

COMMITTENTE:



ALTA
SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE
OBIETTIVO N. 443/01
LINEA AV/AC TORINO – VENEZIA Tratta VERONA – PADOVA
Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza
PROGETTO ESECUTIVO
RI – RILEVATI
RI56 - RILEVATO FERROVIARIO DA PK 30+640,00 A PK 30+940,00
SISTEMAZIONI IDRAULICHE
Relazione idraulica smaltimento acque**

| | | | | |
|----------------------------|--|---|--|------------|
| GENERAL CONTRACTOR | | DIRETTORE LAVORI | | SCALA - |
| IL PROGETTISTA INTEGRATORE | Consorzio Iricav Due ing. Guido Fratini Data: Settembre 2021 | ing. Enrico Piovano iscritto all'ordine degli ingegneri di Torino n.9273L Data: | | |

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

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | N | 1 | 7 | 1 | 2 | E | I | 2 | RI | R | I | 5 | 6 | 0 | 4 | 0 | 0 | 1 | A | - | - | - | P | - | - | - |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

| | | |
|--|----------------------------|------|
| | VISTO CONSORZIO IRICAV DUE | |
| | Firma Luca RANDOLFI | Data |

Progettazione:

| Rev. | Descrizione | Redatto | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | |
|------|-------------|--------------|----------------|------------|----------------|-------------|----------------|--|
| A | EMISSIONE | E. Giorgetti | Settembre 2021 | A. Gardani | Settembre 2021 | P. Galvanin | Settembre 2021 | |
| | | | | | | | | |

| | | |
|-----------------|----------------------|----------------------------------|
| CIG. 8377957CD1 | CUP: J41E91000000009 | File: IN1712EI2RIRI5604001A.DOCX |
| | | Cod. origine: |



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

| | | | | | |
|---|------------------|---|--|-----------|-------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | |
| RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE | Progetto IN17 | Lotto 12 | Codifica Documento E I2 RI RI5604 001 | Rev. A | Foglio 2 di 15 |

INDICE

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | DESCRIZIONE GENERALE | 3 |
| 2 | DOCUMENTI DI RIFERIMENTO | 3 |
| 3 | RIFERIMENTI NORMATIVI..... | 3 |
| 4 | PARAMETRI DI RIFERIMENTO | 4 |
| 4.1 | Idrologia | 4 |
| 4.2 | Coefficienti di deflusso | 5 |
| 5 | DRENAGGIO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA..... | 5 |
| 5.1 | Descrizione del sistema..... | 5 |
| 5.2 | Dimensionamento degli elementi di drenaggio..... | 7 |
| 5.2.1 | Modello di trasformazione afflussi-deflussi | 7 |
| 5.2.2 | Dimensionamento degli elementi di convogliamento | 8 |
| 6 | SISTEMA DI LAMINAZIONE..... | 12 |
| 6.1 | Dimensionamento vasche di laminazione | 12 |

| | | | | | |
|--|--|-------------|--|-----------|-------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE | Progetto IN17 | Lotto 12 | Codifica Documento E I2 RI RI5604 001 | Rev. A | Foglio 3 di 15 |

1 DESCRIZIONE GENERALE

Oggetto della presente relazione è l'analisi del sistema di drenaggio del tratto in rilevato RI56, compreso tra il km 30+640.00 e il km 30+940.00 della Linea AV/AC Torino – Venezia - Tratta Verona - Padova - Lotto funzionale Verona-Bivio Vicenza. Dal punto di vista idraulico tale intervento è strettamente connesso con l'intervento precedente RI55, che si sviluppa dal km 30+409.60 al km 30+640.00, con cui condivide alcune delle medesime canalette di raccolta in piattaforma e l'ingombro della vasca di laminazione di recapito, posta a cavallo delle due wbs. Inoltre è connesso anche agli interventi successivi RI57 dal km 30+940.00 al km 31+190.00, RI58 dal km 31+190.00 al km 31+390.00 e RI59 dal km 31+390.00 al km 31+633.65, con cui condivide le medesime canalette, e i quali recapitano le acque meteoriche di piattaforma anch'essi alla stessa vasca di laminazione. Si possono dunque intendere gli interventi RI55, RI56, RI57, RI58 e RI59 come un unico sistema di smaltimento delle acque meteoriche che scaricano nella vasca BL55.

Il sistema di drenaggio della piattaforma ferroviaria della linea AV/AC di progetto, delle aree ad essa afferenti (scarpata e stradello) e della semi-piattaforma lato B.P. della Linea Storica (L.S.) esistente in affiancamento prevede la raccolta e il convogliamento della portata meteorica verso i fossi di guardia posti al piede del rilevato. Tali fossi di guardia sono stati progettati in modo tale da laminare la portata meteorica e restituirla al reticolo idrografico esistente conformemente al limite di 5 l/s per ettaro imposto dalla normativa vignete (DGRV 2948/2009) e dal Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta (ApV) Ente Gestore del reticolo idrico interferito nell'area di interesse.

