINTO VICENTINO
(FONTE: SERVIZIO CENTRO METEOROLOGICO DI TEOLO)**

Questi dati sono stati elaborati, nell'ambito del presente Studio, mediante il metodo di Gumbel, al fine di ottenere i parametri caratteristici della CPP e conseguentemente le altezze di pioggia critica necessarie per sviluppare le successive analisi idrologiche finalizzate a definire i parametri di dimensionamento del sistema di gestione delle acque meteoriche. I risultati ottenuti in riferimento ad un TR da 2 a 300 anni, sono stati confrontati ed integrati con quelli resi disponibili sempre dal Servizio Centro Meteorologico di Teolo, riferiti ad un TR da 2 a 50 anni, constatando un'ottima corrispondenza; da tale integrazione deriva la tabella e i grafici seguenti. Le tabelle e i grafici seguenti sono riferiti alle altezze e alle intensità di pioggia critica alla base del presente progetto.

DURATA		ALTEZZA DI PIOGGIA [mm]									
[minuti]	[ore]	TR=300	TR=200	TR=100	TR=50	TR=25	TR=20	TR=15	TR=10	TR=5	TR=2
5	0.0833	21.00	20.14	18.66	17.19	15.70	15.22	14.59	13.70	12.12	9.73
10	0.1667	32.31	30.93	28.57	26.60	23.82	23.60	22.04	21.20	18.80	15.10
15	0.25	41.58	39.76	36.66	36.40	32.50	31.80	29.50	28.30	24.70	19.20
30	0.5	63.99	61.09	56.12	51.50	46.11	44.80	42.36	39.70	34.30	26.20
45	0.75	82.34	78.53	72.00	65.45	58.84	56.70	53.92	49.95	42.90	32.27
60	1	78.39	74.84	68.75	65.40	57.20	56.70	51.89	49.90	42.80	32.20
90	1.5	85.98	82.13	75.54	68.93	62.27	60.10	57.29	53.28	46.16	35.40
120	2	91.80	87.73	80.77	73.78	66.73	64.44	61.47	57.22	49.70	38.31
150	2.5	96.59	92.34	85.07	77.77	70.41	68.02	64.92	60.48	52.62	40.72
180	3	100.69	96.29	88.75	81.19	73.57	71.09	67.88	63.28	55.14	42.81
360	6	117.91	112.88	104.27	95.63	86.91	84.08	80.41	75.16	65.86	51.78
720	12	138.09	132.34	122.50	112.63	102.68	99.45	95.26	89.27	78.66	62.63
1440	24	161.71	155.15	143.92	134.30	121.31	118.80	112.86	106.90	94.50	75.75

TABELLA 3-2 – ALTEZZE DI PIOGGIA CRITICA AL VARIARE DEL TR E DELLA DURATA DI PIOGGIA, RIFERITE ALLA STAZIONE DI QUINTO VICENTINO ED ELABORATE CON IL METODO DI GUMBEL

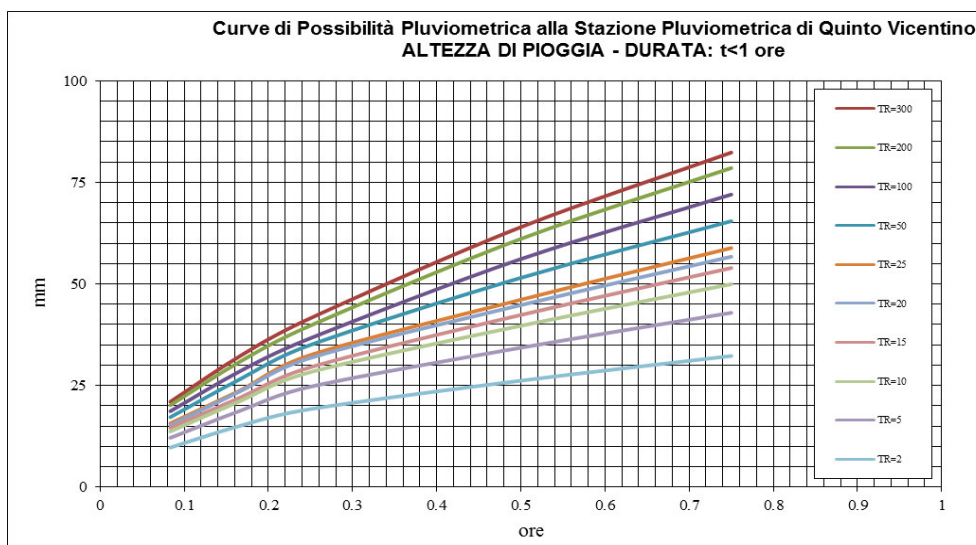


FIGURA 3-1 - CPP DELL'ALTEZZA DI PIOGGIA PER DURATA MINORE DI 1 ORE, RIFERITE ALLA STAZIONE DI QUINTO VICENTINO

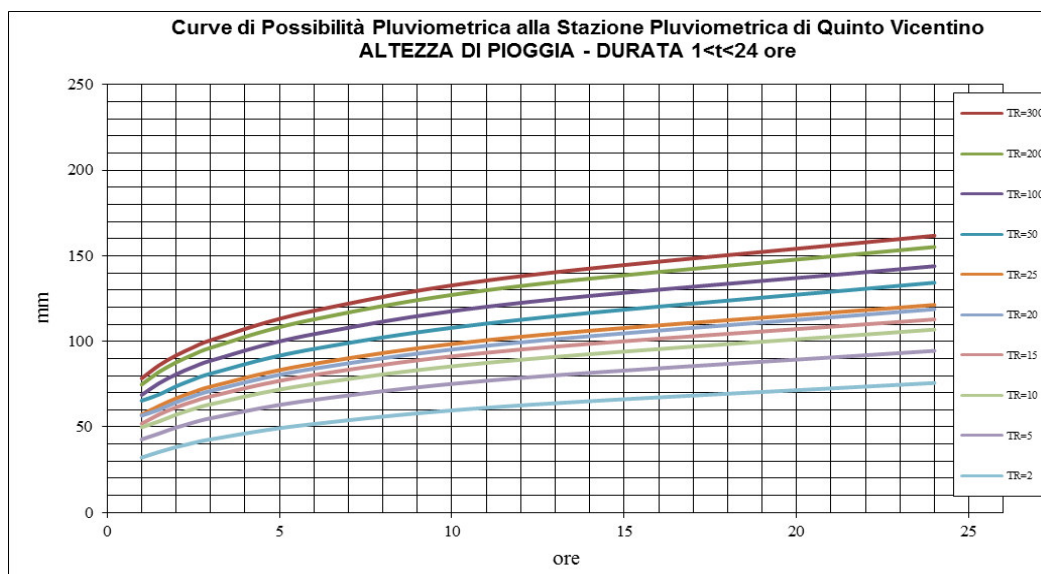


FIGURA 3-2 – CPP DELL'ALTEZZA DI PIOGGIA PER DURATA COMPRESA TRA 1 ORE E 24 ORE, RIFERITE ALLA STAZIONE DI QUINTO VICENTINO

DURATA		INTENSITA' DI PIOGGIA [mm/ora]									
[minuti]	[ore]	Tr=300	Tr=200	Tr=100	Tr=50	Tr=25	Tr=20	Tr=15	Tr=10	Tr=5	Tr=2
3	0.0500	305.61	293.48	272.73	251.92	230.99	224.20	215.39	202.83	180.61	147.29
5	0.0833	251.94	241.63	223.97	206.26	188.42	182.63	175.12	164.39	145.40	116.77
10	0.1667	193.87	185.60	171.45	159.60	142.92	141.60	132.24	127.20	112.80	90.60
15	0.25	166.32	159.06	146.63	145.60	130.00	127.20	118.00	113.20	98.80	76.80
30	0.50	127.98	122.18	112.24	103.00	92.23	89.60	84.73	79.40	68.60	52.40
45	0.75	109.79	104.71	96.00	87.26	78.46	75.60	71.89	66.59	57.20	43.02
60	1	78.39	74.84	68.75	65.40	57.20	56.70	51.89	49.90	42.80	32.20
90	1.5	57.32	54.75	50.36	45.95	41.51	40.07	38.20	35.52	30.78	23.60
120	2	45.90	43.87	40.38	36.89	33.36	32.22	30.73	28.61	24.85	19.15
150	2.5	38.64	36.94	34.03	31.11	28.16	27.21	25.97	24.19	21.05	16.29
180	3	33.56	32.10	29.58	27.06	24.52	23.70	22.63	21.09	18.38	14.27
360	6	19.65	18.81	17.38	15.94	14.49	14.01	13.40	12.53	10.98	8.63
720	12	11.51	11.03	10.21	9.39	8.56	8.29	7.94	7.44	6.56	5.22
1440	24	6.74	6.46	6.00	5.60	5.05	4.95	4.70	4.45	3.94	3.16

TABELLA 3-3 – INTENSITÀ DI PIOGGIA CRITICA AL VARIARE DEL TR E DELLA DURATA DI PIOGGIA, RIFERITE ALLA STAZIONE DI QUINTO VICENTINO ED ELABORATE CON IL METODO DI GUMBEL

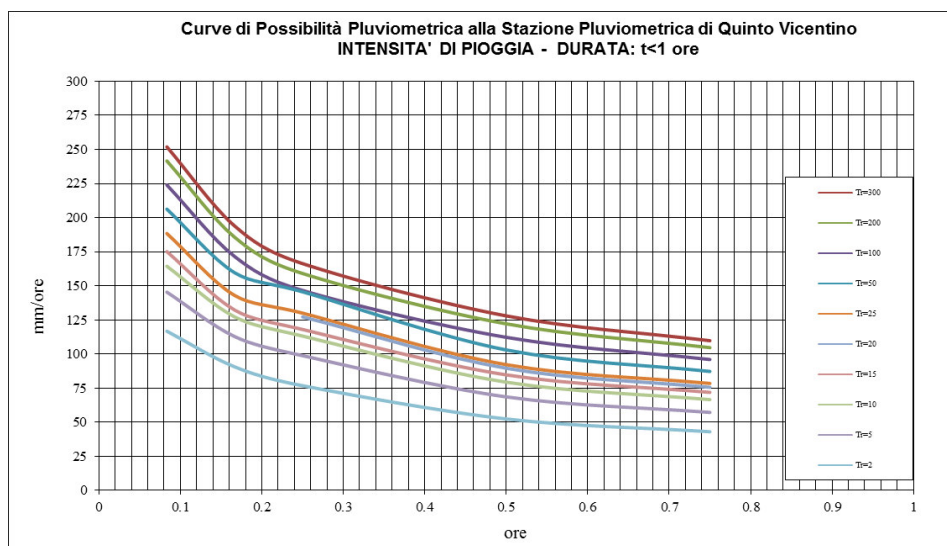


FIGURA 3-3 - CPP DELL'INTENSITÀ DI PIOGGIA PER DURATA MINORE DI 1 ORA, RIFERITE ALLA STAZIONE DI QUINTO VICENTINO

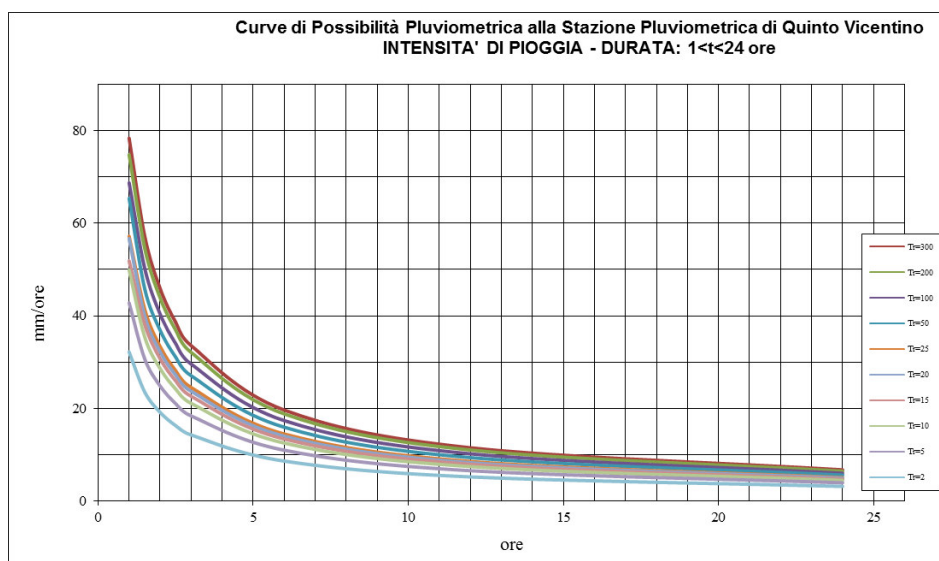


FIGURA 3-4 – CPP DELL'INTENSITÀ DI PIOGGIA PER DURATA DI PIOGGIA COMPRESA TRA 1 ORA E 24 ORE, RIFERITE ALLA STAZIONE DI QUINTO VICENTINO

4. SISTEMI DI GESTIONE DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA

Le acque meteoriche di dilavamento della piattaforma stradale sono state gestite con un sistema prevalentemente di tipo “chiuso”, che consiste nella raccolta delle acque di prima e seconda pioggia mediante delle tubazioni che convergono all’impianto di trattamento. Quest’ultimo svolge la funzione di sedimentatore e disoleatore, restituendo nel ricettore finale un’acqua “chiarificata”. Il sistema previsto risulta garantista nei confronti del territorio attraversato, il quale risulta soggetto ad una vulnerabilità intrinseca della falda da media ad elevata, inoltre la presenza di alcuni pozzi ad uso idropotabile, ai quali corrispondono delle fasce di rispetto, ha determinato un’attenzione particolare, come di seguito descritto.

