

**S.S. 284 - "Occidentale Etnea"**  
Ammodernamento del tratto Adrano - Catania  
1° lotto Adrano - Paternò

Stralcio 1 ca. 3+200 km dallo svincolo 5 (incluso) al km 14+620 (fine tratta)

**PROGETTO ESECUTIVO**

COD. PA712

PROGETTAZIONE: R.T.I. Pro Iter s.r.l. - VIA Ingegneria s.r.l. - DELTA Ingegneria s.r.l.

PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. **RICCARDO FORMICHI**  
Ordine Ingegneri  
Provincia di Milano n. A18045

GEOLOGO:

Dott. Geol. **Marco Leonardi**  
Albo Geologi  
Regione Lazio n. A1541

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. **Nicola D'Alessandro**  
Ordine Ingegneri  
Provincia di Agrigento n. A995

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. **Maria Coppola**

R.T.I. PROGETTAZIONE:

(Mandataria)



(Mandante)



(Mandante)



PROGETTISTI SPECIALISTI:



Dott. Ing. **Riccardo Formichi**  
Ordine Ingegneri  
Provincia di Milano n. A18045

Dott. Ing. **Giovanni Piazza**  
Ordine Ingegneri  
Provincia di Roma n. A27296



Dott. Ing. **Nicola D'Alessandro**  
Ordine Ingegneri  
Provincia di Agrigento n. A995

**IDROLOGIA ED IDRAULICA**

**IDRAULICA DI PIATTAFORMA**

Relazione sistema smaltimento acque di piattaforma

| CODICE PROGETTO |             |          | NOME FILE                   |                 | REVISIONE            | SCALA            |
|-----------------|-------------|----------|-----------------------------|-----------------|----------------------|------------------|
| PROGETTO        | LIV. PROG.  | N. PROG. | T00ID00IDRRE01A             |                 |                      |                  |
| DPPA00712       | E           | 24       | CODICE ELAB. T00ID00IDRRE01 |                 | A                    | -                |
| D               |             |          |                             |                 |                      |                  |
| C               |             |          |                             |                 |                      |                  |
| B               |             |          |                             |                 |                      |                  |
| A               | Emissione   |          | Maggio 2024                 | Ing. D. Carlino | Ing. N. D'Alessandro | Ing. R. Formichi |
| REV.            | DESCRIZIONE |          | DATA                        | REDATTO         | VERIFICATO           | APPROVATO        |



## INDICE

|            |  |           |
|------------|--|-----------|
| <b>1</b>   | <b>PREMESSA .....</b>  | <b>3</b>  |
| <b>2</b>   | <b>DESCRIZIONE GENERALE DELL'INTERVENTO .....</b>                            | <b>4</b>  |
| <b>2.1</b> | <b>DESCRIZIONE DEL TRACCIATO .....</b>                                       | <b>6</b>  |
| <b>3</b>   | <b>SINTESI PARERI PREGRESSI E AZIONI DI OTTEMPERANZA .....</b>               | <b>11</b> |
| <b>3.1</b> | <b>Autorità di Bacino del Distretto Idrografico della Sicilia .....</b>      | <b>11</b> |
| <b>3.2</b> | <b>Agenzia Regionale per la protezione dell'ambiente - Sicilia .....</b>     | <b>15</b> |
| <b>4</b>   | <b>RIFERIMENTI NORMATIVI .....</b>   | <b>16</b> |
| <b>4.1</b> | <b>PIANIFICAZIONE SOVRAORDINATA DI SETTORE .....</b>                         | <b>17</b> |
| 4.1.1      | Piano Assetto Idrologico (PAI) .....   | 17        |
| 4.1.2      | Piano per la Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) .....                     | 19        |
| <b>4.2</b> | <b>AUTORIZZAZIONE IDRAULICA UNICA.....</b>                                   | <b>21</b> |
| <b>4.3</b> | <b>SMALTIMENTO E TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA.....</b>             | <b>24</b> |
| <b>5</b>   | <b>METODOLOGIA DI ANALISI .....</b>  | <b>26</b> |
| <b>6</b>   | <b>VERIFICHE IDRAULICHE .....</b>  | <b>28</b> |
| <b>6.1</b> | <b>Specifiche tecniche capitolato d'oneri ANAS.....</b>                      | <b>28</b> |
| <b>6.1</b> | <b>NTC 2018 e relativa circolare applicativa .....</b>                       | <b>30</b> |
| <b>6.2</b> | <b>Criteri di verifica.....</b>  | <b>32</b> |
| <b>7</b>   | <b>DRENAGGIO DEL CORPO STRADALE .....</b>                                    | <b>34</b> |
| <b>7.1</b> | <b>Schema di drenaggio della piattaforma stradale.....</b>                   | <b>35</b> |
| <b>7.2</b> | <b>Obiettivi e criteri della progettazione idraulica.....</b>                | <b>41</b> |
| <b>7.3</b> | <b>Determinazione della pioggia critica .....</b>                            | <b>43</b> |
| <b>7.4</b> | <b>Viabilità principale .....</b>  | <b>45</b> |
| 7.4.1      | Dimensionamento della Rete Longitudinale dei Collettori di Piattaforma ..... | 45        |
| 7.4.2      | Determinazione dell'interasse dei sistemi di drenaggio .....                 | 51        |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 7.5   | Viabilità complementare e svincoli .....                  | 57 |
| 8     | TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA .....            | 60 |
| 8.1   | Qualità delle acque di dilavamento .....                  | 60 |
| 8.2   | Descrizione degli impianti di trattamento .....           | 60 |
| 8.2.1 | Vasca monoblocco sedimentazione e disoleazione .....      | 60 |
| 8.3   | Sedimentazione e Disoleazione .....                       | 64 |
| 8.3.1 | Pozzetti .....  | 66 |
| 8.3.2 | Collettori di adduzione .....                             | 66 |
| 8.3.3 | Bacini disperdenti acque trattate .....                   | 67 |
| 8.4   | Fossi di guardia e canalette al piede del rilevato .....  | 74 |
| 9     | CALCOLO E VERIFICA TOMBINI IN MOTO PERMANENTE (HY-8)..... | 79 |
| 9.1   | Comportamento idraulico dei tombini.....                  | 79 |
| 9.2   | Sezione di controllo all'ingresso.....                    | 84 |
| 9.3   | Sezione di controllo all'uscita. ....                     | 84 |
| 9.4   | Dati di input richiesti da HY-8.....                      | 86 |
| 9.5   | Rappresentazione dei dati di input e output di HY-8. .... | 88 |
| 9.6   | Tombini oggetto di verifica .....                         | 90 |
| 10    | CONCLUSIONI .....   | 94 |

## 1 PREMESSA

Il presente documento costituisce la relazione Idraulica del Progetto Esecutivo dell'intervento S.S.284 – "Occidentale Etna" Ammodernamento 1° Lotto Tratto Adrano – Paternò ottemperante alle prescrizioni espresse dagli Enti interpellati nel corso dell'iter approvativo legato alla precedente fase progettuale.

In particolare, la presente relazione risulta attinente al primo dei 3 Lotti Stralcio con in quale, come meglio espresso nei paragrafi a seguire, è stato suddiviso l'intervento e che si estende dallo svincolo di Scalilli a Paternò.

La presente relazione illustra gli aspetti connessi al drenaggio del corpo stradale ed al trattamento delle acque di prima pioggia.

Il *Commissario Straordinario Per Gli Interventi Infrastrutturali Sulla Strada Statale 284 "Ammodernamento Tratto Adrano-Paternò* ha trasmesso alla Autorità di Bacino Siciliana gli elaborati progettuali del Progetto Esecutivo in oggetto, con note Reg. Uff. U.0000009 22-03-2024, acquisite al prot. ADB n. 7715 del 25/03/2024, per il rilascio di A.I.U. sul Progetto Esecutivo della tratta oggetto di intervento, indicata come Stralcio 1, che ha inizio alla ca. 3,2 km dallo Svincolo 5 (incluso) e si estende fino al km 14+620 (fine tratta), già oggetto di Autorizzazione Idraulica Unica prot. n. 5805 del 10.03.2023 sul progetto definitivo.

L'Autorità di Bacino Siciliana, con Nota prot. N. 9568 del 15-04-2024, ha rilasciato:

- "nulla osta idraulico" ai sensi degli artt. 93 e seguenti del R.D. n. 523/1904 sul progetto per la realizzazione delle opere (e/o attività) sopra descritti;
- "autorizzazione all'accesso all'alveo" dei corsi d'acqua sopra richiamati "e alla realizzazione degli interventi" di cui al progetto di che trattasi;

A seguito del rilascio della AIU, la documentazione relativa al *Progetto Esecutivo dell'intervento S.S.284 – "Occidentale Etna" Ammodernamento 1° Lotto Tratto Adrano – Paternò* ha subito integrazioni e aggiornamenti a seguito dello sviluppo di dettaglio della fase di progettazione esecutiva.

Il presente aggiornamento del Progetto Esecutivo recepisce interamente le scelte progettuali adottate in fase di Verifica di Ottemperanza e costituisce un affinamento di quanto già esaminato ed approvato dalla Autorità di Bacino.

Il presente documento costituisce dunque un aggiornamento della Relazione sistema smaltimento acque di piattaforma del progetto esecutivo in oggetto, rispetto alla versione esaminata ed autorizzata dalla Autorità di Bacino Siciliana.

## 2 DESCRIZIONE GENERALE DELL'INTERVENTO

La presente relazione è parte integrante del Progetto Esecutivo di ammodernamento del 1° lotto tratto Adrano-Paternò, parte della tratta S.S. 284 "Occidentale Etnea" – Stralcio 1.

Il tracciato della S.S.284 "Occidentale Etnea" – Lotto 1 - compreso tra Adrano e Paternò si estende per circa 16,2 km e ha la funzione di raccordo d'importanti realtà territoriali, quali i centri abitati di Adrano, Biancavilla, S. Maria di Licodia, Ragalna ed i relativi hinterland.

Le caratteristiche plano-altimetriche dell'attuale tracciato, con lunghi rettilinei e curve di medio ed ampio raggio, le intersezioni a raso e la consistente percentuale di veicoli pesanti sono gli elementi che individuano numerose zone di criticità per la sicurezza stradale con elevate percentuali di incidenti stradali.

Le analisi eseguite nel PFTE hanno consentito di individuare l'alternativa progettuale più conveniente, la quale prevede un adeguamento con sezione tipo mista di categoria funzionale C1 (singola carreggiata) e B (doppia carreggiata).

L'intervento in oggetto si configura pertanto come "adeguamento di strada esistente" per il quale la norma di riferimento è rappresentata dal D.M. 22/04/2004 "Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante «Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade»".

Il progetto si compone di un asse principale, con direzione Nord - Sud, che si sviluppa per circa 15 km e attraversa i territori comunali di Biancavilla, Santa Maria di Licodia e Porazzo, tutti in provincia di Catania.

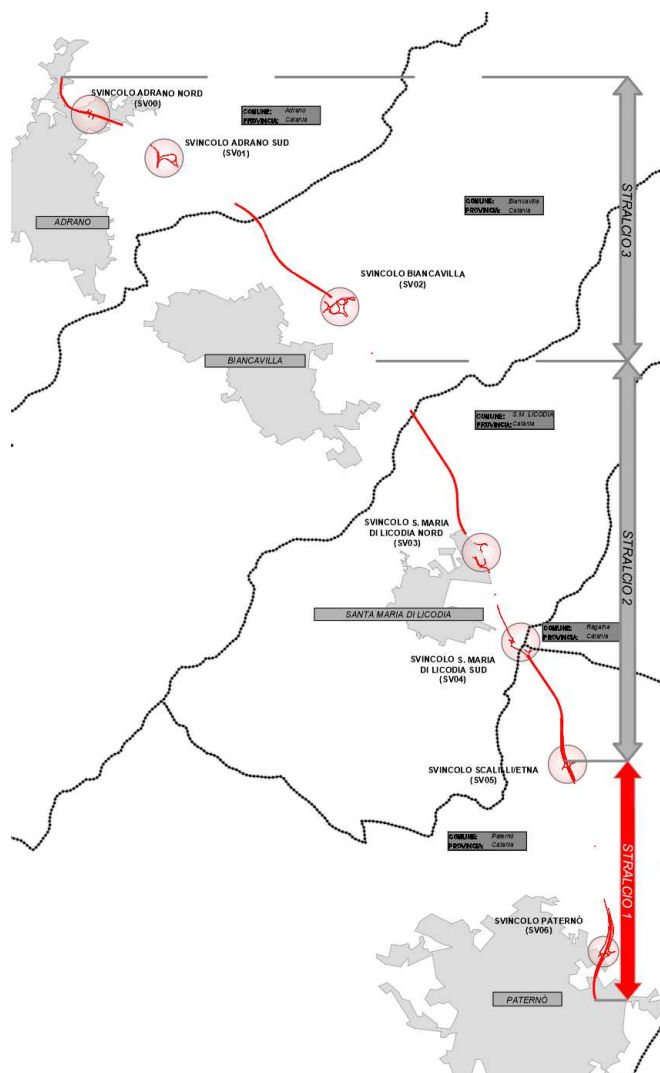
L'intervento prevede inoltre l'adeguamento dei seguenti svincoli:

| SVINCOLO                 |
|--------------------------|
| Adrano                   |
| Adrano Sud               |
| Biancavilla              |
| S. Maria di Licodia Nord |
| S. Maria di Licodia Sud  |
| Scalilli                 |
| Paternò                  |

Nell'ambito del Lotto 1 la progettazione esecutiva avviene in tre stralci funzionali:

1. Dallo Svincolo Scalilli incluso allo svincolo Paternò incluso
2. Da Biancavilla allo svincolo Scalilli
3. Da Adrano a Biancavilla

**Il presente Progetto Esecutivo riguarda lo STRALCIO 1.**



Nel seguito è riportato l'elenco delle viabilità presenti in progetto, con la loro definizione e classificazione ai sensi dell'Art. 2 Comma 2 del Codice della Strada (D.Lgs. 285/92).

| Viabilità principali | Classificazione - D.Lgs. 285/92   | Livello di rete - DM 05/11/2001 | L [m]   |
|----------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------|
| TR_AP                | B – Strada extraurbana principale | Rete principale                 | 3343.07 |

| Viabilità secondarie | Classificazione - D.Lgs. 285/92 | Livello di rete - DM 05/11/2001 | L [m] |
|----------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------|
| AS_E125              | F – Strada locale               | Rete locale                     | 306   |
| AS_E127              | F – Strada locale               | Rete locale                     | 214   |
| AS_E132              | F – Strada locale               | Rete locale                     | 191   |
| AS_E135              | F – Strada locale               | Rete locale                     | 218   |
| AS_E144              | F – Strada locale               | Rete locale                     | 74    |



## 2.1 DESCRIZIONE DEL TRACCIATO

Il tracciato dello Stralcio 1 inizia in corrispondenza dell'esistente svincolo Scalilli, che viene adeguato. La configurazione dello svincolo di Scalilli è costituita da una rotonda su cui convergeranno le rampe di uscita e immissione da e per l'asse principale (direzione Nord - Sud) e le viabilità esistenti (direzione Est - Ovest). La SS284 sovrappasserà in viadotto la rotonda.

La forma dello svincolo è stata determinata dai forti vincoli territoriali presenti, che non hanno consentito di sviluppare le rampe secondo gli schemi ordinari, ma hanno costretto a tracciarle parallele all'asse principale, accostandone il più possibile la carreggiata a quest'ultimo.

Da questo vincolo geometrico è inoltre derivato il diametro della rotonda stessa, che ha le dimensioni minime tali da consentire il corretto inserimento dei rami d'ingresso e di uscita.

Per garantire la funzionalità del lotto 1 includendo lo svincolo Scalilli, le azioni previste sono:

- Realizzazione completa della rotonda di svincolo
- Realizzazione completa dell'opera di scavalco dell'Asse Principale
- Realizzazione completa delle rampe in direzione Paternò (rampe SE e NU)
- Connessione provvisoria della SS284 dal tratto a due corsie esistente alla rotonda di svincolo, mediante due bretelle unidirezionali (assi DEV284\_SX e DEV284\_DX)

Le due suddette bretelle sono in diretta continuità con l'asse esistente della SS284 e pertanto sono state trattate come rami (unidirezionali) di una strada di categoria C1.

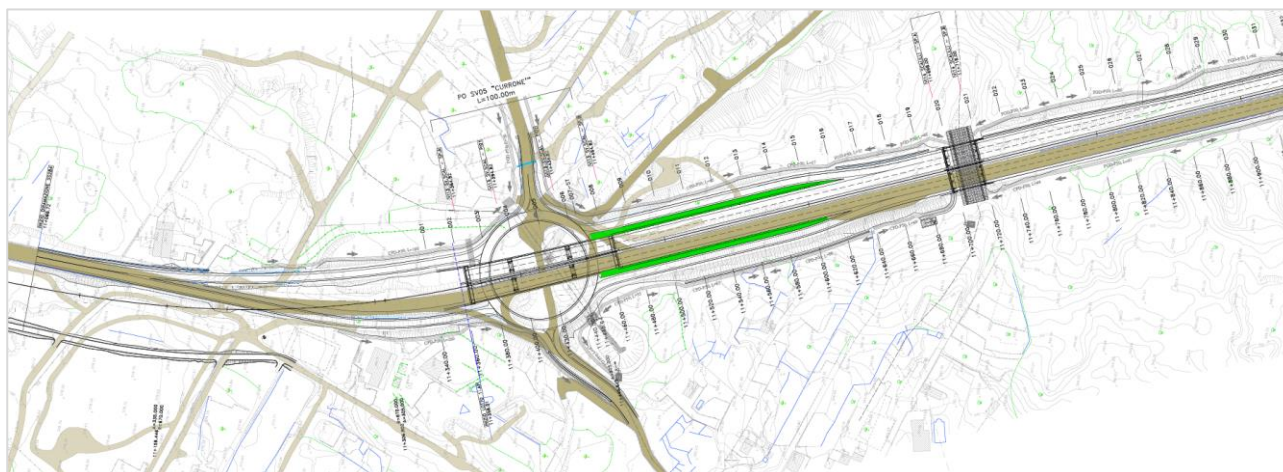


Figura 2-1 Inizio tracciato e Svincolo Scalilli

Nel tratto tra Scalilli e Paternò la strada esistente ha un andamento planimetrico abbastanza favorevole, con rettili anche lunghi e curve di raggio non particolarmente stretto.

Questo consente di effettuare il raddoppio della sede tramite affiancamento della nuova carreggiata all'esistente per quasi tutto il tratto, con leggere rettifiche di alcune curve più strette.

Lungo il rettilo seguente lo svincolo Scalilli l'allargamento avviene verso monte (Est), mentre a partire dalla successiva curva e fino a Paternò l'allargamento avviene verso valle (Ovest).



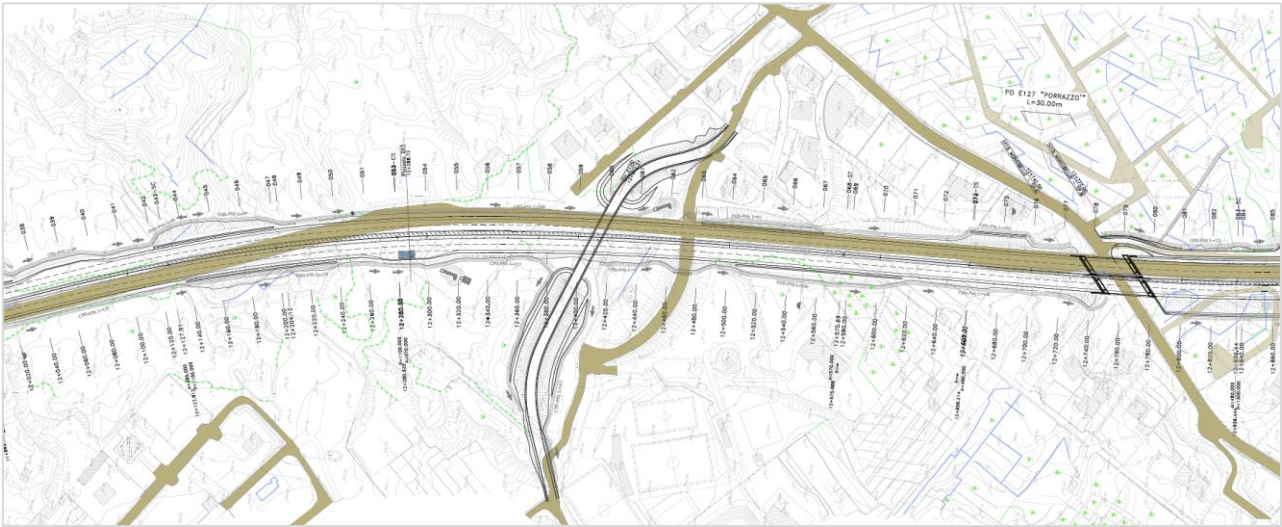


Figura 2-2 Passaggio da Est a Ovest dell'allargamento della sede

Alla PK 12+470 ca. si incontra un cavalcavia esistente che viene ripristinato tramite una nuova opera simile a breve distanza.

Lungo la tratta sono previsti alcuni ponti per sopra-passare strade esistenti su cui non è previsto svincolo, quali il Viadotto Mongibello e il Viadotto Porrizzo.

Nell'ultimo tratto di avvicinamento a Paternò il tracciato esistente si fa più tortuoso ed il terreno morfologicamente più mosso. Questo comporta l'adozione di due lunghi viadotti per mantenere il tracciato planoaltimetrico nei parametri di normativa per la categoria stradale, e superare i dislivelli del terreno.

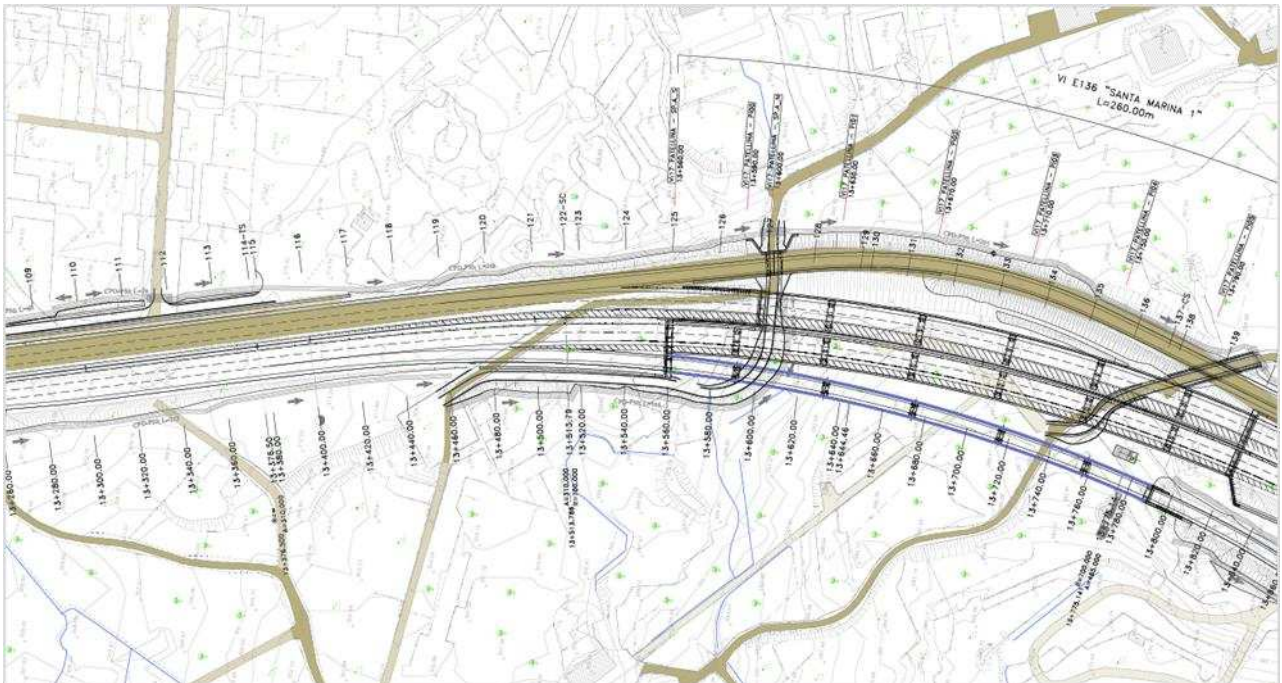


Figura 2-3 Viadotto Paternò 1

Lo svincolo di Paternò presenta oggi una geometria compressissima, gravemente insufficiente sia geometricamente che funzionalmente, e viene totalmente adeguato.



Figura 2-4 Svincolo di Paternò esistente

L'andamento monotono discendente del tracciato dell'asse principale, che presenta pendenze anche al limite dei parametri di categoria, insieme ai limiti imposti per la pendenza delle rampe di svincolo, fanno sì che il delta di pendenza tra asse e rampe sia molto ridotto e questo comporta l'adozione di rampe di lunghezza molto estesa per superare i dislivelli richiesti per uno svincolo a dislivello.

Questo avviene soprattutto verso monte (Nord), essendo gli innesti verso Sud invece molto più favorevoli.

Anche in questo caso l'andamento morfologico e i condizionamenti ambientali e antropici (vedasi foto sopra) limitano fortemente le possibili soluzioni. In particolare per i rami lato Ovest l'allaccio alla strada esistente avviene tramite innesti diretti e non tramite una rotonda, non inseribile per motivi altimetrici (pendenza della strada locale) ed espropriativi (demolizione di fabbricati esistenti).

Il viadotto Paternò 2 scavalca la futura linea ferroviaria circumetnea. In fase di approvazione del Progetto Definitivo modifiche sono state apportate alla collocazione delle pile del viadotto per garantire la compatibilità tra le due infrastrutture.





Figura 2-5 Viadotto Paternò 2, Svincolo Paternò e fine tracciato

La tratta termina in corrispondenza dello svincolo di Paternò/SS121, che coincide con la confluenza della SS284 – oggetto dell'intervento – nella SS121.

In direzione Sud la strada si allaccia alla esistente, che prosegue con due corsie nel senso di marcia (sebbene l'effettiva larghezza della piattaforma è inferiore a quella di una tipo B).



Figura 2-6 Svincolo Paternò / SS121 esistente

In direzione Nord le due corsie esistenti della SS121 si biforciano in corrispondenza dello svincolo di Paternò. Per il traffico passante resta quindi una unica corsia di marcia. Su di questa si innesta, con segnale di dare precedenza, la rampa del medesimo svincolo proveniente da Est in direzione Adrano.

Un altro elemento importante da considerare è la presenza di un'antica villa del settecento in fregio alla strada. Già la strada attuale ne preservava l'esistenza con un alto muro di sostegno (vedi foto sottostante) che limita la sede stradale e condiziona la geometria dell'intersezione.



Sia al fine di non sovrapporre la zona di transizione della sezione con la zona di svincolo di Paternò, potendo risultare questo in geometrie poco chiare per l'utente, sia al fine di preservare la suddetta villa, la zona di transizione tra una e due corsie avviene subito dopo (a Nord) della villa e del muraglione esistente. Il tratto di immissione non viene quindi rimaneggiato ma se ne mantiene la tipologia e geometria.



### 3 SINTESI PARERI PREGRESSI E AZIONI DI OTTEMPERANZA

#### 3.1 Autorità di Bacino del Distretto Idrografico della Sicilia

L'autorità di Bacino del Distretto Idrografico della Sicilia, in sede di Conferenza Dei Servizi Decisoria Semplificata ai sensi dell'art. 14-bis LEGGE 241/1990 e D.P.R. 383/1994 sul Progetto definitivo S.S.284 "Occidentale Etna" Ammodernamento del tratto Adrano – Catania: 1° Lotto Adrano – Paternò" (CUP F31B1600055001), con Nota prot. N. 10542 del 21/06/2022, previa acquisizione degli elaborati grafici del Progetto Definitivo, ha rilasciato al COMMISSARIO STRAORDINARIO per gli interventi infrastrutturali sulla strada statale 284:

- "nulla osta idraulico" ai sensi degli artt. 93 e seguenti del R.D. n. 523/1904 sul progetto per la realizzazione delle opere (e/o attività) sopra descritti;
- "autorizzazione all'accesso all'alveo" dei corsi d'acqua sopra richiamati "e alla realizzazione degli interventi" di cui al progetto di che trattasi;
- parere di Compatibilità idrogeologica ed idraulica di cui alle N.d.A. del PAI.