Nei tratti in cui il rilevato è caratterizzato dalla presenza di un muro di sostegno, come il caso dell'intervento RI56, le acque vengono convogliate dalle canalette in piattaforma in una vasca di laminazione, progettata in modo da laminare le portate meteoriche e restituirle al reticolo idrografico secondo le stesse prescrizioni imposte dalla normativa.

Il recapito ultimo delle acque meteoriche per il tratto in oggetto è rappresentato da una vasca di laminazione posta, per motivi d'ingombro, a nord della linea storica esistente in corrispondenza della pk 30+605,00 e la quale si sviluppa a cavallo tra questa tratta e la precedente RI55.

Per quanto riguarda le difformità rispetto al progetto definitivo di rimanda all'elaborato di confronto PD/PE.

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

IN1710EI2BZRI0006001 – Dettagli smaltimento acque di piattaforma

IN1710EI2BZRI0006002 – Dettagli manufatti di regolazione

IN1712EI2PZRI5604001A - Planimetria idraulica e sezione di scarico

3 RIFERIMENTI NORMATIVI

I principali riferimenti normativi utilizzati per la presente progettazione vengono riassunti di seguito:

- D. Lgs. 3 aprile 2006, n.152, "Norme in materia ambientale"

| | | | | | |
|---|---|-------------|--|-----------|-------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE | Progetto IN17 | Lotto 12 | Codifica Documento E I2 RI RI5604 001 | Rev. A | Foglio 4 di 15 |

- D. Lgs. 16 gennaio 2008, n. 4, "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale"
- Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n.11633 del 7/1/1974
- Deliberazione della Giunta Regionale del Veneto DGRV 6 ottobre 2009 n. 2948, "Nuove indicazioni per la formazione degli strumenti urbanistici" e in particolare l'Allegato A, "Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione di nuovi strumenti urbanistici. Modalità operative e indicazioni tecniche".
- Manuale di Progettazione delle Opere Civili RFI (Ed. 2017)

4 PARAMETRI DI RIFERIMENTO

4.1 Idrologia

La previsione quantitativa delle piogge nell'area di interesse è stata realizzata attraverso la determinazione della curva di possibilità pluviometrica individuante la relazione che intercorre tra il tempo di pioggia (t) e l'altezza d'acqua piovuta (h), secondo la seguente formulazione:

$$h(t) = a \cdot t^n$$

nella quale i termini a ed n sono parametri dipendenti dal tempo di ritorno specificato.

Il tempo di ritorno utilizzato come riferimento è TR = 100 anni, in linea con quanto prescritto nel manuale di progettazione RFI, parte II sezione 3.

Volendo determinare le portate che comportano la crisi del sistema di drenaggio occorre fare riferimento agli eventi pluviometrici di breve durata e forte intensità. Per definire le altezze di precipitazione corrispondenti a tali eventi pluviometrici vengono utilizzate le curve di possibilità pluviometrica (CPP), elaborate a partire dalle registrazioni di altezza di pioggia effettuate nelle stazioni pluviometriche.

Per la tratta Verona-Vicenza sono stati ottenuti i seguenti parametri della curva di possibilità pluviometrica:

Tabella 1 - Parametri a e n per durate superiori e inferiori all'ora, per tempo di ritorno pari a 100 anni

| Stazioni ArpaV | da pk (km) | a pk (km) | Tr= 100 anni | | | |
|---------------------------|------------|-----------|--------------------------|------------|--------------------------|------------|
| | | | <1h | | 1-24h | |
| | | | a (mm/ore ⁿ) | n (a-dim.) | a (mm/ore ⁿ) | n (a-dim.) |
| Verona Parco Adige Nord | 0+000 | 3+050 | 102.34 | 0.60 | 78.22 | 0.17 |
| Buttapietra (Verona sud) | 3+050 | 4+105 | 86.75 | 0.62 | 81.64 | 0.13 |
| 50% Buttapietra 50%Arcole | 4+105 | 13+775 | 94.28 | 0.62 | 85.94 | 0.13 |
| Cognola ai colli | 13+755 | 18+710 | 84.48 | 0.54 | 78.70 | 0.18 |
| Arcole | 18+710 | 26+010 | 101.76 | 0.62 | 90.07 | 0.13 |
| Lonigo | 26+010 | 32+975 | 99.50 | 0.57 | 85.05 | 0.12 |
| Brendola | 32+975 | 42+310 | 87.62 | 0.51 | 71.79 | 0.25 |
| S.Agostino Vicenza | 42+310 | 44+250 | 66.97 | 0.39 | 69.30 | 0.23 |

| | | | | | |
|---|---|-------------|--|-----------|-------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE | Progetto IN17 | Lotto 12 | Codifica Documento E I2 RI RI5604 001 | Rev. A | Foglio 5 di 15 |

Nella tratta oggetto della presente Relazione si fa riferimento ai valori della stazione di Lonigo.

Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione idrologica (IN1711EI2RGID00000040).