Le analisi idrologiche, sviluppate al fine di determinare le portate e i volumi di acqua meteorica da gestire con il sistema progettato, sono basate su dati pluviometrici aggiornati e forniti da ARPA Veneto. Analogamente le verifiche idrauliche e la scelta dei parametri al contorno per il dimensionamento del sistema di drenaggio, allontanamento, trattamento e laminazione, sono state condotte nel rispetto della normativa vigente, delle indicazioni degli Enti territorialmente competenti e del Capitolato d’Oneri Anas per la redazione del presente progetto.

Il sistema di gestione delle acque meteoriche di dilavamento stradale si compone di una serie di manufatti, tra cui quelli con funzione di raccolta/drenaggio delle acque sono costituiti da caditoie su rilevato, bocchette di drenaggio sui ponti e di canalette embricate per un breve tratto di circa 100 m dell’asse principale e per alcune tratti dei rami secondari, in corrispondenza della rotatoria con S.C. di Lobia. Il sistema di evacuazione è invece costituito da una rete di collettori che corrono sotto l’arginello del rilevato stradale ed appesi all’impalcato dei ponti al fine di allontanare le acque, raccolte dai manufatti di drenaggio, portandole all’impianto di trattamento.

Il tracciato stradale di progetto con estensione di circa 1.60 km, in funzione del reticolo idrografico attraversato e della morfologia pianeggiante in cui è inserito, è stato suddiviso in quattro tratti, tra loro indipendenti dal punto di vista della raccolta, allontanamento e trattamento delle acque. Il primo tratto dalla Pk 0,000 alla spalla ovest (SP1) del torrente Orolo, di circa 100 m di estensione, è gestito con un sistema che raccoglie le acque meteoriche mediante una serie di canalette embricate e le scarica nel fosso al piede del rilevato che, oltre a convogliarle verso il ricettore finale, costituito dalla roggia Archiello, svolge anche la funzione di bacino di laminazione. Il breve tratto di strada di soli 100 m, unitamente ad una distanza di questo di oltre 150 m dal limite esterno della fascia di rispetto dei pozzi, ha permesso di evitare l’inserimento di un impianto di trattamento, oltretutto non richiesto dalla norma regionale vigente.

Il tratto successivo che dalla spalla ovest (SP1) del ponte sull’Orolo arriva alla medesima spalla del ponte sulla roggia Zubana, con un’estensione di circa 900 m, è servito da un sistema di tipo “chiuso” con un impianto di trattamento per la prima e la seconda pioggia, a valle del quale le acque “chiarificate” sono laminate da un bacino a cielo aperto, la cui portata in uscita è regolata da un manufatto al fine di rilasciare

nel ricettore finale, costituito dalla roggia Zubana, una portata controllata, nel rispetto della normativa vigente e delle indicazioni dell'Ente gestore, costituito dal Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta.

Il terzo e quarto tratto, separati dal punto di vista della raccolta, allontanamento e trattamento, ma uniti dal punto di vista della laminazione, si estendono rispettivamente per circa 230 m dalla spalla ovest (SP1) del ponte sulla Zubana alla rotatoria in corrispondenza dell'inizio della bretella di collegamento alla Base Militare del Din e per 365 m corrispondente alla bretella e al ponte sul fiume Bacchiglione. Per entrambi i tratti citati è stato previsto un impianto di trattamento per la prima e seconda pioggia, i quali scaricano nel fosso di guardia/laminazione, a valle del quale, previa regolazione della portata in uscita, confluiscono nel ricettore finale, costituito dalla roggia Zubana.

Gli impianti di trattamento previsti sono costituiti da vasche prefabbricate in P.R.F.V. o similare completamente interrate e conformi alla normativa comunitaria di settore UNI EN 858, unitamente alla marcatura CE. A ciascuno di questi è stata associata una seconda vasca prefabbricata in P.R.F.V. o similare, definita di emergenza, in quanto funge da serbatoio di accumulo temporaneo in caso di sversamenti accidentali di importanti quantità di liquidi leggeri (idrocarburi, oli, ecc.) per esempio a seguito del ribaltamento di un'autocisterna con conseguente fuoriuscita di questi liquidi.

L'invarianza idraulica, che consiste nel sistema che compensa dal punto di vista dei deflussi meteorici, l'incremento delle superfici impermeabili generate dalla piattaforma stradale, è stata garantita per l'intero tratto stradale di progetto, tra cui i rami secondari. La laminazione è stata garantita mediante fossi e bacini a cielo aperto limitrofi alla viabilità: in particolare i bacini sono stati collocati in aree con una valenza agricola e sociale molto limitata, minimizzando in questo modo gli effetti negativi legati all'uso del suolo. Il dimensionamento dei volumi di laminazione è stato condotto in accordo con la normativa vigente e le indicazioni degli Enti gestori, considerando un Tempo di Ritorno (TR) di 50 anni e un limite di scarico molto cautelativo di $5.0 \text{ l/s} \cdot \text{ha}_{\text{IMP}}$. Da questi dati di partenza deriva un volume di 195 m^3 per il tratto 1 di circa 100 m ottenuto con due fossi di laminazione, un volume di 1664 m^3 per il tratto 2 di circa 900 m ottenuto con un bacino ed un volume di 970 m^3 per il terzo e quarto tratto di complessivi 595 m, ottenuto mediante un bacino seguito da un fosso di laminazione.

I ricettori finali delle acque laminate sono la roggia Archiello per un brevissimo tratto di strada di soli 100 m e la roggia Zubana per la restante parte. In entrambi i casi la portata scaricata risulta una quantità modestissima rispetto alla capacità di deflusso di entrambe le rogge. In particolare la portata scaricata nella Zubana dal sistema progettato, considerando un evento pluviometrico di 50 anni, costituisce lo 0.24% della portata cinquantennale della roggia stessa, quindi assolutamente compatibile con la capacità del ricettore.

Le acque meteoriche di scarpata stradale, unitamente a quelle generate dalle aree limitrofe al piede delle scarpate stesse, sono raccolte all'interno di fossi di guardia in terra, i quali, nonostante tali acque non siano potenzialmente contaminate, in quanto non entrano in contatto con la piattaforma stradale, sono stati protetti sul fondo e sulle sponde con un materassino bentonitico sovrapposto a 0.30 m di terreno argilloso ben

compattato. Questo presidio impedisce alle acque, che defluiscono nel fosso per raggiungere il recapito finale, di infiltrarsi nel terreno entrando in contatto con la falda, in particolare nei tratti contraddistinti dalle fasce di rispetto dei pozzi ad uso idropotabile. Lo stesso rivestimento è stato previsto anche per i fossi e per i bacini di laminazione.

Il collegamento dei fossi di guardia e la continuità idraulica della rete minore esistente nel territorio è stata garantita mediante la predisposizione di tombini idraulici scatolari e/o circolari.

Infine, nei tratti potenzialmente lambiti dall'acqua di esondazione del reticolo superficiale, la scarpata stradale è stata protetta contro eventuali, benché remoti, fenomeni di erosione, attraverso la posa di una biostuoia al di sopra dello strato vegetale di 0.30 m, sviluppandosi dal piede del rilevato fino a 0.50 m al di sopra della massima piena per TR=200 anni. La posa della biostuoia, fissata al terreno con picchetti, è seguita all'operazione di idrosemina di specie autoctone, capaci di attecchire più facilmente contrastando il potenziale effetto dell'acqua, che comunque presenta velocità bassissime.

Si rimanda ai seguenti elaborati grafici per un approfondimento: Planimetria idraulica di progetto (cod. elaborato T00OM02IDRPP01_A) e Profilo Idraulico di progetto (cod. elaborato T00OM02IDRFP01_A).

4.1. STIMA DELLE PORTATE DI PROGETTO

La tabella seguente riporta per ogni elemento di drenaggio ed allontanamento delle acque meteoriche il relativo TR, durata critica ed intensità di pioggia di progetto.

Elementi di drenaggio ed allontanamento	TR e durata critica	Intensità di pioggia di progetto
<ul style="list-style-type: none"> • Caditoia • Ingombro lama d'acqua in banchina 	<p>TR= 25 anni d= 3 minuti</p>	<p>$i_{25_3'} = 230.99 \text{ mm/ora}$</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Collettore acque di piattaforma per asse principale e secondario • Canaletta testa muro 	<p>TR= 25 anni d= 10 minuti</p>	<p>$i_{25_{10}} = 142.92 \text{ mm/ora}$</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Fosso asse principale e secondario 	<p>TR= 50 anni d= 20 minuti</p>	<p>$i_{50_{20}} = 119.93 \text{ mm/ora}$</p>

TABELLA 4-1 – PARAMETRI IDROLOGICI DI DIMENSIONAMENTO DEGLI ELEMENTI DI DRENAGGIO E ALLONTANAMENTO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA

La durata critica per ogni elemento considerato è stata assunta cautelativamente coincidente con il tempo di corrivazione del bacino/area che maggiormente sollecita il singolo elemento da dimensionare.

Il tempo di corrivazione del bacino è dato dalla somma di due componenti temporali:

- t_{strada} = tempo di corrivazione relativo allo scolo dell'acqua sulla piattaforma stradale;
- $t_{condotta/fosso}$ = tempo di corrivazione relativo allo scolo dell'acqua nel tratto di condotta/fosso.

I parametri necessari per il calcolo della durata critica sono di seguito riportati:

• Coefficiente di lisezza di Glaucker-Strickler della pavimentazione stradale	$K_{SSTRADA}$ ($m^{1/3}/s$)
• Lunghezza superficie scolante sulla piattaforma stradale prima dell'ingresso in caditoia	$L_{sez.strada}$ (m)
• Pendenza trasversale della sede stradale	$I_{sez.strada}$ (m/m)
• Parametro caratteristico della superficie scolante	m (-)
• Parametro caratteristico del moto della corrente	$\alpha = K_s * (i_t)^{0.5} = 8.5$ (-)
• Parametro "a" della CPP	a (mm/ore ⁿ)
• Parametro (a') della CPP (elaborazione del parametro "a")	$a' = (a/1000)/(3600^n)$ (m/s ⁿ)
• Parametro "n" della CPP	n (-)
• Coefficiente di deflusso della piattaforma stradale	C (-)
• Tempo di corrivazione relativo allo scolo dell'acqua sulla piattaforma stradale	$t_{pstrada} = \left(\frac{L_0}{\alpha C a^{m-1}} \right)^{\frac{1}{n(m-1)+1}}$ (s)
• Coefficiente di lisezza di Glaucker-Strickler della tubazione di progetto in PVC/PeAD	$K_{SCOLLETORE}$ ($m^{1/3}/s$)
• Pendenza media del tratto di condotta considerato	$i_{collettore}$ (-)
• Lunghezza del tratto di condotta più lungo rispetto alla sezione di chiusura del bacino/area di scolo indagata	$L_{collettore}$ (m)
• Tempo di corrivazione relativo allo scolo dell'acqua nel tratto di condotta considerato	$t_{condotta} = \left[26,3 \frac{(L/K_s)^{0,6}}{3600^{(1-n)0,4} \cdot a^{0,4} \cdot i^{0,3}} \right]^{-1/(0,6+0,4n)}$ (s)

TABELLA 4-2: PARAMETRI IDRAULICI PER IL CALCOLO DELLA DURATA DI PIOGGIA CRITICA

E' riportata di seguito la tabella con i risultati relativi alla durata critica per ogni elemento (t_{c_finale}). Questo valore, considerato cautelativamente pari a 3, 10 e 20 minuti, costituisce un parametro chiave per il dimensionamento del sistema di gestione delle acque di dilavamento stradale, poiché da questo dipende l'intensità di pioggia e di conseguenza le portate idriche da gestire.

Elemento	$K_{Sstrada}$	$i_{sez.strad.}$	$L_{sez.strad.}$	m	α	a	a'	n	C	$t_{c_strada/scarpa}$	$K_{Scollettore}$	$L_{collettore}$	$i_{collettore}$	$t_{c_collettore/fosso}$	t_{c_finale}	$I_{critica}$
Caditoia e lama d'acqua	60	0.020	20.0	2.0	8.5	69.96	0.00051	0.601	0.9	3.47	-	-	-	-	3.47	230.99
Collettore e canaletta	60	0.020	20.0	2.0	8.5	69.96	0.00051	0.601	0.9	3.47	80	220	0.005	8.34	11.80	142.92
Fosso di guardia	40	0.67	10.0	2.0	32.7	77.967	0.00054	0.608	0.6	1.18	25	240	0.005	19.40	20.58	119.93

TABELLA 4-3: DURATA CRITICA DEL BACINO INDAGATO

La stima delle portate affluenti dalla piattaforma stradale, dalla scarpata e dai bacini contribuenti viene effettuata utilizzando il “metodo razionale” secondo il quale la portata al colmo può essere espressa tramite la nota relazione:

$$Q = c i A$$

dove:

i è l'intensità di pioggia corrispondente ad una durata pari al tempo di corrivazione del bacino;

A è l'area della piattaforma stradale calcolata direttamente su planimetria in formato editabile .dwg al fine di definire con precisione l'effettiva superficie drenante;

c è il coefficiente di deflusso complessivo del bacino.

Per la stima delle portate di progetto in sezioni che sottendono bacini variamente composti, si utilizza l'espressione:

$$Q = i \sum_{i=1}^n c_i A_i$$

in cui n è il numero di aree con differenti caratteristiche di superficie e coefficiente di deflusso.

I coefficienti di deflusso assunti per il calcolo, sono:

Coefficiente deflusso superficie pavimentata	φ_{imp} (-)	0.9
Coefficiente deflusso superficie scarpata stradale verde di progetto	φ_{sc} (-)	0.6
Coefficiente deflusso superficie campagna e fosso nello stato di progetto (SP)	φ_{v_SP} (-)	0.3
Coefficiente deflusso superficie campagna nello stato di fatto (SF)	φ_{v_SF} (-)	0.2

4.2. DESCRIZIONE DELLE OPERE CHE COMPONGO IL SISTEMA DI GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE

Il presente capitolo fornisce una descrizione puntuale delle opere che costituiscono il sistema di gestione delle acque meteoriche interagenti con l'infrastruttura stradale ed il territorio circostante.