Il Progetto Definitivo trasmesso alla Autorità di Bacino

prevedeva un asse principale, caratterizzato da una lunghezza di circa 15.820 m, n. 6 svincoli e correlata viabilità secondaria; le sezioni stradali previste sono la Tipo C1 per circa 1.680m circa e la Tipo B per una lunghezza totale di 13.316,68m circa; le opere d'arte principali sono costituite da n. 14 ponti, n. 5 viadotti, n. 12 sottopassi e n. 4 cavalcavia, oltre un certo numero di tombini idraulici, con il compito di risolvere le interferenze con il reticolo idrografico.

Si prevedeva inoltre la sistemazione di svincoli esistenti e la realizzazione di nuovi svincoli. Molte delle viabilità secondarie prevedono un certo numero di opere d'arte secondarie quali muri di sostegno e tombini scatolari con funzione di attraversamento idraulico. Per le viabilità di servizio complanari erano previsti alcuni ponti ad una campata, per risolvere le intersezioni con il reticolo idrografico esistente.

Per gli aspetti relativi al Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni e al Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico, l'intervento ricade all'interno del Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del bacino idrografico del fiume Simeto (094) e area tra i bacini del Simeto e del San Leonardo (094A) Laghi di Pergusa (094B) e di Maletto (094C) approvato con D.P.R. n. 538 del 20/09/2006 e pubblicato sulla G.U.R.S. n. 51 del 03/11/2006 e successivi aggiornamenti.

Per gli aspetti relativi al R.D. 25/07/1904 n° 523 l'intervento in argomento lungo il suo tracciato interferisce con i corsi d'acqua di seguito elencati:

- torrente San Filippo (Pk 5+004), che nei tratti interessati che scorre su aree demaniali e risulta inserito al n° 278 dell'elenco dei corsi d'acqua pubblica della provincia di Catania e al n° 536 dei corsi d'acqua transitati al Demanio della Regione Siciliana con D.P.R. 16/12/1970 n° 1503;
- torrente Licodia (Pk 6+270), che nei tratti interessati che scorre su aree demaniali e risulta inserito al n° 277 dell'elenco dei corsi d'acqua pubblica della provincia di Catania e al n° 535 dei corsi d'acqua transitati al Demanio della Regione Siciliana con D.P.R. 16/12/1970 n° 1503;
- Vallone Rosario (Pk 11+710), denominato negli elaborati progettuali come torrente Scalilli, non riportato nell'elenco delle acque pubbliche e ad oggi non intestato al demanio, ma censito al Catasto Terreni quale "Acque esenti da estimo", e, pertanto, di proprietà del Demanio dello Stato;

- alcune incisioni di natura minore non identificate, non riportate nell'elenco delle acque pubbliche, ma avente natura di corsi d'acqua pubblici, e pertanto appartenenti al demanio dello Stato;

In totale nell'ambito del PD erano previsti n. 23 attraversamenti idraulici, risolti mediante opere idrauliche costituite da tombini, ponti e viadotti.

L'intervento non interferisce direttamente con dissesti idrogeologici censiti nel PAI vigente, anche se in fase di istruttoria sul Progetto Definitivo si è riscontrata la presenza di aree di attenzione (fonte <https://www.protezionecivilesicilia.it/it/146-cfd-idro.asp>) riguardanti:

*il Torrente San Filippo,  
l'intersezione con corda molle alla Pk 6+000  
il Torrente Licodia.*

In dette aree si prevedono da Progetto Definitivo opere per agevolare il deflusso idrico e inoltre si prevede la realizzazione di fossi di guardia per garantire l'allontanamento dei deflussi;

Nell'ambito del Progetto Definitivo sono state previste delle opere finalizzate alla captazione delle acque meteoriche intercettate dalla piattaforma stradale, alla regimazione del deflusso dell'acqua nel sistema di corsi d'acqua, fossi e impluvi superficiali minori interferenti con il tracciato stradale e alla messa in sicurezza della viabilità di progetto rispetto alle piene dei corsi d'acqua interferenti il tracciato stradale in argomento.

#### Il presente Progetto Esecutivo

costituisce un affinamento a livello di progettazione esecutiva del progetto definitivo esaminato dalla Autorità di Bacino, ed è relativo il primo dei 3 Lotti Stralcio in cui è stato suddiviso l'intero intervento oggetto di progettazione definitiva.

La tratta in progetto, *indicata come Stralcio 1*, interferisce esclusivamente con i corsi d'acqua di seguito elencati:

- Vallone Rosario (Pk 11+710), denominato negli elaborati progettuali (Ref. Doc. T00ID02IDRDI04 ex Doc T00ID03IDRDI02) come torrente Scalilli, non riportato nell'elenco delle acque pubbliche e ad oggi non intestato al demanio, ma censito al Catasto Terreni quale "Acque esenti da estimo", e, pertanto, di proprietà del Demanio dello Stato;

Si registrano inoltre delle interferenze con incisioni minori non identificate in cartografia e non riportate nell'elenco delle acque pubbliche:

- alla Pk 11+420 (Ref. Doc. T00ID02IDRDI02 ex Doc. T00ID03IDRDI01)
- alla Pk 13+225 (Ref. Doc. T00ID02IDRDI01 ex Doc. T00ID03IDRDI03)
- sulla secondaria SP56 (Ref. Doc. T00ID02IDRDI03 ex Doc. T00ID03IDRDI04)

Le interferenze con i Torrenti Licodia e San Filippo, ricadono all'interno degli Stralci Funzionali 2 e 3, non oggetto del presente intervento.

Inoltre, l'intervento in progetto (Stralcio 1) NON interferisce direttamente con dissesti idrogeologici censiti nel PAI vigente, né con aree di attenzione segnalate dalla Protezione Civile. (fonte <https://www.protezionecivilesicilia.it/it/146-cfd-idro.asp>)

**Si riportano di seguito le raccomandazioni e le prescrizioni dell'Autorità di Bacino sul Progetto Definitivo e le azioni progettuali intraprese al fine di rendere il presente progetto ottemperante alle prescrizioni dell'Autorità di Bacino Siciliana.**

**1. le opere dovranno essere realizzate secondo quanto riportato negli elaborati progettuali trasmessi ed esaminati dalla Autorità di Bacino;**

*Il presente progetto recepisce le scelte progettuali adottate nell'ambito del Progetto Definitivo e costituisce uno sviluppo a livello di progettazione esecutiva di quanto previsto nel precedente livello progettuale.*

*In particolare, nell'ambito del progetto esecutivo, si è provveduto a:*

*- verificare le aree dei bacini di versante insistenti sui fossi di guardia a protezione del corpo stradale, così come il calcolo dei tempi di corrivazione e l'aggiornamento del valore del coefficiente di deflusso adottato per il calcolo delle portate di progetto, avendo cura, nei casi in cui le portate di progetto non risultassero smaltibili nell'intero tratto del fosso di guardia previsto, di individuare opportune aree da destinare a laminazione e dispersione delle portate eccedenti.*

*- adottare fossi di guardia non rivestiti con cassonetto in materiale arido, così da disperdere le acque negli strati superficiali del sottosuolo: per le verifiche idrauliche, anche il valore di scabrezza è stato reso coerente con la tipologia di fosso adottata.*

*- individuare i punti di recapito degli scarichi provenienti dagli impianti di trattamento in assenza di recapiti finali. Dato il particolare contesto geomorfologico di area vulcanica ad elevata permeabilità nel quale l'opera insiste, praticamente privo di un reticolo idrografico, nell'ambito del presente progetto è previsto che le acque in uscita dagli impianti di trattamento vengano rilasciate in appositi bacini disperdenti, attrezzati con almeno un pozzo-colonna disperdente.*

*Gli elaborati sviluppati nell'ambito del Progetto Esecutivo verranno trasmessi alla AdB per acquisirne il parere.*

**2. per gli interventi sul reticolo idrografico, per come individuati negli elaborati progettuali, in corrispondenza dei tratti interessati dall'intervento progettuale, ed estesi adeguatamente a monte ed a valle, venga redatto il piano di manutenzione e gestione degli interventi di pulizia temporalmente cadenzati al fine di evitare la parzializzazione delle sezioni;**

*Il Piano di Manutenzione redatto prevede opportuni e cadenzati interventi di manutenzione e di pulizia delle aree del reticolo idrografico prossime all'intervento in progetto quali disboscamenti e rimozione del trasporto solido. Per un maggior dettaglio si rimanda all'elaborato T00MA00MANRE02A.*

**3. vengano attuati gli interventi di cui al punto precedente, con oneri a carico dell'Ente Proprietario, conformemente ai contenuti della Direttiva n. 5750 del 17/09/2019;**

*Prescrizione non relativa alla fase di progettazione. Si rimanda alla fase di esecuzione dei lavori.*

**4. dovrà essere garantito in permanenza il libero deflusso degli impluvi naturali, significando che nel corso dell'esecuzione dei lavori non dovranno in nessun modo essere interessati da depositi di materiale e/o attrezzature varie;**

*Prescrizione non relativa alla fase di progettazione. Si rimanda alla fase di esecuzione dei lavori.*

**5. durante l'esecuzione dei lavori venga mantenuta inalterata o tutt'al più migliorata la sezione idraulica di deflusso in condizioni ante opera;**

*Prescrizione non relativa alla fase di progettazione. Si rimanda alla fase di esecuzione dei lavori.*

**6. vengano rispettate le distanze minime consentite, per tutte le opere progettuali, ai sensi dell'art 96 comma f) del R.D. n. 523 del 25 luglio 1904 determinate ai sensi del Decreto del Segretario Generale dell'Autorità di Bacino n. 119 /2022 del 09/05/2022 che sostituisce**



**integralmente le direttive approvate con il precedente DSG 189/2021 per la medesima materia, per tutta la rete idrografica rilevata, anche di natura minore;**

*Prescrizione non relativa alla fase di progettazione. Si rimanda alla fase di esecuzione dei lavori.*

- 7. vengano adottate in fase di cantiere tutte le precauzioni e gli accorgimenti che garantiscano condizioni di sicurezza idraulica nelle aree oggetto di intervento;**  
*Prescrizione non relativa alla fase di progettazione. Si rimanda alla fase di esecuzione dei lavori.*
- 8. i lavori in progetto vengano sospesi temporaneamente, mettendo in sicurezza l'area, in caso di avvisi di allerta meteo-idrogeologico diramati dal Dipartimento Regionale di Protezione Civile o quando vengono dettate prescrizioni/avvisi dal bollettino meteorologico del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare;**  
*Prescrizione non relativa alla fase di progettazione. Si rimanda alla fase di esecuzione dei lavori.*
- 9. l'Ente Proprietario si dovrà fare carico di tutti i danni a persone e/o cose che la realizzazione delle opere in questione possa produrre in ordine ad aspetti di natura idrogeologica;**  
*Prescrizione non relativa alla fase di progettazione. Si rimanda alla fase di esecuzione dei lavori.*
- 10. questa Autorità si riserva la facoltà di ordinare modifiche all'opera autorizzata a cura e spese dell'Ente proprietario, o anche di procedere alla revoca del presente provvedimento nel caso in cui si rendesse necessario intervenire nei corsi d'acqua in corrispondenza delle opere in argomento e senza diritto di indennizzi;**  
*Prescrizione non relativa alla fase di progettazione. Si rimanda alla fase di esecuzione dei lavori.*
- 11. venga sollevata in maniera assoluta l'Amministrazione Regionale da qualsiasi molestia, azione e/o danno che ad essa potessero derivare da parte di terzi in conseguenza del provvedimento in argomento.**  
*Prescrizione non relativa alla fase di progettazione. Si rimanda alla fase di esecuzione dei lavori.*

Il *Commissario Straordinario Per Gli Interventi Infrastrutturali Sulla Strada Statale 284 "Ammodernamento Tratto Adrano-Paternò* ha trasmesso alla Autorità di Bacino Siciliana gli elaborati progettuali del Progetto Esecutivo in oggetto, con note Reg. Uff. U.0000009 22-03-2024, acquisite al prot. ADB n. 7715 del 25/03/2024, per il rilascio di A.I.U. sul Progetto Esecutivo della tratta oggetto di intervento, indicata come Stralcio 1, che ha inizio alla ca. 3,2 km dallo Svincolo 5 (incluso) e si estende fino al km 14+620 (fine tratta), già oggetto di Autorizzazione Idraulica Unica prot. n. 5805 del 10.03.2023 sul progetto definitivo.

L'Autorità di Bacino Siciliana, con Nota prot. N. 9568 del 15-04-2024, ha rilasciato:

- "nulla osta idraulico" ai sensi degli artt. 93 e seguenti del R.D. n. 523/1904 sul progetto per la realizzazione delle opere (e/o attività) sopra descritti;
- "autorizzazione all'accesso all'alveo" dei corsi d'acqua sopra richiamati "e alla realizzazione degli interventi" di cui al progetto di che trattasi;

A seguito del rilascio della AIU, la documentazione relativa al *Progetto Esecutivo dell'intervento S.S.284 – "Occidentale Etna" Ammodernamento 1° Lotto Tratto Adrano – Paternò* ha subito integrazioni e aggiornamenti a seguito dello sviluppo di dettaglio della fase di progettazione esecutiva.

Il presente aggiornamento del Progetto Esecutivo recepisce interamente le scelte progettuali adottate in fase di Verifica di Ottemperanza e costituisce un affinamento di quanto già esaminato ed approvato dalla Autorità di Bacino.

### 3.2 Agenzia Regionale per la protezione dell'ambiente - Sicilia

Sono di seguito riassunte le richieste di ARPA SICILIA, di cui nota n. 13546 del 16/03/2021, proposte nell'ambito del Procedimento di VIA, in merito al PMA e le azioni progettuali intraprese al fine di rendere il presente progetto ottemperante a tali prescrizioni:

- a) **un maggiore dettaglio nei criteri di scelta dei punti di monitoraggio e di campionamento;**  
Si rimanda agli elaborati T00EG00GENRE02A- Relazione di ottemperanza e T00MO00MOARE01A- Relazione Piano Di Monitoraggio Ambientale
  
- b) **la georeferenziazione dei punti di monitoraggio e campionamento;**  
Si rimanda agli elaborati T00EG00GENRE02A- Relazione di ottemperanza e T00MO00MOARE01A- Relazione Piano Di Monitoraggio Ambientale
  
- c) **i risultati del dimensionamento e della verifica (eventualmente anche in forma tabellare) per tutta la rete di raccolta-smaltimento delle acque meteoriche di dilavamento delle superfici stradali di progetto e per le vasche di piattaforma di prima pioggia;**  
Nell'elaborato T00MO00MOARE01A- Relazione Piano Di Monitoraggio Ambientale nel paragrafo dell'ambiente idrico superficiale, stati riportati i risultati dei dimensionamenti della rete di raccolta-smaltimento delle acque meteoriche e delle vasche.  
Per approfondimenti si rimanda ai capitoli "Drenaggio del Corpo Stradale" e "Trattamento delle acque di prima pioggia" nel presente documento.
  
- d) **l'esatta collocazione dei punti di scarico nei punti di scarico nelle reti idrografiche (in opportuna scala cartografica) in modo da prevedere in tali punti un adeguato piano di monitoraggio, secondo le indicazioni della Normativa vigente.**  
L'esatta collocazione dei punti di scarico del sistema di raccolta-trattamento delle acque di piattaforma è rappresentata negli elaborati T00ID01IDRPL01-4 Planimetria Idraulica tav 1-4 del Progetto Esecutivo.
  
- e) **l'analisi di previsione che ha portato alla determinazione dei 10 punti di monitoraggio da indagare per la verifica dei livelli acustici prodotti dalle lavorazioni e per quelli prodotti dall'esercizio dell'opera realizzata;**  
Si rimanda agli elaborati T00EG00GENRE02A- Relazione di ottemperanza e T00MO00MOARE01A- Relazione Piano Di Monitoraggio Ambientale
  
- f) **specificare se la misura settimanale in continuo del rumore, da effettuare una tantum all'interno dell'anno, prevista nella fase di esercizio dell'opera, sia per una sola postazione o per tutte le postazioni individuate sopra (pag. 23 PMA); nel primo anno il tempo di osservazione deve essere pari all'intero anno solare e il tempo di misura tale da permettere di elaborare almeno una settimana di dati validi per ogni stagione dell'anno solare osservato (cfr. par.6.2.3 delle linee guida SNPA 99/2013);**  
Si rimanda agli elaborati T00EG00GENRE02A- Relazione di ottemperanza e T00MO00MOARE01A- Relazione Piano Di Monitoraggio Ambientale
  
- g) **l'analisi dei criteri che hanno determinato il numero e la localizzazione delle 4 postazioni di misura delle emissioni in atmosfera, in quanto la postazione ATM\_01, sembra posizionata parecchio al di fuori del centro abitato di Adrano.**  
Si rimanda agli elaborati T00EG00GENRE02A- Relazione di ottemperanza e T00MO00MOARE01A- Relazione Piano Di Monitoraggio Ambientale

#### 4 RIFERIMENTI NORMATIVI

Le analisi sono state svolte nel rispetto della seguente normativa regionale e nazionale:

- R.D. n° 523 del 1904 e ss.mm.ii.
- Legge 18 maggio 1989, n. 183 “Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo” integrata dalla Legge 7 agosto 1990, n. 253 “Disposizioni integrative alla legge 18 maggio 1989.
- D.Lgs. n°152 del 2006
- NTC2018 Norme Tecniche per le Costruzioni s.m.i.;
- Circolare 21 gennaio 2019 n. 7. C.S.LL.PP.
- N.T.A. e Linee Guida del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 ter, della L. 183/89, dell'art. 1, comma 1, del D.L. 180/98, convertito con modificazioni dalla L. 267/98, e dell'art. 1 bis del D.L. 279/2000, convertito con modificazioni dalla L. 365/2000, con valore di Piano Territoriale di Settore;
- Piano di Gestione del Rischio di alluvioni. Direttiva 2007/60/CE del 23 ottobre 2007.
- NTA del PGRA e Relazione Generale del PGRA 2015;
- DPR n.4 2019 -Passaggio di competenze da GC a AdB – Regione Sicilia;
- DSG.n.189 2020 Direttiva Alvei.
- DSG n.50 2021 Autorizzazione Idraulica Unica;
- DDG n.102 Aggiornamento criteri e metodi di applicazione del principio di invarianza idraulica e idrologica
- DSG n.119 2022 “Direttive per la determinazione dell’ampiezza dell’alveo nel caso di sponde incerte (art. 94 del R.D. 523/1904) e per la determinazione della fascia di pertinenza fluviale da sottoporre alle limitazioni d’uso di cui all’art. 96, lettera f, del R.D. 523/1904”

## 4.1 PIANIFICAZIONE SOVRAORDINATA DI SETTORE

L'analisi del livello di coerenza dell'intervento con gli strumenti di pianificazione vigente è stata condotta tramite l'esame dei seguenti strumenti della pianificazione ambientale vigente:

- Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico P.A.I. della Regione Siciliana dell'Area territoriale del Bacino idrografico del Fiume Simeto (094)
- Piano di Gestione Rischio da Alluvione P.G.R.A

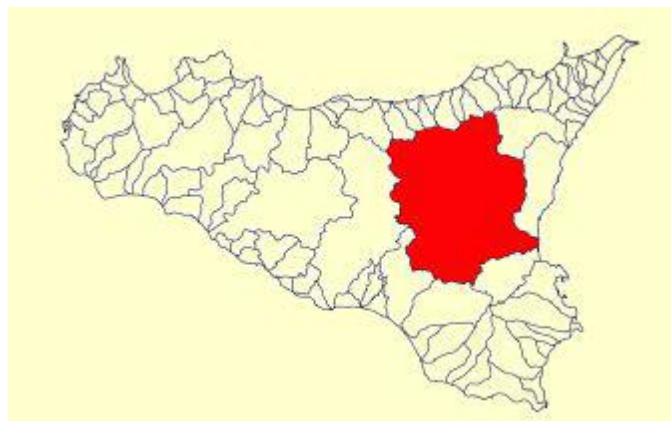


Figura 4-1 Bacino Idrografico del Fiume Simeto P.A.I.094

### 4.1.1 Piano Assetto Idrologico (PAI)

Il P.A.I. (Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico) redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 ter, della L. 183/89, dell'art. 1, comma 1, del D.L. 180/98, convertito con modificazioni dalla L. 267/98, e dell'art. 1 bis del D.L. 279/2000, convertito con modificazioni dalla L. 365/2000, ha valore di Piano Territoriale di Settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni, gli interventi e le norme d'uso riguardanti la difesa dal rischio idrogeologico del territorio siciliano.

Il P.A.I. rappresenta, nel territorio della Regione Siciliana, i livelli di pericolosità e rischio derivanti dal dissesto idrogeologico relativamente alla dinamica dei versanti, alla pericolosità geomorfologica, alla dinamica dei corsi d'acqua, alla pericolosità idraulica e d'inondazione.

Dall'analisi del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) della Regione Siciliana, il tracciato ricade nella seguente area:

- Area territoriale del Bacino idrografico del Fiume Simeto (094) e area tra i bacini del Simeto e del San Leonardo (094A) Laghi di Pergusa (094B) e di Maletto (094C) approvato con D.P.R. n. 538 del 20/09/2006 e pubblicato sulla G.U.R.S. n. 51 del 03/11/2006 e successivi aggiornamenti;

Di questo bacino idrografico sono state individuate e pubblicate sul sito del Sistema Informativo Territoriale (S.I.T.) della Regione Sicilia le mappe riportanti le aree suscettibili al dissesto, le aree soggette a pericolosità e rischio sia geomorfologico che idraulico, desunte dagli strumenti di pianificazione territoriale in vigore.

L'immagine seguente è l'estratto di una tavoletta PAI rappresentativa del tratto focivo. La perimetrazione presente nell'elaborato grafico dedicato è stata acquisita direttamente dal sito del Distretto Idrografico della Regione Sicilia.



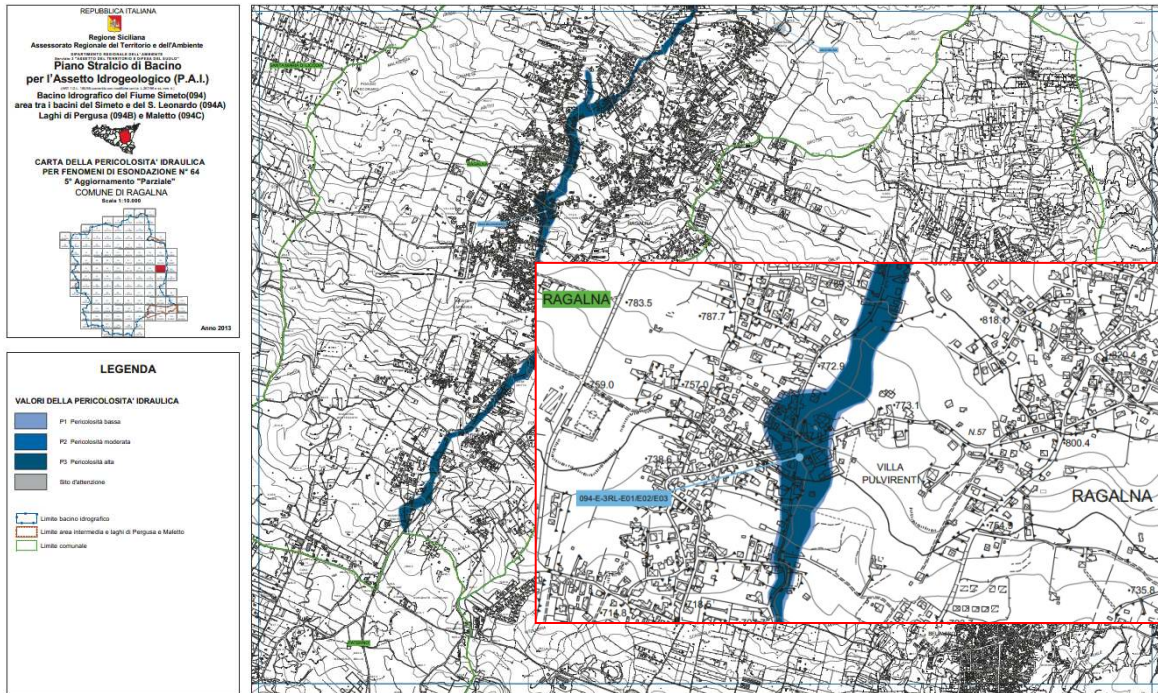


Figura 4-2 PAI – Carta della pericolosità idraulica– Comune di Ragalna

Negli elaborati T00ID00IDRPL01 e T00ID00IDRPL02 sono riportate rispettivamente le aree soggette a pericolosità ed a rischio idraulico secondo PAI.

**Il tracciato in progetto NON interferisce con aree soggette a pericolosità/ rischio di alluvione secondo PAI.**

#### 4.1.2 Piano per la Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA)

Oltre al P.A.I., ai fini dell'inquadramento idrologico e idraulico dell'opera, è stato consultato un altro strumento di pianificazione territoriale in vigore: il Piano di Gestione Rischio da Alluvione P.G.R.A.

Il PGRA della regione Sicilia, con relativo Rapporto Ambientale, adottato con Decreto Presidenziale n° 47 del 18/02/2016 ha acquisito giudizio positivo di compatibilità ambientale, con condizioni raccomandazioni e osservazioni, con decreto n° 58 del 14/03/2017 dal Ministero dell'Ambiente di concerto con il ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo.

L'aggiornamento del Rapporto ambientale, avvenuto nel luglio 2018, recepisce le raccomandazioni e le osservazioni contenute nel parere motivato positivo espresso con DM n. 58 del 14 marzo 2017 dall'Autorità Competente (MATTM e MiBACT). In tal modo la nuova valutazione degli impatti significativi sull'ambiente è stata presa in considerazione in fase di rielaborazione e prima dell'approvazione finale del PGRA.

In data 19 novembre 2020 è stata presentata dall'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico della Sicilia istanza di Verifica di Assoggettabilità alla procedura di Valutazione Ambientale Strategica per il "Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni – Il ciclo di pianificazione: 2016-2021", ai sensi dell'articolo 12 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, alla Divisione V – Sistemi di valutazione ambientali della Direzione Generale per la Crescita Sostenibile e la qualità dello Sviluppo con nota prot. 16203, acquisita con prot. MATTM- 97913 in data 26 novembre 2020 e con prot. MATTM-100689 del 2 dicembre 2020.

Il 2 Luglio 2021 il MATTM determina che il "Piano di Gestione del rischio di alluvioni - Il ciclo di pianificazione: 2016-2021" non debba essere sottoposto al procedimento di Valutazione Ambientale Strategica - VAS, secondo le disposizioni di legge vigenti in materia, recependo il parere espresso dalla Commissione.

Nel corpo del P.G.R.A., vengono individuate:

- *Mappe della pericolosità e rischio di alluvione,*
- *"Siti di attenzione"*
- *Nodi idraulici critici per l'attività di protezione civile*
- *Mappe delle aree allagabili a seguito di onde anomale*

##### 4.1.2.1 Mappe della pericolosità e del rischio di alluvione

Tali mappe prevedono le 4 classi di pericolosità (da P1(bassa) a P4 (molto alta)) le 4 classi di rischio (da R1(basso) a R4 (molto alto)), di cui al decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri in data 29 settembre 1998, (pubblicate G.U. n. 3 del 5 gennaio 1999), espresse in termini di:

- numero indicativo degli abitanti potenzialmente interessati;
- infrastrutture e strutture strategiche (autostrade, ferrovie, ospedali, scuole, etc.);
- beni ambientali, storici e culturali di rilevante interesse presenti nell'area potenzialmente interessata;
- distribuzione e tipologia delle attività economiche insistenti sull'area potenzialmente interessata;
- impianti di cui all'allegato I del decreto legislativo 18 febbraio 2005, n. 59, che potrebbero provocare inquinamento accidentale in caso di alluvione e aree protette potenzialmente interessate, individuate all'allegato 9 alla parte terza del decreto legislativo n. 152 del 2006;
- altre informazioni considerate utili dalle autorità di bacino distrettuali, come le aree soggette ad alluvioni con elevato volume di sedimenti.