4.2 Coefficienti di deflusso

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

Come indicato dalla normativa regionale (Allegato A alla DGR 2948 del 6 ottobre 2009) si utilizza un coefficiente di deflusso $\varphi = 0.9$ per le aree pavimentate, $\varphi = 0.6$ per le scarpate dei rilevati, $\varphi = 0.2$ per le superfici permeabili e $\varphi = 0.1$ per le aree agricole.

Si calcolano quindi le superfici afferenti efficaci come: $A_{eff} = \varphi A$.

5 DRENAGGIO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA

5.1 Descrizione del sistema

Il sistema di drenaggio della piattaforma ferroviaria, per le tratte in rilevato, prevede la raccolta e il convogliamento della portata meteorica che scorre sul sub-ballast impermeabile verso i fossi di guardia posti al piede del rilevato, oppure in presenza di un muro di sostegno, come nel caso della RI56 in oggetto il recapito ad una vasca di laminazione.

Le acque meteoriche relative alla semi-piattaforma lato B.D. della linea AV/AC e della semi-piattaforma lato B.P. della LS vengono raccolte in canalette rettangolari tipo "CR" di dimensioni comprese tra 0.4x0.5 m e 0.4x1.1 m dotate di griglia metallica classe D400 posate con la pendenza della linea al centro della sezione.

Le acque relative alla semi-piattaforma lato B.P. della linea AV/AC sono anch'esse raccolte in canalette rettangolari di tipo "CR", ma meno approfondita, di dimensioni comprese tra 0.4x0.4 m e 0.4x0.7 m, posate anch'esse con la pendenza della linea, al limite della piattaforma in testa al muro di sostegno.

Le canalette trasportano le acque in direzione di una vasca di laminazione, posta a cavallo tra questa tratta e la precedente RI55.

Il convogliamento delle acque di piattaforma alla vasca di laminazione avviene con due attraversamenti, a loro volta costituiti da due collettori in serie, uno per la linea AV/AC e uno per quella storica, una serie di embrici sulla scarpata lato nord e un ulteriore collettore di consegna alla vasca. Il primo attraversamento, posto nella RI55 precedente, è costituito da un PVC SN8 De400, che raccoglie le acque dalla canaletta laterale alla sezione in testa al muro di sostegno, e un ulteriore PVC SN8 De500, che dopo aver raccolto anche quelle della canaletta centrale tra linea di progetto e storica scarica nella vasca di laminazione lato nord, grazie a degli embrici posati sulla scarpata e ad un ulteriore tratto di PVC SN8 De500 per il recapito. Il secondo attraversamento, ubicato in questa tratta, è costituito da un PVC SN8 De400, che raccoglie le acque dalla canaletta laterale alla sezione in testa al muro di sostegno, e un ulteriore PVC SN8 De630, che dopo aver

| | | | | | |
|---|---|---------------------|--|-------------------|---------------------------|
| <p>GENERAL CONTRACTOR</p>  | <p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  | | | | |
| <p>RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE</p> | <p>Progetto IN17</p> | <p>Lotto 12</p> | <p>Codifica Documento E I2 RI RI5604 001</p> | <p>Rev. A</p> | <p>Foglio 6 di 15</p> |

raccolto anche quelle della canaletta centrale tra linea di progetto e storica scarica nella vasca di laminazione lato nord, grazie a degli embrici posati sulla scarpata e ad un ulteriore tratto di PVC SN8 De630 per il recapito.

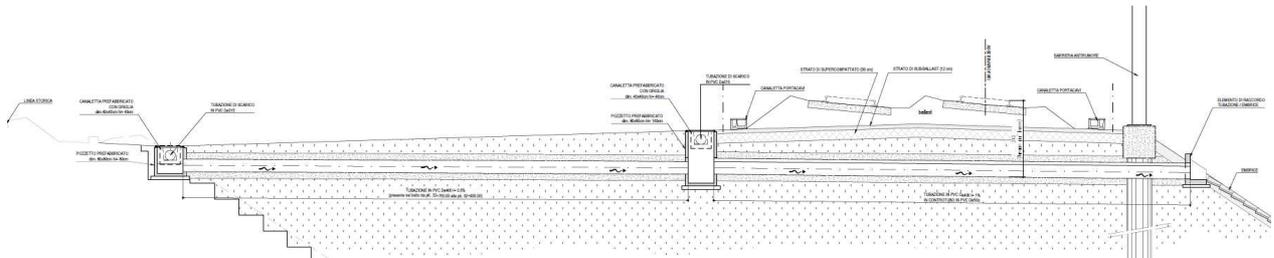


Figura 1 – Dettaglio di scarico della canaletta rettangolare posta nell'area interclusa tra linea di progetto e linea storica.

Lo scarico dalle canalette CR nei collettori avviene tramite un tratto di tubo in PVC SN8 De 315 e un pozzetto in cls prefabbricato di dimensioni 0.8x0.8 m come illustrato nella seguente immagine.