4.2.1. Sezioni in rilevato

Nelle sezioni in rilevato il drenaggio della superficie viaria avviene per mezzo di apposita tubazione in PVC/PeAD serie pesante (classe di resistenza SN 4 kN/m²) dotati di giunto di collegamento preinstallato in grado di ridurre i tempi di posa e rendere più efficiente il collegamento e la tenuta idraulica, rispetto al caso di giunto da installare in cantiere. Questo collettore, unitamente ai relativi pozzetti d'ispezione è disposto

esternamente alla carreggiata, in corrispondenza dell'arginello in terra. I pozzetti con funzione di caditoia sono previsti in CAV prefabbricati di forma quadrata, variabile in funzione del diametro della tubazione in uscita, con torrino raggiungi quota sempre in CAV prefabbricato 0.6mX0.6m. Queste scelte garantiscono minori oneri manutentivi in quanto si evita di occupare la sede stradale durante le operazioni di manutenzione ordinaria (pulizia pozzetti), inoltre si evita di demolire la sede stradale in caso di manutenzioni straordinarie (sostituzione di una tubazione).

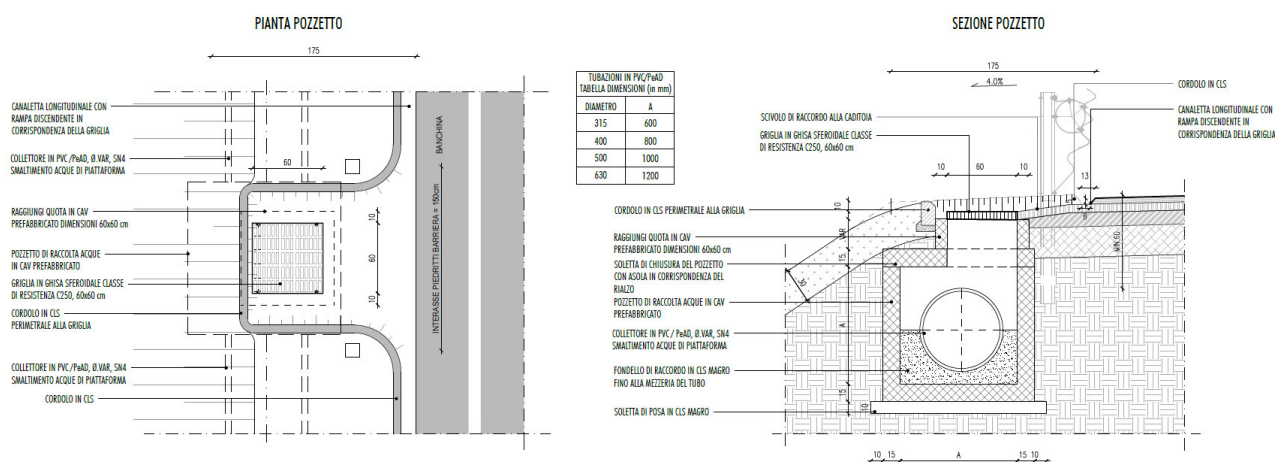


FIGURA 4-1 – SEZIONE POZZETTO DI RACCOLTA ACQUE DI PIATTAFORMA IN RILEVATO (COD. ELABORATO T00OM02IDRDI01_A)

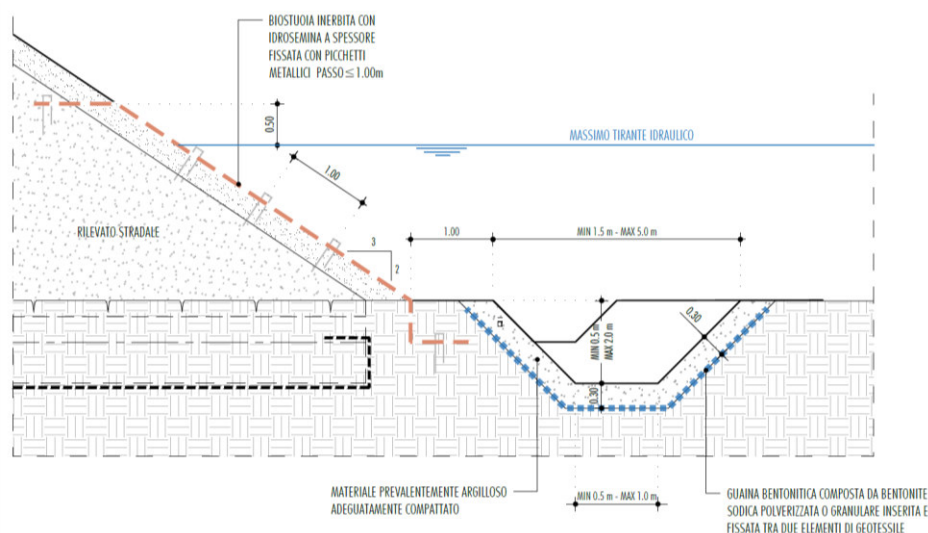
I deflussi superficiali convergono alla canaletta longitudinale realizzata in fregio alla pavimentazione stradale, che puntualmente scarica tramite una rampa discendente nella caditoia protetta da griglia in ghisa sferoidale con classe di resistenza C250 kN e dimensioni 60cmx60cm; la misura è adeguata per consentire l'ispezionabilità interna del pozzetto con evidenti benefici in termini di rapidità ed efficienza della manutenzione/pulizia degli stessi. Al fine di evitare che le acque si propaghino sulla scarpata stradale è stato previsto un cordolo in cls perimetrale alla griglia di altezza cautelativa pari a 10 cm, come rappresentato nella sezione precedente.

Ulteriore dispositivo è costituito dalla creazione di un fondello in cls magro sagomato a forma di mezzotubo sul fondo di tutti i pozzetti di ispezione al fine di posizionare il collettore alla quota di progetto, consentendo inoltre un effetto di autopulizia del manufatto stesso.

Il rinfianco del collettore posto nella sezione in rilevato, poiché nella maggior parte dei casi esterna alla carreggiata e alle sollecitazioni dinamiche del traffico è stato previsto in ghiaietto fine, che risulta il materiale ottimale per la posa delle tubazioni in materiale plastico. Si precisa che la profondità minima tra l'estradosso del tubo e il piano stradale è stato sempre mantenuto almeno pari a 0.60 m. Nei tratti di attraversamento stradale, o comunque soggetti a carichi stradali, aventi un ricoprimento minore di 0.80 m, il rinfianco è previsto con cls C20/25 con uno spessore di almeno 0.25 m.

Il sistema dei collettori di allontanamento delle acque di piattaforma converge per gravità al corrispondente impianto di trattamento descritto nei capitoli seguenti.

Le acque che gravano sulle scarpate artificiali vengono raccolte dai fossi di guardia al piede, rivestiti con 0.30 m di argilla ben compattata, sovrapposta ad un materassino bentonitico, al fine di evitare l'infiltrazione nel sottosuolo. La geometria dei fossi è di tipo trapezoidale, con dimensioni e pendenza minime pari a $B=1.50\text{m}$, $b=0.5\text{m}$, $h=0.5\text{m}$ e $p=0.50\%$. Le modeste pendenze in gioco caratteristiche del territorio attraversato, unitamente alla presenza di aree depresse, hanno reso necessario approfondire, e quindi aumentare la base maggiore, di alcuni tratti al fine di raggiungere il recapito finale. L'immagine seguente rappresenta la sezione trasversale del fosso con la sua variabilità di dimensioni, specificando che i casi di maggiore dimensione coincidono con la deviazione della Roggia della Lobia, la quale costeggia i rami stradali di raccordo all'esistente Strada Lobia. Inoltre, le stesse caratteristiche costruttive e di rivestimento sono state riprese anche per i fossi di laminazione.



**FIGURA 4-2 – PARTICOLARE DEL FOSSO DI GUARDIA/LAMINAZIONE/DEVIAZIONE ROGGIA DELLA LOBIA
(COD. ELABORATO T00OM02IDRDI01_A)**

Dietro al muro di sottoscarpa al piede del rilevato o lungo il coronamento dei muri di testata dei fornicelli di trasparenza idraulica, oltre al fosso di guardia alla base, è previsto l'inserimento di una canaletta in cls prefabbricata per la raccolta delle acque scolanti lungo la scarpata, che sono poi fatte confluire nel fosso al piede. Il presente progetto prevede due tipologie di queste canalette, la tipo "A" (sezione rettangolare $B=0.25\text{m}$ e $h=0.15\text{m}$) per il drenaggio di superfici modeste e la tipo "B" (sezione rettangolare $B=0.38\text{m}$ e $h=0.24\text{m}$) per superfici maggiori.

Infine, come ricordato precedentemente, il primo tratto di viabilità di progetto dalla Pk 0,000 alla spalla ovest (SP1) del torrente Orolo, di circa 100 m di estensione, è gestito con un sistema che raccoglie le acque meteoriche mediante una serie di canalette embricate e le scarica nel fosso al piede del rilevato che, oltre a convogliarle verso il ricettore finale, costituito dalla roggia Archiello, svolge anche la funzione di bacino di laminazione.

4.2.2. Sezioni in corrispondenza dei ponti

Nel caso dei tre ponti di progetto, costituiti da una struttura mista acciaio e cemento armato, è previsto lungo le banchine un sistema di bocchette, collegate alla sottostante tubazione di raccolta in acciaio corten ed ancorata all'impalcato mediante staffaggi.

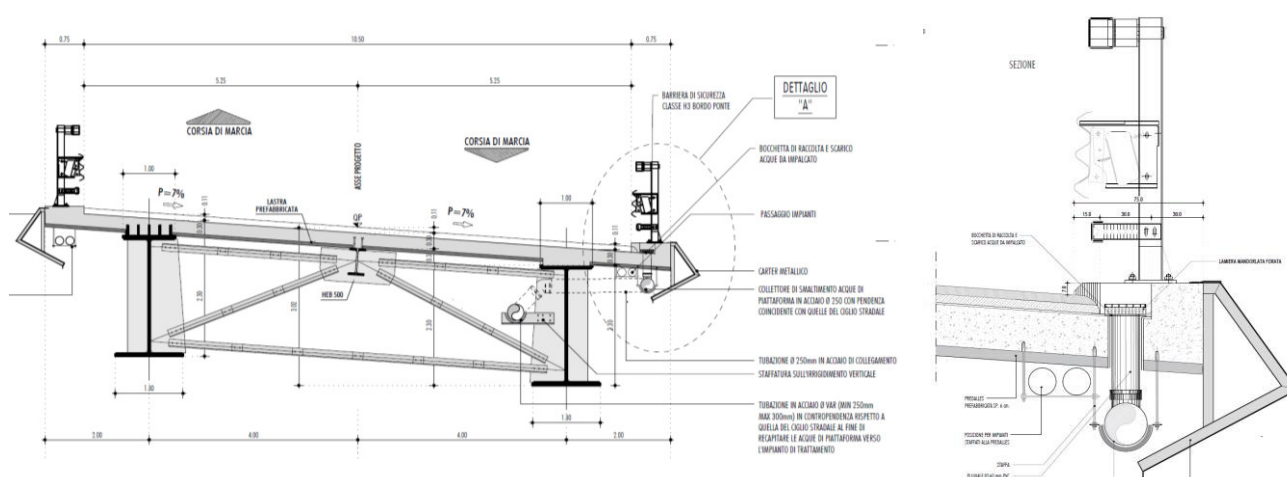


FIGURA 4-3 – SISTEMA DI DRENAGGIO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA SU PONTE (COD. ELABORATO T00OM02IDRDI02_A)

Nei casi in cui la pendenza longitudinale del ponte sia opposta a quella del recapito finale delle acque di piattaforma, che costituisce un vincolo per il dimensionamento del sistema di smaltimento nel suo complesso, è stato previsto un primo collettore che segue la pendenza della strada rimanendo aderente all'impalcato e nascosto da un carter metallico. Al termine dell'impalcato del ponte, questo collettore viene portato nella parte interna e da qui prosegue nel verso opposto al fine di collegarsi al sistema di collettori in rilevato che raggiungono l'impianto di trattamento, il bacino di laminazione e, per concludere, il recapito finale. Un elemento importante che è stato previsto è il compensatore di dilatazione termica per ciascuna tubazione in acciaio che attraversa la spalla del viadotto. Tale dispositivo ha lo scopo di assorbire le dilatazioni termiche, evitando la deformazione del tubo e garantendogli una maggiore durata nel tempo. Questo beneficio si materializza in una minimizzazione degli interventi di manutenzione straordinaria sui collettori lungo i ponti.