Nelle aree classificate P3 o P4, nonché in prossimità delle aree classificate come Rischio Moderato, Elevato e Molto Elevato risultanti dalle schede DRPC nell'ambito della pianificazione locale di protezione civile, l'art.4 delle Norme di attuazione, disciplina la valutazione di compatibilità idraulica delle previsioni degli strumenti urbanistici con i livelli di pericolosità indicati dal Piano.

**Il tracciato in progetto NON interferisce con aree soggette a pericolosità/ rischio di alluvione secondo PGRA.**

##### 4.1.2.2 Le aree critiche

Nel corpo del PGRA, vengono individuate alcune aree critiche, per le quali la Regione Sicilia si riserva in futuro di effettuare studi e indagini necessari per la classificazione dell'effettivo livello di pericolosità e di rischio.



In queste aree critiche, nelle more di classificazione del rischio, l'art.6 delle Norme di attuazione, disciplina gli interventi di edilizia e trasformazione del territorio.

Tali aree critiche vengono identificate come:

- "Siti di attenzione" dei Piani per l'assetto idrogeologico (P.A.I.) di competenza dell'Assessorato Regionale del Territorio e dell'Ambiente, sulle quali occorre approfondire il livello di conoscenza delle condizioni geomorfologiche e/o idrauliche in relazione alla potenziale pericolosità
- Aree potenzialmente a rischio individuate nei piani di protezione civile comunali e intercomunali in tema di rischio idrogeologico, meglio identificate come "Nodi idraulici classificati" e "Aree allagabili soggette ad onde anomale".

Come evidenziato negli stralci del PGRA, estratti dalle carte riportate nel Geoportale Nazionale qui di seguito presentate, nessuno dei corsi d'acqua interferenti con il nuovo asse viario, presenta aree allagabili in corrispondenza dell'attraversamento dell'opera riferite ad eventi di piena con tempi di ritorno 50 anni, 100 anni e 300 anni.

Come si evince dall'immagine sotto, le aree individuate come esondazione dal PGRA non interessano l'opera in oggetto.

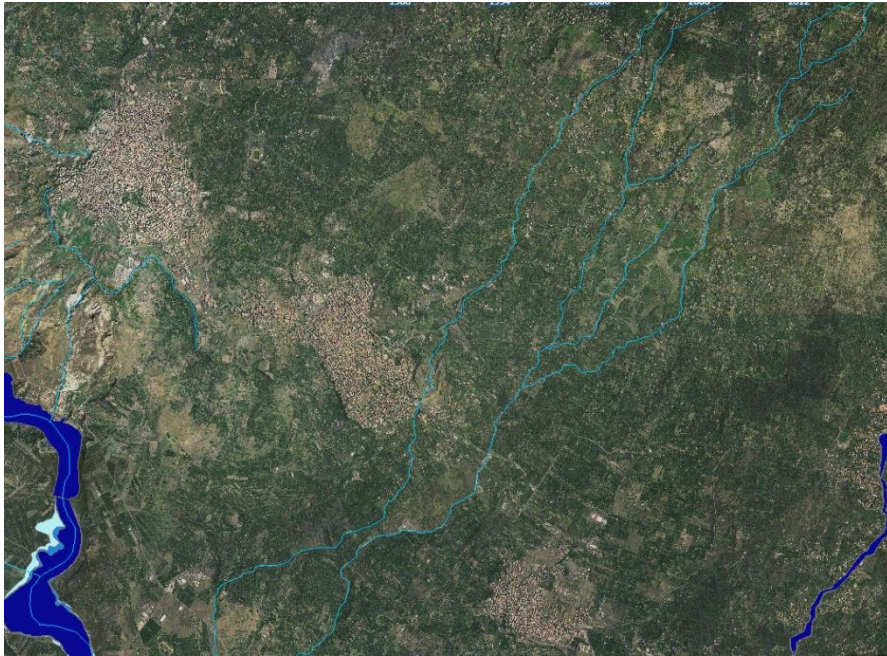


Figura 4-3 Stralcio planimetrico PGRA 2021 Estensione dell'area allagabile Fiume Simeto (Fonte: Geoportale Nazionale – Minambiente)

Nell'elaborato T00ID00IDRPL07 sono riportate le aree allagabili e le critiche individuate nell'ambito del P.G.R.A.

**Il tracciato in progetto NON interferisce con aree critiche secondo PGRA.**



## 4.2 AUTORIZZAZIONE IDRAULICA UNICA

L'Autorizzazione Idraulica Unica costituisce lo strumento attuativo di quanto previsto dall'art. 5 della L. 37/1994 (Norme per la tutela ambientale delle aree demaniali dei fiumi, dei torrenti, dei laghi e delle altre acque pubbliche), secondo il quale tutti i provvedimenti che autorizzano il regolamento del corso dei fiumi e dei torrenti e più in generale tutti quelli destinati ad incidere sul regime delle acque, devono essere adottati sulla base di valutazioni preventive che subordinino il loro rilascio "al rispetto preminente del buon regime delle acque, alla tutela dell'equilibrio geostatico e geomorfologico dei terreni interessati, alla tutela degli aspetti naturalistici e ambientali coinvolti dagli interventi progettati".

Ai sensi del D.S.G. n.187 del 23/06/2022, l'autorizzazione Idraulica Unica è il provvedimento che viene rilasciato a seguito di qualunque istanza venga inoltrata per la realizzazione di opere e/o per l'esecuzione di attività che interferiscono con il reticolo idrografico interessando alvei di corsi d'acqua pubblica e/o pertinenze degli stessi e/o aree del demanio idrico fluviale e, per l'ottenimento di concessioni/sdemanializzazioni di suolo demaniale fluviale.

La documentazione a corredo dell'istanza di Autorizzazione Unica è riportata al Cap. 6 del D.S.G. n.187/2022. L'Autorizzazione Idraulica Unica riunisce al suo interno il parere di compatibilità idraulica ai sensi delle norme tecniche in vigore (R.D. 523/1904, Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018, Circolare del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici n° 7 del 21/01/2019) e di norme ambientali (L. 37/1994, D.Lgs. 152/2006), il permesso di cui agli articoli 93 e seguenti del R.D. 523/1904, e, laddove ne ricorrano le condizioni, i pareri di compatibilità ai sensi delle norme di attuazione del Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) e di quelle del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (P.G.R.A.).

A seconda della tipologia di istanza alla quale farà seguito, l'Autorizzazione Idraulica Unica si esplicita con il rilascio di un "nulla osta idraulico" o di un "parere idraulico" o di un "parere idraulico preliminare", così come di seguito definiti:

Il "nulla osta idraulico" costituisce il permesso, previsto dall'art. 93 del R.D. 523/1904, per la realizzazione di opere e interventi, non vietati dall'art. 96 della stessa norma, che interessino gli alvei dei corsi d'acqua pubblica e le loro pertinenze idrauliche (fasce poste in adiacenza agli alvei, larghe m 10,00 a partire dagli argini o dalle sponde, determinate secondi i criteri di cui al Decreto del Segretario generale n° 119 del 09/05/2022).

Ricadono tra tali opere e interventi, tutti quelli autorizzabili ai sensi del Capo IV (da art. 57 ad art. 62) e del Capo VII (da art. 93 ad art. 102) del R.D. 523/1904.

Tale provvedimento può essere altresì rilasciato per la formazione di difese radenti che non modificano la geometria del corso d'acqua e non riducano in alcun modo la sezione di deflusso dell'alveo e per tutti quegli interventi o usi occasionali che interessano l'area demaniale ma non generano interferenze significative con la stessa (es. manifestazioni culturali e/o sportive, singoli interventi di taglio piante e sfalcio erba, ecc).

Il "nulla osta idraulico", oltre che contenere la valutazione di ordine tecnico su quanto proposto dall'utente in merito alla compatibilità idraulica degli interventi da eseguire e/o delle attività da svolgere, rilascia l'autorizzazione all'accesso in alveo e all'esecuzione dei lavori di che trattasi.

Il "parere idraulico" viene rilasciato per due diversi casi:

1) Opere e interventi di cui al precedente punto "a" in alternativa al nulla osta idraulico

È un provvedimento del tutto simile al nulla osta idraulico prima illustrato, differisce da questo perché l'autorizzazione all'accesso in alveo e all'esecuzione dei lavori è sostituita da una dichiarazione di disponibilità al loro rilascio in un momento successivo.

Tale provvedimento è infatti rilasciato quando si è in presenza di progetti che prevedono lavori non immediatamente realizzabili (per livello di progettazione non esecutiva, perché presentati da soggetto diverso da quello che li realizzerà, ecc.) ma in ogni caso completi di tutto quanto necessario a valutarne la compatibilità idraulica.

Con il rilascio di tale provvedimento viene prescritto che prima della realizzazione dei lavori di che trattasi, previa asseverazione che non siano intervenute modifiche sostanziali al progetto esaminato e valutato e che non sia mutato il regime vincolistico, dovrà essere richiesta all'Autorità di Bacino l'autorizzazione all'accesso in alveo e all'esecuzione dei lavori.

2) Richieste di concessione o di sdemanializzazione di aree del demanio idrico fluviale

È il provvedimento con il quale, fatta la valutazione di ordine tecnico su quanto proposto dall'utente in merito alla richiesta in concessione o alla sdemanializzazione di un'area del demanio idrico fluviale, viene espresso il parere necessario alla successiva predisposizione del decreto di concessione ovvero all'avvio delle procedure per la sdemanializzazione delle aree richieste.

Parere idraulico preliminare: Nel caso di opere pubbliche, in presenza di progetto di fattibilità tecnica ed economica, il R.U.P. può chiedere il parere idraulico su quanto previsto in seno a tale progetto. In questo caso viene rilasciato un "parere idraulico preliminare", che conterrà la precisazione che lo stesso si intende espresso solamente sulla tipologia delle opere di che trattasi e sulla loro ubicazione, e con la prescrizione che dovrà essere successivamente sottoposto all'Autorità di Bacino il progetto definitivo/esecutivo delle opere riportante l'esatto posizionamento e le esatte dimensioni e misure di tutti i manufatti da realizzare.

Questo tipo di parere può essere rilasciato anche su progetti che, seppur trasmessi come definitivi, sono privi degli elementi propri di questo livello di progettazione (vedasi D.Lgs. 50/2016, art. 23 "Livelli della progettazione per gli appalti, per le concessioni di lavori nonché per i servizi") e in particolare di calcoli idrologici e/o idraulici, o di verifiche di manufatti idraulici e comunque di tutto quanto necessario ad una completa valutazione della compatibilità idraulica e quindi al rilascio di un parere o di un nulla osta idraulico.

Anche in questi casi, così come detto per i progetti di fattibilità tecnica ed economica, si forniranno le prescrizioni di cui tener conto nella redazione del progetto definitivo/esecutivo che dovrà essere successivamente sottoposto all'Autorità di Bacino.

**L'autorità di Bacino del Distretto Idrografico della Sicilia, in sede di Conferenza dei Servizi Decisoria Semplificata ai sensi dell'art. 14-bis LEGGE 241/1990 e D.P.R. 383/1994 sul Progetto definitivo S.S.284 "Occidentale Etna" Ammodernamento del tratto Adrano – Catania: 1° Lotto Adrano – Paternò" (CUP F31B1600055001), con Nota prot. N. 10542 del 21/06/2022, previa acquisizione degli elaborati grafici del Progetto Definitivo, ha rilasciato:**

**al COMMISSARIO STRAORDINARIO per gli interventi infrastrutturali sulla strada statale 284**

**- "nulla osta idraulico" ai sensi degli artt. 93 e seguenti del R.D. n. 523/1904 sul progetto per la realizzazione delle opere (e/o attività) sopra descritti;**

**- "autorizzazione all'accesso all'alveo" dei corsi d'acqua sopra richiamati "e alla realizzazione degli interventi" di cui al progetto di che trattasi;**

**- parere di Compatibilità idrogeologica ed idraulica di cui alle N.d.A. del PAI.**

**Il presente progetto esecutivo è relativo il primo dei 3 Lotti Stralcio in cui è stato suddiviso l'intero intervento oggetto di progettazione definitiva esaminato dalla Autorità di Bacino: la tratta oggetto di intervento, indicata come Stralcio 1, ha inizio alla ca. 3,2 km dallo Svincolo 5 (incluso) e si estende fino al km 14+620 (fine tratta).**

**La tratta in progetto, indicata come Stralcio 1, interferisce esclusivamente con i corsi d'acqua di seguito elencati:**

- **Vallone Rosario (Pk 11+710), denominato negli elaborati progettuali (Ref. Doc. T00ID02IDRDI04 ex Doc T00ID03IDRDI02) come torrente Scalilli, non riportato nell'elenco delle acque pubbliche e ad oggi non intestato al demanio, ma censito al Catasto Terreni quale "Acque esenti da estimo", e, pertanto, di proprietà del Demanio dello Stato;**

**Si registrano inoltre delle interferenze con incisioni minori non identificate in cartografia e non riportate nell'elenco delle acque pubbliche:**

- **alla Pk 11+420 (Ref. Doc. T00ID02IDRDI02 ex Doc. T00ID03IDRDI01)**
- **alla Pk 13+225 (Ref. Doc. T00ID02IDRDI01 ex Doc. T00ID03IDRDI03)**
- **sulla secondaria SP56 (Ref. Doc. T00ID02IDRDI03 ex Doc. T00ID03IDRDI04)**

**Le interferenze con i Torrenti Licodia e San Filippo, ricadono all'interno degli Stralci Funzionali 2 e 3, non oggetto del presente intervento.**

**Inoltre, l'intervento in progetto NON interferisce direttamente con dissesti idrogeologici censiti nel PAI vigente, né con aree di attenzione segnalate dalla Protezione Civile. (fonte <https://www.protezionecivilesicilia.it/it/146-cfd-idro.asp>)**

**Il presente progetto recepisce quanto previsto nell'ambito del Progetto Definitivo e costituisce un affinamento a livello di progettazione esecutiva del progetto definitivo.**

In particolare, nell'ambito del progetto esecutivo si è reso necessario approfondire le tematiche di seguito elencate:

- la verifica delle aree dei bacini di versante insistenti sui fossi di guardia a protezione del corpo stradale, così come il calcolo dei tempi di corrivazione e l'aggiornamento del valore del coefficiente di deflusso adottato per il calcolo delle portate di progetto, avendo cura, nei casi in cui le portate di progetto non risultassero smaltibili nell'intero tratto del fosso di guardia previsto, di individuare opportune aree da destinare a laminazione e dispersione delle portate eccedenti.
- l'adozione di fossi di guardia non rivestiti con cassonetto in materiale arido, così da disperdere le acque negli strati superficiali del sottosuolo: per le verifiche idrauliche, anche il valore di scabrezza è stato reso coerente con la tipologia di fosso adottata.
- l'individuazione dei punti di recapito degli scarichi provenienti dagli impianti di trattamento in assenza di recapiti finali. Dato il particolare contesto geomorfologico di area vulcanica ad elevata permeabilità nel quale l'opera insiste, praticamente privo di un reticolo idrografico, nell'ambito del presente progetto è previsto che vengano rilasciate in appositi bacini disperdenti attrezzati con almeno un pozzo-colonna disperdente.

Il *Commissario Straordinario Per Gli Interventi Infrastrutturali Sulla Strada Statale 284 "Ammodernamento Tratto Adrano-Paternò* ha trasmesso alla Autorità di Bacino Siciliana gli elaborati progettuali del Progetto Esecutivo in oggetto, con note Reg. Uff. U.0000009 22-03-2024, acquisite al prot. ADB n. 7715 del 25/03/2024, per il rilascio di A.I.U. sul Progetto Esecutivo della tratta oggetto di intervento, indicata come Stralcio 1, che ha inizio alla ca. 3,2 km dallo Svincolo 5 (incluso) e si estende fino al km 14+620 (fine tratta), già oggetto di Autorizzazione Idraulica Unica prot. n. 5805 del 10.03.2023 sul progetto definitivo.

L'Autorità di Bacino Siciliana, con Nota prot. N. 9568 del 15-04-2024, ha rilasciato:

- "nulla osta idraulico" ai sensi degli artt. 93 e seguenti del R.D. n. 523/1904 sul progetto per la realizzazione delle opere (e/o attività) sopra descritti;
- "autorizzazione all'accesso all'alveo" dei corsi d'acqua sopra richiamati "e alla realizzazione degli interventi" di cui al progetto di che trattasi;

A seguito del rilascio della AIU, la documentazione relativa al *Progetto Esecutivo dell'intervento S.S.284 – "Occidentale Etna" Ammodernamento 1° Lotto Tratto Adrano – Paternò* ha subito integrazioni e aggiornamenti.

Il presente documento costituisce dunque un aggiornamento della Relazione Smaltimento acque piattaforma del progetto esecutivo in oggetto, rispetto alla versione trasmessa ed autorizzata dalla Autorità di Bacino Siciliana.

### 4.3 SMALTIMENTO E TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA.

Il progetto del sistema di smaltimento e trattamento delle acque di piattaforma è stato redatto conformemente alla "Normativa legislativa" ed alla "Normativa tecnica" vigente sul territorio nazionale e regionale di interesse.

#### **Normativa Nazionale**

Regio Decreto n° 1265 del 27 luglio 1934 "Testo unico delle leggi sanitarie";

Testo Unico sulle Opere Pubbliche di cui al Regio Decreto 25/7/1904 n.523 "Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie";

Decreto Ministeriale LLPP del 12 dicembre 1985 "Normativa tecnica per le tubazioni";

Circolare Ministeriale LLPP n° 11633 del 7 gennaio 1974 "Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto".

Legge 5 gennaio 1994, n. 36 "Disposizioni in materia di risorse idriche (Legge Galli)";

Deliberazione del Comitato dei Ministri per la tutela delle acque dall'inquinamento del 4 febbraio 1977, "Criteri, metodologie e norme tecniche generali di cui all'art. 2, lettere b), d) ed e), della legge 10 maggio 1976, n. 319, recante norme per la tutela delle acque dall'inquinamento"

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

Art. 113 "Acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia:

Ai fini della prevenzione di rischi idraulici ed ambientali, le regioni, previo parere del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, disciplinano e attuano:

a) le forme di controllo degli scarichi di acque meteoriche di dilavamento provenienti da reti fognarie separate;  
b) i casi in cui può essere richiesto che le immissioni delle acque meteoriche di dilavamento, effettuate tramite altre condotte separate, siano sottoposte a particolari prescrizioni, ivi compresa l'eventuale autorizzazione.

Le acque meteoriche non disciplinate ai sensi del comma 1 non sono soggette a vincoli o prescrizioni derivanti dalla parte terza del presente decreto.

Le regioni disciplinano altresì i casi in cui può essere richiesto che le acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne siano convogliate e opportunamente trattate in impianti di depurazione per particolari condizioni nelle quali, in relazione alle attività svolte, vi sia il rischio di dilavamento da superfici impermeabili scoperte di sostanze pericolose o di sostanze che creano pregiudizio per il raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici.

È comunque vietato lo scarico o l'immissione diretta di acque meteoriche nelle acque sotterranee.

Aggiornamento delle "Norme Tecniche per la Costruzione "NTC 2018" di cui al D.M. 17 gennaio 2018 e la relativa Circolare Ministero delle Infrastrutture e Trasporti del 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni".

#### **Normativa Regionale**

LEGGE REGIONALE N. 27 DEL 15-05-1986 - "Disciplina degli scarichi delle pubbliche fognature e degli scarichi degli insediamenti civili che non recapitano nelle pubbliche fognature e modifiche alla legge regionale 18 giugno 1977, n. 39 e successive modificazioni ed integrazioni".

#### **Strumenti attuativi**

Piano di Tutela delle Acque (PTA) adottato con Ordinanza n. 637 del 27/12/07 (GURS n. 8 del 15/02/08) ed approvato definitivamente (art.121 del D.Lgs 152/06) dal Commissario Delegato per l'Emergenza Bonifiche e la Tutela delle Acque – Presidente della Regione Siciliana – On. Dr. Raffaele Lombardo con ordinanza n. 333 del 24/12/08.

#### **Normativa Regionale inerente gli aspetti qualitativi e quantitativi degli scarichi**

Alle Regioni ai sensi dell'art. 113 "Acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia" del D. Lgs del 3 Aprile 2006 n° 152 "Norme in materia ambientale", spetta il compito di disciplinare i casi in cui può essere richiesto che le acque di prima pioggia e di lavaggio di aree esterne siano canalizzate ed opportunamente trattate e la definizione stessa dei parametri tecnici per la valutazione e quantificazione delle acque di prima pioggia.

Con riferimento ai compiti di assicurare la difesa del suolo e la mitigazione del rischio idrogeologico, la manutenzione dei corpi idrici e la tutela degli aspetti ambientali nell'ambito dell'ecosistema unitario del bacino

del distretto idrografico della Sicilia, con Legge Regionale n° 8 del 8/05/2018 è stata istituita "l'Autorità di bacino del distretto idrografico della Sicilia".

Al momento della redazione del presente progetto, la Regione Sicilia non ha emanato una specifica Direttiva concernente la qualità delle acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia e le modalità di restituzione nel ricettore finale.

## 5 METODOLOGIA DI ANALISI

Lo studio idrologico e idraulico, condotto nell'ambito del presente progetto analizza:

- la caratterizzazione idrografica, idrologica ed idraulica dei corpi idrici direttamente interferiti dall'opera in progetto, nonché dei bacini imbriferi che potrebbero essere interessati dalle azioni di progetto;
- la determinazione, in relazione alle caratteristiche del progetto, delle portate ordinarie e di piena dei corsi d'acqua nelle sezioni rilevanti per la definizione delle aree allagabili;
- lo stato di pericolosità e rischio idraulico, definito dal "Piano di Assetto Idrogeologico" (PAI) e Piano di Gestione Rischi Alluvioni" (PGRA) posti in essere dall'Autorità di Bacino;
- la definizione delle pressioni, delle possibili variazioni dell'equilibrio idraulico ed idrologico del regime idrologico superficiale, perenne o temporaneo per effetto della restituzione in alveo delle acque di piattaforma.

Per lo sviluppo delle analisi di cui al presente studio si sono approfonditi e studiati i seguenti aspetti:

- **Aspetti morfologici – territoriali**
- **Aspetti idrologici**
- **Analisi aree allagabili**
- **Aspetti connessi al drenaggio del corpo stradale ed al trattamento delle acque di prima pioggia**

**La presente relazione tratta gli aspetti connessi al drenaggio del corpo stradale ed al trattamento delle acque di prima pioggia.**

**Per quanto concerne gli aspetti morfologici e idrologici, volti alla determinazione delle portate di progetto, si rimanda all'elaborato T00ID00IDRRE01-Relazione Idrologica.**

**Per quanto concerne il dimensionamento e le verifiche idrauliche di tutti i manufatti idraulici dell'asse stradale, si rimanda all'elaborato T00ID00IDRRE02-Relazione Idraulica.**



Nell'ambito del presente studio sono stati prodotti gli elaborati grafici riportati nella tabella seguente.

Tabella 5-1 Elenco elaborati afferenti al Capitolo Idrologia e Idraulica

| 05 - IDROLOGIA ED IDRAULICA        |   |   |    |   |   |     |    |   |   |   |   |          |
|------------------------------------|---|---|----|---|---|-----|----|---|---|---|---|----------|
| 05.01 - IDROLOGIA                  |   |   |    |   |   |     |    |   |   |   |   |          |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 0 | IDR | CO | 0 | 1 | A | Corografia dei bacini   | 1:25.000 |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 0 | IDR | CO | 0 | 2 | A | Planimetria bacini minori   | 1:10.000 |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 0 | IDR | CO | 0 | 3 | A | Planimetria bacini minori e sottobacini   | 1:2.000  |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 0 | IDR | RE | 0 | 1 | A | Relazione idrologica  | -        |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 0 | IDR | RE | 0 | 2 | A | Relazione Idraulica   | -        |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 0 | IDR | PL | 0 | 1 | A | Planimetria delle aree di pericolosità idraulica del PAI                                      | 1:10.000 |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 0 | IDR | PL | 0 | 2 | A | Planimetria delle aree di rischio idraulico del PAI   | 1:10.000 |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 0 | IDR | PL | 0 | 3 | A | Planimetria delle aree di esondazione Scalliti - ante e post operam 200                       | 1:1.000  |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 0 | IDR | PL | 0 | 4 | A | Planimetria delle aree di esondazione Scalliti - ante e post operam 300                       | 1:1.000  |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 0 | IDR | PL | 0 | 5 | A | Planimetria delle aree di esondazione Pk 13+235 -ante e post operam 200                       | 1:1.000  |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 0 | IDR | PL | 0 | 6 | A | Planimetria delle aree di esondazione Pk 13+235 -ante e post operam 300                       | 1:1.000  |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 0 | IDR | PL | 0 | 7 | A | Planimetria delle aree FGRA   | 1:10.000 |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 0 | IDR | PI | 0 | 1 | A | Interferenze con il reticolo idrografico - Tav. 1 di 2  | 1:2.000  |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 0 | IDR | PI | 0 | 2 | A | Interferenze con il reticolo idrografico - Tav. 2 di 2  | 1:2.000  |
| 05.02 - IDRAULICA DI PIATTAFORMA   |   |   |    |   |   |     |    |   |   |   |   |          |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 1 | IDR | RE | 0 | 1 | A | Relazione sistema smaltimento acque di piattaforma  | -        |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 1 | IDR | PL | 0 | 1 | A | Planimetria Idraulica tav 1 di 4  | 1:1.000  |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 1 | IDR | PL | 0 | 2 | A | Planimetria Idraulica tav 2 di 4  | 1:1.000  |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 1 | IDR | PL | 0 | 3 | A | Planimetria Idraulica tav 3 di 4  | 1:1.000  |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 1 | IDR | PL | 0 | 4 | A | Planimetria Idraulica tav 4 di 4  | 1:1.000  |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 1 | IDR | ST | 0 | 1 | A | Sistema di raccolta acque di piattaforma - In trincea sezione corrente ed in curva            | varie    |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 1 | IDR | ST | 0 | 2 | A | Sistema di raccolta acque di piattaforma - In trincea   | varie    |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 1 | IDR | ST | 0 | 3 | A | Sistema di raccolta acque di piattaforma - In rilevato sezione corrente ed in curva           | varie    |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 1 | IDR | ST | 0 | 4 | A | Sistema di raccolta acque di piattaforma - In rilevato con muri di sottoscarpa                | varie    |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 1 | IDR | ST | 0 | 5 | A | Sistema di raccolta acque di piattaforma - Su viadotto  | varie    |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 1 | IDR | ST | 0 | 6 | A | Sistema di raccolta acque di piattaforma - Rampe di svincolo e viabilità locale               | varie    |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 1 | IDR | ST | 0 | 7 | A | Sistema di collegamento elementi marginali  | varie    |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 1 | IDR | DC | 0 | 1 | A | Particolari costruttivi (Sovrapassi accessi privati, manufatto di raccordo fossi e canalette) | varie    |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 1 | IDR | FP | 0 | 1 | A | Profili condotte - Tav. 1 di 10   | 1:200    |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 1 | IDR | FP | 0 | 2 | A | Profili condotte - Tav. 2 di 10   | 1:200    |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 1 | IDR | FP | 0 | 3 | A | Profili condotte - Tav. 3 di 10   | 1:200    |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 1 | IDR | FP | 0 | 4 | A | Profili condotte - Tav. 4 di 10   | 1:200    |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 1 | IDR | FP | 0 | 5 | A | Profili condotte - Tav. 5 di 10   | 1:200    |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 1 | IDR | FP | 0 | 6 | A | Profili condotte - Tav. 6 di 10   | 1:200    |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 1 | IDR | FP | 0 | 7 | A | Profili condotte - Tav. 7 di 10   | 1:200    |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 1 | IDR | FP | 0 | 8 | A | Profili condotte - Tav. 8 di 10   | 1:200    |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 1 | IDR | FP | 0 | 9 | A | Profili condotte - Tav. 9 di 10   | 1:200    |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 1 | IDR | FP | 1 | 0 | A | Profili condotte - Tav. 10 di 10  | 1:200    |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 1 | IDR | DI | 0 | 1 | A | Planimetria e sezioni presidio idraulico VP.17  | varie    |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 1 | IDR | DI | 0 | 2 | A | Planimetria e sezioni presidio idraulico VP.18  | varie    |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 1 | IDR | DI | 0 | 3 | A | Planimetria e sezioni presidio idraulico VP.19  | varie    |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 1 | IDR | DI | 0 | 4 | A | Planimetria e sezioni presidio idraulico VP.20  | varie    |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 1 | IDR | DI | 0 | 5 | A | Planimetria e sezioni presidio idraulico VP.21  | varie    |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 1 | IDR | DT | 0 | 1 | A | Vasca prima pioggia: pianta, sezione, prospetti   | varie    |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 1 | IDR | DI | 0 | 6 | A | Pianta Scavi Vasca di Prima Poggia VP.17  | varie    |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 1 | IDR | DI | 0 | 7 | A | Pianta Scavi presidio idraulico VP.18 e bacino drenante VP.02                                 | varie    |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 1 | IDR | DI | 0 | 8 | A | Pianta Scavi presidio idraulico VP.19 e bacino drenante VP.04                                 | varie    |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 1 | IDR | DI | 0 | 9 | A | Pianta Scavi Scavi presidio idraulico VP.20 e bacino drenante VP.05                           | varie    |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 1 | IDR | DI | 1 | 0 | A | Pianta Scavi Scavi presidio idraulico VP.21 e bacino drenante VP.07                           | varie    |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 1 | IDR | DI | 1 | 1 | A | Pianta Scavi presidio idraulico bacino drenante VP.01   | varie    |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 1 | IDR | DI | 1 | 2 | A | Pianta Scavi presidio idraulico bacino drenante VP.03   | varie    |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 1 | IDR | DI | 1 | 3 | A | Pianta Scavi presidio idraulico bacino drenante VP.06   | varie    |
| 05.03 - IDRAULICA DI VERSANTE      |   |   |    |   |   |     |    |   |   |   |   |          |
| T                                  | 0 | 0 | OI | 0 | 2 | IDR | DI | 0 | 1 | A | Planimetria, profilo e sezioni Attraversamento Viadotto V1-16                                 | varie    |
| 05.03.01 - TOMBINI                 |   |   |    |   |   |     |    |   |   |   |   |          |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 2 | IDR | DI | 0 | 2 | A | Planimetria, profilo e sezioni Tombino T0.01  | varie    |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 2 | IDR | DI | 0 | 3 | A | Planimetria, profilo e sezioni Tombino T0.02 e inalveazione IN.02                             | varie    |
| 05.03.02 - SISTEMAZIONI IDRAULICHE |   |   |    |   |   |     |    |   |   |   |   |          |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 2 | IDR | DI | 0 | 4 | A | Planimetria, profilo e sezioni Inalveazione IN.01   | varie    |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 2 | IDR | FP | 0 | 1 | A | Profili fossi e cunette- Tav. 1 di 13   | 1:200    |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 2 | IDR | FP | 0 | 2 | A | Profili fossi e cunette- Tav. 2 di 13   | 1:200    |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 2 | IDR | FP | 0 | 3 | A | Profili fossi e cunette- Tav. 3 di 13   | 1:200    |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 2 | IDR | FP | 0 | 4 | A | Profili fossi e cunette- Tav. 4 di 13   | 1:200    |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 2 | IDR | FP | 0 | 5 | A | Profili fossi e cunette- Tav. 5 di 13   | 1:200    |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 2 | IDR | FP | 0 | 6 | A | Profili fossi e cunette- Tav. 6 di 13   | 1:200    |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 2 | IDR | FP | 0 | 7 | A | Profili fossi e cunette- Tav. 7 di 15   | 1:200    |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 2 | IDR | FP | 0 | 8 | A | Profili fossi e cunette- Tav. 8 di 15   | 1:200    |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 2 | IDR | FP | 0 | 9 | A | Profili fossi e cunette- Tav. 9 di 15   | 1:200    |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 2 | IDR | FP | 1 | 0 | A | Profili fossi e cunette- Tav. 10 di 13  | 1:200    |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 2 | IDR | FP | 1 | 1 | A | Profili fossi e cunette- Tav. 11 di 13  | 1:200    |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 2 | IDR | FP | 1 | 2 | A | Profili fossi e cunette- Tav. 12 di 13  | 1:200    |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 2 | IDR | FP | 1 | 3 | A | Profili fossi e cunette- Tav. 13 di 13  | 1:200    |
| 05.04 - VASCHE DI PRIMA PIOGGIA    |   |   |    |   |   |     |    |   |   |   |   |          |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 3 | IDR | RE | 0 | 1 | A | Relazione tecnica e di calcolo  | -        |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 3 | IDR | CP | 0 | 1 | A | Carpenterie VP 17-18-20   | 1:50     |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 3 | IDR | CP | 0 | 2 | A | Carpenterie VP 19-21  | 1:50     |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 3 | IDR | AR | 0 | 1 | A | Armature VP 17-18-20  | 1:50     |
| T                                  | 0 | 0 | ID | 0 | 3 | IDR | AR | 0 | 2 | A | Armature VP 19-21   | 1:50     |