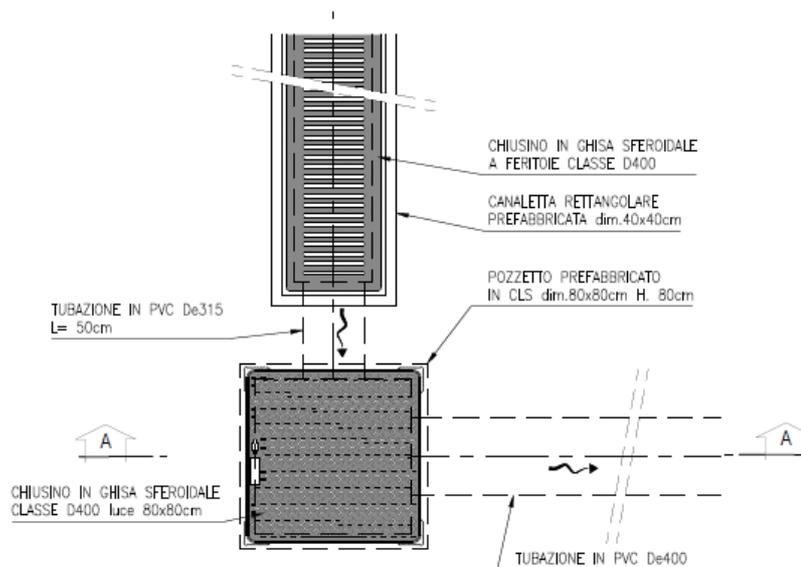


Figura 2 – Dettaglio di scarico della canaletta centrale nel pozzetto 0.8x0.8 m.

Per i dettagli costruttivi dei singoli elementi si faccia riferimento all'elaborato IN1710E12BZRI0006001 – Dettagli smaltimento acque di piattaforma.

Le vasche di laminazione previste nel presente progetto hanno la funzione di laminare la portata meteorica scaricata dalla piattaforma. Lo scarico nel recettore finale avverrà a gravità o ove necessario tramite l'installazione di un sistema di pompaggio.

Di seguito si illustrano gli elementi di drenaggio (canalette, collettori). Il sistema di laminazione, costituito dalla vasca di laminazione è descritto nel successivo capitolo 6.

| | | | | | |
|---|---|-------------|--|-----------|-------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE | Progetto IN17 | Lotto 12 | Codifica Documento E I2 RI RI5604 001 | Rev. A | Foglio 7 di 15 |

5.2 Dimensionamento degli elementi di drenaggio

5.2.1 Modello di trasformazione afflussi-deflussi

La determinazione delle portate defluenti nelle sezioni di chiusura dei sottobacini ferroviari è stata effettuata mediante l'applicazione di un modello afflussi-deflussi. L'importanza di tale informazione risiede nella necessità di dimensionare correttamente i manufatti idraulici atti a convogliare le acque, in riferimento alla capacità idraulica dei ricettori finali.

Note le curve di possibilità pluviometrica, si è proceduto alla determinazione delle piogge di progetto ed alla successiva determinazione delle onde di piena di progetto.

In questo caso, per la determinazione delle portate di progetto, è stato adottato il modello di corrivazione utilizzando un ietogramma rettangolare depurato delle perdite idrologiche per infiltrazione e per detenzione superficiale mediante l'applicazione di un coefficiente di deflusso (rapporto tra il volume defluito ed il corrispondente volume di afflusso meteorico) assunto costante durante l'evento.

Il modello adottato ammette due parametri fondamentali, uno per ciascuno dei due fenomeni citati in precedenza (infiltrazione e trasformazione afflussi netti - deflussi): il coefficiente di deflusso (equivalente al coefficiente di assorbimento orario nella nomenclatura del metodo italiano) e il tempo di corrivazione del bacino. Detti parametri hanno un preciso significato fisico e sono basilari per poter raggiungere una rappresentazione abbastanza accettabile del fenomeno delle piene.

La portata affluente ($Q_{critica}$) è valutabile attraverso l'applicazione della formula razionale, che restituisce la portata specifica da drenare:

$$Q = \frac{\varphi \cdot i_c \cdot A}{3600 \cdot 1000}$$

dove i_c [mm/h] è l'intensità di pioggia massima per la durata di pioggia pari al tempo di corrivazione t_c [ore], A [m²] è la superficie del bacino scolante e φ (§ 4.2) è il coefficiente di deflusso che esprime, a meno delle unità di misura, il rapporto tra il volume affluito alla rete e quello complessivamente affluito al bacino, la formula così scritta restituisce il valore di portata Q in m³/s.

| | | | | | |
|---|---|-------------|--|-----------|-------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE | Progetto IN17 | Lotto 12 | Codifica Documento E I2 RI RI5604 001 | Rev. A | Foglio 8 di 15 |