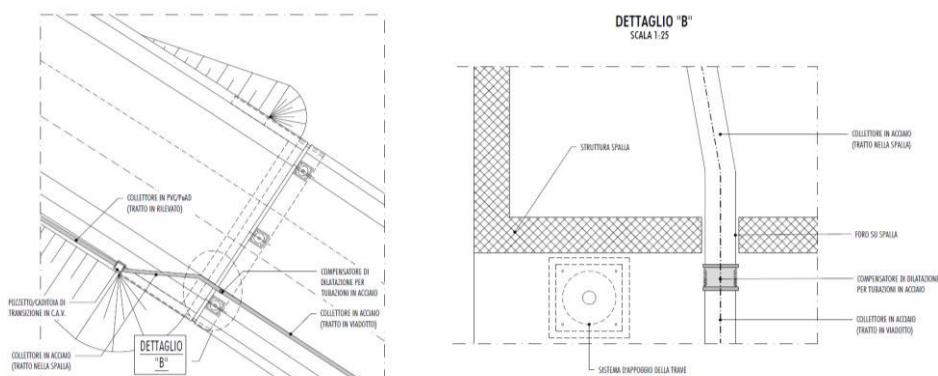


FIGURA 4-4 – PARTICOLARE DEL PRESIDIO IN CASO DI DILATAZIONE TERMICA DEI COLLETTORI IN ACCIAIO

4.2.3. Tombini di attraversamento per il collegamento tra i fossi di guardia e la risoluzione delle interferenze con la rete minore

Il collegamento dei fossi di guardia tra i due lati della carreggiata stradale e la continuità idraulica di un fosso privato interagente con la viabilità è stata garantita con tombini circolari in CAV prefabbricati autoportanti di diametro variabile da Φ 600 mm a Φ 1000 mm, dotati di adeguati manufatti d'imbocco e sbocco, rappresentati principalmente da due tipologie.



FIGURA 4-5 – SEZIONE TIPO DEL TOMBINO DI COLLEGAMENTO TRA FOSSI DI GUARDIA (COD. ELABORATO T00M02IDRDI03_A)

Il tipo 1, che prevalentemente è previsto all'imbocco, è rappresentato da un pozzetto in CAV prefabbricato con dimensioni interne variabili in funzione del diametro del tombino e della profondità che deve raggiungere. La copertura è realizzata con un grigliato in acciaio tipo keller, di prima o seconda classe in relazione al carico a cui potrebbe essere sollecitato. Talvolta al posto del grigliato di copertura è previsto un chiusino in ghisa sferoidale Φ 600 mm, D400 kN.

Il manufatto tipo 2, previsto nella maggior parte dei casi allo sbocco, è costituito da un muretto in c.a. di contenimento del terreno, che consente al collettore di essere a vista e collegarsi con il fosso di guardia.

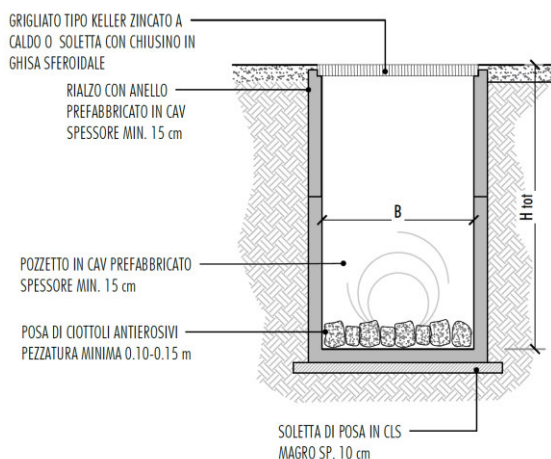


FIGURA 4-6 – MANUFATTO D'IMBOCCO/SBOCCO TIPO 1

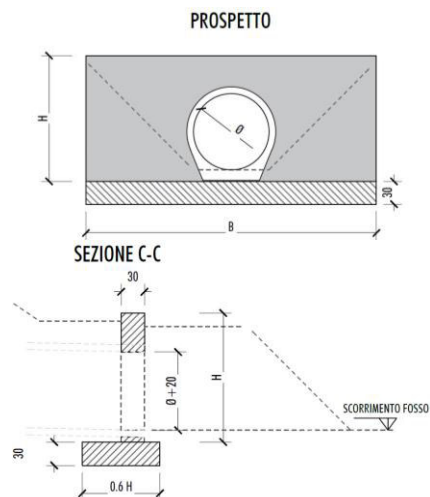


FIGURA 4-7 – MANUFATTO D'IMBOCCO/SBOCCO TIPO 2

Il rinfianco del tombino avviene con materiale arido fino alla mezzeria dello stesso, compattato a strati omogenei di massimo 0.30 m; il completamento del ricoprimento avviene con il materiale da rilevato, anch'esso adeguatamente compattato. Il ricoprimento del tombino, nel caso di situazioni con sollecitazioni generate da automezzi, è stato fissato come minimo a 0.60 m dal piano carrabile e in tal caso valgono le indicazioni poc'anzi descritte. Qualora, nella fase di cantiere, si riscontrasse la necessità di garantire ricoprimenti inferiori, sarà necessario proteggere il tombino con una soletta in c.a. adeguata a sopportare i carichi dinamici dei mezzi transitanti.

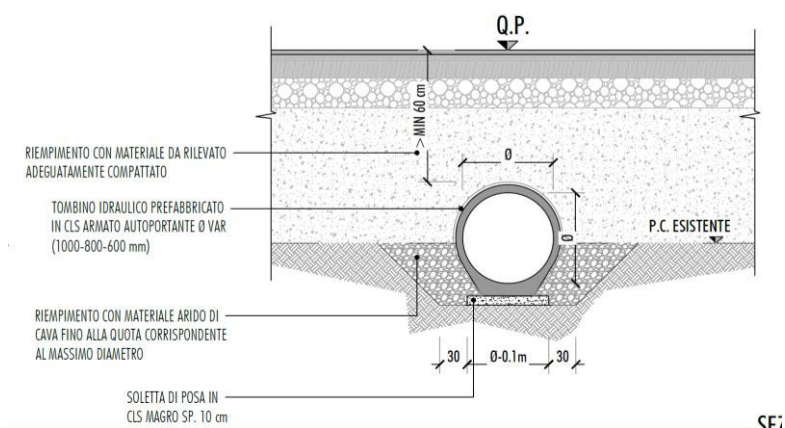


FIGURA 4-8 – SEZIONE DEL TOMBINO CON MODALITÀ DI RIEMPIMENTO DELLO SCAVO

Infine è stato previsto il presidio idraulico anti-erosione in corrispondenza di tutti i punti di scarico delle acque di piattaforma nei ricettori naturali. Tale presidio è costituito da una scogliera in massi di calcare sano, privo di giunti e fessurazioni, di dimensioni adeguate, capace di evitare fenomeni erosivi localizzati e quindi la necessità d'interventi di manutenzione straordinaria sulle sponde dei recettori finali

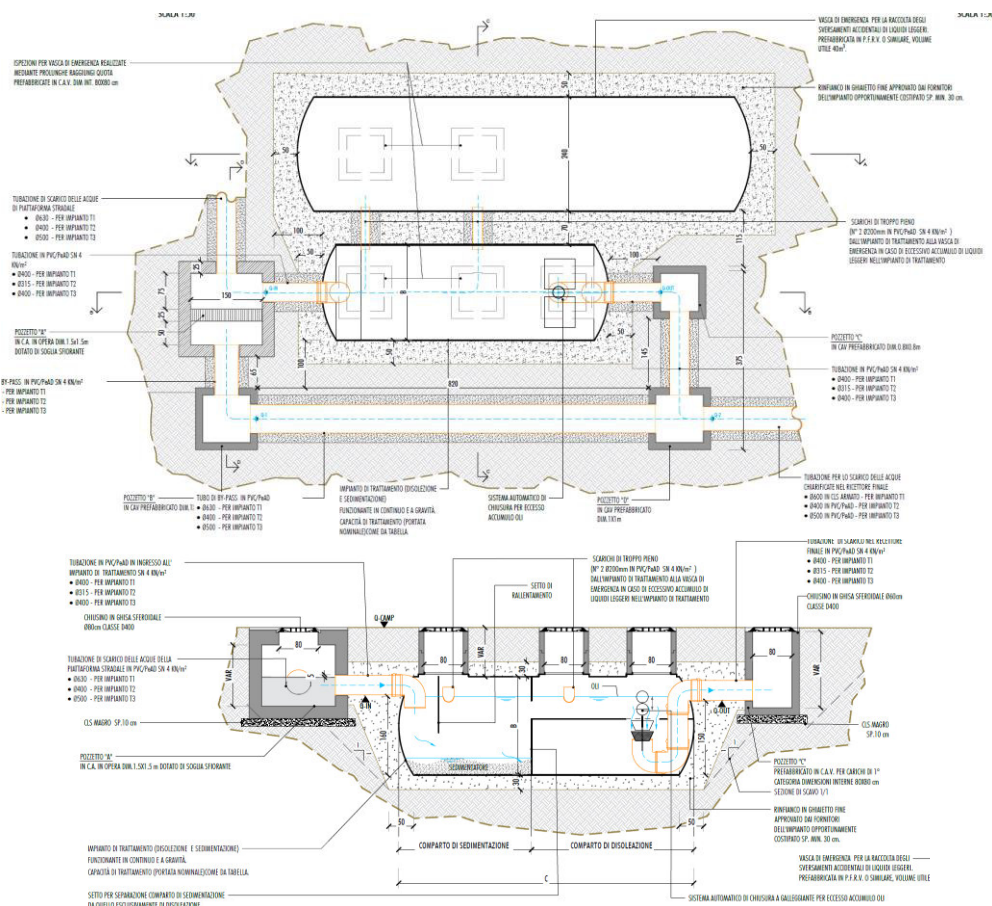
4.2.4. Impianto di trattamento delle acque di dilavamento stradale e vasca di emergenza per l'accumulo dei potenziali sversamenti accidentali

Le acque di dilavamento stradale, potenzialmente contaminate da sostanze inquinanti presenti nell'atmosfera e sul manto stradale, una volta raccolte mediante un sistema di caditoie e collettori, saranno indirizzate verso gli impianti di trattamento (sedimentatore e disoleatore) delle acque di prima e seconda pioggia funzionante in continuo e quindi a gravità. Tali impianti sono stati dimensionati al fine di trattare anche la seconda pioggia fino a eventi con TR=25 anni e durata di pioggia di 60 minuti, con l'obiettivo di minimizzare gli impatti sulla componente acque superficiali e sotterranee. Per eventi più gravosi, il surplus, rispetto alla massima portata di trattamento, potrà sfiorare nel by-pass e ricollegarsi a quella trattata a valle dell'impianto. Inoltre, allo scopo di intercettare e trattenere l'eventuale sversamento accidentale di liquidi leggeri sversati al suolo da una autocisterna in occasione di un potenziale incidente stradale, è stata associata a ciascuno dei tre impianti di trattamento di progetto una vasca di emergenza a tenuta idraulica, con volume utile di 40 m³, sufficiente appunto a trattenere il contenuto di un'autocisterna di grandi dimensioni.

Gli impianti di trattamento previsti, conformi alla norma UNI EN 858 e con marcatura CE, sono costituiti da manufatti in PRFV, o similare, con sezione tubolare di diametro da 2.0m a 2.40m e lunghezza variabile da 5.0 a 12.5 m in funzione della portata nominale richiesta, pari 200 l/s per l'impianto denominato T1, 50 l/s per il T2 e 100 l/s per il T3.

Queste vasche risultano interamente interrate ed ispezionabili tramite pozzetti d'ispezione. Al loro interno è presente un ampio volume per la sedimentazione delle sabbie e per lo stoccaggio dei liquidi leggeri (oli ed idrocarburi). Le acque trattate vengono scaricate a gravità, senza bisogno di impianto di sollevamento, verso il recapito finale costituito da un corso d'acqua, in particolare la Roggia Zubana. Periodicamente dovrà essere previsto lo svuotamento dal materiale sedimentabile e dai liquidi leggeri da parte di operatori autorizzati che si occuperanno del loro trasporto e smaltimento finale.

La vasca di emergenza, anch'essa in PRFV o similare, ha forma tubolare con diametro di 2.4 m e lunghezza di 9.50 m, in grado di offrire un volume utile di accumulo di liquidi leggeri potenzialmente inquinati di 40 m³. In caso di sversamento accidentale di liquidi leggeri, efficacemente trattenuti dalla vasca di emergenza, sarà tempestivamente previsto lo svuotamento della stessa da parte di operatori autorizzati che si occuperanno del loro trasporto e smaltimento finale.



**FIGURA 4-9 PIANTE E SEZIONE DELL'IMPIANTO DI TRATTAMENTO E DELLA VASCA DI EMERGENZA
(COD. ELABORATO T00M02IDRD104_A)**

4.2.5. Sistema d'invarianza idraulica costituito da fossi e bacini di laminazione

L'invarianza idraulica, che consiste nel sistema che compensa dal punto di vista dei deflussi meteorici, l'incremento delle superfici impermeabili generate dalla piattaforma stradale, è stata assicurata per l'intero tratto stradale di progetto, comprendendo anche i rami secondari, le aree a verde tra cui le scarpate stradali, i fossi di guardia e le sistemazioni limitrofe comunque interne all'ambito d'intervento.

La laminazione è stata garantita mediante fossi e bacini a cielo aperto limitrofi alla viabilità, il cui dimensionamento, in termini di volume utile per trattenere temporaneamente gli incrementi dei deflussi meteorici è stato condotto in accordo con la normativa vigente e le indicazioni degli Enti gestori, considerando un Tempo di Ritorno (TR) di 50 anni e un limite di scarico molto cautelativo di 5.0 l/s*ha_{IMP}.

Da questi dati di partenza deriva un volume di 195 m³ per il tratto 1 di circa 100 m ottenuto con due fossi di laminazione, un volume di 1664 m³ per il tratto 2 di circa 900 m ottenuto con un bacino riportato nell'immagine a fianco ed un volume di 970 m³ per il terzo e quarto tratto di complessivi 595 m, ottenuto mediante un bacino seguito da un fosso di laminazione. Come per i fossi di guardia, anche i bacini e fossi di laminazione sono rivestiti

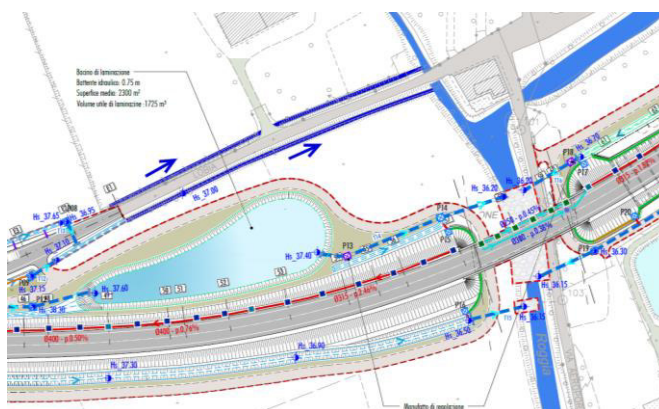


FIGURA 4-10 – PLANIMETRIA DEL BACINO DI LAMINAZIONE

con 0.30 m di argilla compattata, sovrapposta ad materassino bentonitico a tutelare dell'acquifero.