## 6 VERIFICHE IDRAULICHE

### 6.1 Specifiche tecniche capitolato d'oneri ANAS

Il capitolato d'oneri – Prescrizioni per la redazione del Progetto Definitivo ed Esecutivo al paragrafo "5 Idrologia e Idraulica" indica quali contenuti, verifiche idrauliche, criteri di dimensionamento devono contenere gli elaborati di progetto, in riferimento alle opere di attraversamento dei corsi d'acqua ed in generale di tutte le opere idrauliche previste in progetto, quali inalveazioni, rivestimenti di sponda, tombini ecc.

.....

" .... Per ciascun corso d'acqua interferente con opere in progetto saranno fornite:

- indicazioni in merito alla tendenza morfo-evolutiva del corso d'acqua;
- valutazione della capacità di trasporto solido del corso d'acqua e di eventuali fenomeni erosivi nel tratto interessato dalle opere;
- ricostruzione delle aree inondate e delle modalità di allagamento in occasione di significativi e recenti eventi di piena, ove disponibili;
- identificazione e rappresentazione tramite stralcio planimetrico a scala adeguata, delle condizioni di rischio idraulico delineate per il corso d'acqua dal locale Piano di Assetto Idrogeologico, ove presenti;

**Per ciascuna opera di attraversamento principale (ponti e viadotti) ed in generale per ciascuna interferenza principale con corsi d'acqua sarà redatta la verifica di compatibilità idraulica in regime di moto permanente e nelle seguenti condizioni:**

- assenza dell'opera (condizioni indisturbate);
- presenza dell'opera nella configurazione definitiva;
- ove necessario, per l'importanza dell'opera, durante le fasi più significative di costruzione, tenendo conto delle opere provvisoriale previste, qualora comportino interazioni più severe con le condizioni di deflusso in piena rispetto alla condizione di opera realizzata.

Le verifiche potranno altresì essere condotte nell'ipotesi di moto uniforme con valutazione speditiva delle perdite di carico e degli effetti di sovrizzo o rigurgito della corrente, solo nei casi in cui si verifichino contemporaneamente le seguenti condizioni:

- l'attraversamento non presenti opere interferenti con la sezione di deflusso della piena di progetto;
- il corso d'acqua sia di modesta entità (con bacino idrografico sotteso all'interferenza di estensione inferiore a 10 kmq) e non risulti interessato da vincoli di natura idraulica o di assetto idrogeologico, o da evidenze di fenomeni di esondazione;
- il tratto fluviale abbia geometria approssimativamente cilindrica e non contenga al suo interno o sul contorno sezioni critiche costituite da salti o strettoie naturali o artificiali che provochino scostamenti apprezzabili dalle condizioni di moto uniforme.

In relazione saranno forniti:

- descrizione del metodo di verifica e del codice di calcolo utilizzato per la valutazione del profilo idraulico e delle altre caratteristiche del moto;
- descrizione delle condizioni al contorno fissate;
- verifica del franco idraulico sul livello idraulico di massima piena per  $Tr=200$  anni, che dovrà risultare superiore all'altezza cinetica della corrispondente corrente ed almeno 1 metro;
- verifica delle variazioni dei livelli idrici, con evidenziazione degli effetti di rigurgito eventualmente indotti;
- verifica della variazione delle aree inondate;
- valutazione della variazione della capacità di trasporto solido della corrente;
- valutazione degli effetti di restringimento dell'alveo e/o di indirizzamento della corrente;
- valutazione dell'effetto di riduzione della capacità di invaso della piena dovuto all'eventuale sottrazione di volume all'area inondata ed identificazione degli eventuali interventi di mitigazione o compensazione;

- valutazione dei possibili fenomeni di abbassamento o innalzamento dell'alveo e di erosione generalizzata in corrispondenza dei tratti interferiti;
- valutazione dell'erosione localizzata in corrispondenza delle opere in alveo (pile e spalle) per il corretto dimensionamento delle fondazioni e dei fenomeni erosivi di sponda, e progettazione delle eventuali opere di protezione necessarie;
- valutazione delle problematiche indotte sulle opere stradali (rilevati, ecc.) dall'azione di trascinarsi delle acque in condizioni di piena e dimensionamento delle eventuali opere di difesa;

**Per le opere di attraversamento minori (tombini e ponticelli di luce netta inferiore a 6 m), la verifica idraulica potrà essere effettuata in regime di moto uniforme con valutazione speditiva delle perdite di carico localizzate. Il dimensionamento idraulico dei manufatti dovrà comunque considerare e definire i seguenti elementi essenziali:**

- condizioni di imbocco e sbocco della corrente;
- **franco idraulico lungo l'opera (opera di imbocco, canna, opera di sbocco); che per i tombini dovrà risultare superiore al 30% dell'altezza utile dell'opera e comunque superiore a 0.75 m;**
- effetti dovuti al rischio di ostruzione;
- effetti di erosione allo sbocco e relative protezioni.

*I tombini di attraversamento di corsi d'acqua naturali dovranno avere diametro minimo di 1.5 m.*

*Dovranno inoltre essere dimensionate e verificate le opere di raccordo al corso d'acqua naturale a monte e valle dell'attraversamento.*

*Nei casi in cui lo sviluppo longitudinale o trasversale delle opere di attraversamento e delle opere di raccordo al corso d'acqua naturale sia tale da rendere possibili scostamenti significativi dalle condizioni di moto uniforme della corrente, l'analisi idraulica andrà condotta in regime di moto permanente.*

.....  
I tempi di ritorno adottati per lo sviluppo dei calcoli delle portate di dimensionamento degli elementi idraulici lineari e di raccordo puntuale, così come richiesto dalle linee guida ANAS e dalle direttive del Consiglio Superiore del LL.PP. dettate per interventi analoghi, nonché discusso nelle riunioni indette in fase di programmazione degli interventi in ambito idraulico sono:

- drenaggio della piattaforma stradale:  $Tr = 25$  anni;
- fossi di guardia testa trincea dell'asse principale:  $Tr = 100$  anni;
- Tombini e opere idrauliche principali:  $Tr = 200$  anni;

## 6.1 NTC 2018 e relativa circolare applicativa

L'aggiornamento delle "Norme Tecniche per la Costruzione "NTC 2018" di cui al D.M. 17 gennaio 2018 e la relativa Circolare Ministero delle Infrastrutture e Trasporti del 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. "Istruzioni per l'applicazione dell' «Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018" contengono le istruzioni per la progettazione dei ponti stradali e ferroviari interessanti corsi d'acqua naturali o artificiali, con particolare riferimento ai tempi di ritorno e ai franchi idraulici da adottare per le verifiche di compatibilità idraulica.

In particolare, al § 5.2.1.3 delle NTC 2018 "Compatibilità idraulica" si prescrive che:

*"Quando il ponte interessa un corso d'acqua naturale o artificiale, il progetto deve essere corredato da uno studio di compatibilità idraulica costituito da una relazione idrologica e da una relazione idraulica riguardante le scelte progettuali, la costruzione e l'esercizio del ponte.*

*L'ampiezza e l'approfondimento dello studio e delle indagini che ne costituiscono la base devono essere commisurati all'importanza del problema e al livello di progettazione. Deve in ogni caso essere definita una **piena di progetto caratterizzata da un tempo di ritorno  $T_r$  pari a 200 anni ( $T_r=200$ ).***

*Coerentemente al livello di progettazione, lo studio di compatibilità idraulica deve riportare:*

- *l'analisi idrologica degli eventi di massima piena e stima della loro frequenza probabile;*
- *la definizione dei mesi dell'anno durante i quali siano da attendersi eventi di piena, con riferimento alla prevista successione delle fasi costruttive;*
- *la definizione della scala delle portate nelle condizioni attuali, di progetto, e nelle diverse fasi costruttive previste, corredata dal calcolo del profilo di rigurgito indotto dalla presenza delle opere in alveo, tenendo conto della possibile formazione di ammassi di detriti galleggianti;*
- *la valutazione dello scavo localizzato con riferimento alle forme ed alle dimensioni di pile, spalle e relative fondazioni, nonché di altre opere in alveo provvisoriale e definitive, tenendo conto della possibile formazione di ammassi di detriti galleggianti oltre che dei fenomeni erosivi generalizzati conseguenti al restringimento d'alveo;*
- *l'esame delle conseguenze di urti e abrasioni dovuti alla presenza di natanti e corpi flottanti.*

*Il manufatto non dovrà interessare con spalle, pile e rilevati la sezione del corso d'acqua interessata dalla piena di progetto e, se arginata, i corpi arginali.*

*Qualora fosse necessario realizzare pile in alveo, **la luce netta minima tra pile contigue, o fra pila e spalla del ponte, non deve essere inferiore a 40 m** misurati ortogonalmente al filone principale della corrente.*

*Nel caso di pile e/o spalle in alveo, cura particolare è da dedicare al problema delle escavazioni in corrispondenza delle fondazioni e alla protezione delle fondazioni delle pile e delle spalle tenuto anche conto del materiale galleggiante che il corso d'acqua può trasportare. In tali situazioni, una stima anche speditiva dello scalzamento è da sviluppare fin dai primi livelli di progettazione.*

***Il franco idraulico, definito come la distanza fra la quota liquida di progetto immediatamente a monte del ponte e l'intradosso delle strutture, è da assumersi non inferiore a 1,50 m**, e comunque dovrà essere scelto tenendo conto di considerazioni e previsioni sul trasporto solido di fondo e sul trasporto di materiale galleggiante, garantendo una adeguata distanza fra l'intradosso delle strutture e il fondo alveo.*

***Quando l'intradosso delle strutture non sia costituito da un'unica linea orizzontale tra gli appoggi, il franco idraulico deve essere assicurato per una ampiezza centrale di 2/3 della luce, e comunque non inferiore a 40 m.***

*Il franco idraulico necessario non può essere ottenuto con il sollevamento del ponte durante la piena."*

La Circolare n°7 del 21/01/2019 chiarisce le prescrizioni al § 5.2.1.3 delle NTC 2018 "Compatibilità idraulica" :

*"Ai fini dell'applicazione del punto 5.1.2.3 della Norma, s'intende per alveo la sezione occupata dal deflusso della portata di piena di progetto. Quest'ultima è a sua volta caratterizzata da un tempo di ritorno pari a  $T_r = 200$  anni, dovendosi intendere tale valore quale il più appropriato da scegliere, non escludendo tuttavia valori anche maggiori che devono però essere adeguatamente motivati e giustificati.*

*Gli elementi del ponte, quali le opere strutturali, di difesa ed accessorie, quando interessino l'alveo di un corso d'acqua, fanno parte di un progetto unitario corredato dallo studio di compatibilità idraulica di cui al punto 5.1.2.3 delle NTC. Il progetto sarà impostato tenendo in considerazione la necessità di garantire l'accesso per*

il ripristino dell'efficienza idraulica degli attraversamenti parzialmente o totalmente intasati dai detriti durante gli eventi di piena.

.....  
Quando, per caratteristiche del territorio e del corso d'acqua, si possa verificare nella sezione oggetto dell'attraversamento il transito di tronchi di rilevanti dimensioni, in aggiunta alla prescrizione di un franco normale minimo di 1,50 m, è da raccomandare che il dislivello tra fondo e sottotrave sia indicativamente non inferiore a 6÷7 m. Nel caso di corsi di acqua arginati, la quota di sottotrave sarà comunque non inferiore alla quota della sommità arginale per l'intera luce. Per tutti gli attraversamenti è opportuno sia garantito il transito dei mezzi di manutenzione delle sponde e/o delle arginature.

**Restano esclusi dal punto 5.1.2.3 della Norma i tombini, intendendosi per tombino un manufatto totalmente rivestito in sezione, eventualmente suddiviso in più canne, in grado di condurre complessivamente portate fino a 50 mc/s.** L'evento da assumere a base del progetto di un tombino ha comunque tempo di ritorno uguale a quello da assumere per i ponti. La scelta dei materiali deve garantire la resistenza anche ai fenomeni di abrasione e urto causati dai materiali trasportati dalla corrente.

Oltre a quanto previsto per gli attraversamenti dalla Norma, nella Relazione idraulica è opportuno siano considerati anche i seguenti aspetti:

- è da sconsigliare il frazionamento della portata fra più canne, tranne nei casi in cui questo sia fatto per facilitare le procedure di manutenzione, predisponendo allo scopo luci panconabili all'imbocco e allo sbocco e accessi per i mezzi d'opera;
- sono da evitare andamenti planimetrici non rettilinei e disallineamenti altimetrici del fondo rispetto alla pendenza naturale del corso d'acqua.
- per sezioni di area maggiore a 1,5 mq è da garantire la praticabilità del manufatto;
- **il tombino può funzionare sia in pressione che a superficie libera**, evitando in ogni caso il funzionamento intermittente fra i due regimi: **nel caso in una o più sezioni il funzionamento sia in pressione, la massima velocità che si realizza all'interno dello stesso tombino non dovrà superare 1,5 m/s;**
- nel caso di **funzionamento a superficie libera, il tirante idrico non dovrà superare i 2/3 dell'altezza della sezione, garantendo comunque un franco minimo di 0,50 m;**
- il calcolo idraulico è da sviluppare prendendo in considerazione le condizioni che si realizzano nel tratto del corso d'acqua a valle del tombino;
- la tenuta idraulica deve essere garantita per ciascuna sezione dell'intero manufatto per un carico pari al maggiore tra: 0,5 bar rispetto all'estradosso o 1,5 volte la massima pressione d'esercizio;
- il massimo rigurgito previsto a monte del tombino deve garantire il rispetto del franco idraulico nel tratto del corso d'acqua a monte;
- nel caso sia da temersi l'ostruzione anche parziale del manufatto da parte dei detriti galleggianti trasportati dalla corrente, è da disporre immediatamente a monte una varice presidiata da una griglia che consenta il passaggio di elementi caratterizzati da dimensioni non superiori alla metà della larghezza del tombino; in alternativa il tombino è da dimensionare assumendo che la sezione efficace ai fini del deflusso delle acque sia ridotta almeno alla metà di quella effettiva. È in ogni caso da garantire l'accesso in alveo ai mezzi necessari per le operazioni di manutenzione ordinaria o straordinaria da svolgere dopo gli eventi di piena;
- i tratti del corso d'acqua immediatamente prospicienti l'imbocco e lo sbocco del manufatto devono essere protetti da fenomeni di scalzamento e/o erosione, e opportune soluzioni tecniche sono da adottare per evitare i fenomeni di sifonamento.

Nel caso il tombino sia opera provvisoria, ovvero a servizio di un cantiere, le precedenti disposizioni possono essere assunte come elementi di riferimento, tenendo opportunamente conto del tempo di utilizzo previsto per l'opera provvisoria stessa.”

## 6.2 Criteri di verifica

Sulla base di quanto riportato nei due precedenti paragrafi, le opere di attraversamento devono essere verificate secondo i seguenti criteri sintetizzati nella tabella di seguito riportata:

Sulla base di quanto riportato nei due precedenti paragrafi, le opere di attraversamento devono essere verificate secondo i seguenti criteri:

| Elementi di verifica   | Capitolato d'oneri ANAS   | NTC 2018  |
|--|---|---|
| Manufatti di attraversamento principali (ponti e viadotti)                           | $Tr=200$ anni   | Portata di piena di progetto $Tr = 200$ anni  |
| Verifica Franco di progetto ponti.   | In ottemperanza alle norme vigenti  | Il franco idraulico, definito come la distanza fra la quota liquida di progetto immediatamente a monte del ponte e l'intradosso delle strutture, è da assumersi non inferiore a 1,50 m <b><math>F \geq 1,50</math> m</b><br>Quando l'intradosso delle strutture non sia costituito da un'unica linea orizzontale tra gli appoggi, il franco idraulico deve essere assicurato per una ampiezza centrale di 2/3 della luce, e comunque non inferiore a 40 m   |
| Dislivello tra fondo e sottotrave  |   | Quando, per caratteristiche del territorio e del corso d'acqua, si possa verificare nella sezione oggetto dell'attraversamento il transito di tronchi di rilevanti dimensioni, in aggiunta alla prescrizione di un franco normale minimo di 1,50 m, è da raccomandare che <b>il dislivello tra fondo e sottotrave sia indicativamente non inferiore a 6÷7 m</b>   |
| Posizione spalle e pile in alveo   | Posizionamento delle spalle del viadotto in modo tale da non ridurre significativamente la sezione di deflusso in alveo ed in golena; | Il manufatto non dovrà interessare con spalle, pile e rilevati la sezione del corso d'acqua interessata dalla piena di progetto e, se arginata, i corpi arginali. Qualora fosse necessario realizzare pile in alveo, la luce netta minima tra pile contigue, o fra pila e spalla del ponte, non deve essere inferiore a 40 m misurati ortogonalmente al filone principale della corrente. Nel caso di pile e/o spalle in alveo, cura particolare è da dedicare al problema delle escavazioni in corrispondenza delle fondazioni e alla protezione delle fondazioni delle pile e delle spalle tenuto anche conto del materiale galleggiante che il corso d'acqua può trasportare. In tali situazioni, una stima anche speditiva dello scalzamento è da sviluppare fin dai primi livelli di progettazione |
| Opere di attraversamento minori, tombini e ponticelli con luce netta inferiore a 6 m | $Tr=200$ anni   | Restano esclusi dal punto 5.1.2.3 della Norma i tombini, intendendosi per tombino un manufatto totalmente rivestito in sezione, eventualmente suddiviso in più canne, in grado di condurre complessivamente portate fino a 50 m <sup>3</sup> /s. Portata di piena di progetto $Tr = 200$ anni   |



| Elementi di verifica  | Capitolato d'oneri ANAS  | NTC 2018   |
|---|--|--|
| <p>Verifica franco opere di attraversamento minori<br/>           Tombini e ponticelli con luce netta inferiore a 6 m</p> | <p><i>Tr=200 anni<br/>           franco idraulico superiore al 30% dell'altezza utile dell'opera e comunque superiore a 0,75 m</i></p> | <p><i>Il tombino può funzionare sia in pressione che a superficie libera:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>nel caso in una o più sezioni il funzionamento sia in pressione, la massima velocità che si realizza all'interno dello stesso tombino non dovrà superare 1,5 m/s;</i></li> <li><i>nel caso di funzionamento a superficie libera, il tirante idrico non dovrà superare i 2/3 dell'altezza della sezione, garantendo comunque un franco minimo di 0,50m</i></li> </ul> |

## 7 DRENAGGIO DEL CORPO STRADALE

L'esigenza di tutela dell'ambiente e delle risorse impone un approccio progettuale che, oltre alla difesa idraulica dei manufatti e della piattaforma, tenga anche conto dell'aspetto ambientale.

A tale scopo le scelte progettuali, in linea a quanto già previsto nell'ambito del Progetto Definitivo, si sono orientate verso la realizzazione di una rete di captazione e allontanamento delle acque di versante separata da quella delle acque di piattaforma.

La rete delle acque di versante, definite acque "bianche", ha il compito di operare la difesa idraulica del corpo stradale dalle acque esterne al corpo stesso, ed è costituita dal sistema di fossi di guardia, canali, tombini etc. Le acque bianche non scorreranno mai sui manufatti della piattaforma stradale.

La rete delle acque di piattaforma, definite acque "nere", consente la raccolta di tutti i liquidi provenienti dalla sede stradale, siano acque meteoriche o provenienti da sversamenti accidentali, l'adduzione, il trattamento e/o la ritenzione in vasche di sicurezza, ed il rilascio nel corpo idrico ricettore finale.

Il presente progetto recepisce quanto previsto nell'ambito del Progetto Definitivo e costituisce un affinamento a livello di progettazione esecutiva del progetto definitivo.

In particolare, nell'ambito del progetto esecutivo, si è reso necessario approfondire le tematiche di seguito elencate:

- la verifica delle aree dei bacini di versante insistenti sui fossi di guardia a protezione del corpo stradale, così come il calcolo dei tempi di corrivazione e l'aggiornamento del valore del coefficiente di deflusso adottato per il calcolo delle portate di progetto, avendo cura, nei casi in cui le portate di progetto non risultassero smaltibili nell'intero tratto del fosso di guardia previsto, di individuare opportune aree da destinare a laminazione e dispersione delle portate eccedenti.
- l'adozione di fossi di guardia non rivestiti con cassonetto in materiale arido, così da disperdere le acque negli strati superficiali del sottosuolo: per le verifiche idrauliche, anche il valore di scabrezza è stato reso coerente con la tipologia di fosso adottata.
- l'individuazione dei punti di recapito degli scarichi provenienti dagli impianti di trattamento in assenza di recapiti finali. Dato il particolare contesto geomorfologico di area vulcanica ad elevata permeabilità nel quale l'opera insiste, praticamente privo di un reticolo idrografico, nell'ambito del presente progetto è previsto che vengano rilasciate in appositi bacini disperdenti attrezzati con almeno un pozzo-colonna disperdente.



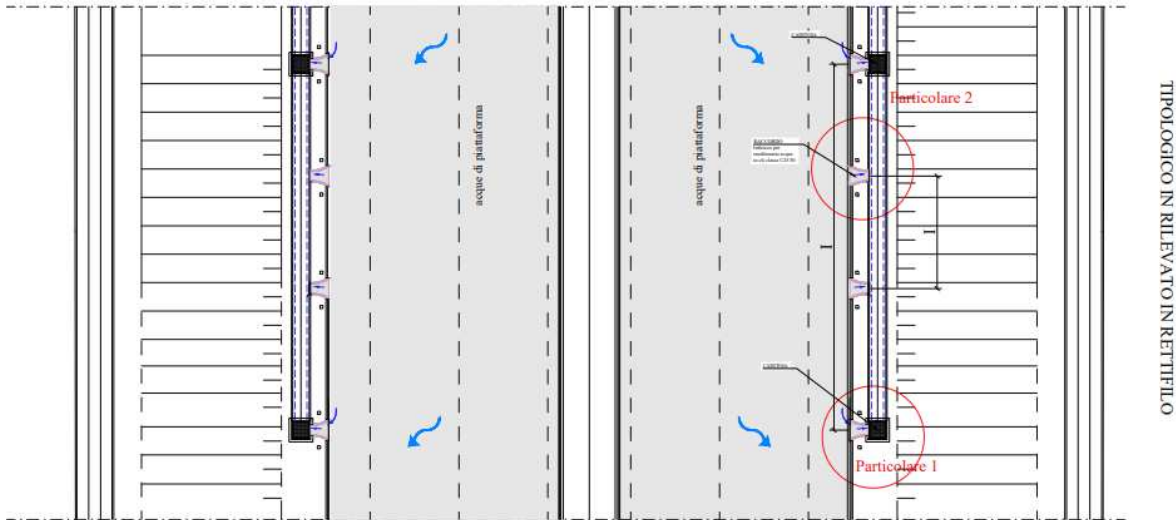




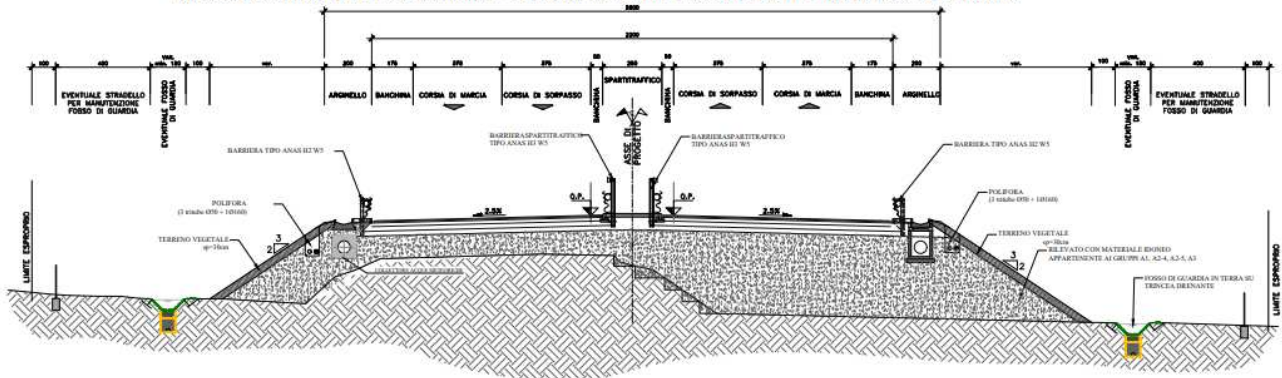


Nei tratti in rilevato in rettilineo, il sistema di drenaggio prevede una configurazione con la canaletta idraulica a tergo delle barriere di sicurezza (Ref. Doc. T00IDIDRST03).