5.2.2 Dimensionamento degli elementi di convogliamento

Il dimensionamento degli elementi di convogliamento (collettori, mezzi tubi, canalette) è dato dal confronto tra la portata transitante, ovvero la portata meteorica critica calcolata tramite la formula razionale, e quella massima ammissibile dall'elemento in questione. Anche in questo caso la condizione più gravosa è quella per cui il tempo di pioggia è pari al tempo di corrivazione. Quest'ultimo in questo caso è pari alla somma del tempo di afflusso (pari a 5 minuti) e del tempo di traslazione (t_r) lungo i rami costituenti il percorso idraulicamente più lungo ("asta principale"). Il tempo di traslazione si ottiene quindi dalla formula:

$$t_r = \sum_{i=1}^N \frac{l_i}{v_i}$$

dove:

N = numero dei tronchi della rete a monte della generica sezione, facenti parte dell'asta principale;

l_i = lunghezza del tronco i -esimo;

v_i = velocità nel tronco i -esimo.

Il moto all'interno della rete si descrive adottando uno schema di moto uniforme. In particolare, si utilizza la formula di Chézy per ottenere le scale di deflusso:

$$Q = \chi A \sqrt{\Re} j = k \frac{A^{5/3}}{C^{2/3}} \sqrt{j}$$

dove: Q rappresenta la portata di dimensionamento dell'elemento (m^3/s); $k = 1/n$ il coefficiente di scabrezza di Strickler ($m^{1/3}/s$) con $n=0.015$ per gli elementi in cls e pari a 0.011 per i collettori in materiale plastico; A l'area bagnata (m^2); C il contorno bagnato (m); j la pendenza media della condotta (m/m); $\Re = \frac{A}{C}$ il raggio idraulico (m).

Per ottenere la velocità di percorrenza del singolo tratto basta dividere la portata Q per l'area bagnata A .

Per i collettori è stato considerato un riempimento massimo del 75% per canalette e collettori e pari al 40% per i mezzi tubi. La velocità deve risultare compresa tra un minimo di 0.5 m/s per evitare sedimentazioni e 5 m/s come indicato nella circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n.11633 del 7/1/19.

Nelle seguenti tabelle vengono presentati i risultati dei dimensionamenti relativi alle canalette e ai relativi collettori di scarico in PVC presenti nel tratto. La canaletta RI55-CR03-AVBD e la canaletta RI55-CR04-AVBP sono a servizio anche della tratta precedente RI55. Le canalette RI56-CR01-AVBD e la canaletta RI56-CR02-AVBP, invece, sono a servizio anche delle tratte successive RI57, RI58 e RI59.

Per una descrizione completa del sistema, vengono riportate anche le canalette RI55-CR01-AVBD, RI55-CR02-AVBP al servizio della tratta precedente RI55, ma afferente alla stessa vasca di laminazione BL55, nonché i relativi collettori di scarico posti nella RI55.

| | | | | | |
|---|---|-------------|--|-----------|-------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE | Progetto IN17 | Lotto 12 | Codifica Documento E I2 RI RI5604 001 | Rev. A | Foglio 9 di 15 |

Per la verifica delle canalette RI55-CR01-AVBD e RI55-CR02-AVBP si sono considerate le dimensioni ridotte per effetto del massetto interno utile alla generazione della contropendenza, che ne riduce l'altezza utile al deflusso. L'altezza effettiva della canaletta è riportata tra parentesi in tabella.

Le eventuali verifiche dei collettori di scarico del sistema di laminazione sono riportate nel relativo capitolo.

| | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|------------------|-------------|--|-----------|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | | | | | |
| RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE | | | | | Progetto IN17 | Lotto 12 | Codifica Documento E I2 RI RI5604 001 | Rev. A | Foglio 10 di 15 |

Tabella 2 – Dimensionamento canalette centrali e laterali tipo CR che recapitano nella vasca di laminazione nella RI55