FIGURA 4-11 – PARTICOLARE TIPOLOGICO DELLA SEZIONE TRASVERSALE DEL BACINO DI LAMINAZIONE

Allo sbocco di questi bacini/fossi di laminazione è stato installato un manufatto di regolazione, analogo a quello indicato nell'Allegato "Valutazione di compatibilità idraulica" contenuto nel Piano degli Interventi di Vicenza, capace di regolare la portata in uscita secondo i limiti indicati dal consorzio di Bonifica.

Il manufatto, realizzato in c.a. in opera, si connette al fosso/bacino con una tubazione di diametro pari a 600mm, all'ingresso s'incontra inizialmente il comparto di sedimentazione, dove il materiale grossolano e/o flottante trasportato dall'acqua rimane trattenuto, grazie ad un fondo ribassato e all'azione della griglia a pettine in acciaio zincato che protegge la bocca tarata. Quest'ultima rappresenta, unitamente alla quota della soglia di sfioro, la luce che regola la portata massima in uscita dal sistema di laminazione. A valle della bocca tarata, la portata laminata esce dal manufatto mediante una tubazione analoga a quella in ingresso.

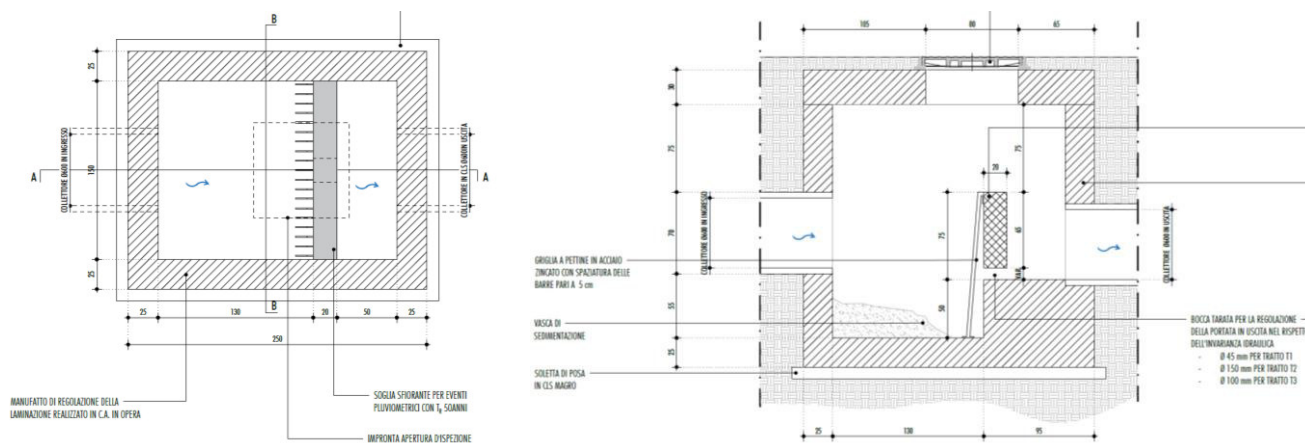


FIGURA 4-12 – MANUFATTO DI REGOLAZIONE DELLE PORTATE LAMINATE

L'efficienza del sistema di laminazione è garantito previa ordinaria manutenzione e pulizia interna ed esterna del manufatto di regolazione, che dovrà essere svolta almeno due volte l'anno e comunque, ogni volta che si verifica un evento pluviometrici particolarmente gravoso.

4.3. VERIFICHE IDRAULICHE DEL SISTEMA DI GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE

4.3.1. Verifica della capacità di smaltimento del sistema cordolo – embrice e del sistema cordolo – caditoia/bocchettone

Il dimensionamento del drenaggio della piattaforma stradale nei tratti in rilevato e viadotto è stato condotto considerando un evento pluviometrico con TR=25 anni e d=3 minuti, che per la stazione di Quinto Vicentino comporta un'intensità di pioggia di 230.99 mm/ora.

Il sistema di drenaggio nei tratti in rilevato prevede caditoie a griglia con sezione 0.60 m x 0.60 m (luce di scarico minima 0.10 m²) posizionate fuori dalla sede stradale, in corrispondenza dell'arginello, permettendo di creare una situazione favorevole per il deflusso delle acqua, potendo disporre di un battente di 0.10 m sopra la caditoia grazie all'arginello perimetrale costituito dal cordolo in cls, e riducendo in questo modo la lama d'acqua sulla sede stradale, contenuta sempre entro 0.85 m per banchina da 1.50m.

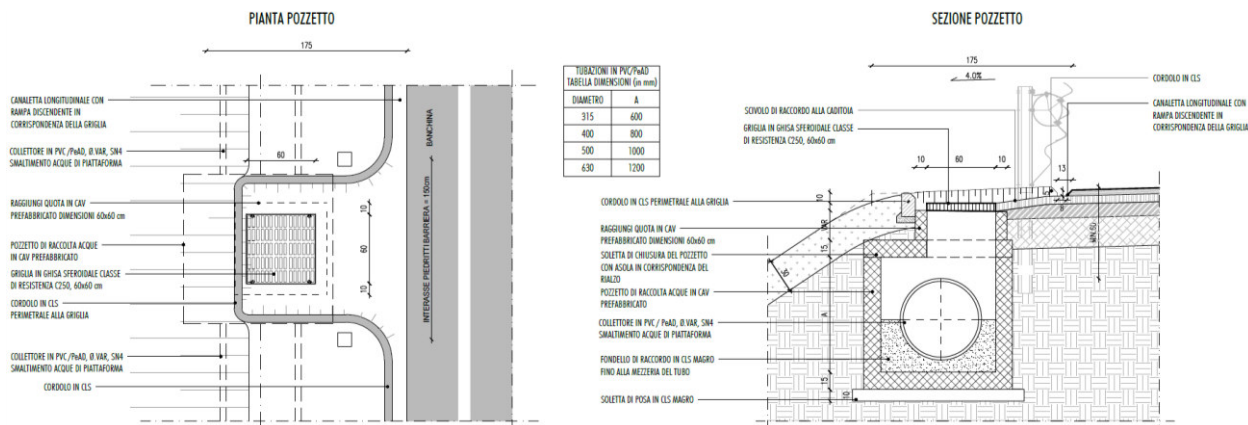


FIGURA 4-13 SISTEMA DI DRENAGGIO NEI TRATTI IN RILEVATO (COD. ELABORATO T00OM02IDRDI01_A)

Per i tratti in rettilineo il passo delle caditoie è stato verificato con interasse di 15.0 m, tranne un solo caso dove risulta verificato con 12.0 m. Per i tratti in curva, essendo maggiore la superficie da drenare, il passo è stato verificato con 8.0 m, tranne un solo caso dove risulta verificato con 7.0m.

Il drenaggio nei tratti sui ponti è stato previsto mediante una vaschetta in acciaio inox 0.30 m x0.30 m, dotata di una bocchetta in acciaio zincato con una luce minima di scarico pari 0.013m². Dalle verifiche risulta che il passo delle bocchette, necessario per contenere l'ingombro della lama d'acqua entro 0.85 cm per banchina da 1.50 m, è pari a 8.0m.

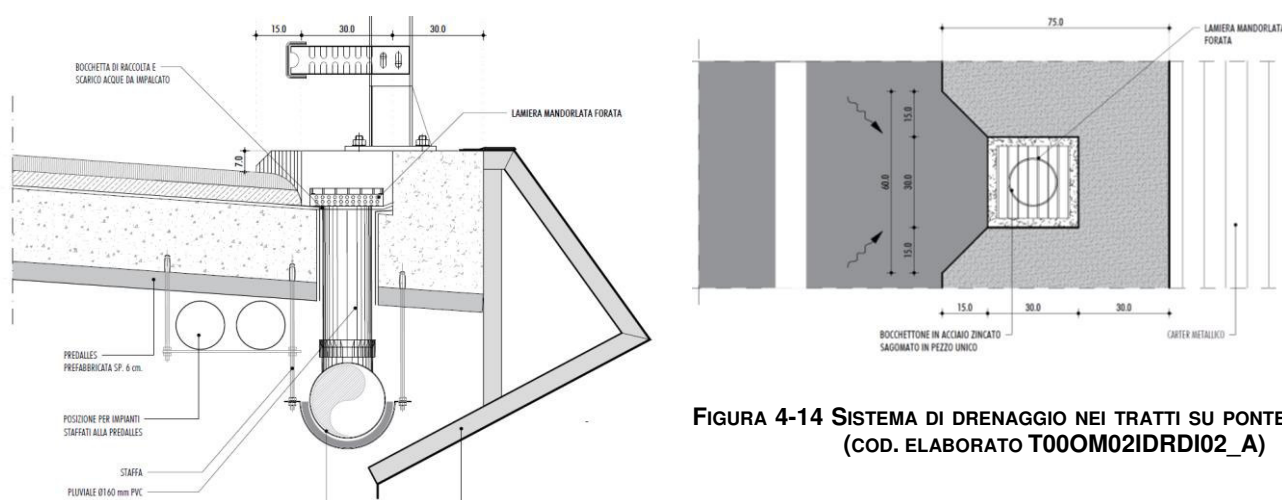


FIGURA 4-14 SISTEMA DI DRENAGGIO NEI TRATTI SU PONTE
(COD. ELABORATO T00OM02IDRDI02_A)

Le verifiche idrauliche sono state condotte definendo inizialmente la portata afflitta, mediante il Metodo Razionale (riga azzurra nelle tabelle seguenti):

$$Q = \frac{1}{3.6 \cdot 10^6} \varphi Ai$$

Successivamente è stata fissata l'altezza della lama d'acqua che permette ai presidi di drenaggio progettati di evacuare, mediante un funzionamento a luce sotto battente e/o a soglia sfiorante, una portata \geq di quella afflitta nel tratto di strada considerato.

Tarando opportunamente il valore dell'altezza della lama d'acqua e del passo del presidio di drenaggio (caditoia e bocchettone) è stato possibile progettare un sistema in grado di evacuare efficacemente le acque con un ingombro della lama d'acqua sempre contenuto.

La tabella seguente riporta i parametri di dimensionamento, con le relative codifiche, le unità di misura e le relazioni di calcolo applicate per ottenere i risultati evidenziati nelle ulteriori e successive due tabelle.

Parametri di dimensionamento	Codice, relazione di calcolo ed unità di misura
Progressiva inizio	PK_i (m)
Progressiva fine	PK_f (m)
Sezione stradale	[-]
Larghezza area scolante	L [m]
Lunghezza area scolante (Passo massimo caditoie)	B [m]
Area scolante	$A = L * B$ [m ²]
Coefficiente di deflusso	φ [-]
Intensità Pioggia (TR25 anni - d 5')	i [mm/ora]
Portata che affluisce al sistema di drenaggio	$Q_s = (A * \varphi * i / 3600)$ [l/s]
Coefficiente di scabrezza del piano stradale	K_s [m ^{1/3} /s]
Pendenza trasversale della strada/piazzale	i_t [m/m]
Pendenza longitudinale della strada/piazzale	i_l [m/m]
Area trasversale della cunetta bordo strada	A_c (m ²)
Perimetro bagnato della cunetta bordo strada	P_c (m)
Raggio idraulico della cunetta bordo strada	R_c (m)
Portata defluente da cunetta bordo strada	$Q_1 = A_c * K_s * (R_c^{2/3}) * (i_l^{0.5}) * 1000$ [l/s]
Altezza lama d'acqua	h [m]
Ingombro lama d'acqua su banchina stradale/piazzale	$b = h / i_t$ [m]
Area bagnata della banchina stradale sopra alla cunetta laterale	$A_b = (b * h) / 2$ [m ²]
Perimetro bagnato della banchina stradale	$P_b = h + (h / \text{sen}(i_t'))$ [m]
Raggio idraulico della banchina stradale	$R = A_b / P_b$ [m]
Portata defluente bordo strada/piazzale	$Q_{bs} = (A_b * K_s * (R^{2/3}) * (i_l^{0.5}) * 1000) + Q_1$ [l/s]
Coefficiente con funzionamento a luce sotto battente	C_b [-]
Coefficiente che considera la parziale occlusione della griglia della caditoia	C_{occ} [-]
Luce di scarico della griglia della caditoia 60x60cm	A_p [m ²]
Accelerazione gravitazionale	g [m/s ²]
Portata smaltita dalla caditoia con funzionamento a luce sotto battente nel caso cautelativo di occlusione pari al 50% della luce di scarico	$Q_b = C_b * C_{occ} * A_p * (2 * g * h)^{0.5} * 1000$ [l/s]
Coeff. con funzionamento a soglia sfiorante	C_s (-)
Larghezza imbocco embrice/bocchettone viadotto/imbocco caditoia	Le (m)
Portata smaltita dall'embrice/caditoia con funzionamento a soglia sfiorante	Q_s (l/s)
Luce di scarico del bocchettone di scarico con griglia 30x30cm per viadotti	A_v [m ²]
Portata smaltita dalla caditoia per viadotti con funzionamento a luce sotto battente nel caso cautelativo di occlusione pari al 50% della luce di scarico	$Q_b = C_b * C_{occ} * A_v * (2 * g * h)^{0.5} * 1000$ [l/s]