SCHEMA PLANIMETRICO TIPOLOGICO IN RILEVATO IN RETTIFILLO SEZIONE CORRENTE



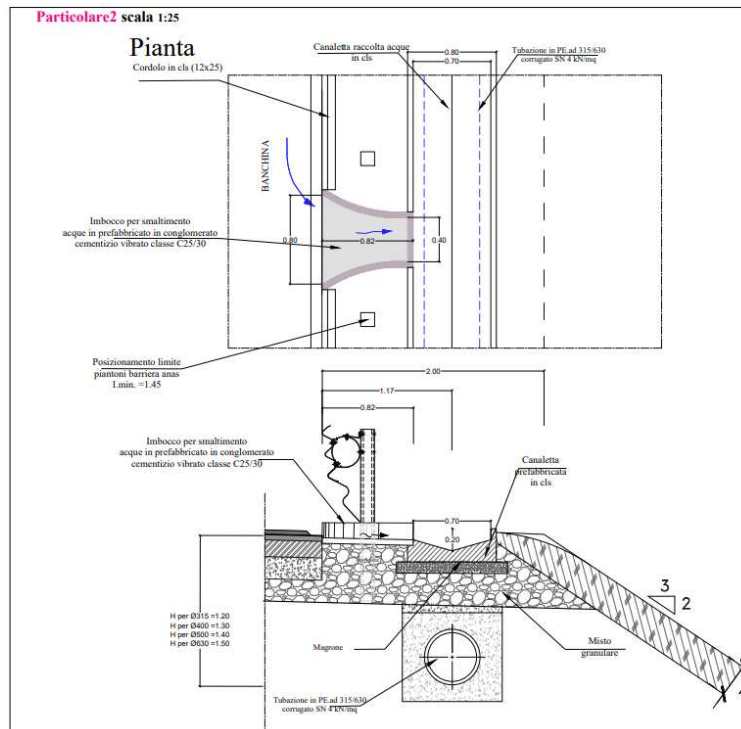
SEZIONE CATEGORIA B D.M. 05/11/2001 - TIPOLOGICO IN RILEVATO IN RETTIFILLO SEZIONE CORRENTE



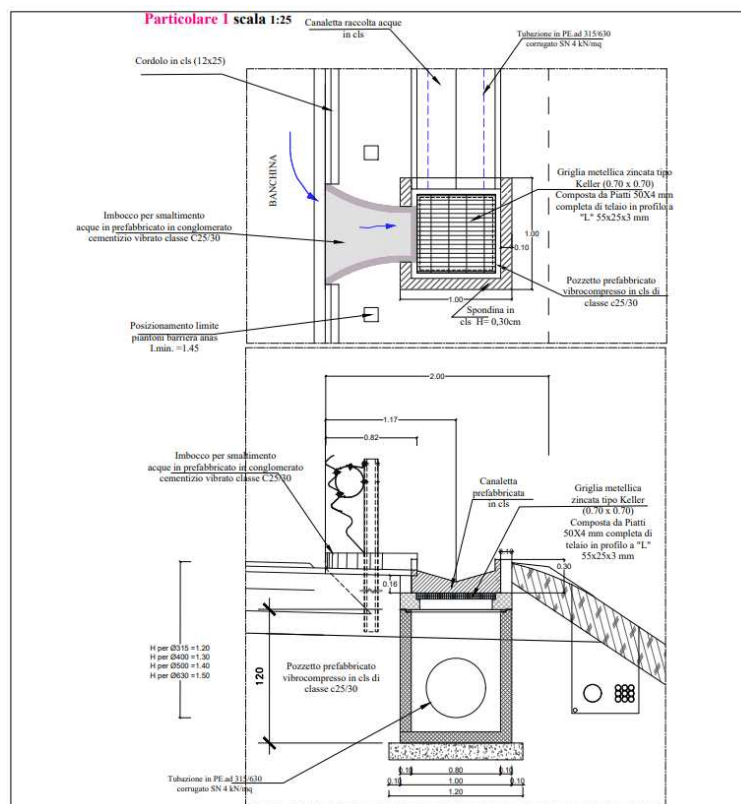
In rilevato l'elemento marginale è costituito da un arginello, all'interno del quale è prevista l'installazione di barriere metalliche di sicurezza bordo laterale e l'ubicazione di una canaletta in cls (0.80x0.2 m), al di sotto della quale trovano ubicazione le tubazioni per il collettamento dell'acqua di piattaforma verso il recapito finale.

La delimitazione della pavimentazione stradale è realizzata mediante un cordolo in calcestruzzo avente dimensione 12 x 25 cm e altezza di 0,07 m rispetto al piano viabile, il quale si interrompe ad interasse variabile da 5 a 15 m, in funzione della pendenza longitudinale della strada, per consentire il convogliamento delle acque all'interno della canaletta.



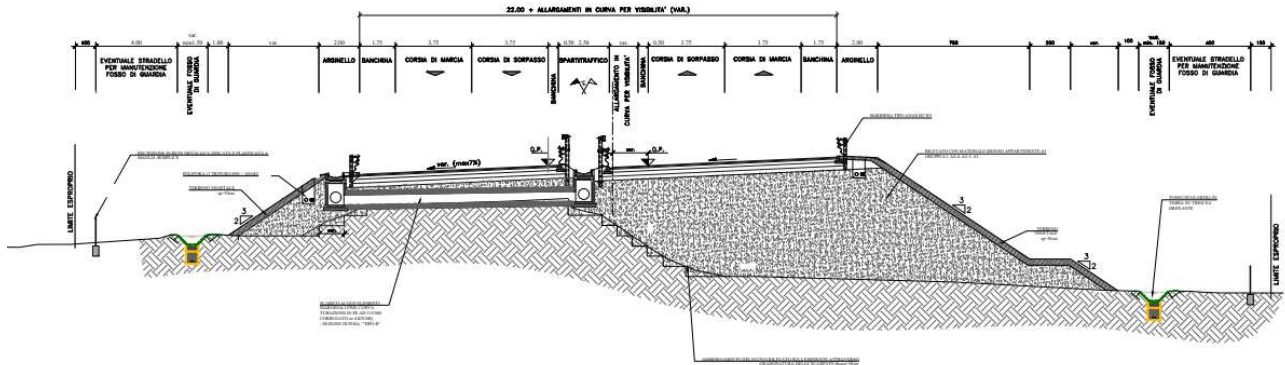


Il collettamento delle acque all'interno delle tubazioni avviene a mezzo di pozzetti muniti di caditoia posizionati ad interasse di 40 m.

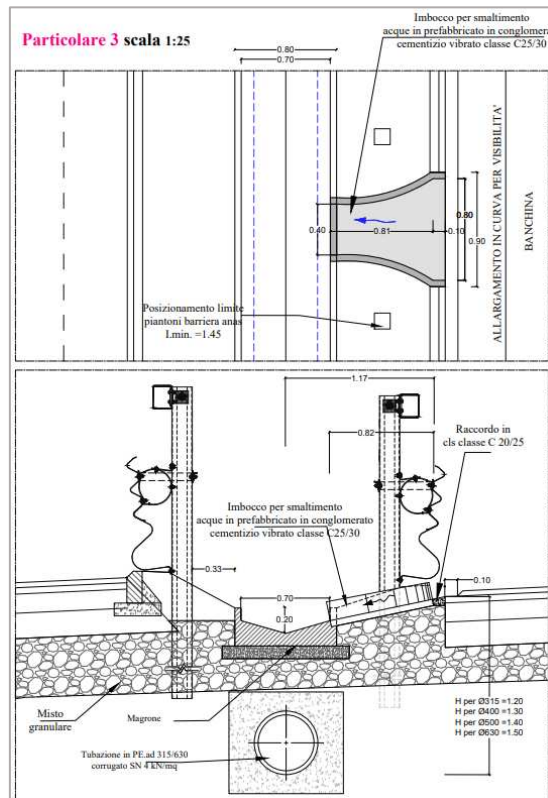
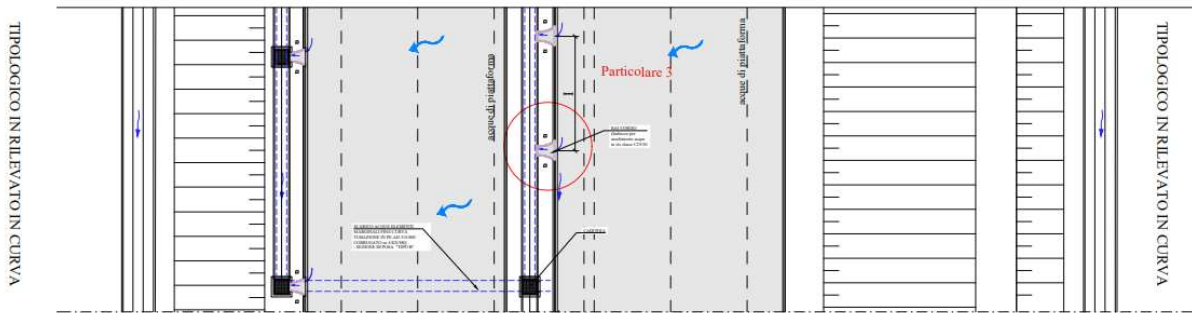


Lo schema di drenaggio è analogo per i tratti in rilevato in curva, nei quali è prevista l'installazione, all'interno dello spartitraffico, di una canaletta di raccolta acque al di sotto della quale trovano ubicazione le tubazioni per il collettamento dell'acqua di piattaforma.

SEZIONE CATEGORIA B D.M. 05/11/2001 - TIPOLOGICO IN RILEVATO IN CURVA



SCHEMA PLANIMETRICO TIPOLOGICO IN RILEVATO IN CURVA



## 7.2 Obiettivi e criteri della progettazione idraulica

Il presente progetto recepisce quanto previsto nell'ambito del Progetto Definitivo e costituisce un affinamento a livello di progettazione esecutiva del progetto definitivo.

In particolare, nell'ambito del progetto esecutivo, si è reso necessario approfondire le tematiche di seguito elencate:

- la verifica delle aree dei bacini di versante insistenti sui fossi di guardia a protezione del corpo stradale, così come il calcolo dei tempi di corrivazione e l'aggiornamento del valore del coefficiente di deflusso adottato per il calcolo delle portate di progetto, avendo cura, nei casi in cui le portate di progetto non risultassero smaltibili nell'intero tratto del fosso di guardia previsto, di individuare opportune aree da destinare a laminazione e dispersione delle portate eccedenti.
- l'adozione di fossi di guardia non rivestiti con cassonetto in materiale arido, così da disperdere le acque negli strati superficiali del sottosuolo: per le verifiche idrauliche, anche il valore di scabrezza è stato reso coerente con la tipologia di fosso adottata. In tal modo le acque delle scarpate, benché di modesta entità, verranno restituite al substrato permeabile naturale, evitando problemi di accumulo e smaltimento in punti concentrati, in assenza di un evidente e preesistente reticolo idrografico.
- l'individuazione dei punti di recapito degli scarichi provenienti dagli impianti di trattamento in assenza di recapiti finali. Dato il particolare contesto geomorfologico di area vulcanica ad elevata permeabilità nel quale l'opera insiste, praticamente privo di un reticolo idrografico, nell'ambito del presente progetto è previsto che vengano rilasciate in appositi bacini disperdenti attrezzati con almeno un pozzo-colonna disperdente.

Il progetto idraulico prevede il dimensionamento di opere adeguate a:

- la messa in sicurezza del corpo stradale;
- il drenaggio e la raccolta delle acque di piattaforma;
- la limitazione delle alterazioni al naturale deflusso delle acque meteoriche.

Il dimensionamento e la verifica delle opere idrauliche sono stati sviluppati con riferimento ai seguenti tempi di ritorno ( $T_R$ ):

- Tombini di attraversamento della piattaforma stradale:  $T_R = 200$  anni;
- Canalette al piede del rilevato:  $T_R = 100$  anni;
- Fossi di guardia in testa alle trincee:  $T_R = 100$  anni;
- Collettori di drenaggio della piattaforma stradale:  $T_R = 25$  anni;
- Interasse tra caditoie e canalette ad embrici:  $T_R = 25$  anni.

I criteri per la verifica idraulica dei manufatti e/o corsi d'acqua sono i seguenti:

- Tombini di attraversamento della piattaforma stradale: verifica in condizioni di moto permanente (a mezzo del software HY-8) per portata di progetto ( $T_R = 200$  anni) su grado di riempimento e franco idraulico, in ottemperanza alle NTC2018 e relativa circolare applicativa.
- Fossi di guardia e canalette al piede del rilevato: verifica per confronto della portata di progetto con la portata massima smaltibile, in condizioni di moto uniforme;
- Collettori di linea per la raccolta delle acque meteoriche: dimensionamento dei collettori con modello cinematico attraverso la formula razionale, con riferimento al valore dell'altezza di precipitazione  $h$



fornito dalla curva di possibilità pluviometrica della pioggia di breve durata ed elevata intensità per un tempo di ritorno di 25 anni.

La verifica dei diametri dei collettori sulla portata di progetto viene effettuata ipotizzando condizioni di moto uniforme: si assume un grado di riempimento massimo accettato pari al 50% per diametri inferiori a 400 mm e pari al 70% per diametri superiori o uguali a 400 mm.

- Caditoie / embrici: determinazione dell'interasse imponendo che a fronte di uno scroscio di pioggia con tempo di ritorno di 25 anni, la vena liquida sia contenuta in ogni caso entro 1 m di distanza dal ciglio banchina.

### 7.3 Determinazione della pioggia critica

Nel presente studio, per la determinazione delle altezze di pioggia massime sono stati utilizzati i coefficienti a ed n desunti dall'aggiornamento delle CPP.

Di seguito si riporta la tabella riepilogativa (Ref. Doc. T00ID00IDRRE01):

Tabella 7-1 - Parametri CPP Gumbel +10% climate change (durata d>1 h)

| T= | STAZIONE ADRANO           |          | STAZIONE PATERNO          |          | STAZIONE RAGALNA          |          |
|----|---------------------------|----------|---------------------------|----------|---------------------------|----------|
|    | a<br>[mm/h <sup>n</sup> ] | n<br>[-] | a<br>[mm/h <sup>n</sup> ] | n<br>[-] | a<br>[mm/h <sup>n</sup> ] | n<br>[-] |
| 25 | 50,86                     | 0,32     | 49.4208                   | 0,32     | 42,00                     | 0,50     |

Si osserva inoltre che poiché i bacini oggetto dello studio hanno un'estensione contenuta e, conseguentemente, tempi di corrivazione inferiori all'ora si è utilizzata la seguente formula di Ferreri-Ferro per la valutazione delle altezze di pioggia:

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = \left(\frac{t}{60}\right)^{0,386}$$

Tabella 7-2 Parametri CPP Gumbel +10% climate change (durata d<1 h)

| T= | STAZIONE ADRANO           |              | STAZIONE PATERNO          |          | STAZIONE RAGALNA          |          |
|----|---------------------------|--------------|---------------------------|----------|---------------------------|----------|
|    | a<br>[mm/h <sup>n</sup> ] | n<br>[-]     | a<br>[mm/h <sup>n</sup> ] | n<br>[-] | a<br>[mm/h <sup>n</sup> ] | n<br>[-] |
| 25 | <b>50,86</b>              | <b>0,386</b> | 49.4208                   | 0,386    | 42,00                     | 0,386    |

Il fenomeno di deflusso sulla piattaforma stradale o in generale su una superficie scolante di lunghezza L<sub>0</sub> è descritto dalle equazioni di continuità e del moto (equazioni di De Saint Venant).

Applicando l'ipotesi dell'onda cinematica a una superficie scolante interessata da pioggia netta p di intensità costante nel tempo e nello spazio, partendo da condizioni iniziali di superficie asciutta e non interessata da immissione nella sezione iniziale, è possibile determinare analiticamente le condizioni di equilibrio del deflusso come il momento t<sub>e</sub> in cui la portata defluente per unità di larghezza della sezione terminale risulta pari alla portata in ingresso, ossia pari a pL<sub>0</sub>:

$$t_e = \left(\frac{L_0}{\alpha p^{m-1}}\right)^{1/m}$$

Il velo idrico sulla superficie scolante risulta:

$$h(x) = \left(\frac{px}{\alpha}\right)^{1/m}; \quad h_e(L_0) = pt_e$$

dove l'intensità di pioggia p è espressa in m/s, l'ascissa x in metri, α e m sono due parametri che tengono conto delle caratteristiche della corrente sulla superficie scolante. Nell'ipotesi di deflusso in regime turbolento:

$$m = 5/3; \quad \alpha = K_s s_T^{1/2}$$

K<sub>s</sub> espresso in m<sup>1/3</sup>/s è il parametro di scabrezza della superficie scolante (per superfici in cemento o asfalto =70÷100) e s<sub>T</sub> espresso in m/m è la pendenza trasversale della strada.

Formulazioni ricavate sulla base di dati sperimentali suggeriscono di utilizzare m=2.

La condizione di massimo deflusso relativa a un pluviogramma netto di tipo rettangolare (durata della pioggia critica  $t_{pc}$ ) si verifica al momento dell'equilibrio del deflusso ( $t_e$ ).

Assumendo che il valore dell'altezza di precipitazione netta  $h$  sia dato dalla curva di possibilità pluviometrica della pioggia di breve durata per un tempo di ritorno di 25 anni, si ottiene la durata della pioggia critica  $t_{pc}$ :

$$h = \varphi a t^n; \quad t_{pc} = \left( \frac{L_0}{\alpha (\varphi a)^{m-1}} \right)^{\frac{1}{n(m-1)+1}}$$

dove  $\varphi$  è il coefficiente di deflusso assunto pari a 0,9,  $n$  ed  $a$  sono i parametri della curva di possibilità climatica con il parametro  $a$  espresso in  $\text{mm/h}^n$ , relativi ad un evento di pioggia di breve durata (inferiore ad 1 ora) ed elevata intensità.

A favore di sicurezza, la determinazione delle altezze di pioggia massime è stato effettuato con riferimento ai coefficienti  $a$  ed  $n$  per la stazione di Adrano. Nella tabella sotto sono riportati i parametri della c.p.p per la stazione di Adrano, sia per durata espressa in ore che per durata espressa in minuti.

| T=25 anni                 |       |         |       |
|---------------------------|-------|---------|-------|
| STAZIONE ADRANO           |       |         |       |
| $a$ [ $\text{mm/h}^n$ ]   | 50,86 | $n$ [-] | 0.386 |
| $a$ [ $\text{mm/min}^n$ ] | 10.47 |         |       |

Il valore  $q_0$  della massima portata defluente sulla superficie, per unità di larghezza, e il massimo livello idrico risultano quindi:

$$q_0 = \varphi a t_{pc}^{n-1} L_0$$

$$h_{max} = \varphi a t_{pc}^n$$

Nei casi in cui non fosse possibile trascurare la pendenza longitudinale della piattaforma stradale, è necessario tenere conto dell'effettiva pendenza  $s_L$  della piattaforma e della lunghezza del percorso del velo idrico  $L_P$ , sostituendo:

$$s_T \Rightarrow s_f = (s_T^2 + s_L^2)^{0.5}$$

$$L_0 \Rightarrow L_P = L_0 [1 + (s_L/s_T)^2]^{0.5}$$

dove con  $s_T$  e  $s_L$  si è indicato rispettivamente la pendenza trasversale e quella longitudinale della strada.

La sezione stradale di progetto è di tipo B ha quindi una carreggiata di progetto con larghezza dell'area pavimentata pari a 22 m con eventuali allargamenti per la visibilità.

La portata per unità di lunghezza scolante dalla carreggiata è stata calcolata dividendo il tracciato in tratti elementari in cui si mantengono costanti le caratteristiche geometriche (pendenza longitudinale, trasversale) e le caratteristiche tipologiche (rilevato, scavo, viadotto).

## 7.4 Viabilità principale

Per l'asse principale è stata prevista la raccolta integrale dell'acqua di piattaforma in tutte le sezioni stradali sia in scavo che in rilevato, o in viadotto attraverso le cunette laterali, intercettate dalle caditoie stradali e collettate, seguendo le pendenze longitudinali della livelletta e trasversali della pavimentazione, attraverso una rete di collettori, che derivano le portate ad un punto di raccolta comune, in prossimità dell'impianto di trattamento a servizio del tratto di strada considerato.

In tratti limitati in prossimità di alcuni impianti di trattamento si rende necessario impostare le tubazioni in contropendenza rispetto alla livelletta stradale di progetto, al fine di garantire la raccolta delle acque sull'intera piattaforma stradale.

I collettori di linea, dimensionati come dettagliato nei successivi paragrafi, sono di diametro esterno variabile  $\varnothing 315 - \varnothing 800$  e in PEAD a doppia parete co-estrusa, corrugato esternamente e liscio internamente, con rigidità circonferenziale SN pari a 4 kN/mq per tutti i tratti in scavo e in rilevato dell'asse principale.

In corrispondenza del tratto di transizione tra impalcato e rilevato, in adiacenza alle spalle, i collettori vengono appoggiati e solidarizzati a mensole fissate alle pareti della spalla. Per i dettagli costruttivi delle tubazioni in viadotto e per i particolari di staffaggio, si vedano gli elaborati T00IDIDRST05.

Si riportano a seguire i procedimenti ed i calcoli per la determinazione delle portate delle acque meteoriche di piattaforma e delle portate di prima pioggia.

### 7.4.1 Dimensionamento della Rete Longitudinale dei Collettori di Piattaforma

Per la stima delle portate di dimensionamento della rete longitudinale dei collettori di piattaforma si è assunto a riferimento il modello cinematico attraverso la formula razionale che ha permesso di determinare, nelle diverse sezioni di chiusura, la portata al colmo.

Secondo tale metodo, la portata di colmo prodotta da un'altezza di pioggia  $h$ , fornita dalla curva di possibilità pluviometrica della pioggia di breve durata ed elevata intensità per un tempo di ritorno di 25 anni, su un bacino di superficie  $S$  è pari a:

$$Q = \varphi \frac{S h}{t_c}$$

Dove:

$\varphi$ : coefficiente di deflusso del bacino;

$S$  superficie scolante;

$h$  altezza di pioggia per un tempo di ritorno  $T_r=25$  anni;

$t_c$  tempo di corrivazione.

A vantaggio di sicurezza è stato scelto un coefficiente di deflusso pari a 0.9 e un tempo di corrivazione pari a 6 minuti derivante dalla formulazione:

$$t_c = t_a + t_r$$

Nella seguente tabella si riportano i risultati dei dimensionamenti effettuati.

Tabella 7-3 Riassunto dimensionamento dei collettori di linea

| SEZIONE DI CALCOLO                                       |                   |             |        | Sede stradale                  |                                |                                | Area tributaria<br>$\Sigma L \times B$<br>[mq] | Coef. medio deflusso<br>$\Sigma \phi A_i / \Sigma A_i$ | Coeff. Scabrezza<br>$K_s$<br>[m <sup>1/3</sup> /s] | Pendenza media area scolante<br>$i$<br>[m/m] | Tempo di corrivazione       |                            | Intensità pioggia<br>$J$<br>[mm/h] | Altezza Pioggia<br>$h(t_c)$<br>[mm] | $U = X_Q/S$<br>Coef. udometrico<br>[l/s mq] | Portata $X_Q$<br>[l/s] |
|--|-------------------|-------------|--------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--|--|--|--|-----------------------------|----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---|------------------------|
| ID Collettore<br>(Vedasi Plan. Idr e Profili Collettori) | Sezione idraulica | Progressiva |        | Lunghezza tratta<br>$L$<br>[m] | Larghezza tratta<br>$B$<br>[m] | Coef. medio deflusso<br>$\phi$ |  |  |  |  | calcolato<br>$t_c$<br>[min] | adottato<br>$t_c$<br>[min] |                                    |                                     |   |                        |
| <b>Sistema Collettamento(VP17)</b>                       |                   |             |        |                                |                                |                                |  |  |  |  |                             |                            |                                    |                                     |   |                        |
| Collettore n.2   | a_s               | 11+340      | 11+460 | 120                            | 11                             | 0.90                           | 1,320  | 0.90   | 70   | 0.02   | 2.92                        | 5.00                       | 233.8                              | 19.49                               | 0.058                                       | <b>77.2</b>            |
| Collettore n.3   | b_s               | 11+500      | 11+580 | 80                             | 11                             | 0.90                           | 880  | 0.90   | 70   | 0.04   | 1.70                        | 5.00                       | 233.8                              | 19.49                               | 0.058                                       | <b>51.4</b>            |
| Collettore n.3   | c_s               | 11+500      | 11+680 | 180                            | 11                             | 0.90                           | 1,980  | 0.90   | 70   | 0.04   | 3.29                        | 5.00                       | 233.8                              | 19.49                               | 0.058                                       | <b>115.8</b>           |
| Collettore n.4   | d_s               | 11+700      | 11+680 | 20                             | 11                             | 0.90                           | 220  | 0.90   | 70   | 0.03   | 0.64                        | 5.00                       | 233.8                              | 19.49                               | 0.059                                       | <b>12.9</b>            |

|                              |          |               |               |            |           |             |                |             |           |               |             |             |              |              |              |              |
|------------------------------|----------|---------------|---------------|------------|-----------|-------------|----------------|-------------|-----------|---------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Collettore n.1               | a_d      | 11+340        | 11+460        | 120        | 11        | 0.90        | 1,320          | 0.90        | 70        | 0.03          | 2.61        | 5.00        | 233.8        | 19.49        | 0.058        | <b>77.2</b>  |
| Collettore n.2               | a_d+a_s  | 11+360        | 11+460        | 100        | 11        | 0.90        | 2,200          | 0.90        | 70        | 0.03          | 2.23        | 5.00        | 233.8        | 19.49        | 0.058        | <b>128.6</b> |
| Collettore n.2               | b_d      | 11+360        | 11+580        | 320        | 11        | 0.90        | 3,520          | 0.90        | 70        | 0.04          | 5.41        | 5.41        | 222.9        | 20.08        | 0.056        | <b>196.2</b> |
| Collettore n.2               | c_d      | 11+340        | 11+680        | 340        | 11        | 0.90        | 3,740          | 0.90        | 70        | 0.04          | 5.69        | 5.69        | 216.1        | 20.48        | 0.054        | <b>202.1</b> |
| Collettore n.5               | d_d      | 11+700        | 11+680        | 20         | 11        | 0.90        | 220            | 0.90        | 70        | 0.03          | 0.64        | 5.00        | 233.8        | 19.49        | 0.059        | <b>12.9</b>  |
| <b>al trattamento (VP17)</b> | <b>e</b> | <b>11+340</b> | <b>11+680</b> | <b>340</b> | <b>11</b> | <b>0.90</b> | <b>7480.00</b> | <b>0.90</b> | <b>70</b> | <b>0.0302</b> | <b>6.06</b> | <b>6.06</b> | <b>207.8</b> | <b>20.99</b> | <b>0.052</b> | <b>388.7</b> |