| | pk monte | pk valle | Area imp | Area totale efficace | Base canaletta | Altezza canaletta | i | Lunghezza | T ingresso | R pieno riemp. | v pieno riemp. | T traslaz. singolo ramo | Max T traslaz. (min) | T corrivaz. (min) | Q _{critica} | Q pieno riemp. | h | Area bagnata | h/D | v |
|-----------------------|----------|----------|-------------------|----------------------|----------------|-------------------|--------|-----------|------------|----------------|----------------|-------------------------|----------------------|-------------------|----------------------|---------------------|-------|-------------------|------|-------|
| | [m] | [m] | [m ²] | [m ²] | [m] | [m] | [m/m] | [m] | [min] | [m] | [m/s] | [min] | [min] | [min] | [m ³ /s] | [m ³ /s] | [m] | [m ²] | [-] | [m/s] |
| RI55-CR01-AVBD | 30425.0 | 30490.0 | 781.30 | 703.17 | 0.40 | 0.40 (0.80) | 0.0010 | 65.00 | 67 | 5.00 | 0.13 | 0.55 | 1.97 | 1.97 | 6.97 | 0.049 | 0.088 | 0.250 | 0.10 | 0.63 |
| RI55-CR02-AVBP | 30425.0 | 30490.0 | 425.75 | 383.18 | 0.40 | 0.40 (0.70) | 0.0010 | 65.00 | 67 | 5.00 | 0.13 | 0.55 | 1.97 | 1.97 | 6.97 | 0.027 | 0.088 | 0.160 | 0.06 | 0.40 |
| RI55-CR03-AVBD | 30718.0 | 30492.0 | 2716.52 | 2444.87 | 0.40 | 0.50 | 0.0042 | 226.00 | 67 | 5.00 | 0.14 | 1.17 | 3.21 | 3.21 | 8.21 | 0.158 | 0.235 | 0.361 | 0.14 | 0.72 |
| RI55-CR04-AVBP | 30718.0 | 30492.0 | 1480.30 | 1332.27 | 0.40 | 0.40 | 0.0042 | 226.00 | 67 | 5.00 | 0.13 | 1.12 | 3.36 | 3.36 | 8.36 | 0.085 | 0.179 | 0.224 | 0.09 | 0.56 |
| RI56-CR01-AVBD | 31600.0 | 30720.0 | 10577.60 | 9519.84 | 0.40 | 1.10 | 0.0054 | 880.00 | 67 | 5.00 | 0.17 | 1.50 | 9.78 | 9.78 | 14.78 | 0.478 | 0.660 | 0.824 | 0.33 | 0.75 |
| RI56-CR02-AVBP | 31600.0 | 30720.0 | 5764.00 | 5187.60 | 0.40 | 0.70 | 0.0054 | 880.00 | 67 | 5.00 | 0.16 | 1.42 | 10.34 | 10.34 | 15.34 | 0.256 | 0.397 | 0.482 | 0.19 | 0.69 |

| | | | | | |
|---|--|---------------------|--|-------------------|----------------------------|
| <p>GENERAL CONTRACTOR</p>  | <p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  | | | | |
| <p>RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE</p> | <p>Progetto IN17</p> | <p>Lotto 12</p> | <p>Codifica Documento E I2 RI RI5604 001</p> | <p>Rev. A</p> | <p>Foglio 11 di 15</p> |

Tabella 3 – Dimensionamento collettori di scarico canalette centrali e laterali

| | Diametro Commerciale | Pendenza | Lunghezza (m) | MATERIALE | Ks | T ingresso | V pieno riempim. | T traslaz. singolo ramo | Max T traslaz. | T corrivaz. | Qcritica | Qmax riempim. | h riempim. | Rapporto di riempim. | Angolo riempim. | Area bagnata | Velocità |
|--|----------------------|----------|---------------|-----------|-----------------------|------------|------------------|-------------------------|----------------|-------------|---------------------|---------------------|------------|----------------------|-----------------|-------------------|----------|
| | [mm] | [m/m] | [m] | | [m ^{1/3} /s] | [min] | [m/s] | [min] | [min] | [min] | [m ³ /s] | [m ³ /s] | [m] | [-] | [gradi] | [m ²] | [m/s] |
| De315 PVC scarico canaletta nel pozzetto 80X80 | 315 | 0.240 | 0.50 | PVC | 91 | 5.0 | 7.97 | 0.001 | 10.34 | 15.34 | 0.478 | 0.573 | 0.211 | 0.70 | 226.8 | 0.054 | 8.92 |
| T01 - De400 PVC scarico canalette binario pari | 400 | 0.010 | 11.00 | PVC | 91 | 5.0 | 1.91 | 0.10 | 10.44 | 15.44 | 0.112 | 0.221 | 0.193 | 0.50 | 180.8 | 0.06 | 1.91 |
| T02 - De500 PVC scarico canalette binario dispari | 500 | 0.015 | 13.00 | PVC | 91 | 5.0 | 2.71 | 0.08 | 10.52 | 15.52 | 0.318 | 0.491 | 0.281 | 0.59 | 199.8 | 0.11 | 2.88 |
| T03 - De500 PVC scarico canalette binario pari | 500 | 0.010 | 11.00 | PVC | 91 | 5.0 | 2.21 | 0.08 | 10.42 | 15.42 | 0.256 | 0.401 | 0.279 | 0.58 | 198.7 | 0.11 | 2.35 |
| T04 - De630 PVC scarico canalette binario dispari | 630 | 0.015 | 13.00 | PVC | 91 | 5.0 | 3.16 | 0.07 | 10.49 | 15.49 | 0.735 | 0.910 | 0.412 | 0.68 | 222.5 | 0.21 | 3.52 |
| T05 - De500 PVC scarico in vasca di laminazione BL55 | 500 | 0.015 | 12.00 | PVC | 91 | 5.0 | 2.71 | 0.07 | 10.50 | 15.50 | 0.256 | 0.491 | 0.246 | 0.51 | 183.0 | 0.09 | 2.74 |
| T06 - De630 PVC scarico in vasca di laminazione BL55 | 630 | 0.015 | 12.00 | PVC | 91 | 5.0 | 3.16 | 0.06 | 10.56 | 15.56 | 0.735 | 0.910 | 0.412 | 0.68 | 222.4 | 0.21 | 3.52 |

| | | | | | | |
|---|------------------|--|--|-----------|-----------------------|--|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE | Progetto IN17 | Lotto 12 | Codifica Documento E I2 RI RI5604 001 | Rev. A | Foglio 12 di 15 | |