TABELLA 4-4 – PARAMETRI DI DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI DRENAGGIO STRADALE

COMPLETAMENTO DELLA TANGENZIALE DI VICENZA –
1° STRALCIO COMPLETAMENTO



PROGETTO DEFINITIVO

OPERE D'ARTE MINORE

GESTIONE DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA STRADALE
Relazione sul sistema di gestione delle acque di piattaforma

Codice, relazione di calcolo ed unità di misura	TRATTO 1					TRATTO 2				
	Tratto da sez. 2 a sez. 5	Tratto da sez. 5 a Sp. S2	Tratto da Sp S2 a sez. 20	Tratto da sez. Sp dx a sez. 20	Tratto da sez. 20 a sez. 39	Rotatoria tra Sez. 39 e 41	Viabilità secondarie	Tratto da sez. 41 a sez. 45	Tratto da sez. 45 a Sp. S1	
PK_i (m)	24.97	75.1	110.88	154.17	366.45	656.7	656.7	725.84	806.02	
PK_f (m)	75.1	110.88	154.17	366.45	656.7	725.84	725.84	806.02	1011.03	
[-]	Rettifilo rilevato	Curva rilevato	Curva Ponte Orolo	Curva rilevato	Curva rilevato	Rettifilo rilevato	Curva rilevato	Rettifilo rilevato	Curva rilevato	
L [m]	8	11.5	12	10.5	10.5	8	10.5	5.25	10.5	
B [m]	15	15	8	12	12	15	12	12	15	
A= L*B [m ²]	120	173	96	126	126	120	126	63	158	
φ [-]	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	
i [mm/ora]	230.99	230.99	230.99	230.99	230.99	230.99	230.99	230.99	230.99	
Q_s=(A*φ*1/3600) [l/s]	6.9	10.0	5.5	7.3	7.3	6.9	7.3	3.6	9.1	
Ks [m ^{1/3} /s]	60	60	60	60	60	60	60	60	60	
i _t [m/m]	0.025	0.030	0.065	0.040	0.050	0.025	0.030	0.025	0.040	
i _i [m/m]	0.035	0.035	0.004	0.008	0.005	0.017	0.020	0.0048	0.020	
A _c (m ²)	0.005	0.005	-	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	
P _c (m)	0.201	0.201	-	0.201	0.201	0.201	0.201	0.201	0.201	
R _c (m)	0.026	0.026	-	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	
Q _t =A _c *Ks*(R _c ^{2/3})*(i _i ^{0.5})*1000 [l/s]	5.276	5.276	-	2.522	1.954	3.622	3.988	1.954	3.988	
h [m]	0.021	0.025	0.050	0.034	0.043	0.021	0.023	0.021	0.030	
b=h/i_t [m]	0.85	0.85	0.77	0.85	0.85	0.85	0.77	0.85	0.75	
A _b =(b*h)/2 [m ²]	0.00907	0.01075	0.01923	0.01445	0.01806	0.00907	0.00882	0.00907	0.01125	
P _b =h+(h/sen(i _t ')) [m]	0.874	0.872	0.821	0.885	0.894	0.874	0.790	0.874	0.781	
R=A _b /P _b [m]	0.010	0.012	0.023	0.016	0.020	0.010	0.011	0.010	0.014	
Q_{bs}=(A_b*Ks*(R^{2/3})*(i_i^{0.5})*1000)+Q_t [l/s]	10.1	11.72	5.97	7.51	7.53	6.95	7.72	3.75	9.64	
C _b [-]	-	-	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	
C _{occ} [-]	-	-	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
A _p [m ²]	-	-	-	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	
g [m/s ²]	9.806	9.806	9.806	9.806	9.806	9.806	9.806	9.806	9.806	
Q_b=C_b*C_{occ}*A_p*(2*g*h)^{0.5}*1000 [l/s]	-	-	-	48.6	50.2	46.3	46.6	46.3	47.9	
Cs (-)	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	
Le (m)	0.8	0.8	0.6	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	
Q_c (l/s)	14.9	19.4	40.1	56.2	78.6	27.9	31.3	27.9	46.6	
A _v [m ²]	-	-	0.013	-	-	-	-	-	-	
Q_b=C_b*C_{occ}*A_v*(2*g*h)^{0.5}*1000 [l/s]	-	-	6.23	-	-	-	-	-	-	

TABELLA 4-5 –RISULTATI DEL DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI DRENAGGIO STRADALE PER IL TRATTO 1 È 2

COMPLETAMENTO DELLA TANGENZIALE DI VICENZA –
1° STRALCIO COMPLETAMENTO



PROGETTO DEFINITIVO

OPERE D'ARTE MINORE

GESTIONE DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA STRADALE

Relazione sul sistema di gestione delle acque di piattaforma

Codice, relazione di calcolo ed unità di misura	TRATTO 3							
	Tratto da sez. Sp S1 a Sp. S2	Tratto da Sp S2 a sez. 63	Tratto da sez. 63 a sez. 67	Rotatoria tra Sez. 67 e B2	Tratto da sez. B2 a sez. B11	Tratto da sez. B11 a sez. B13	Tratto da sez. B3 a Sp. S1	Tratto da sez. Sp S1 a Sp. S2
PK_i (m)	1014.31	1057.13	1131.03	1188.85	1225.35	1405.35	1445.35	1499.75
PK_f (m)	1057.13	1131.03	1188.85	1225.35	1405.35	1445.35	1499.75	1593.75
[-]	Curva Ponte Zubana	Curva rilevato	Rettifilo rilevato	Rettifilo rilevato	Curva rilevato	Rettifilo rilevato	Curva rilevato	Curva Ponte Bacchiglione
L [m]	12	10.5	5.25	8	8.5	4.25	13	5
B [m]	8	12	15	15	8	15	7	8
A= L*B [m ²]	96	126	79	120	68	64	91	40
φ [-]	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
i [mm/ora]	230.99	230.99	230.99	230.99	230.99	230.99	230.99	230.99
Q_s=(A*φ*i/3600) [l/s]	5.5	7.3	4.5	6.9	3.9	3.7	5.3	2.3
Ks [m ^{2/3} /s]	60	60	60	60	60	60	60	60
i _t [m/m]	0.065	0.035	0.025	0.025	0.025	0.025	0.035	0.025
i _l [m/m]	0.003	0.010	0.010	0.017	0.005	0.005	0.005	0.030
A _c (m ²)	-	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.006	-
P _c (m)	-	0.201	0.201	0.201	0.201	0.201	0.201	-
R _c (m)	-	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	-
Q _i =A _c *Ks*(R _c ^{2/3})*(i _l ^{0.5})*1000 [l/s]	-	2.820	2.820	3.622	2.034	1.994	2.257	-
h [m]	0.055	0.030	0.020	0.021	0.021	0.021	0.030	0.017
b=h/i_t [m]	0.85	0.85	0.80	0.85	0.85	0.85	0.85	0.68
A _b =(b*h)/2 [m ²]	0.02327	0.01271	0.00800	0.00907	0.00907	0.00907	0.01260	0.00578
P _b =h+(h/sen(i _t)) [m]	0.903	0.878	0.820	0.874	0.874	0.874	0.879	0.697
R=A _b /P _b [m]	0.026	0.014	0.010	0.010	0.010	0.010	0.014	0.008
Q_{bs}=(A_b*Ks*(R^{2/3})*(i_l^{0.5})*1000)+Q_i [l/s]	6.09	7.35	5.01	6.95	3.90	3.83	5.41	2.46
C _b [-]	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
C _{occ} [-]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
A _p [m ²]	-	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	-
g [m/s ²]	9.806	9.806	9.806	9.806	9.806	9.806	9.806	9.806
Q_b=C_b*C_{occ}*A_p*(2*g*h)^{0.5}*1000 [l/s]	-	47.9	46.0	46.3	46.3	46.3	47.8	-
Cs (-)	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
Le (m)	0.6	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0.6
Q_s (l/s)	46.3	46.6	25.4	27.9	27.9	27.9	45.9	8.0
A _v [m ²]	0.013	-	-	-	-	-	-	0.013
Q_b=C_b*C_{occ}*A_v*(2*g*h)^{0.5}*1000 [l/s]	6.80	-	-	-	-	-	-	5.91

TABELLA 4-6 –RISULTATI DEL DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI DRENAGGIO STRADALE PER IL TRATTO 3

Dai risultati emerge che l'ingombro della lama d'acqua sulla sede stradale (valore riportato nella riga di colore marrone) risulta ≤ 0.85m per banchina da 1.50m, in coerenza con le indicazioni riportate nel Capitolato d'Oneri di ANAS.

4.3.2. Verifica delle tubazioni di raccolta

Per la verifica idraulica delle tubazioni di drenaggio della piattaforma è stata utilizzata la formula del moto uniforme, mentre per la determinazione delle portate affluenti da gestire si fa riferimento al metodo razionale. Il sistema di scarico delle acque di piattaforma è stato progettato in coerenza con le prescrizioni contenute nel Capitolato d'Oneri di ANAS relativamente al grado massimo di riempimento consentito per i collettori di smaltimento delle acque di piattaforma. Per i diametri inferiori al DN400 mm è stato sempre garantito un riempimento inferiore al 50% della sezione utile, mentre per i diametri uguali o maggiori al DN400 mm il riempimento massimo è sempre stato mantenuto inferiore al 70%.

La verifica idraulica è stata svolta puntualmente, cioè per ogni tratto di tubazione e i dati assunti alla base dei calcoli svolti sono i seguenti:

- la portata di progetto è stata determinata con il metodo razionale misurando la superficie scolante attraverso planimetria e profilo longitudinale e considerando un coefficiente di deflusso φ pari a 0.9, un TR=25 anni, una durata di pioggia di 10 minuti, a cui corrisponde un altezza di pioggia $h_{10}'=23.82$ mm, ed una intensità di pioggia $i_{10}'=142.92$ mm/ore;
- per le tubazioni da installare lungo i tratti in rilevato il materiale impiegato è il PVC o in alternativa il PeAD corrugato esternamente, con classe di resistenza alla compressione SN 4 KN/m² conforme alla norma UNI EN 1401, mentre le condotte ancorate ai viadotti sono ovunque in acciaio;
- coefficiente di liscia di Gauckler-Strickler Ks è pari a 80 m^{1/3}/s per le tubazioni in PVC/PeAD e 70 m^{1/3}/s per quelle in acciaio;
- la pendenza "i" è stata minuziosamente definita basandosi sul profilo longitudinale stradale sul quale sono stati individuati i collettori costituenti l'asse principale.

Di seguito si riporta l'elenco dei parametri idraulici e le tabelle con i risultati suddivisi per tratto stradale analizzato, pari a tre come il numero delle vasche di trattamento previste nel presente Progetto Definitivo.

- Lunghezza del tratto stradale considerato	L (m)
- Area sottesa dal tratto stradale considerato	Sup. Asfalto (m²)
- Diametro Nominale del tubo	DN (mm)
- Area interna del tubo indagato	A_{tubo} (m²)
- Quota di imbocco tubazione indagata	h_{imb} (m slm)
- Quota di sbocco tubazione indagata	h_{sbo} (m slm)
- Pendenza condotta indagata	i (%)
- Velocità della corrente nel tratto di collettore	V_{tubo} (m/s)
- Portata massima smaltibile dalla condotta indagata	Q_{max tubo} (l/s)
- Portata relativa ad un grado di riempimento del 50% del tubo	Q tubo 50% (l/s)
- Portata relativa ad un grado di riempimento del 70% del tubo	Q tubo 70% (l/s)
- Portata da smaltire in funzione dell'intensità di pioggia	Q_{prog.} (l/s)
- Differenza tra portata smaltibile e quella da smaltire	ΔQ (l/s)= Q_%- Q_{prog.}

COMPLETAMENTO DELLA TANGENZIALE DI VICENZA – 1° STRALCIO COMPLETAMENTO



PROGETTO DEFINITIVO

OPERE D'ARTE MINORE

GESTIONE DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA STRADALE
Relazione sul sistema di gestione delle acque di piattaforma