| SEZIONE DI CALCOLO                                       |                   |               |               | Lunghezza tratta<br>$L$<br>[m] | Larghezza tratta<br>$B$<br>[m] | Portata max da smaltire<br>l/s | D<br>mm    | Mater.              | Scabr.<br>$c$ | Pend.<br>$i$<br>% | Portata            |              | Veloc.<br>$V$<br>m/sec | Tirante<br>$h$<br>mm | Grado Riempim.<br>$h/D$<br>% |
|--|-------------------|---------------|---------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------|---------------------|---------------|-------------------|--------------------|--------------|------------------------|----------------------|------------------------------|
| ID Collettore<br>(Vedasi Plan. Idr e Profili Collettori) | Sezione idraulica | Progressiva   |               |                                |                                |                                |            |                     |               |                   | $Q_{max}$<br>l/sec | $Q$<br>l/sec |                        |                      |                              |
| <b>Sistema Collettamento 01-al trattamento (VP17)</b>    |                   |               |               |                                |                                |                                |            |                     |               |                   |                    |              |                        |                      |                              |
| Collettore n.2   | a_s               | 11+340        | 11+460        | 120                            | 11                             | 77.2                           | 300        | DN300 Acciaio       | 90            | 2.4               | 187                | 77.2         | 2.38                   | 140                  | 46.72                        |
| Collettore n.3   | b_s               | 11+500        | 11+580        | 80                             | 11                             | 51.4                           | 272        | DN315 Pe-Crg        | 90            | 4.1               | 189                | 51.4         | 2.63                   | 101                  | 37.05                        |
| Collettore n.3   | c_s               | 11+500        | 11+680        | 180                            | 11                             | 115.8                          | 347        | DN400 Pe-Crg        | 90            | 3.9               | 356                | 115.8        | 3.19                   | 142                  | 40.86                        |
| Collettore n.4   | d_s               | 11+700        | 11+680        | -20                            | 11                             | 12.9                           | 272        | DN315 Pe-Crg        | 90            | 3.0               | 163                | 12.9         | 1.59                   | 54                   | 19.72                        |
| Collettore n.1   | a_d               | 11+340        | 11+460        | 120                            | 11                             | 77.2                           | 300        | DN300 Acciaio       | 90            | 3.1               | 215                | 77.2         | 2.65                   | 129                  | 43.13                        |
| Collettore n.2   | a_d+a_s           | 11+360        | 11+460        | 100                            | 11                             | 128.6                          | 347        | DN400 Pe-Crg        | 90            | 3.2               | 322                | 128.6        | 3.04                   | 159                  | 45.80                        |
| Collettore n.2   | b_d               | 11+360        | 11+580        | 220                            | 11                             | 196.2                          | 347        | DN400 Pe-Crg        | 90            | 3.9               | 352                | 196.2        | 3.62                   | 194                  | 55.77                        |
| Collettore n.2   | c_d               | 11+340        | 11+680        | 340                            | 11                             | 202.1                          | 433        | DN500 Pe-Crg        | 90            | 4.0               | 650                | 202.1        | 3.69                   | 173                  | 39.84                        |
| Collettore n.5   | d_d               | 11+700        | 11+680        | -20                            | 11                             | 12.9                           | 272        | DN315 Pe-Crg        | 90            | 3.0               | 163                | 12.9         | 1.59                   | 54                   | 19.72                        |
| <b>al trattamento (VP17)</b>                             | <b>e</b>          | <b>11+340</b> | <b>11+680</b> |                                | <b>11</b>                      | <b>388.7</b>                   | <b>535</b> | <b>DN630 Pe-Crg</b> | <b>90</b>     | <b>10.526</b>     | <b>1,847</b>       | <b>388.7</b> | <b>6.17</b>            | <b>173</b>           | <b>32.35</b>                 |



| SEZIONE DI CALCOLO                                       |                   |   |               | Sede stradale                  |                                |                                | Area tributaria<br>$\Sigma L \times B$<br>[mq] | Coef. medio deflusso<br>$\Sigma \phi A_i / \Sigma A_i$ | Coeff. Scabrezza<br>$K_s$<br>[m <sup>1/3</sup> /s] | Pendenza media area scolante<br>$i$<br>[m/m] | Tempo di corrivazione       |                            | Intensità pioggia<br>$J$<br>[mm/h] | Altezza Pioggia<br>$h(t_c)$<br>[mm] | U = X <sub>Q</sub> /S<br>Coef. udometrico<br>[l/s mq] | Portata X <sub>Q</sub><br>[l/s] |
|--|-------------------|---|---------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--|--|--|--|-----------------------------|----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---|---------------------------------|
| ID Collettore<br>(Vedasi Plan. Idr e Profili Collettori) | Sezione idraulica | Progressiva<br>iniziale finale<br>[m] [m] |               | Lunghezza tratta<br>$L$<br>[m] | Larghezza tratta<br>$B$<br>[m] | Coef. medio deflusso<br>$\phi$ |  |  |  |  | calcolato<br>$t_c$<br>[min] | adottato<br>$t_c$<br>[min] |                                    |                                     |   |                                 |
| <b>Sistema Collettamento 02 al trattamento (VP18)</b>    |                   |   |               |                                |                                |                                |  |  |  |  |                             |                            |                                    |                                     |   |                                 |
| Collettore n.6   | f_0s              | 11+700                                    | 11+720        | 20                             | 11                             | 0.90                           | 220  | 0.90   | 70   | 0.03   | 0.67                        | 5.00                       | 233.8                              | 19.49                               | 0.059   | <b>12.90</b>                    |
| Collettore n.6   | f_s               | 11+700                                    | 11+820        | 120                            | 11                             | 0.90                           | 1,320  | 0.90   | 70   | 0.02   | 3.21                        | 5.00                       | 233.8                              | 19.49                               | 0.058   | <b>77.20</b>                    |
| Collettore n.6   | g_s               | 11+700                                    | 11+940        | 240                            | 11                             | 0.90                           | 2,640  | 0.90   | 70   | 0.02   | 5.74                        | 5.74                       | 214.8                              | 20.56                               | 0.054   | <b>141.80</b>                   |
| Collettore n.6   | h_s               | 11+700                                    | 12+020        | 320                            | 11                             | 0.90                           | 3,520  | 0.90   | 70   | 0.02   | 7.56                        | 7.56                       | 181.4                              | 22.86                               | 0.045   | <b>159.70</b>                   |
| Collettore n.6   | i_s1              | 11+700                                    | 12+220        | 520                            | 11                             | 0.90                           | 5,720  | 0.90   | 70   | 0.02   | 9.72                        | 9.72                       | 155.5                              | 25.19                               | 0.039   | <b>222.40</b>                   |
| Collettore n.6   | i_s               | 11+700                                    | 12+288        | 588                            | 11                             | 0.90                           | 6,468  | 0.90   | 70   | 0.02   | 10.68                       | 10.68                      | 146.7                              | 26.12                               | 0.037   | <b>237.30</b>                   |
| Collettore n.7   | f_0d              | 11+700                                    | 11+720        | 20                             | 11                             | 0.90                           | 220  | 0.90   | 70   | 0.03   | 0.67                        | 5.00                       | 233.8                              | 19.49                               | 0.059   | <b>12.90</b>                    |
| Collettore n.7   | f_d               | 11+700                                    | 11+820        | 120                            | 11                             | 0.90                           | 1,320  | 0.90   | 70   | 0.02   | 3.18                        | 5.00                       | 233.8                              | 19.49                               | 0.058   | <b>77.20</b>                    |
| Collettore n.7   | g_d               | 11+700                                    | 11+940        | 240                            | 11                             | 0.90                           | 2,640  | 0.90   | 70   | 0.02   | 5.75                        | 5.75                       | 214.7                              | 20.56                               | 0.054   | <b>141.70</b>                   |
| Collettore n.7   | h_d               | 11+700                                    | 12+020        | 320                            | 11                             | 0.90                           | 3,520  | 0.90   | 70   | 0.02   | 7.30                        | 7.30                       | 185.4                              | 22.55                               | 0.046   | <b>163.10</b>                   |
| Collettore n.7   | i_d1              | 11+700                                    | 12+220        | 520                            | 11                             | 0.90                           | 5,720  | 0.90   | 70   | 0.02   | 9.61                        | 9.61                       | 156.6                              | 25.07                               | 0.039   | <b>224.00</b>                   |
| Collettore n.7   | i_d               | 11+700                                    | 12+280        | 580                            | 11                             | 0.90                           | 6,380  | 0.90   | 70   | 0.02   | 10.30                       | 10.30                      | 150.0                              | 25.76                               | 0.038   | <b>239.30</b>                   |
| <b>al trattamento (VP18)</b>                             | <b>1</b>          | <b>11+700</b>                             | <b>12+288</b> | <b>588</b>                     | <b>11</b>                      | <b>0.90</b>                    | <b>12,936</b>                                  | <b>0.90</b>  | <b>70</b>  | <b>0.022</b>                                 | <b>10.56</b>                | <b>10.56</b>               | <b>147.8</b>                       | <b>26.01</b>                        | <b>0.037</b>  | <b>477.80</b>                   |

| SEZIONE DI CALCOLO                                       |                   |   |               | Lunghezza tratta<br>$L$<br>[m] | Larghezza tratta<br>$B$<br>[m] | Portata max da smaltire<br>$Q$<br>l/s | D<br>mm    | Mater.              | Scabr.<br>$c$ | Pend.<br>$i$<br>% | Portata                   |              | Veloc.<br>$V$<br>m/sec | Tirante<br>$h$<br>mm | Grado Riempim.<br>$h/D$<br>% |
|--|-------------------|---|---------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|------------|---------------------|---------------|-------------------|---------------------------|--------------|------------------------|----------------------|------------------------------|
| ID Collettore<br>(Vedasi Plan. Idr e Profili Collettori) | Sezione idraulica | Progressiva<br>iniziale finale<br>[m] [m] |               |                                |                                |                                       |            |                     |               |                   | Q <sub>max</sub><br>l/sec | Q<br>l/sec   |                        |                      |                              |
| <b>Sistema Collettamento 02 al trattamento (VP18)</b>    |                   |   |               |                                |                                |                                       |            |                     |               |                   |                           |              |                        |                      |                              |
| Collettore n.6   | f_0s              | 11+700                                    | 11+720        | 20                             | 11                             | 12.9                                  | 300        | DN300 Acciaio       | 90            | 2.6               | 197                       | 12.9         | 1.49                   | 54                   | 17.97                        |
| Collettore n.6   | f_s               | 11+700                                    | 11+820        | 120                            | 11                             | 77.2                                  | 347        | DN400 Pe-Crg        | 90            | 1.9               | 245                       | 77.2         | 2.18                   | 139                  | 40.11                        |
| Collettore n.6   | g_s               | 11+700                                    | 11+940        | 240                            | 11                             | 141.8                                 | 433        | DN500 Pe-Crg        | 90            | 1.4               | 380                       | 141.8        | 2.27                   | 191                  | 44.05                        |
| Collettore n.6   | h_s               | 11+700                                    | 12+020        | 320                            | 11                             | 159.7                                 | 433        | DN500 Pe-Crg        | 90            | 1.1               | 340                       | 159.7        | 2.15                   | 218                  | 50.29                        |
| Collettore n.6   | i_s1              | 11+700                                    | 12+220        | 520                            | 11                             | 222.4                                 | 433        | DN500 Pe-Crg        | 90            | 2.1               | 467                       | 222.4        | 2.97                   | 220                  | 50.72                        |
| Collettore n.6   | i_s               | 11+700                                    | 12+288        | 588                            | 11                             | 237.3                                 | 433        | DN500 Pe-Crg        | 90            | 3.3               | 590                       | 237.3        | 3.59                   | 199                  | 45.98                        |
| Collettore n.7   | f_0d              | 11+700                                    | 11+720        | 20                             | 11                             | 12.9                                  | 300        | DN300 Acciaio       | 90            | 2.6               | 197                       | 12.9         | 1.49                   | 54                   | 17.97                        |
| Collettore n.7   | f_d               | 11+700                                    | 11+820        | 120                            | 11                             | 77.2                                  | 347        | DN400 Pe-Crg        | 90            | 1.9               | 248                       | 77.2         | 2.19                   | 138                  | 39.88                        |
| Collettore n.7   | g_d               | 11+700                                    | 11+940        | 240                            | 11                             | 141.7                                 | 433        | DN500 Pe-Crg        | 90            | 1.4               | 383                       | 141.7        | 2.28                   | 190                  | 43.89                        |
| Collettore n.7   | h_d               | 11+700                                    | 12+020        | 320                            | 11                             | 163.1                                 | 433        | DN500 Pe-Crg        | 90            | 1.3               | 375                       | 163.1        | 2.33                   | 208                  | 48.07                        |
| Collettore n.7   | i_d1              | 11+700                                    | 12+220        | 520                            | 11                             | 224.0                                 | 433        | DN500 Pe-Crg        | 90            | 2.4               | 506                       | 224.0        | 3.16                   | 210                  | 48.58                        |
| Collettore n.7   | i_d               | 11+700                                    | 12+280        | 580                            | 11                             | 239.3                                 | 433        | DN500 Pe-Crg        | 90            | 3.7               | 621                       | 239.3        | 3.74                   | 194                  | 44.88                        |
| <b>al trattamento (VP18)</b>                             | <b>1</b>          | <b>11+700</b>                             | <b>12+288</b> | <b>588</b>                     | <b>11</b>                      | <b>477.8</b>                          | <b>535</b> | <b>DN630 Pe-Crg</b> | <b>90</b>     | <b>3.8</b>        | <b>1,107</b>              | <b>477.8</b> | <b>4.49</b>            | <b>256</b>           | <b>47.89</b>                 |

| SEZIONE DI CALCOLO                                       |                   |             |        | Sede stradale                  |                                |                                | Area tributaria<br>$\Sigma L \times B$<br>[mq] | Coef. medio deflusso<br>$\Sigma \phi A_i / \Sigma A_i$ | Coef. Scabrezza<br>$K_s$<br>[m <sup>1/3</sup> /s] | Pendenza media area scolante<br>$i$<br>[m/m] | Tempo di corrivazione       |                            | Intensità pioggia<br>$J$<br>[mm/h] | Altezza Pioggia<br>$h(t_c)$<br>[mm] | U = X <sub>Q</sub> /S<br>Coef. udometrico<br>[l/s mq] | Portata X <sub>Q</sub><br>[l/s] |
|--|-------------------|-------------|--------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--|--|---|--|-----------------------------|----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---|---------------------------------|
| ID Collettore<br>(Vedasi Plan. Idr e Profili Collettori) | Sezione idraulica | Progressiva |        | Lunghezza tratta<br>$L$<br>[m] | Larghezza tratta<br>$B$<br>[m] | Coef. medio deflusso<br>$\phi$ |  |  |   |  | calcolato<br>$t_c$<br>[min] | adottato<br>$t_c$<br>[min] |                                    |                                     |   |                                 |
| <b>Sistema Collettamento 03 al trattamento (VP19)</b>    |                   |             |        |                                |                                |                                |  |  |   |  |                             |                            |                                    |                                     |   |                                 |
| Collettore n.8   | m_s               | 12+300      | 12+410 | 110                            | 11                             | 0.90                           | 1,210  | 0.90   | 70  | 0.04   | 2.24                        | 5.00                       | 233.8                              | 19.49                               | 0.058   | 70.70                           |
| Collettore n.8   | n_s               | 12+300      | 12+550 | 250                            | 11                             | 0.90                           | 2,750  | 0.90   | 70  | 0.04   | 4.25                        | 5.00                       | 233.8                              | 19.49                               | 0.058   | 160.80                          |
| Collettore n.8   | o_s               | 12+300      | 12+620 | 320                            | 11                             | 0.90                           | 3,520  | 0.90   | 70  | 0.04   | 5.25                        | 5.25                       | 226.9                              | 19.86                               | 0.057   | 199.70                          |
| Collettore n.8   | p_s               | 12+300      | 12+690 | 390                            | 11                             | 0.90                           | 4,290  | 0.90   | 70  | 0.04   | 6.29                        | 6.29                       | 203.0                              | 21.30                               | 0.051   | 217.80                          |
| Collettore n.8   | q_s               | 12+300      | 12+760 | 460                            | 11                             | 0.90                           | 5,060  | 0.90   | 70  | 0.04   | 7.12                        | 7.12                       | 188.2                              | 22.34                               | 0.047   | 238.00                          |
| Collettore n.8   | r_s               | 12+300      | 12+880 | 580                            | 11                             | 0.90                           | 6,380  | 0.90   | 70  | 0.03   | 8.79                        | 8.79                       | 165.3                              | 24.23                               | 0.041   | 263.70                          |
| Collettore n.8   | s_s               | 12+300      | 13+000 | 700                            | 11                             | 0.90                           | 7,700  | 0.90   | 70  | 0.03   | 10.26                       | 10.26                      | 150.4                              | 25.72                               | 0.038   | 289.50                          |
| Collettore n.8   | t_s               | 12+300      | 13+100 | 800                            | 11                             | 0.90                           | 8,800  | 0.90   | 70  | 0.03   | 11.52                       | 11.52                      | 140.0                              | 26.90                               | 0.035   | 308.10                          |
| Collettore n.8   | u_s               | 12+300      | 13+210 | 910                            | 11                             | 0.90                           | 10,010   | 0.90   | 70  | 0.03   | 12.60                       | 12.60                      | 132.6                              | 27.84                               | 0.033   | 331.80                          |

|                              |          |        |        |     |           |             |               |      |    |             |              |              |               |              |             |               |
|------------------------------|----------|--------|--------|-----|-----------|-------------|---------------|------|----|-------------|--------------|--------------|---------------|--------------|-------------|---------------|
| Collettore n.9               | m_d      | 12+300 | 12+380 | 80  | 11        | 0.90        | 880           | 0.90 | 70 | 0.03        | 1.82         | 5.00         | 233.8         | 19.49        | 0.058       | 51.40         |
| Collettore n.9               | n_d      | 12+300 | 12+500 | 200 | 11        | 0.90        | 2,200         | 0.90 | 70 | 0.03        | 3.75         | 5.00         | 233.8         | 19.49        | 0.058       | 128.60        |
| Collettore n.9               | o_d      | 12+300 | 12+620 | 320 | 11        | 0.90        | 3,520         | 0.90 | 70 | 0.03        | 5.49         | 5.49         | 220.8         | 20.20        | 0.055       | 194.30        |
| Collettore n.9               | p_d      | 12+300 | 12+690 | 390 | 11        | 0.90        | 4,290         | 0.90 | 70 | 0.03        | 6.60         | 6.60         | 197.1         | 21.70        | 0.049       | 211.40        |
| Collettore n.9               | q_d      | 12+300 | 12+780 | 480 | 11        | 0.90        | 5,280         | 0.90 | 70 | 0.03        | 7.95         | 7.95         | 176.0         | 23.30        | 0.044       | 232.30        |
| Collettore n.9               | r_d      | 12+300 | 12+880 | 580 | 11        | 0.90        | 6,380         | 0.90 | 70 | 0.03        | 9.11         | 9.11         | 161.8         | 24.57        | 0.040       | 258.00        |
| Collettore n.9               | s_d      | 12+300 | 13+000 | 700 | 11        | 0.90        | 7,700         | 0.90 | 70 | 0.03        | 10.47        | 10.47        | 148.6         | 25.92        | 0.037       | 286.00        |
| Collettore n.9               | t_d      | 12+300 | 13+080 | 780 | 11        | 0.90        | 8,580         | 0.90 | 70 | 0.03        | 11.82        | 11.82        | 137.9         | 27.16        | 0.034       | 295.70        |
| Collettore n.9               | u_d      | 12+300 | 13+200 | 900 | 11        | 0.90        | 9,900         | 0.90 | 70 | 0.03        | 12.96        | 12.96        | 130.3         | 28.14        | 0.033       | 322.50        |
| Collettore n.10              | v_d      | 13+215 | 13+200 | 15  | 11        | 0.90        | 165           | 0.90 | 70 | 0.03        | 0.50         | 5.00         | 233.8         | 19.49        | 0.058       | 9.60          |
| <b>al trattamento (VP19)</b> | <b>z</b> | 12+300 | 13+210 | 910 | <b>11</b> | <b>0.90</b> | <b>20,075</b> | 0.90 | 70 | <b>0.03</b> | <b>13.19</b> | <b>13.19</b> | <b>128.92</b> | <b>28.34</b> | <b>0.03</b> | <b>647.00</b> |

| SEZIONE DI CALCOLO                                       |                   |             |        | Lunghezza tratta<br>$L$<br>[m] | Larghezza tratta<br>$B$<br>[m] | Portata max da smaltire<br>$l/s$ | D<br>mm    | Mater.              | Scabr.<br>$c$ | Pend.<br>$i$<br>% | Portata                   |              | Veloc.<br>$V$<br>m/sec | Tirante<br>$h$<br>mm | Grado Riempim.<br>$h/D$<br>% |
|--|-------------------|-------------|--------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|------------|---------------------|---------------|-------------------|---------------------------|--------------|------------------------|----------------------|------------------------------|
| ID Collettore<br>(Vedasi Plan. Idr e Profili Collettori) | Sezione idraulica | Progressiva |        |                                |                                |                                  |            |                     |               |                   | Q <sub>max</sub><br>l/sec | Q<br>l/sec   |                        |                      |                              |
| <b>Sistema Collettamento 03 al trattamento (VP19)</b>    |                   |             |        |                                |                                |                                  |            |                     |               |                   |                           |              |                        |                      |                              |
| Collettore n.8   | m_s               | 12+300      | 12+410 | 110                            | 11                             | 70.7                             | 272        | DN315 Pe-Crg        | 90            | 3.8               | 184                       | 70.7         | 2.80                   | 122                  | 44.84                        |
| Collettore n.8   | n_s               | 12+300      | 12+550 | 250                            | 11                             | 160.8                            | 347        | DN400 Pe-Crg        | 90            | 4.1               | 362                       | 160.8        | 3.52                   | 169                  | 48.70                        |
| Collettore n.8   | o_s               | 12+300      | 12+620 | 320                            | 11                             | 199.7                            | 433        | DN500 Pe-Crg        | 90            | 3.8               | 635                       | 199.7        | 3.62                   | 174                  | 40.08                        |
| Collettore n.8   | p_s               | 12+300      | 12+690 | 390                            | 11                             | 217.8                            | 433        | DN500 Pe-Crg        | 90            | 3.2               | 583                       | 217.8        | 3.48                   | 191                  | 44.09                        |
| Collettore n.8   | q_s               | 12+300      | 12+760 | 460                            | 11                             | 238.0                            | 500        | DN500 Acciaio       | 90            | 3.1               | 835                       | 238.0        | 3.48                   | 190                  | 38.00                        |
| Collettore n.8   | r_s               | 12+300      | 12+880 | 580                            | 11                             | 263.7                            | 535        | DN630 Pe-Crg        | 90            | 3.1               | 995                       | 263.7        | 3.55                   | 195                  | 36.54                        |
| Collettore n.8   | s_s               | 12+300      | 13+000 | 700                            | 11                             | 289.5                            | 535        | DN630 Pe-Crg        | 90            | 2.9               | 965                       | 289.5        | 3.56                   | 209                  | 39.08                        |
| Collettore n.8   | t_s               | 12+300      | 13+100 | 800                            | 11                             | 308.1                            | 535        | DN630 Pe-Crg        | 90            | 2.9               | 965                       | 308.1        | 3.62                   | 216                  | 40.43                        |
| Collettore n.8   | u_s               | 12+300      | 13+210 | 910                            | 11                             | 331.8                            | 535        | DN630 Pe-Crg        | 90            | 3.0               | 991                       | 331.8        | 3.76                   | 222                  | 41.49                        |
| Collettore n.9   | m_d               | 12+300      | 12+380 | 80                             | 11                             | 51.4                             | 272        | DN315 Pe-Crg        | 90            | 3.5               | 175                       | 51.4         | 2.48                   | 105                  | 38.68                        |
| Collettore n.9   | n_d               | 12+300      | 12+500 | 200                            | 11                             | 128.6                            | 347        | DN400 Pe-Crg        | 90            | 3.6               | 342                       | 128.6        | 3.19                   | 154                  | 44.24                        |
| Collettore n.9   | o_d               | 12+300      | 12+620 | 320                            | 11                             | 194.3                            | 433        | DN500 Pe-Crg        | 90            | 3.5               | 610                       | 194.3        | 3.49                   | 175                  | 40.38                        |
| Collettore n.9   | p_d               | 12+300      | 12+690 | 390                            | 11                             | 211.4                            | 433        | DN500 Pe-Crg        | 90            | 2.9               | 554                       | 211.4        | 3.32                   | 193                  | 44.65                        |
| Collettore n.9   | q_d               | 12+300      | 12+780 | 480                            | 11                             | 232.3                            | 500        | DN500 Acciaio       | 90            | 2.6               | 770                       | 232.3        | 3.26                   | 196                  | 39.19                        |
| Collettore n.9   | r_d               | 12+300      | 12+880 | 580                            | 11                             | 258.0                            | 535        | DN630 Pe-Crg        | 90            | 2.9               | 963                       | 258.0        | 3.44                   | 197                  | 36.75                        |
| Collettore n.9   | s_d               | 12+300      | 13+000 | 700                            | 11                             | 286.0                            | 535        | DN630 Pe-Crg        | 90            | 3.1               | 1,000                     | 286.0        | 3.64                   | 204                  | 38.06                        |
| Collettore n.9   | t_d               | 12+300      | 13+080 | 780                            | 11                             | 295.7                            | 535        | DN630 Pe-Crg        | 90            | 3.6               | 1,073                     | 295.7        | 3.87                   | 200                  | 37.31                        |
| Collettore n.9   | u_d               | 12+300      | 13+200 | 900                            | 11                             | 322.5                            | 535        | DN630 Pe-Crg        | 90            | 3.0               | 983                       | 322.5        | 3.71                   | 220                  | 41.04                        |
| Collettore n.10  | v_d               | 13+215      | 13+200 | -15                            | 11                             | 9.6                              | 272        | DN315 Pe-Crg        | 90            | 3.1               | 164                       | 9.6          | 1.46                   | 46                   | 17.01                        |
| <b>al trattamento (VP19)</b>                             | <b>z</b>          | 12+300      | 13+210 | 910                            | <b>11</b>                      | <b>647.0</b>                     | <b>678</b> | <b>DN800 Pe-Crg</b> | <b>90</b>     | <b>2.9</b>        | <b>1,832</b>              | <b>647.0</b> | <b>4.40</b>            | <b>290</b>           | <b>42.73</b>                 |

| SEZIONE DI CALCOLO                                       |                   |             |        | Sede stradale                  |                                |                                | Area tributaria<br>$\Sigma L \times B$<br>[mq] | Coef. medio deflusso<br>$\Sigma \phi A_i / \Sigma A_i$ | Coeff. Scabrezza<br>$K_s$<br>[m <sup>1/3</sup> /s] | Pendenza media area scolante<br>$i$<br>[m/m] | Tempo di corrivazione       |                            | Intensità pioggia<br>$J$<br>[mm/h] | Altezza Pioggia<br>$h (t_c)$<br>[mm] | U = X <sub>Q</sub> /S<br>Coef. udometrico<br>[l/s mq] | Portata X <sub>Q</sub><br>[l/s] |
|--|-------------------|-------------|--------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--|--|--|--|-----------------------------|----------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|---|---------------------------------|
| ID Collettore<br>(Vedasi Plan. Idr e Profili Collettori) | Sezione idraulica | Progressiva |        | Lunghezza tratta<br>$L$<br>[m] | Larghezza tratta<br>$B$<br>[m] | Coef. medio deflusso<br>$\phi$ |  |  |  |  | calcolato<br>$t_c$<br>[min] | adottato<br>$t_c$<br>[min] |                                    |                                      |   |                                 |
| <b>Sistema Collettamento 04 al trattamento (VP20)</b>    |                   |             |        |                                |                                |                                |  |  |  |  |                             |                            |                                    |                                      |   |                                 |
| Collettore n.11  | a0_s              | 13+225      | 13+240 | 15                             | 11                             | 0.90                           | 165  | 0.90   | 70   | 0.03   | 0.51                        | 5.00                       | 233.8                              | 19.49                                | 0.058   | 9.60                            |
| Collettore n.11  | aa_s              | 13+240      | 13+310 | 70                             | 11                             | 0.90                           | 770  | 0.90   | 70   | 0.03   | 1.74                        | 5.00                       | 233.8                              | 19.49                                | 0.058   | 45.00                           |
| Collettore n.11  | ab_s              | 13+240      | 13+480 | 240                            | 11                             | 0.90                           | 2,640  | 0.90   | 70   | 0.03   | 4.94                        | 5.00                       | 233.8                              | 19.49                                | 0.058   | 154.30                          |
| Collettore n.11  | ac_s              | 13+240      | 13+600 | 360                            | 11                             | 0.90                           | 3,960  | 0.90   | 70   | 0.02   | 6.85                        | 6.85                       | 192.8                              | 22.00                                | 0.048   | 190.90                          |
| Collettore n.11  | ad_s              | 13+240      | 13+660 | 420                            | 11                             | 0.90                           | 4,620  | 0.90   | 70   | 0.03   | 7.73                        | 7.73                       | 178.9                              | 23.06                                | 0.045   | 206.70                          |
| Collettore n.11  | ae_s              | 13+240      | 13+820 | 580                            | 11                             | 0.90                           | 6,380  | 0.90   | 70   | 0.02   | 10.26                       | 10.26                      | 150.4                              | 25.72                                | 0.038   | 239.90                          |