6 SISTEMA DI LAMINAZIONE

Le vasche di laminazione poste al piede del rilevato sono state dimensionate nell'intento di invasare le acque meteoriche raccolte sulla nuova infrastruttura garantendo lo scarico nei recettori finali nel rispetto dei limiti concessi dalla normativa regionale in relazione al principio dell'invarianza idraulica.

Nella tratta in oggetto lo scarico limite consentito è di 5 l/s/ha imposto dalla normativa vignete (DGRV 2948/2009) e dal Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta (ApV) Ente Gestore del reticolo idrico interferito nell'area di interesse. Un manufatto di regolazione delle portate posto a valle dell'invaso garantisce che la portata scaricata non superi il valore imposto.

I volumi di laminazione hanno il compito di ridurre i picchi di portata che si verificano nei sistemi di drenaggio riducendoli a valori compatibili con i recapiti posti a valle. Nel caso specifico dell'opera in progetto l'incremento di portata dovuto alla impermeabilizzazione viene assorbito dal sistema di drenaggio attraverso l'invaso nelle vasche, le cui dimensioni sono legate quindi non alla sola funzione di convogliare le acque afferenti al recapito stabilito ma anche a quella di invaso dei volumi che eccedono la capacità del recettore finale.

Le acque meteoriche della WBS in oggetto, del tratto precedente RI55 e dei tratti successivi RI57, RI58 e RI59 sono convogliate nella vasca di laminazione BL55.

Il dimensionamento è stato effettuato con il metodo cinematico (Alfonsi e Orsi, 1987), considerando la vasca come un grande fosso di laminazione trapezoidale equivalente. Alle vasche viene data una leggera pendenza longitudinale, pari allo 0.05% che facilita il transito della portata verso il punto di scarico e lo svuotamento della vasca stessa.

I volumi raccolti nella vasca di laminazione vengono poi restituiti al reticolo idrografico a gravità o tramite un sistema di pompaggio, ove le quote di scorrimento non risultano compatibili.

6.1 Dimensionamento vasche di laminazione

Il dimensionamento del volume da accumulare è stato eseguito mediante il metodo cinematico (Alfonsi e Orsi, 1987):

$$W_m = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \theta_w^n + \frac{t_c \cdot Q_u^2 \cdot \theta_w^{1-n}}{S \cdot \varphi \cdot a} - Q_u \cdot \theta_w - Q_u \cdot t_c$$

dove:

- S = superficie del bacino scolante;
- φ = coefficiente di afflusso del bacino scolante;
- a, n = parametri della curva di possibilità pluviometrica per Tr=100 anni;

| | | | | | |
|--|--|---------------------|--|-------------------|----------------------------|
| <p>GENERAL CONTRACTOR</p>  | <p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  | | | | |
| <p>RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE</p> | <p>Progetto IN17</p> | <p>Lotto 12</p> | <p>Codifica Documento E I2 RI RI5604 001</p> | <p>Rev. A</p> | <p>Foglio 13 di 15</p> |

- t_c = tempo di corrivazione
- Q_u = portata massima scaricabile per il principio dell'invarianza idraulica;
- θ_w = durata critica del bacino di laminazione.

La durata critica per la laminazione si determina con metodo iterativo tramite la relazione:

$$n \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot \theta_w^{n-1} + \frac{(1-n) \cdot t_c \cdot Q_u^2 \cdot \theta_w^{-n}}{S \cdot \varphi \cdot a} - Q_u = 0$$

Il tempo di corrivazione viene calcolato sommando il tempo di afflusso, convenzionalmente assunto pari a 5 minuti, e il tempo di rete, calcolato sul tratto più lungo con il massimo riempimento. Questa assunzione semplificativa risulta a favore di sicurezza in quanto per riempimenti maggiori la velocità risulta maggiore e di conseguenza risulta minore il tempo di percorrenza: a tempi minori corrisponde una maggiore intensità di pioggia.