TUBAZIONI DI RACCOLTA ACQUE DI PIATTAFORMA - TRATTO 2 DA Pk 0+110.88 A Pk 1006.53																				
TRATTO	Lato	Sez.	TRATTO				TUBI							PORTATE						
n°			Da Pk	A Pk	L (m)	Tipologia tratto stradale	Sup. Asfalto dilavato da acque meteoriche (m²)	Materiale	DN (mm)	A _{tubo} (m²)	H _{imb} (m slm)	H _{sbo} (m slm)	i (%)	v _{tubo} (m/s)	Q _{max tubo} (l/s)	Q _{tubo 50%} (l/s)	Q _{tubo 70%} (l/s)	Q _{prog (*)} (l/s)	Q _{sc-Q_{prog}} (l/s)	Δ Q=
2	DX- (Sud)	(Sp.dx - Sp.sx)	154.17	110.88	44	Ponte Orolo	528	Acciaio	250	0.049	45.35	45.12	0.52	0.80	39	20	-	19	1	
	DX- (Sud)	(Sp.Sx - 10)	110.88	164.95	54	Ponte Orolo	528	Acciaio	300	0.071	45.00	44.80	0.37	0.76	53	27	-	19	8	
	DX- (Sud)	(10-13)	164.95	224.93	60	Rilevato	1287	PVC - SN4	400	0.114	44.70	44.45	0.42	1.08	122	61	-	46	15	
	DX- (Sud)	(13-20)	224.93	366.45	142	Rilevato	2781	PVC - SN4	400	0.114	44.45	43.65	0.57	1.25	142	-	100	99	0	
	SX- (Nord)	(20-26)	366.45	472.33	106	Rilevato	3918	PVC - SN4	400	0.114	43.55	42.35	1.13	1.77	202	-	141	140	1	
	SX- (Nord)	(26-34)	472.33	596.57	124	Rilevato	5223	PVC - SN4	500	0.177	42.25	41.50	0.60	1.50	267	-	188	187	1	
	SX- (Nord)	(34-39)	596.57	675.46	79	Rilevato	6068	PVC - SN4	500	0.177	41.30	40.60	0.89	1.82	323	-	226	217	9	
	Ramo Nord	(39-N10)	675.46	N10	47	Rilevato	7095	PVC - SN4	500	0.177	40.60	40.05	1.17	2.09	371	-	260	254	6	
	Ramo Nord	N10	N10	N10	14	Rilevato	7648	PVC - SN4	500	0.177	40.05	39.80	1.79	2.58	458	-	321	273	48	
	SX- (Nord)	(57-52)	1006.53	915.03	92	Rilevato	955	PVC - SN4	315	0.070	43.10	40.85	2.46	2.23	157	79	-	34	44	
	SX - (Nord)	(52-49)	915.03	856.02	59	Rilevato	1586	PVC - SN4	400	0.114	40.75	40.30	0.76	1.46	165	-	116	57	59	
	SX - (Nord)	(49-41)	856.02	725.84	130	Rilevato	2569	PVC - SN4	400	0.114	40.30	39.65	0.50	1.18	134	-	94	92	2	
	DX - (Sud)	(45-41)	806.02	725.84	80	Rilevato	475	PVC - SN4	315	0.070	41.00	40.60	0.50	1.00	71	35	-	17	18	
	(Sud-Nord)	(41-41)	725.84	725.84	25	Rilevato	1130	PVC - SN4	315	0.070	40.60	40.30	1.20	1.56	110	55	-	40	14	
	SX - (Nord)	(41-N10)	725.84	N10	52	Rilevato	3699	PVC - SN4	500	0.177	39.65	39.45	0.38	1.20	213	-	149	132	17	
	SX - (Nord)	(2N10-impinato T1)	725.84		22	Rilevato	11347	PVC - SN4	630	0.282	39.45	39.25	0.91	2.15	606	-	424	405	19	

TABELLA 4-7 – VERIFICHE IDRAULICHE TUBAZIONI DI RACCOLTA COMPARTO 2

TUBAZIONI DI RACCOLTA ACQUE DI PIATTAFORMA - TRATTO 3a DA Pk 1+014.31 A Pk 1188.85 (rotatoria Bretella)																				
TRATTO	Lato	Sez.	TRATTO				TUBI							PORTATE						
n°			Da Pk	A Pk	L (m)	Tipologia tratto stradale	Sup. Asfalto dilavato da acque meteoriche (m²)	Materiale	DN (mm)	A _{tubo} (m²)	H _{imb} (m slm)	H _{sbo} (m slm)	i (%)	v _{tubo} (m/s)	Q _{max tubo} (l/s)	Q _{tubo 50%} (l/s)	Q _{tubo 70%} (l/s)	Q _{prog (*)} (l/s)	Q _{sc-Q_{prog}} (l/s)	Δ Q=
3a	SX- (Nord)	(Sp.dx - Sp.sx)	1014.31	1057.1	44	Ponte Zubana	484	Acciaio	250	0.049	43.55	43.35	0.45	0.74	36	18	-	17	1	
	SX- (Nord)	(Sp.sx - 60)	1014.31	1065.3	52	Ponte Zubana	572	Acciaio	300	0.071	43.20	43.00	0.38	0.77	55	27	-	20	7	
	SX- (Nord)	(60-66)	1065.33	1181	118	Rilevato	1668	PVC - SN4	315	0.070	43.00	40.80	1.86	1.94	137	68	-	60	9	
	SX- (Nord)	(66-67)	1181.03	1188.9	10	Rilevato	2149	PVC - SN4	315	0.070	40.80	40.55	2.50	2.25	158	79	-	77	2	
	DX- (Sud)	(63-66)	1131.03	1181	51	Rilevato	341	PVC - SN4	315	0.070	41.75	40.80	1.86	1.94	137	68	-	12	56	
	DX- (Sud)	(66-67)	1181.03	1188.9	10	Rilevato	1006	PVC - SN4	315	0.070	40.80	40.55	2.50	2.25	158	79	-	36	43	
	Rotatoria	(67-Impianto T2)	1188.85	1181	21	Rilevato	3155	PVC - SN4	400	0.114	40.45	40.25	0.95	1.63	185	-	129	113	17	
	Rotatoria	(Impianto T2-Fosso)	Rotatoria		24	Rilevato	3155	PVC - SN4	400	0.114	40.00	37.60	10.00	5.27	599	-	419	113	306	

TABELLA 4-8 – VERIFICHE IDRAULICHE TUBAZIONI DI RACCOLTA COMPARTO 3A

TUBAZIONI DI RACCOLTA ACQUE DI PIATTAFORMA - TRATTO 3b (Bretella collegamento a Base militare) DA Pk 1188.85 a spalla est del ponte Bacchiglione																				
TRATTO	Lato	Sez.	TRATTO				TUBI							PORTATE						
n°			Da Pk	A Pk	L (m)	Tipologia tratto stradale	Sup. Asfalto dilavato da acque meteoriche (m²)	Materiale	DN (mm)	A _{tubo} (m²)	H _{imb} (m slm)	H _{sbo} (m slm)	i (%)	v _{tubo} (m/s)	Q _{max tubo} (l/s)	Q _{tubo 50%} (l/s)	Q _{tubo 70%} (l/s)	Q _{prog (*)} (l/s)	Q _{sc-Q_{prog}} (l/s)	Δ Q=
3b	SX- (Nord)	(Sp.dx - Pila 1)	1593.75	1539.8	54	nte Bacchiglione	270	Acciaio	250	0.049	43.40	43.20	0.37	0.67	33	16	-	10	7	
	SX- (Nord)	(Pila 1 - Sp.sx)	1539.75	1479	53	nte Bacchiglione	535	Acciaio	250	0.049	43.20	42.84	0.68	0.91	45	22	-	19	3	
	DX- (Sud)	(Sp.dx - Pila 1)	1593.75	1539.8	54	nte Bacchiglione	270	Acciaio	250	0.049	43.40	43.20	0.37	0.67	33	16	-	10	7	
	DX- (Sud)	(Pila 1 - Sp.sx)	1539.75	1479	50	nte Bacchiglione	520	Acciaio	250	0.049	43.20	42.84	0.72	0.94	46	23	-	19	4	
	DX- (Sud)	(Sp.sx - B13)	1478.95	1445.4	34	Rilevato	1548	PVC - SN4	315	0.070	42.50	42.00	1.49	1.73	122	61	-	55	6	
	DX- (Sud)	(B13-B9)	1445.35	1374.1	81	Rilevato	2154	PVC - SN4	400	0.114	41.90	41.55	0.43	1.10	124	-	87	77	10	
	DX- (Sud)	(B9-B6)	1374.14	1305.4	73	Rilevato	3331	PVC - SN4	500	0.177	41.55	41.35	0.27	1.01	180	-	126	119	7	
	DX- (Sud)	(B6-B3)	1305.35	1237.9	76	Rilevato	4323	PVC - SN4	500	0.177	41.35	41.00	0.46	1.31	233	-	163	154	9	
	SX- (Nord)	(B13-B6)	1445.35	1305.4	116	Rilevato	1150	PVC - SN4	315	0.070	42.20	41.35	0.73	1.22	86	43	-	41	2	
	SX- (Nord)	(B6-B3)	1305.35	1237.9	66	Rilevato	1731	PVC - SN4	400	0.114	41.35	41.05	0.45	1.12	128	-	89	62	28	
	SX- (Nord)	(B3-Impianto T3)		1237.85	10	Rilevato	6054	PVC - SN4	500	0.177	40.40	40.00	4.00	3.87	686	-	480	216	264	
	SX- (Nord)	(Impianto T2-Fosso)		1237.85	24	Rilevato	6054	PVC - SN4	500	0.177	38.80	37.60	5.00	4.32	767	-	537	216	321	

TABELLA 4-9 – VERIFICHE IDRAULICHE TUBAZIONI DI RACCOLTA COMPARTO 3B

Si evince dai risultati a confronto riportati nell'ultima colonna che la portata smaltibile dal collettore è sempre superiore a quella derivante dagli apporti meteorici, con opportuno franco di sicurezza.

4.3.3. Verifica della capacità di smaltimento dei fossi di guardia e delle canalette

Il sistema di raccolta ed allontanamento delle acque di scarpata del rilevato stradale è costituito dai seguenti presidi:

- fosso di guardia rivestito in argilla (sezione trapezia minima B=1.5 m, b=0.5 m, h=0.5 m, pendenza minima 0.5% e coefficiente di scabrezza di Strickler di 25 m^{1/3}/s);
- canaletta tipo A in cls a tergo del muro di testata dei fornic (sezione rettangolare B=0.25 m e h=0.15 m, pendenza minima 0.5% e coefficiente di scabrezza di Strickler di 60 m^{1/3}/s);
- canaletta tipo B in cls a tergo del muro di contenimento della scarpata stradale in corrispondenza dei laghetti da pesca esistenti (sezione quadrata 0.75 m x 0.75 m, pendenza minima 0.5% e coefficiente di scabrezza di Strickler di 60 m^{1/3}/s);
- canaletta in cls a tergo delle pareti chiodate (sezione rettangolare B=0.38m e h=0.24m, pendenza minima 0.5% e coefficiente di scabrezza di Strickler di 60 m^{1/3}/s);
- mezzotubo in cls a tergo della scarpata del ramo di connessione con Via Maglio di Lobia (sezione semicircolare Φ 500 mm, pendenza minima 0.5% e coefficiente di scabrezza di Strickler di 60 m^{1/3}/s).

La portata di progetto è stata determinata con il metodo razionale misurando la superficie scolante afferente al fosso/canaletta di raccolta ed allontanamento considerando un coefficiente di deflusso delle scarpate del rilevato stradale φ pari a 0.6, un TR=50 anni e una durata di pioggia di 20 minuti per i fossi di guardia e TR=25 anni e una durata di pioggia di 10 minuti per le canalette e il mezzotubo.

Le seguenti tabelle forniscono il confronto tra la portata defluita dal fosso/canaletta e quella affluita rispetto alla superficie scolante più gravosa. I risultati dimostrano che la portata defluita è sempre superiore, con un adeguato franco di sicurezza, rispetto a quella affluita.

Fosso di guardia			
Portata defluita		Portata affluita	
B (m)	1.5	Da sezione 40 a sezione 48	
b (m)	0.5		
h (m)	0.5		
p (-)	0.0050		
A (m ²)	0.50	Superficie S (m ²)	3156
P (m)	1.91	Coeff. Def. φ (-)	0.6
R (m)	0.26	Intensita pioggia (mm/ora)	119.93
Ks (m ^{1/3} /s)	25		
Qms (l/s)	361	Q _{TR50_d20'} (l/s)	63

Canaletta tipo A dietro muro fornice			
Portata defluita		Portata affluita	
B (m)	0.25	Da sezione 61 a sezione 63	
h (m)	0.15		
p (-)	0.0050		
A (m ²)	0.04	Superficie S (m)	331
P (m)	0.55	Coeff. Def. φ (-)	0.6
R (m)	0.07	Intensita pioggia (mm/ora)	142.92
Ks (m ^{1/3} /s)	60		
Qms (l/s)	27	Q _{TR25_d10'} (l/s)	8

Mezzo tubo Φ 500 mm			
Portata defluita		Portata affluita	
D (m)	0.5	Da sezione E9 a sezione E1	
p (-)	0.0050		
A (m ²)	0.10	Superficie S (m)	802
P (m)	0.79	Coeff. Def. φ (-)	0.6
R (m)	0.13	Intensita pioggia (mm/ora)	142.92
Ks (m ^{1/3} /s)	60		
Qms (l/s)	104	Q _{TR25_d10'} (l/s)	19

Canaletta tipo B dietro muro laghetti			
Portata defluita		Portata affluita	
B (m)	0.38	Da sezione 61 a sezione 63	
h (m)	0.24		
p (-)	0.0050		
A (m ²)	0.09	Superficie S (m)	637
P (m)	0.86	Coeff. Def. φ (-)	0.6
R (m)	0.11	Intensita pioggia (mm/ora)	142.92
Ks (m ^{1/3} /s)	60		
Qms (l/s)	87	Q _{TR25_d10'} (l/s)	15

TABELLA 4-10 – VERIFICHE IDRAULICHE PER IL DIMENSIONAMENTO DEI FOSSI, CANALETTE E MEZZOTUBI

4.3.4. Dimensionamento degli impianti di trattamento e delle vasche di emergenza

Le acque di dilavamento stradale, potenzialmente contaminate da sostanze inquinanti presenti nell'atmosfera e sul manto stradale, una volta raccolte mediante un sistema di caditoie e collettori, saranno indirizzate verso gli impianti di trattamento (sedimentatore e disoleatore) delle acque di prima e seconda pioggia funzionante in continuo e quindi a gravità. Tali impianti sono stati dimensionati al fine di trattare anche la seconda pioggia fino a eventi con TR=25 anni e durata di pioggia di 60 minuti, con l'obiettivo di minimizzare gli impatti sulla componente acque superficiali e sotterranee. Inoltre, allo scopo di intercettare e trattenere l'eventuale sversamento accidentale di liquidi leggeri sversati al suolo da una autocisterna in occasione di un potenziale incidente stradale, è stata associata a ciascuno dei tre impianti di trattamento di progetto una vasca di emergenza a tenuta idraulica, con volume utile di 40 m³, sufficiente appunto a trattenere il contenuto di un'autocisterna di grandi dimensioni.