|                              |      |           |               |               |            |           |             |               |             |           |             |              |              |               |              |             |               |
|------------------------------|------|-----------|---------------|---------------|------------|-----------|-------------|---------------|-------------|-----------|-------------|--------------|--------------|---------------|--------------|-------------|---------------|
| Collettore n.12              | a0_d | 13+240    | 13+260        | 20            | 11         | 0.90      | 220         | 0.90          | 70          | 0.03      | 0.63        | 5.00         | 233.8        | 19.49         | 0.059        | 12.90       |               |
| Collettore n.12              | aa_d | 13+240    | 13+330        | 90            | 11         | 0.90      | 990         | 0.90          | 70          | 0.03      | 2.11        | 5.00         | 233.8        | 19.49         | 0.058        | 57.90       |               |
| Collettore n.12              | ab_d | 13+240    | 13+480        | 240           | 11         | 0.90      | 2,640       | 0.90          | 70          | 0.03      | 4.62        | 5.00         | 233.8        | 19.49         | 0.058        | 154.30      |               |
| Collettore n.12              | ac_d | 13+240    | 13+560        | 320           | 11         | 0.90      | 3,520       | 0.90          | 70          | 0.03      | 5.88        | 5.88         | 211.7        | 20.75         | 0.053        | 186.30      |               |
| Collettore n.12              | ad_d | 13+240    | 13+660        | 420           | 11         | 0.90      | 4,620       | 0.90          | 70          | 0.03      | 7.38        | 7.38         | 184.1        | 22.65         | 0.046        | 212.60      |               |
| Collettore n.12              | ae_d | 13+240    | 13+820        | 580           | 11         | 0.90      | 6,380       | 0.90          | 70          | 0.03      | 9.91        | 9.91         | 153.6        | 25.38         | 0.038        | 245.00      |               |
| <b>al trattamento (VP20)</b> |      | <b>af</b> | <b>13+225</b> | <b>13+820</b> | <b>595</b> | <b>11</b> | <b>0.90</b> | <b>13,090</b> | <b>0.90</b> | <b>70</b> | <b>0.03</b> | <b>10.12</b> | <b>10.12</b> | <b>151.66</b> | <b>25.58</b> | <b>0.04</b> | <b>496.30</b> |

| SEZIONE DI CALCOLO                                       |                   |             |               | Lunghezza tratta<br>$L$<br>[m] | Larghezza tratta<br>$B$<br>[m] | Portata max da smaltire<br>$l/s$ | D<br>mm      | Mater.        | Scabr.<br>$c$       | Pend.<br>$i$<br>% | Portata                   |              | Veloc.<br>$V$<br>m/sec | Tirante<br>$h$<br>mm | Grado Riempim.<br>$h/D$<br>% |              |
|--|-------------------|-------------|---------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|--------------|---------------|---------------------|-------------------|---------------------------|--------------|------------------------|----------------------|------------------------------|--------------|
| ID Collettore<br>(Vedasi Plan. Idr e Profili Collettori) | Sezione idraulica | Progressiva |               |                                |                                |                                  |              |               |                     |                   | Q <sub>max</sub><br>l/sec | Q<br>l/sec   |                        |                      |                              |              |
| <b>Sistema Collettamento 04 al trattamento (VP20)</b>    |                   |             |               |                                |                                |                                  |              |               |                     |                   |                           |              |                        |                      |                              |              |
| Collettore n.11  | a0_s              | 13+225      | 13+240        | 15                             | 11                             | 9.6                              | 300          | DN300 Acciaio | 90                  | 3.0               | 209                       | 9.6          | 1.43                   | 45                   | 15.11                        |              |
| Collettore n.11  | aa_s              | 13+240      | 13+310        | 70                             | 11                             | 45.0                             | 347          | DN400 Pe-Crg  | 90                  | 3.0               | 309                       | 45.0         | 2.21                   | 93                   | 26.77                        |              |
| Collettore n.11  | ab_s              | 13+240      | 13+480        | 240                            | 11                             | 154.3                            | 433          | DN500 Pe-Crg  | 90                  | 2.2               | 485                       | 154.3        | 2.78                   | 175                  | 40.32                        |              |
| Collettore n.11  | ac_s              | 13+240      | 13+600        | 360                            | 11                             | 190.9                            | 433          | DN500 Pe-Crg  | 90                  | 2.3               | 490                       | 190.9        | 2.96                   | 195                  | 45.14                        |              |
| Collettore n.11  | ad_s              | 13+240      | 13+660        | 420                            | 11                             | 206.7                            | 500          | DN500 Acciaio | 90                  | 2.4               | 729                       | 206.7        | 3.03                   | 189                  | 37.90                        |              |
| Collettore n.11  | ae_s              | 13+240      | 13+820        | 580                            | 11                             | 239.9                            | 500          | DN500 Acciaio | 90                  | 2.4               | 739                       | 239.9        | 3.19                   | 204                  | 40.80                        |              |
| Collettore n.12  | a0_d              | 13+240      | 13+260        | 20                             | 11                             | 12.9                             | 300          | DN300 Acciaio | 90                  | 3.1               | 213                       | 12.9         | 1.58                   | 52                   | 17.30                        |              |
| Collettore n.12  | aa_d              | 13+240      | 13+330        | 90                             | 11                             | 57.9                             | 347          | DN400 Pe-Crg  | 90                  | 3.0               | 311                       | 57.9         | 2.39                   | 105                  | 30.36                        |              |
| Collettore n.12  | ab_d              | 13+240      | 13+480        | 240                            | 11                             | 154.3                            | 433          | DN500 Pe-Crg  | 90                  | 3.0               | 561                       | 154.3        | 3.08                   | 161                  | 37.28                        |              |
| Collettore n.12  | ac_d              | 13+240      | 13+560        | 320                            | 11                             | 186.3                            | 433          | DN500 Pe-Crg  | 90                  | 2.8               | 538                       | 186.3        | 3.15                   | 183                  | 42.29                        |              |
| Collettore n.12  | ad_d              | 13+240      | 13+660        | 420                            | 11                             | 212.6                            | 500          | DN500 Acciaio | 90                  | 2.4               | 732                       | 212.6        | 3.06                   | 192                  | 38.39                        |              |
| Collettore n.12  | ae_d              | 13+240      | 13+820        | 580                            | 11                             | 245.0                            | 500          | DN500 Acciaio | 90                  | 2.3               | 713                       | 245.0        | 3.12                   | 210                  | 42.08                        |              |
| <b>al trattamento (VP20)</b>                             |                   | <b>af</b>   | <b>13+225</b> | <b>13+820</b>                  | <b>595</b>                     | <b>11</b>                        | <b>496.3</b> | <b>535</b>    | <b>DN630 Pe-Crg</b> | <b>90</b>         | <b>11.5</b>               | <b>1,927</b> | <b>496.3</b>           | <b>6.81</b>          | <b>193</b>                   | <b>35.99</b> |

| SEZIONE DI CALCOLO                                       |                   |  |        | Sede stradale                  |                                |                                | Area tributaria<br>$\Sigma L \times B$<br>[mq] | Coef. medio deflusso<br>$\Sigma \phi A_i / \Sigma A_i$ | Coeff. Scabrezza<br>$K_s$<br>[m <sup>1/3</sup> /s] | Pendenza media area scolante<br>$i$<br>[m/m] | Tempo di corrvazione        |                            | Intensità pioggia<br>$J$<br>[mm/h] | Altezza Pioggia<br>$h(t_c)$<br>[mm] | U = X <sub>Q</sub> /S<br>Coef. udometrico<br>[l/s mq] | Portata X <sub>Q</sub><br>[l/s] |
|--|-------------------|--|--------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--|--|--|--|-----------------------------|----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---|---------------------------------|
| ID Collettore<br>(Vedasi Plan. Idr e Profili Collettori) | Sezione idraulica | Progressiva<br>iniziale [m] finale [m] |        | Lunghezza tratta<br>$L$<br>[m] | Larghezza tratta<br>$B$<br>[m] | Coef. medio deflusso<br>$\phi$ |  |  |  |  | calcolato<br>$t_c$<br>[min] | adottato<br>$t_c$<br>[min] |                                    |                                     |   |                                 |
| <b>Sistema Collettamento 05 al trattamento (VP21)</b>    |                   |  |        |                                |                                |                                |  |  |  |  |                             |                            |                                    |                                     |   |                                 |
| Collettore n.13  | ba_s              | 13+820                                 | 13+980 | 160                            | 11                             | 0.90                           | 1,760  | 0.90   | 70   | 0.03   | 3.22                        | 5.00                       | 233.8                              | 19.49                               | 0.058   | <b>102.90</b>                   |
| Collettore n.13  | bb_s              | 13+820                                 | 14+020 | 200                            | 11                             | 0.90                           | 2,200  | 0.90   | 70   | 0.04   | 3.74                        | 5.00                       | 233.8                              | 19.49                               | 0.058   | <b>128.60</b>                   |
| Collettore n.13  | bc_s              | 13+820                                 | 14+150 | 330                            | 11                             | 0.90                           | 3,630  | 0.90   | 70   | 0.04   | 5.16                        | 5.16                       | 229.3                              | 19.73                               | 0.057   | <b>208.10</b>                   |
| Collettore n.13  | bd_s              | 13+820                                 | 14+460 | 640                            | 11                             | 0.90                           | 7,040  | 0.90   | 70   | 0.04   | 8.84                        | 8.84                       | 164.8                              | 24.28                               | 0.041   | <b>290.00</b>                   |
| Collettore n.13  | be_s              | 13+820                                 | 14+500 | 680                            | 11                             | 0.90                           | 7,480  | 0.90   | 70   | 0.04   | 9.52                        | 9.52                       | 157.5                              | 24.98                               | 0.039   | <b>294.50</b>                   |
| Collettore n.13  | bg_s              | 13+820                                 | 14+540 | 720                            | 11                             | 0.90                           | 7,920  | 0.90   | 70   | 0.04   | 10.34                       | 10.34                      | 149.7                              | 25.80                               | 0.037   | <b>296.40</b>                   |
| Collettore n.15  | bf_s              | 14+620                                 | 14+540 | 80                             | 11                             | 0.90                           | 880  | 0.90   | 70   | 0.01   | 3.43                        | 5.00                       | 233.8                              | 19.49                               | 0.058   | <b>51.40</b>                    |

|                              |           |        |        |     |           |             |        |      |    |             |              |              |              |              |             |               |
|------------------------------|-----------|--------|--------|-----|-----------|-------------|--------|------|----|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|---------------|
| Collettore n.14              | ba_d      | 13+820 | 13+980 | 160 | 11        | 0.90        | 1,760  | 0.90 | 70 | 0.03        | 3.39         | 5.00         | 233.8        | 19.49        | 0.058       | <b>102.90</b> |
| Collettore n.14              | bb_d      | 13+820 | 14+020 | 200 | 11        | 0.90        | 2,200  | 0.90 | 70 | 0.03        | 3.93         | 5.00         | 233.8        | 19.49        | 0.058       | <b>128.60</b> |
| Collettore n.14              | bc_d      | 13+820 | 14+150 | 330 | 11        | 0.90        | 3,630  | 0.90 | 70 | 0.04        | 5.49         | 5.49         | 220.7        | 20.21        | 0.055       | <b>200.30</b> |
| Collettore n.14              | bd_d      | 13+820 | 14+460 | 640 | 11        | 0.90        | 7,040  | 0.90 | 70 | 0.04        | 9.01         | 9.01         | 162.9        | 24.46        | 0.041       | <b>286.80</b> |
| Collettore n.14              | be_d      | 13+820 | 14+500 | 680 | 11        | 0.90        | 7,480  | 0.90 | 70 | 0.04        | 9.85         | 9.85         | 154.2        | 25.32        | 0.039       | <b>288.40</b> |
| Collettore n.14              | bg_d      | 13+820 | 14+540 | 720 | 11        | 0.90        | 7,920  | 0.90 | 70 | 0.03        | 10.59        | 10.59        | 147.5        | 26.03        | 0.037       | <b>292.10</b> |
| Collettore n.16              | bf_d      | 14+680 | 14+540 | 140 | 11        | 0.90        | 1,540  | 0.90 | 70 | 0.01        | 4.72         | 5.00         | 233.8        | 19.49        | 0.058       | <b>90.00</b>  |
| <b>al trattamento (VP21)</b> | <b>be</b> | 13+820 | 14+680 | 860 | <b>11</b> | <b>0.90</b> | 18,920 | 0.90 | 70 | <b>0.01</b> | <b>24.18</b> | <b>24.18</b> | <b>88.86</b> | <b>35.80</b> | <b>0.02</b> | <b>420.30</b> |

| SEZIONE DI CALCOLO                                       |                   |  |        | Lunghezza tratta<br>$L$<br>[m] | Larghezza tratta<br>$B$<br>[m] | Portata max da smaltire<br>$l/s$ | D<br>mm | Mater.        | Scabr.<br>$c$ | Pend.<br>$i$<br>% | Portata                   |            | Veloc.<br>$V$<br>m/sec | Tirante<br>$h$<br>mm | Grado Riempim.<br>$h/D$<br>% |
|--|-------------------|--|--------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------|---------------|---------------|-------------------|---------------------------|------------|------------------------|----------------------|------------------------------|
| ID Collettore<br>(Vedasi Plan. Idr e Profili Collettori) | Sezione idraulica | Progressiva<br>iniziale [m] finale [m] |        |                                |                                |                                  |         |               |               |                   | Q <sub>max</sub><br>l/sec | Q<br>l/sec |                        |                      |                              |
| <b>Sistema Collettamento 05 al trattamento (VP21)</b>    |                   |  |        |                                |                                |                                  |         |               |               |                   |                           |            |                        |                      |                              |
| Collettore n.13  | ba_s              | 13+820                                 | 13+980 | 160                            | 11                             | 102.9                            | 347     | DN400 Pe-Crg  | 90            | 3.28              | 325                       | 102.9      | 2.89                   | 140                  | 40.22                        |
| Collettore n.13  | bb_s              | 13+820                                 | 14+020 | 200                            | 11                             | 128.6                            | 400     | DN400 Acciaio | 90            | 3.51              | 491                       | 128.6      | 3.12                   | 145                  | 36.30                        |
| Collettore n.13  | bc_s              | 13+820                                 | 14+150 | 330                            | 11                             | 208.1                            | 433     | DN500 Pe-Crg  | 90            | 4.26              | 668                       | 208.1      | 3.80                   | 173                  | 39.87                        |
| Collettore n.13  | bd_s              | 13+820                                 | 14+460 | 640                            | 11                             | 290.0                            | 500     | DN500 Acciaio | 90            | 4.14              | 967                       | 290.0      | 4.08                   | 195                  | 39.06                        |
| Collettore n.13  | be_s              | 13+820                                 | 14+500 | 680                            | 11                             | 294.5                            | 535     | DN630 Pe-Crg  | 90            | 3.88              | 1,122                     | 294.5      | 3.99                   | 195                  | 36.36                        |
| Collettore n.13  | bg_s              | 13+820                                 | 14+540 | 720                            | 11                             | 296.4                            | 678     | DN800 Pe-Crg  | 90            | 3.54              | 2,013                     | 296.4      | 3.79                   | 182                  | 26.91                        |
| Collettore n.15  | bf_s              | 14+620                                 | 14+540 | -80                            | 11                             | 51.4                             | 347     | DN400 Pe-Crg  | 90            | 1.00              | 179                       | 51.4       | 1.55                   | 132                  | 38.10                        |
| Collettore n.14  | ba_d              | 13+820                                 | 13+980 | 160                            | 11                             | 102.9                            | 347     | DN400 Pe-Crg  | 90            | 2.89              | 305                       | 102.9      | 2.76                   | 145                  | 41.65                        |
| Collettore n.14  | bb_d              | 13+820                                 | 14+020 | 200                            | 11                             | 128.6                            | 400     | DN400 Acciaio | 90            | 3.99              | 523                       | 128.6      | 3.27                   | 140                  | 35.10                        |
| Collettore n.14  | bc_d              | 13+820                                 | 14+150 | 330                            | 11                             | 200.3                            | 433     | DN500 Pe-Crg  | 90            | 4.78              | 708                       | 200.3      | 3.92                   | 164                  | 37.86                        |
| Collettore n.14  | bd_d              | 13+820                                 | 14+460 | 640                            | 11                             | 286.8                            | 500     | DN500 Acciaio | 90            | 4.47              | 1,005                     | 286.8      | 4.19                   | 190                  | 38.02                        |
| Collettore n.14  | be_d              | 13+820                                 | 14+500 | 680                            | 11                             | 288.4                            | 535     | DN630 Pe-Crg  | 90            | 2.05              | 815                       | 288.4      | 3.14                   | 229                  | 42.79                        |
| Collettore n.14  | bg_d              | 13+820                                 | 14+540 | 720                            | 11                             | 292.1                            | 678     | DN800 Pe-Crg  | 90            | 1.33              | 1,234                     | 292.1      | 2.65                   | 233                  | 34.41                        |
| Collettore n.16  | bf_d              | 14+680                                 | 14+540 | -140                           | 11                             | 90.0                             | 347     | DN400 Pe-Crg  | 90            | 0.96              | 176                       | 90.0       | 1.77                   | 184                  | 52.97                        |
| <b>al trattamento (VP21)</b>                             | <b>be</b>         | 13+820                                 | 14+680 | 860                            | 11                             | 420.3                            | 678     | DN800 Pe-Crg  | 90            | 1.45              | 1,289                     | 420.3      | 3.03                   | 277                  | 40.89                        |

**Ai fini del dimensionamento e delle verifiche idrauliche, si è assunto un grado di riempimento massimo accettato pari al 50% per diametri inferiori o uguali a 400 mm e pari al 70% per diametri superiori a 400 mm.**

La verifica dei diametri dei collettori sulla portata di progetto è stata effettuata ipotizzando condizioni di moto uniforme.

In corrispondenza delle sezioni in viadotto, è stato previsto l'utilizzo di tubazioni metalliche in acciaio caratterizzate da elevata durabilità (Ref. Doc T00IDIDRST05). Inoltre gli elementi di raccolta delle acque di piattaforma (bocchettoni) sono previsti ad interasse di 5 m ed in prossimità dei giunti in modo da intercettare l'acqua prima del giunto stesso. In particolare i bocchettoni sono stati posizionati all'interno del cordolo tali da non interferire con il flusso veicolare

#### 7.4.2 Determinazione dell'interasse dei sistemi di drenaggio

Con riferimento all'asse principale (CAT B) è stato effettuato il calcolo dell'interasse:

- dei pozzetti caditoia nelle sezioni in scavo;
- dei raccordi in cls (embrice) nei tratti in rilevato;
- dei bocchettoni sui tratti in viadotto

L'interasse è stato determinato imponendo, che a fronte di uno scroscio di pioggia, con tempo di ritorno di 25 anni, non si abbia sul margine esterno della banchina un velo liquido di larghezza maggiore o uguale ad 1 m.

Con riferimento ad una carreggiata di larghezza L (m), fissato l'interasse p (m), la superficie scolante  $\Omega = L p$  (mq), caratterizzata da un coefficiente di deflusso  $\varphi$ , in occasione di un evento meteorico di intensità i (mm/ora), genera una portata:

$$Q = \varphi \Omega \frac{i}{3600}$$

Si va a verificare che la lama liquida di tirante h e portata Q che scorre sulla banchina, entro una sezione triangolare di altezza totale h, contro il cordolo, e lato inclinato della pendenza trasversale della banchina, con una pendenza motrice pari a quella longitudinale della strada, deve essere contenuta entro la banchina con una larghezza massima di 1 m. Si effettuano le verifiche nell'ipotesi di moto uniforme. Sotto tale ipotesi la formula della portata, utilizzando l'equazione di continuità e l'espressione di Chezy per la velocità, si scrive:

$$Q = S\chi\sqrt{Ri}$$

essendo:

Q: portata [l/sec];

S: area della sezione idraulica [m<sup>2</sup>];

$\chi$ : coefficiente di resistenza secondo Gauckler- Strickler;

R: raggio idraulico [m];

i: pendenza di fondo del canale [m/m].



### Verifiche Interasse Caditoie sezioni in scavo corrente

| Banchina             |             |                        | Cunetta Francese    |                        |                   |                      |                      |                        |                        | Arginello          | Pend.        | Qmax        | Portata   | Veloc.  | Tirante | Raggio | Grado |       | Banchina interessata |      | interasse |    |
|----------------------|-------------|------------------------|---------------------|------------------------|-------------------|----------------------|----------------------|------------------------|------------------------|--------------------|--------------|-------------|-----------|---------|---------|--------|-------|-------|----------------------|------|-----------|----|
| Pendenza trasversale | Larg. oriz. | Scabr. c               | Larg. lato banchina | Pendenza Fondo cunetta | Altezza cunetta p | Larg. lato arginello | Angolo Fondo cunetta | Scabrezza c            | Angolo sulla verticale | Altezza totale hac | long. strada | Q*max h = p | Q calcolo | Vmedia  | h       | R      | h/hac | h/p   | h                    | L    | i         |    |
| [%]                  | [m]         | [m <sup>2</sup> /3 /s] | [m]                 | [%]                    | [cm]              | [m]                  | [gradi]              | [m <sup>2</sup> /3 /s] | [gradi]                | [cm]               | [%]          | [l/sec]     | [l/sec]   | [m/sec] | [cm]    | [m]    | [%]   | [%]   | [cm]                 | [m]  | [m]       |    |
| 2.50                 | 1.75        | 70                     | 1                   | 13                     | 15                | 0.15                 |                      | 70                     | 0                      | 19.38              | 0.70         | 162.68      | 162.68    | 11.40   | 0.59    | 6.69   | 0.03  | 34.52 | 44.58                | 0.00 | 0.00      | 20 |
| 2.50                 | 1.75        | 70                     | 1                   | 13                     | 15                | 0.15                 |                      | 70                     | 0                      | 19.38              | 0.80         | 173.91      | 173.91    | 11.40   | 0.62    | 6.52   | 0.03  | 33.66 | 43.48                | 0.00 | 0.00      | 20 |
| 2.50                 | 1.75        | 70                     | 1                   | 13                     | 15                | 0.15                 |                      | 70                     | 0                      | 19.38              | 0.90         | 184.46      | 184.46    | 11.40   | 0.64    | 6.38   | 0.03  | 32.93 | 42.53                | 0.00 | 0.00      | 20 |
| 2.50                 | 1.75        | 70                     | 1                   | 13                     | 15                | 0.15                 |                      | 70                     | 0                      | 19.38              | 1.00         | 194.44      | 194.44    | 11.40   | 0.67    | 6.25   | 0.03  | 32.28 | 41.70                | 0.00 | 0.00      | 20 |
| 2.50                 | 1.75        | 70                     | 1                   | 13                     | 15                | 0.15                 |                      | 70                     | 0                      | 19.38              | 1.20         | 213.00      | 213.00    | 11.40   | 0.72    | 6.04   | 0.03  | 31.20 | 40.30                | 0.00 | 0.00      | 20 |
| 2.50                 | 1.75        | 70                     | 1                   | 13                     | 15                | 0.15                 |                      | 70                     | 0                      | 19.38              | 1.40         | 230.06      | 230.06    | 11.40   | 0.76    | 5.87   | 0.03  | 30.31 | 39.15                | 0.00 | 0.00      | 20 |
| 2.50                 | 1.75        | 70                     | 1                   | 13                     | 15                | 0.15                 |                      | 70                     | 0                      | 19.38              | 1.60         | 245.95      | 245.95    | 11.40   | 0.80    | 5.73   | 0.03  | 29.56 | 38.18                | 0.00 | 0.00      | 20 |
| 2.50                 | 1.75        | 70                     | 1                   | 13                     | 15                | 0.15                 |                      | 70                     | 0                      | 19.38              | 1.80         | 260.87      | 260.87    | 11.40   | 0.84    | 5.60   | 0.03  | 28.91 | 37.35                | 0.00 | 0.00      | 20 |
| 2.50                 | 1.75        | 70                     | 1                   | 13                     | 15                | 0.15                 |                      | 70                     | 0                      | 19.38              | 2.00         | 274.98      | 274.98    | 11.40   | 0.87    | 5.49   | 0.03  | 28.35 | 36.62                | 0.00 | 0.00      | 20 |
| 2.50                 | 1.75        | 70                     | 1                   | 13                     | 15                | 0.15                 |                      | 70                     | 0                      | 19.38              | 2.20         | 288.40      | 288.40    | 11.40   | 0.90    | 5.40   | 0.02  | 27.85 | 35.97                | 0.00 | 0.00      | 20 |
| 2.50                 | 1.75        | 70                     | 1                   | 13                     | 15                | 0.15                 |                      | 70                     | 0                      | 19.38              | 2.40         | 301.22      | 301.22    | 11.40   | 0.93    | 5.31   | 0.03  | 27.40 | 35.39                | 0.00 | 0.00      | 20 |
| 2.50                 | 1.75        | 70                     | 1                   | 13                     | 15                | 0.15                 |                      | 70                     | 0                      | 19.38              | 2.60         | 313.52      | 313.52    | 11.40   | 0.96    | 5.23   | 0.02  | 26.99 | 34.86                | 0.00 | 0.00      | 20 |
| 2.50                 | 1.75        | 70                     | 1                   | 13                     | 15                | 0.15                 |                      | 70                     | 0                      | 19.38              | 2.80         | 325.36      | 325.36    | 11.40   | 0.99    | 5.16   | 0.02  | 26.62 | 34.38                | 0.00 | 0.00      | 20 |
| 2.50                 | 1.75        | 70                     | 1                   | 13                     | 15                | 0.15                 |                      | 70                     | 0                      | 19.38              | 3.00         | 336.78      | 336.78    | 11.40   | 1.01    | 5.09   | 0.02  | 26.27 | 33.94                | 0.00 | 0.00      | 20 |
| 2.50                 | 1.75        | 70                     | 1                   | 13                     | 15                | 0.15                 |                      | 70                     | 0                      | 19.38              | 3.50         | 363.76      | 363.76    | 11.40   | 1.07    | 4.95   | 0.02  | 25.52 | 32.97                | 0.00 | 0.00      | 20 |
| 2.50                 | 1.75        | 70                     | 1                   | 13                     | 15                | 0.15                 |                      | 70                     | 0                      | 19.38              | 4.00         | 388.88      | 388.88    | 11.40   | 1.13    | 4.82   | 0.02  | 24.89 | 32.15                | 0.00 | 0.00      | 20 |
| 2.50                 | 1.75        | 70                     | 1                   | 13                     | 15                | 0.15                 |                      | 70                     | 0                      | 19.38              | 4.50         | 412.47      | 412.47    | 11.40   | 1.18    | 4.72   | 0.02  | 24.35 | 31.45                | 0.00 | 0.00      | 20 |
| 2.50                 | 1.75        | 70                     | 1                   | 13                     | 15                | 0.15                 |                      | 70                     | 0                      | 19.38              | 5.00         | 434.78      | 434.78    | 11.40   | 1.23    | 4.63   | 0.02  | 23.87 | 30.84                | 0.00 | 0.00      | 20 |
| 2.50                 | 1.75        | 70                     | 1                   | 13                     | 15                | 0.15                 |                      | 70                     | 0                      | 19.38              | 5.50         | 456.00      | 456.00    | 11.40   | 1.27    | 4.54   | 0.02  | 23.45 | 30.29                | 0.00 | 0.00      | 20 |