Si è tenuta anche in considerazione a riduzione del volume di laminazione dovuta alla pendenza delle vasche. Per fare questo è stato calcolato l'integrale della sezione del fosso A tra 0 e L^* :

$$\begin{aligned}
 A &= aX^2 + bX \\
 X &= h_0 - \frac{i(\%)l}{100} \\
 V^* &= \int_0^{L^*} \left[a \left(h_0 - \frac{i(\%)l}{100} \right)^2 + b \left(h_0 - \frac{i(\%)l}{100} \right) \right] dl \\
 &= a \left(h_0^2 L^* + \frac{i(\%)^2}{10000} \cdot \frac{L^{*3}}{3} - \frac{1}{100} h_0 i(\%) L^{*2} \right) + b \left(h_0 L^* - \frac{i(\%)}{200} L^{*2} \right)
 \end{aligned}$$

con:

$$\begin{aligned}
 \text{se } \frac{h_0 - Y_u}{\frac{i(\%)}{100}} < L &\rightarrow L^* = \frac{h_0 - Y_u}{\frac{i(\%)}{100}} \\
 \text{se } \frac{h_0 - Y_u}{\frac{i(\%)}{100}} > L &\rightarrow L^* = L
 \end{aligned}$$

dove:

- L lunghezza di laminazione
- Y_u è l'altezza di moto uniforme effettiva del fosso equivalente
- i la pendenza del fosso equivalente in %

| | | | | | |
|--|--|---------------------|--|-------------------|----------------------------|
| <p>GENERAL CONTRACTOR</p>  | <p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  | | | | |
| <p>RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE</p> | <p>Progetto IN17</p> | <p>Lotto 12</p> | <p>Codifica Documento E I2 RI RI5604 001</p> | <p>Rev. A</p> | <p>Foglio 14 di 15</p> |

- h_0 l'altezza utile del fosso equivalente, pari all'altezza totale meno il franco di sicurezza assunto pari a 1 m
- a il coefficiente angolare delle sponde del fosso (pari a 1 data la tipologia del fosso con sponde all'1/1)
- b la base minore del fosso equivalente

Sottraendo al volume disponibile V^* così calcolato il volume di moto uniforme calcolato su L^* si ottiene il volume disponibile per la laminazione.

$$V_{disp\ laminazione} = V^* - A_{bagnata} \cdot L^*$$

A partire da questo dato è possibile ricavare il $V_{totale\ utile}$ del fosso equivalente, dato dalla somma tra il volume disponibile per la laminazione e il volume di moto uniforme calcolato sulla lunghezza totale di laminazione L .

$$V_{totale\ utile} = V_{disp\ laminazione} + A_{bagnata} \cdot L$$

Il $V_{totale\ utile}$ dovrà essere confrontato con il $V_{totale\ idrico}$ del fosso equivalente, dato dalla somma del $V_{laminazione}$ e del volume di moto uniforme calcolato sulla lunghezza totale di laminazione.

$$V_{totale\ idrico} = V_{laminazione} + A_{bagnata} \cdot L$$

Dovrà risultare:

$$V_{totale\ utile} > V_{totale\ idrico}$$

In Tabella 4 si riporta la geometria della vasca di laminazione rettangolare, ubicata a cavallo tra la RI 55 e la RI56: progressive di monte e valle dell'ingombro, dimensioni, profondità, profondità utile depurata del franco pari a 1 mt, volume totale di accumulo e quota di fondo vasca. In Tabella 5 sono presentati i risultati ottenuti per il dimensionamento della vasca come fosso trapezio equivalente.

Tabella 4 – Geometria vasca di laminazione quadrata

| | pk. monte | pk. valle | Larghezza | Lunghezza | Profondità vasca | Profondità utile vasca | Volume di accumulo | Quota fondo vasca |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|------------------------|--------------------|-------------------|
| | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | [mc] | [m slm] |
| BL55 | 30725 | 30485 | 10 | 250 | 2 | 1 | 2400 | 34.50 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|--|---|-------------|--|-----------|--------------------|--|--|--|--|--|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | | | | | | |
| RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE | | Progetto IN17 | Lotto 12 | Codifica Documento E I2 RI RI5604 001 | Rev. A | Foglio 15 di 15 | | | | | |

Tabella 5 – Dimensionamento vasca di laminazione, considerata come fosso di laminazione equivalente

| | Lungh. laminazione L | tempo di rete (=L/v) | tc=ta+tr | Area imp. | Largh media scarpata | Area scarp. | Atotale intervento | Area totale efficace | Q invarianza | Qout bocca tarata | Qw | Wm | Yu | A | L* lungh. fosso lam | Vol. moto uniforme * | V* | Vol. disp lam | Vtot utile Fosso | Vtot idrico Fosso | Check Vfosso |
|-------------|----------------------|----------------------|----------|-----------|----------------------|-------------|--------------------|----------------------|--------------|-------------------|------|---------|--------|-------------|---------------------|----------------------|---------|---------------|------------------|-------------------|--------------|
| | [m] | [h] | [h] | [mq] | [m] | [mq] | [mq] | [mq] | [mc/s] | [mc/s] | [h] | [mc] | [m] | [mq] | [m] | [m] | [mc] | [mc] | [mc] | [mc] | [mc] |
| BL55 | 240.00 | 0.773 | 0.342 | 24824.3 | | 0 | 24824.3 | 22341.86 | 0.01241 | 0.01241 | 6.05 | 2053.35 | 0.0144 | 0.143929529 | 240 | 34.54 | 2468.35 | 2433.81 | 2468.35 | 2087.89 | OK |