Sono considerate acque di prima pioggia quelle corrispondenti, per ogni evento meteorico, ad una precipitazione di 5 mm distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio ed affluita in 15 minuti.

La seguente tabella riporta il dimensionamento dei tre impianti che, rispetto alla portata generata dalla prima e seconda pioggia ($Q_{PRIMA\ E\ SECONDA\ PIOGGIA}$), è stata cautelativamente incrementata per rispettare le dimensioni standard degli impianti prefabbricati.

	Impianto T1	Impianto T2	Impianto T3
Superficie piattaforma stradale (m²)	11347	3155	6054
Volume prima pioggia (m³)	57	16	30
Durata di prima pioggia (min)	15	15	15
$Q_{PRIMA\ PIOGGIA}$ (l/s)	63	17.5	33.6
Coefficiente deflusso pavimentazione (-)	0.9	0.9	0.9
Intensità di pioggia di riferimento per gestire la prima e la seconda pioggia. TR=25 anni e d=60 minuti (mm/ora)	57.20	57.20	57.20
$Q_{PRIMA\ E\ SECONDA\ PIOGGIA}$ (l/s)	162	45	86
Portata nominale dell'impianto (l/s)	200	50	100

TABELLA 4-11: DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI DI TRATTAMENTO ACQUE METEORICHE DI DILAVAMENTO STRADALE

In definitiva la portata nominale per l'impianto T1 è di 200 l/s, per l'impianto T2 è di 50 l/s e per l'impianto T3 è di 100 l/s.

4.3.5. Dimensionamento del sistema d'invarianza idraulica

L'invarianza idraulica, che compensa dal punto di vista dei deflussi meteorici l'incremento delle superfici impermeabili generate dalla piattaforma stradale, è stata assicurata per l'intero tratto stradale di progetto, comprendendo anche i rami secondari, le aree a verde tra cui le scarpate stradali, i fossi di guardia e le sistemazioni limitrofe comunque interne all'ambito d'intervento.

La tabella seguente riporta i coefficienti di deflusso assunti per la configurazione di progetto (SP) che per quella di stato di fatto (SF).

Coefficiente deflusso sup. Pavimentata	$\varphi_{imp} (-)$	0.9
Coefficiente deflusso sup. scarpata	$\varphi_{sc} (-)$	0.6
Coefficiente deflusso sup. campagna e fosso SP	$\varphi_{v_SP} (-)$	0.3
Coefficiente deflusso sup. campagna SF	$\varphi_{v_SF} (-)$	0.2

TABELLA 4-12 – COEFFICIENTI DI DEFLUSSO ASSUNTI PER IL CALCOLO DELL'INVARIANZA IDRAULICA

L'intero asse stradale è stato suddiviso in tre tratti, tra loro indipendenti dal punto di vista della laminazione delle acque. Le tabelle seguenti danno evidenza delle superfici e del relativo grado di permeabilità dell'area d'intervento, sia nello stato di fatto (SF) che di progetto (SP), per ognuno dei tre tratti citati. L'ultima riga di ciascuna tabella riporta l'effettivo incremento di superficie impermeabile generata dal progetto rispetto alla configurazione attuale.

	Superficie totale area d'intervento								
	$S_{tot} (m^2)$								
TRATTO 1	Sup. Pavimentata SF	$S_{imp_SF} (m^2)$	0	Sup. Pavimentata SP	$S_{imp_SP} (m^2)$	1844	Differenza sup. Impermeabile SP-SF	$\Delta S_{imp_SP-SF} (m^2)$	1844
	Sup. Scarpata SF	$S_{sc_SF} (m^2)$	0	Sup. Scarpata SP	$S_{sc_SP} (m^2)$	1591	Differenza sup. Semipermeabile SP-SF	$\Delta S_{sc_SP-SF} (m^2)$	1591
	Sup. Campagna SF	$S_{v_SF} (m^2)$	5431	Sup. campagna e fosso SP	$S_{v_SP} (m^2)$	1996	Differenza sup. Permeabile SP-SF	$\Delta S_{v_SP-SF} (m^2)$	-3435
	Somma		5431			5431			
	Superficie da gestire in termini d'invarianza idraulica					$[(\Delta S_{imp_SP-SF} \times \varphi_{imp}) + (\Delta S_{sc_SP-SF} \times \varphi_{sc}) + (S_{v_SP} \times \varphi_{v_SP}) - (S_{v_SF} \times \varphi_{v_SF})] (m^2)$			2127
TRATTO 2	Sup. Pavimentata SF	$S_{imp_SF} (m^2)$	2675	Sup. Pavimentata SP	$S_{imp_SP} (m^2)$	15301	Differenza sup. Impermeabile SP-SF	$\Delta S_{imp_SP-SF} (m^2)$	12626
	Sup. Scarpata SF	$S_{sc_SF} (m^2)$	0	Sup. Scarpata SP	$S_{sc_SP} (m^2)$	15616	Differenza sup. Semipermeabile SP-SF	$\Delta S_{sc_SP-SF} (m^2)$	15616
	Sup. Campagna SF	$S_{v_SF} (m^2)$	58786	Sup. campagna e fosso SP	$S_{v_SP} (m^2)$	30544	Differenza sup. Permeabile SP-SF	$\Delta S_{p_SP-SF} (m^2)$	-28242
	Somma		61461			61461			
	Superficie da gestire in termini d'invarianza idraulica					$[(\Delta S_{imp_SP-SF} \times \varphi_{imp}) + (\Delta S_{sc_SP-SF} \times \varphi_{sc}) + (S_{v_SP} \times \varphi_{v_SP}) - (S_{v_SF} \times \varphi_{v_SF})] (m^2)$			18139
TRATTO 3	Sup. Pavimentata SF	$S_{imp_SF} (m^2)$	0	Sup. Pavimentata SP	$S_{imp_SP} (m^2)$	9209	Differenza sup. Impermeabile SP-SF	$\Delta S_{imp_SP-SF} (m^2)$	9209
	Sup. Scarpata SF	$S_{sc_SF} (m^2)$	0	Sup. Scarpata SP	$S_{sc_SP} (m^2)$	6859	Differenza sup. Semipermeabile SP-SF	$\Delta S_{sc_SP-SF} (m^2)$	6859
	Sup. Campagna SF	$S_{v_SF} (m^2)$	29934	Sup. campagna e fosso SP	$S_{v_SP} (m^2)$	13866	Differenza sup. Permeabile SP-SF	$\Delta S_{p_SP-SF} (m^2)$	-16068
	Somma		29934			29934			
	Superficie da gestire in termini d'invarianza idraulica					$[(\Delta S_{imp_SP-SF} \times \varphi_{imp}) + (\Delta S_{sc_SP-SF} \times \varphi_{sc}) + (S_{v_SP} \times \varphi_{v_SP}) - (S_{v_SF} \times \varphi_{v_SF})] (m^2)$			10577

TABELLA 4-13 – SUPERFICIE GRADO DI PERMEABILITÀ DELL'AREA D'INTERVENTO SIA NELLO SF CHE NELLO SP

Un primo metodo adottato per calcolare il volume di laminazione di ciascun tratto indagato si basa sul criterio indicato nell'Allegato "Valutazione di compatibilità idraulica" contenuto nel Piano degli Interventi di Vicenza, che definisce come volume minimo di laminazione da garantire, rispetto all'incremento di superficie impermeabile, un valore di 800 m³/ha_{IMP}. Da questo semplice calcolo si ottengono i valori riportati nell'ultima colonna della seguente tabella.

	Superficie da gestire in termini d'invarianza idraulica (ha)	Volume minimo di laminazione (m ³)
TRATTO 1	0.213	170
TRATTO 2	1.814	1451
TRATTO 3	1.058	846

TABELLA 4-14 – CALCOLO DEL VOLUME DI LAMINAZIONE IN FUNZIONE DEL VOLUME MINIMO DA GARANTIRE RISPETTO ALL'INCREMENTO DI SUPERFICIE IMPERMEABILE

Una seconda procedura adottata per la determinazione del volume di laminazione da garantire è stato condotto applicando il Metodo delle sole Piogge, considerando un Tempo di Ritorno (TR) di 50 anni e un limite di scarico molto cautelativo ($u_{lim}=5.0$ l/s*ha_{IMP}), in accordo con la normativa vigente e le indicazioni degli Enti gestori. Questa metodologia, ampiamente utilizzata, risulta certamente cautelativa per la determinazione del volume di laminazione, in quanto considera costante nel tempo l'altezza di pioggia critica quando, nella realtà, l'evento pluviometrico si compone di una fase crescente, un periodo di picco in cui si ha effettivamente un'altezza di pioggia critica, ed una successiva fase calante.

Le relazioni del Metodo delle sole piogge che consentono il dimensionamento e i relativi risultati, per ciascuno dei tre tratti, sono di seguito riportate:

- Portata limite in uscita dalla laminazione espressa in l/s $Q_{u,lim} = S \cdot u_{lim}$
- Durata critica per la laminazione espresso in ore, considerando il parametro "n" per $d \geq 1.0$ ora.

$$D_w = \left(\frac{Q_{u,lim}}{2.78 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

- Volume specifico d'invaso $w_0=W_0/S$ espresso in m³/ha, con S superficie impermeabile da gestire.

$$w_0 = 10 \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - 3.6 \cdot u_{lim} \cdot D_w$$

- Volume totale d'invaso espresso in m³ $W_0=w_0 \cdot S$

		TRATTO 1	TRATTO 2	TRATTO 3
Potrata limite derivante dall'incremento della superficie impermeabile	$Q_{u,lim}$ (l/s)	1.06	9.07	5.29
Durata critica per la laminazione (TR=50 anni $d \geq 1$ ora)	$D_{w,50}$ (ore)	15.75	15.75	15.75
Volume specifico d'invaso (TR=50 anni)	$W_{0,50}$ (m ³)	195	1664	970

TABELLA 4-15 – VOLUME DI LAMINAZIONE CALCOLATO CON IL METODO DELLE SOLE PIOGGE PER TR=50 ANNI E $u_{lim}=5$ L/S*HA_{IMP}

I valori ottenuti con il primo metodo risultano leggermente inferiori rispetto a quelli riportati nella tabella precedente, quindi a partire da questi ultimi sono stati dimensionati i bacini e i fossi di laminazione atti a garantire il principio d'invarianza idraulica. In particolare:

- per il tratto 1 di circa 100 m ad ovest del Ponte Torrente Orolo, sono stati previsti due fossi di laminazione al piede delle scarpate stradali per un volume complessivo di 223 m³;
- per il tratto 2 di circa 900 m, tra il Ponte Torrente Orolo compreso ed il Ponte Roggia Zubana escluso, è stato previsto un bacino di laminazione con un volume di 1725 m³;
- per il tratto 3 di circa 595 m, tra il Ponte Roggia Zubana ed il Ponte Fiume Bacchiglione entrambi compresi, è stato previsto un bacino ed un fosso di laminazione per un volume complessivo di 1010 m³.

In tutti e tre i casi, il volume garantito con i fossi e i bacini è superiore a quello ottenuto dalle verifiche, garantendo un margine di sicurezza anche per eventi più gravosi.

Come già dichiarato nel Capitolo 4.2.5, la regolazione delle portate in uscita è stata garantita mediante un manufatto dotato di una bocca tarata, costituita da un'apertura circolare che, in funzione del battente massimo che si può instaurare per TR=50 anni, consente di far defluire una portata limite coerente con i vincoli imposti dal Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta, quale Ente gestore dei corsi d'acqua ricettori, che sono la Roggia Archiello per il tratto 1 e la Roggia Zubana per il tratto 2 e 3.

		TRATTO 1	TRATTO 2	TRATTO 3
Superficie media bacino laminazione	S_{media} (m ³)	-	2300	2500
Altezza media bacino per TR=50 anni	h_{bacino} (m)	-	0.75	0.3
Volume bacino di laminazione per TR=50 anni			1725	750
Base maggiore fosso laminazione	B (m)	4.0	-	2.5
Base minore fosso laminazione	b (m)	1.5	-	0.5
Altezza fosso laminazione	h (m)	0.7	-	1.0
Area trasversale fosso laminazione	A (m ²)	1.925	-	1.5
Lunghezza fosso lamaminazione	L (m)	153	-	248
Diametro tombino di collegamento fossi	Φ (mm)	1000	-	-
Area trasversale tombino	A_{Φ} (m ²)	0.785	-	-
Lunghezza tombino	$L_{tombino}$ (m)	30	-	-
Percentuale riempimento fosso	p_{fosso} (-)	0.7	-	0.7
Percentuale riempimento tombino	$p_{ftombino}$ (-)	0.7	-	-
Volume garantito dal sistema di laminazione	$V_{LAMINAZIONE}$ (m³)	223	1725	1010
Portata generata dall'area di studio nello SF (TR=50 anni - D_w)	Q_{SF} (l/s)	2.30	29.99	12.67
Portata limite (l/s)	$Q_{u,lim}$ (l/s)	1.06	9.07	5.29
Portata massima in uscita dalla laminazione	Q_{max} (l/s)	3.36	39.06	17.96
Diametro bocca tarata	Φ_{BT} (mm)	45	150	100
Tirante idraulico in corrispondenza della bocca tarata	h_T (m)	0.63	0.675	0.65
Coefficiente di contrazione	μ (-)	0.61	0.61	0.61
Portata max scaricata dalla bocca tarata con funzionamento a luce sotto battente	Q_{BT} (l/s)	3.39	39.20	17.10

TABELLA 4-16 – RISULTATI DEL DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA D'INVARIANZA IDRAULICA IN TERMINI DI VOLUME GARANTITO, DIAMETRO BOCCA TARATA E PORTATA MASSIMA SCARICATA PER TR=50 ANNI