| Pend. long. strada % | interasse caditoia Ic [m] | Caditoia grata    |                 |          |                 |                          | V <sub>o</sub> Vel limite [m/sec] | Portata max Q 1,66 P h <sup>3/2</sup> [l/sec] | Efficienza frontale E <sub>f</sub> | Rendimento              |                         | Efficienza totale E | Portata intercet. caditoia Q [l/sec] |
|----------------------|---------------------------|-------------------|-----------------|----------|-----------------|--------------------------|-----------------------------------|---|------------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------|--------------------------------------|
|                      |                           | L asse strada [m] | B larghezza [m] | numero n | spessore s [mm] | direzione corrente N - P |                                   |   |                                    | frontale R <sub>1</sub> | laterale R <sub>2</sub> |                     |                                      |

|      |    |      |      |    |     |   |      |       |      |      |      |      |       |
|------|----|------|------|----|-----|---|------|-------|------|------|------|------|-------|
| 0.70 | 20 | 0.50 | 0.50 | 15 | 8.5 | N | 1.08 | 50.10 | 1.00 | 1.00 | 0.14 | 1.00 | 11.40 |
| 0.80 |    | 0.50 | 0.50 | 15 | 8.5 | N | 1.08 | 48.25 | 1.00 | 1.00 | 0.13 | 1.00 | 11.40 |
| 0.90 |    | 0.50 | 0.50 | 15 | 8.5 | N | 1.08 | 46.68 | 1.00 | 1.00 | 0.12 | 1.00 | 11.40 |
| 1.00 | 20 | 0.50 | 0.50 | 15 | 8.5 | N | 1.08 | 45.31 | 1.00 | 1.00 | 0.11 | 1.00 | 11.40 |
| 1.20 |    | 0.50 | 0.50 | 15 | 8.5 | N | 1.08 | 43.05 | 1.00 | 1.00 | 0.10 | 1.00 | 11.40 |
| 1.40 |    | 0.50 | 0.50 | 15 | 8.5 | N | 1.08 | 41.22 | 1.00 | 1.00 | 0.09 | 1.00 | 11.40 |
| 1.60 | 20 | 0.50 | 0.50 | 15 | 8.5 | N | 1.08 | 39.70 | 1.00 | 1.00 | 0.08 | 1.00 | 11.40 |
| 1.80 |    | 0.50 | 0.50 | 15 | 8.5 | N | 1.08 | 38.41 | 1.00 | 1.00 | 0.08 | 1.00 | 11.40 |
| 2.00 |    | 0.50 | 0.50 | 15 | 8.5 | N | 1.08 | 37.29 | 1.00 | 1.00 | 0.07 | 1.00 | 11.40 |
| 2.20 | 20 | 0.50 | 0.50 | 15 | 8.5 | N | 1.08 | 36.30 | 1.00 | 1.00 | 0.07 | 1.00 | 11.40 |
| 2.40 |    | 0.50 | 0.50 | 15 | 8.5 | N | 1.08 | 35.42 | 1.00 | 1.00 | 0.07 | 1.00 | 11.40 |
| 2.60 |    | 0.50 | 0.50 | 15 | 8.5 | N | 1.08 | 34.64 | 1.00 | 1.00 | 0.06 | 1.00 | 11.40 |
| 2.80 | 20 | 0.50 | 0.50 | 15 | 8.5 | N | 1.08 | 33.92 | 1.00 | 1.00 | 0.06 | 1.00 | 11.40 |
| 3.00 |    | 0.50 | 0.50 | 15 | 8.5 | N | 1.08 | 33.27 | 1.00 | 1.00 | 0.06 | 1.00 | 11.40 |
| 3.50 |    | 0.50 | 0.50 | 15 | 8.5 | N | 1.08 | 31.86 | 1.00 | 1.00 | 0.05 | 1.00 | 11.40 |
| 4.00 | 20 | 0.50 | 0.50 | 15 | 8.5 | N | 1.08 | 30.68 | 1.00 | 0.98 | 0.05 | 0.98 | 11.22 |
| 4.50 |    | 0.50 | 0.50 | 15 | 8.5 | N | 1.08 | 29.68 | 1.00 | 0.97 | 0.04 | 0.97 | 11.05 |
| 5.00 |    | 0.50 | 0.50 | 15 | 8.5 | N | 1.08 | 28.82 | 1.00 | 0.95 | 0.04 | 0.95 | 10.89 |
| 5.50 | 20 | 0.50 | 0.50 | 15 | 8.5 | N | 1.08 | 28.05 | 1.00 | 0.94 | 0.04 | 0.94 | 10.73 |

**Verifiche Interasse Caditoie sezioni in scavo in curva**

| Banchina                 |                 |                                | Cunetta Francese        |                            |                        |                          |                              |                                   |                                | Arginello               |         | Pend. long. strada % | Q <sub>max</sub> L=1m [l/sec] | Portata Q <sup>max</sup> h=p [l/sec] | Q calcolo [l/sec] | Veloc. Vmedia [m/sec] | Tirante h [cm] | Raggio idraulico R [m] | Grado Riempimento |        | Banchina interessata dallo scorrimento |    | interasse i [m] |
|--------------------------|-----------------|--------------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-------------------------|---------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------------|-------------------|-----------------------|----------------|------------------------|-------------------|--------|--|----|-----------------|
| Pendenza trasversale [%] | Larg. oriz. [m] | Scabr. c [m <sup>1/3</sup> /s] | Larg. lato banchina [m] | Pendenza Fondo cunetta [%] | Altezza cunetta p [cm] | Larg. lato arginello [m] | Angolo Fondo cunetta [gradi] | Scabrezza c [m <sup>1/3</sup> /s] | Angolo sulla verticale [gradi] | Altezza totale hac [cm] | h/hac % |                      |                               |                                      |                   |                       |                |                        | h/p %             | h [cm] | L [m]                                  |    |                 |
| 7.00                     | 1.75            | 70                             | 1                       | 13                         | 15                     | 0.15                     |                              | 70                                | 0                              | 27.25                   | 0.70    | 149.24               | 90.13                         | 6.13                                 | 0.50              | 5.3                   | 0.03           | 19.44                  | 35.32             | 0.00   | 0.00                                   | 20 |                 |
| 7.00                     | 1.75            | 70                             | 1                       | 13                         | 15                     | 0.15                     |                              | 70                                | 0                              | 27.25                   | 0.80    | 159.55               | 96.36                         | 6.13                                 | 0.53              | 5.2                   | 0.02           | 18.96                  | 34.44             | 0.00   | 0.00                                   | 20 |                 |
| 7.00                     | 1.75            | 70                             | 1                       | 13                         | 15                     | 0.15                     |                              | 70                                | 0                              | 27.25                   | 0.90    | 169.23               | 102.20                        | 6.13                                 | 0.55              | 5.1                   | 0.02           | 18.55                  | 33.69             | 0.00   | 0.00                                   | 20 |                 |
| 7.00                     | 1.75            | 70                             | 1                       | 13                         | 15                     | 0.15                     |                              | 70                                | 0                              | 27.25                   | 1.00    | 178.38               | 107.73                        | 6.13                                 | 0.57              | 5.0                   | 0.02           | 18.18                  | 33.03             | 0.00   | 0.00                                   | 20 |                 |
| 7.00                     | 1.75            | 70                             | 1                       | 13                         | 15                     | 0.15                     |                              | 70                                | 0                              | 27.25                   | 1.20    | 195.41               | 118.01                        | 6.13                                 | 0.61              | 4.8                   | 0.02           | 17.57                  | 31.92             | 0.00   | 0.00                                   | 20 |                 |
| 7.00                     | 1.75            | 70                             | 1                       | 13                         | 15                     | 0.15                     |                              | 70                                | 0                              | 27.25                   | 1.40    | 211.06               | 127.47                        | 6.13                                 | 0.65              | 4.7                   | 0.02           | 17.07                  | 31.01             | 0.00   | 0.00                                   | 20 |                 |
| 7.00                     | 1.75            | 70                             | 1                       | 13                         | 15                     | 0.15                     |                              | 70                                | 0                              | 27.25                   | 1.60    | 225.64               | 136.27                        | 6.13                                 | 0.68              | 4.5                   | 0.02           | 16.65                  | 30.25             | 0.00   | 0.00                                   | 20 |                 |
| 7.00                     | 1.75            | 70                             | 1                       | 13                         | 15                     | 0.15                     |                              | 70                                | 0                              | 27.25                   | 1.80    | 239.32               | 144.53                        | 6.13                                 | 0.72              | 4.4                   | 0.02           | 16.29                  | 29.59             | 0.00   | 0.00                                   | 20 |                 |
| 7.00                     | 1.75            | 70                             | 1                       | 13                         | 15                     | 0.15                     |                              | 70                                | 0                              | 27.25                   | 2.00    | 252.27               | 152.35                        | 6.13                                 | 0.74              | 4.4                   | 0.02           | 15.97                  | 29.01             | 0.00   | 0.00                                   | 20 |                 |
| 7.00                     | 1.75            | 70                             | 1                       | 13                         | 15                     | 0.15                     |                              | 70                                | 0                              | 27.25                   | 2.20    | 264.58               | 159.79                        | 6.13                                 | 0.77              | 4.3                   | 0.02           | 15.68                  | 28.49             | 0.00   | 0.00                                   | 20 |                 |
| 7.00                     | 1.75            | 70                             | 1                       | 13                         | 15                     | 0.15                     |                              | 70                                | 0                              | 27.25                   | 2.40    | 276.35               | 166.89                        | 6.13                                 | 0.80              | 4.2                   | 0.02           | 15.43                  | 28.03             | 0.00   | 0.00                                   | 20 |                 |
| 7.00                     | 1.75            | 70                             | 1                       | 13                         | 15                     | 0.15                     |                              | 70                                | 0                              | 27.25                   | 2.60    | 287.63               | 173.71                        | 6.13                                 | 0.82              | 4.1                   | 0.02           | 15.20                  | 27.62             | 0.00   | 0.00                                   | 20 |                 |
| 7.00                     | 1.75            | 70                             | 1                       | 13                         | 15                     | 0.15                     |                              | 70                                | 0                              | 27.25                   | 2.80    | 298.49               | 180.26                        | 6.13                                 | 0.84              | 4.1                   | 0.02           | 14.99                  | 27.23             | 0.00   | 0.00                                   | 20 |                 |
| 7.00                     | 1.75            | 70                             | 1                       | 13                         | 15                     | 0.15                     |                              | 70                                | 0                              | 27.25                   | 3.00    | 308.96               | 186.59                        | 6.13                                 | 0.87              | 4.0                   | 0.02           | 14.80                  | 26.88             | 0.00   | 0.00                                   | 20 |                 |
| 7.00                     | 1.75            | 70                             | 1                       | 13                         | 15                     | 0.15                     |                              | 70                                | 0                              | 27.25                   | 4.00    | 356.76               | 215.46                        | 6.13                                 | 0.97              | 3.8                   | 0.02           | 14.02                  | 25.47             | 0.00   | 0.00                                   | 20 |                 |
| 7.00                     | 1.75            | 70                             | 1                       | 13                         | 15                     | 0.15                     |                              | 70                                | 0                              | 27.25                   | 5.00    | 398.87               | 240.89                        | 6.13                                 | 1.05              | 3.7                   | 0.02           | 13.45                  | 24.43             | 0.00   | 0.00                                   | 20 |                 |
| 7.00                     | 1.75            | 70                             | 1                       | 13                         | 15                     | 0.15                     |                              | 70                                | 0                              | 27.25                   | 5.50    | 39.39                | 24.09                         | 6.13                                 | 1.09              | 3.6                   | 0.02           | 13.21                  | 24.00             | 0.00   | 0.00                                   | 20 |                 |
| 7.00                     | 1.75            | 70                             | 1                       | 13                         | 15                     | 0.15                     |                              | 70                                | 0                              | 27.25                   | 6.00    | 97.70                | 59.01                         | 6.13                                 | 1.12              | 3.5                   | 0.02           | 13.00                  | 23.61             | 0.00   | 0.00                                   | 20 |                 |
| 7.00                     | 1.75            | 70                             | 1                       | 13                         | 15                     | 0.15                     |                              | 70                                | 0                              | 27.25                   | 6.50    | 398.87               | 240.89                        | 6.13                                 | 1.16              | 3.5                   | 0.02           | 12.80                  | 23.26             | 0.00   | 0.00                                   | 20 |                 |

| Pend. long. strada % | interasse caditoia Ic [m] | Caditoia grata barre grata |                 |          |                 |                          | V <sub>o</sub> Vel limite [m/sec] | Portata max Q 1,66 P h <sup>3/2</sup> [l/sec] | Efficienza frontale E <sub>f</sub> | Rendimento     |                | Efficienza totale E | Portata intercet. caditoia Q [l/sec] |
|----------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------|----------|-----------------|--------------------------|-----------------------------------|---|------------------------------------|----------------|----------------|---------------------|--------------------------------------|
|                      |                           | L asse strada [m]          | B larghezza [m] | numero n | spessore s [mm] | direzione corrente N - P |                                   |   |                                    | R <sub>1</sub> | R <sub>2</sub> |                     |                                      |
| 0.70                 | 20                        | 0.50                       | 0.50            | 15       | 8.5             | N                        | 1.08                              | 35.32   | 1.00                               | 1.00           | 0.37           | 1.00                | 6.13                                 |
| 0.80                 |                           | 0.50                       | 0.50            | 15       | 8.5             | N                        | 1.08                              | 34.02   | 1.00                               | 1.00           | 0.35           | 1.00                | 6.13                                 |
| 0.90                 |                           | 0.50                       | 0.50            | 15       | 8.5             | N                        | 1.08                              | 32.91   | 1.00                               | 1.00           | 0.33           | 1.00                | 6.13                                 |
| 1.00                 |                           | 0.50                       | 0.50            | 15       | 8.5             | N                        | 1.08                              | 31.95   | 1.00                               | 1.00           | 0.32           | 1.00                | 6.13                                 |
| 1.20                 | 20                        | 0.50                       | 0.50            | 15       | 8.5             | N                        | 1.08                              | 30.35   | 1.00                               | 1.00           | 0.29           | 1.00                | 6.13                                 |
| 1.40                 |                           | 0.50                       | 0.50            | 15       | 8.5             | N                        | 1.08                              | 29.07   | 1.00                               | 1.00           | 0.27           | 1.00                | 6.13                                 |
| 1.60                 |                           | 0.50                       | 0.50            | 15       | 8.5             | N                        | 1.08                              | 27.99   | 1.00                               | 1.00           | 0.25           | 1.00                | 6.13                                 |
| 1.80                 |                           | 0.50                       | 0.50            | 15       | 8.5             | N                        | 1.08                              | 27.08   | 1.00                               | 1.00           | 0.24           | 1.00                | 6.13                                 |
| 2.00                 | 20                        | 0.50                       | 0.50            | 15       | 8.5             | N                        | 1.08                              | 26.29   | 1.00                               | 1.00           | 0.23           | 1.00                | 6.13                                 |
| 2.20                 |                           | 0.50                       | 0.50            | 15       | 8.5             | N                        | 1.08                              | 25.60   | 1.00                               | 1.00           | 0.21           | 1.00                | 6.13                                 |
| 2.40                 |                           | 0.50                       | 0.50            | 15       | 8.5             | N                        | 1.08                              | 24.98   | 1.00                               | 1.00           | 0.20           | 1.00                | 6.13                                 |
| 2.60                 |                           | 0.50                       | 0.50            | 15       | 8.5             | N                        | 1.08                              | 24.42   | 1.00                               | 1.00           | 0.20           | 1.00                | 6.13                                 |
| 2.80                 | 20                        | 0.50                       | 0.50            | 15       | 8.5             | N                        | 1.08                              | 23.92   | 1.00                               | 1.00           | 0.19           | 1.00                | 6.13                                 |
| 3.00                 |                           | 0.50                       | 0.50            | 15       | 8.5             | N                        | 1.08                              | 23.46   | 1.00                               | 1.00           | 0.18           | 1.00                | 6.13                                 |
| 4.00                 |                           | 0.50                       | 0.50            | 15       | 8.5             | N                        | 1.08                              | 21.63   | 1.00                               | 1.00           | 0.15           | 1.00                | 6.13                                 |
| 5.00                 |                           | 0.50                       | 0.50            | 15       | 8.5             | N                        | 1.08                              | 20.32   | 1.00                               | 1.00           | 0.14           | 1.00                | 6.13                                 |
| 5.50                 | 20                        | 0.50                       | 0.50            | 15       | 8.5             | N                        | 1.08                              | 19.78   | 1.00                               | 1.00           | 0.13           | 1.00                | 6.10                                 |
| 6.00                 | 20                        | 0.50                       | 0.50            | 15       | 8.5             | N                        | 1.08                              | 19.30   | 1.00                               | 0.99           | 0.12           | 0.99                | 6.04                                 |
| 6.50                 | 20                        | 0.50                       | 0.50            | 15       | 8.5             | N                        | 1.08                              | 18.87   | 1.00                               | 0.98           | 0.12           | 0.98                | 5.97                                 |

Verifiche Interasse Raccordi in cls Sezioni in Rilevato - sezione corrente

| Banchina                       |                       |                                      | Arginello                               | Altezza<br>totale<br>hac<br>[cm] | Pend.<br>long.<br>strada<br>% | Portata         |              | Veloc.<br>Vmedia<br>[m/sec] | Tirante<br>h<br>[cm] | Raggio<br>idraulico<br>R<br>[m] | Grado<br>Riem.<br>h/hac<br>% | Banchina interessata<br>dallo scorrimento |          | interasse<br>i<br>[m] |
|--------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|---|----------------------------------|-------------------------------|-----------------|--------------|-----------------------------|----------------------|---------------------------------|------------------------------|---|----------|-----------------------|
| Pendenza<br>trasversale<br>[%] | Larg.<br>oriz.<br>[m] | Scabr.<br>c<br>[m <sup>1/3</sup> /s] | Angolo<br>sulla<br>verticale<br>[gradi] |                                  |                               | Qmax<br>[l/sec] | Q<br>[l/sec] |                             |                      |                                 |                              | h<br>[cm]                                 | L<br>[m] |                       |
| 2.50                           | 1.75                  | 70                                   | 0                                       | 4.38                             | 0.70                          | 3.66            | 2.85         | 0.29                        | 2.2                  | 0.01                            | 50.60                        | 2.21                                      | 0.9      | 5                     |
| 2.50                           | 1.75                  | 70                                   | 0                                       | 4.38                             | 0.80                          | 3.91            | 2.85         | 0.31                        | 2.2                  | 0.01                            | 49.35                        | 2.16                                      | 0.9      | 5                     |
| 2.50                           | 1.75                  | 70                                   | 0                                       | 4.38                             | 0.90                          | 4.15            | 2.85         | 0.32                        | 2.1                  | 0.01                            | 48.27                        | 2.11                                      | 0.8      | 5                     |
| 2.50                           | 1.75                  | 70                                   | 0                                       | 4.38                             | 1.00                          | 4.38            | 2.85         | 0.33                        | 2.1                  | 0.01                            | 47.33                        | 2.07                                      | 0.8      | 5                     |
| 2.50                           | 1.75                  | 70                                   | 0                                       | 4.38                             | 1.20                          | 4.79            | 2.85         | 0.36                        | 2.0                  | 0.01                            | 45.74                        | 2.00                                      | 0.8      | 5                     |
| 2.50                           | 1.75                  | 70                                   | 0                                       | 4.38                             | 1.40                          | 5.18            | 5.70         | 0.45                        | 2.5                  | 0.01                            | 57.62                        | 2.52                                      | 1.0      | 10                    |
| 2.50                           | 1.75                  | 70                                   | 0                                       | 4.38                             | 1.60                          | 5.53            | 5.70         | 0.47                        | 2.5                  | 0.01                            | 56.19                        | 2.46                                      | 1.0      | 10                    |
| 2.50                           | 1.75                  | 70                                   | 0                                       | 4.38                             | 1.80                          | 5.87            | 5.70         | 0.49                        | 2.4                  | 0.01                            | 54.97                        | 2.40                                      | 1.0      | 10                    |
| 2.50                           | 1.75                  | 70                                   | 0                                       | 4.38                             | 2.00                          | 6.19            | 5.70         | 0.51                        | 2.4                  | 0.01                            | 53.89                        | 2.36                                      | 0.9      | 10                    |
| 2.50                           | 1.75                  | 70                                   | 0                                       | 4.38                             | 2.20                          | 6.49            | 5.70         | 0.53                        | 2.3                  | 0.01                            | 52.94                        | 2.32                                      | 0.9      | 10                    |
| 2.50                           | 1.75                  | 70                                   | 0                                       | 4.38                             | 2.40                          | 6.78            | 5.70         | 0.55                        | 2.3                  | 0.01                            | 52.08                        | 2.28                                      | 0.9      | 10                    |
| 2.50                           | 1.75                  | 70                                   | 0                                       | 4.38                             | 2.60                          | 7.05            | 5.70         | 0.57                        | 2.2                  | 0.01                            | 51.31                        | 2.24                                      | 0.9      | 10                    |
| 2.50                           | 1.75                  | 70                                   | 0                                       | 4.38                             | 2.80                          | 7.32            | 5.70         | 0.58                        | 2.2                  | 0.01                            | 50.60                        | 2.21                                      | 0.9      | 10                    |
| 2.50                           | 1.75                  | 70                                   | 0                                       | 4.38                             | 3.00                          | 7.62            | 8.55         | 0.66                        | 2.5                  | 0.01                            | 58.15                        | 2.54                                      | 1.0      | 15                    |
| 2.50                           | 1.75                  | 70                                   | 0                                       | 4.38                             | 4.00                          | 8.75            | 8.55         | 0.74                        | 2.4                  | 0.01                            | 55.10                        | 2.41                                      | 1.0      | 15.00                 |
| 2.50                           | 1.75                  | 70                                   | 0                                       | 4.38                             | 5.00                          | 9.78            | 8.55         | 0.80                        | 2.3                  | 0.01                            | 52.84                        | 2.31                                      | 0.9      | 15.00                 |

| Raccordo in cls (Embrice) |                        |  | Portata<br>smaltibile<br>embrice<br>$Q_k = B \cdot K \sqrt{9.81 \cdot K}$<br>[l/sec] | Efficienza<br>scarico<br>Et = Q <sub>k</sub> /Q<br>% | Portata<br>scaricata<br>embrice<br>Q<br>[l/sec] |
|---------------------------|------------------------|--|--|--|---|
| Interasse<br>Ic<br>[m]    | Larghezza<br>B<br>[cm] | K = altezza<br>critica<br>sull'embrice =<br>tirante sulla<br>K = h<br>[cm] |  |  |   |
| 5                         | 100                    | 2.2  | 10.3   | 362%   | 2.85  |
|                           | 100                    | 2.2  | 9.9  | 349%   | 2.85  |
|                           | 100                    | 2.1  | 9.6  | 337%   | 2.85  |
|                           | 100                    | 2.1  | 9.3  | 327%   | 2.85  |
|                           | 100                    | 2.0  | 8.9  | 311%   | 2.85  |
| 10                        | 100                    | 2.5  | 12.5   | 220%   | 5.70  |
|                           | 100                    | 2.5  | 12.1   | 212%   | 5.70  |
|                           | 100                    | 2.4  | 11.7   | 205%   | 5.70  |
|                           | 100                    | 2.4  | 11.3   | 199%   | 5.70  |
|                           | 100                    | 2.3  | 11.0   | 194%   | 5.70  |
|                           | 100                    | 2.3  | 10.8   | 189%   | 5.70  |
|                           | 100                    | 2.2  | 10.5   | 185%   | 5.70  |
|                           | 100                    | 2.2  | 10.3   | 181%   | 5.70  |
| 15                        | 100                    | 2.5  | 12.7   | 149%   | 8.55  |
|                           | 100                    | 2.4  | 11.7   | 137%   | 8.55  |
| 15                        | 100                    | 2.3  | 11.0   | 129%   | 8.55  |

Verifiche Interasse Raccordi in cls Sezioni in Rilevato – in curva

| Banchina                       |                       |                                       | Arginello                               |                                  | Pend.<br>long.<br>strada<br>% | Portata         |              | Veloc.<br>Vmedia<br>[m/sec] | Tirante<br>h<br>[cm] | Raggio<br>idraulico<br>R<br>[m] | Grado<br>Riem.<br>h/hac<br>% | Banchina interessata |          | interasse<br>i<br>[m] |
|--------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|---|----------------------------------|-------------------------------|-----------------|--------------|-----------------------------|----------------------|---------------------------------|------------------------------|----------------------|----------|-----------------------|
| Pendenza<br>trasversale<br>[%] | Larg.<br>oriz.<br>[m] | Scabr.<br>c<br>[m <sup>2</sup> /3 /s] | Angolo<br>sulla<br>verticale<br>[gradi] | Altezza<br>totale<br>hac<br>[cm] |                               | Qmax<br>[l/sec] | Q<br>[l/sec] |                             |                      |                                 |                              | h<br>[cm]            | L<br>[m] |                       |
| 7.00                           | 1.75                  | 70                                    | 0                                       | 12.25                            | 0.70                          | 3.66            | 2.85         | 0.38                        | 3.3                  | 0.02                            | 26.60                        | 3.26                 | 0.5      | 5                     |
| 7.00                           | 1.75                  | 70                                    | 0                                       | 12.25                            | 0.80                          | 3.91            | 2.85         | 0.40                        | 3.2                  | 0.01                            | 25.94                        | 3.18                 | 0.5      | 5                     |
| 7.00                           | 1.75                  | 70                                    | 0                                       | 12.25                            | 0.90                          | 4.15            | 2.85         | 0.41                        | 3.1                  | 0.01                            | 25.37                        | 3.11                 | 0.4      | 5                     |
| 7.00                           | 1.75                  | 70                                    | 0                                       | 12.25                            | 1.00                          | 4.38            | 2.85         | 0.43                        | 3.0                  | 0.01                            | 24.88                        | 3.05                 | 0.4      | 5                     |
| 7.00                           | 1.75                  | 70                                    | 0                                       | 12.25                            | 1.20                          | 4.79            | 2.85         | 0.46                        | 2.9                  | 0.01                            | 24.04                        | 2.95                 | 0.4      | 5                     |
| 7.00                           | 1.75                  | 70                                    | 0                                       | 12.25                            | 1.40                          | 5.18            | 5.70         | 0.58                        | 3.7                  | 0.02                            | 30.29                        | 3.71                 | 0.5      | 10                    |
| 7.00                           | 1.75                  | 70                                    | 0                                       | 12.25                            | 1.60                          | 5.53            | 5.70         | 0.61                        | 3.6                  | 0.02                            | 29.54                        | 3.62                 | 0.5      | 10                    |
| 7.00                           | 1.75                  | 70                                    | 0                                       | 12.25                            | 1.80                          | 5.87            | 5.70         | 0.64                        | 3.5                  | 0.02                            | 28.90                        | 3.54                 | 0.5      | 10                    |
| 7.00                           | 1.75                  | 70                                    | 0                                       | 12.25                            | 2.00                          | 6.19            | 5.70         | 0.66                        | 3.5                  | 0.02                            | 28.33                        | 3.47                 | 0.5      | 10                    |
| 7.00                           | 1.75                  | 70                                    | 0                                       | 12.25                            | 2.20                          | 6.49            | 5.70         | 0.69                        | 3.4                  | 0.02                            | 27.83                        | 3.41                 | 0.5      | 10                    |
| 7.00                           | 1.75                  | 70                                    | 0                                       | 12.25                            | 2.40                          | 6.78            | 5.70         | 0.71                        | 3.4                  | 0.02                            | 27.38                        | 3.35                 | 0.5      | 10                    |
| 7.00                           | 1.75                  | 70                                    | 0                                       | 12.25                            | 2.60                          | 7.05            | 5.70         | 0.73                        | 3.3                  | 0.02                            | 26.97                        | 3.30                 | 0.5      | 10                    |
| 7.00                           | 1.75                  | 70                                    | 0                                       | 12.25                            | 2.80                          | 7.32            | 5.70         | 0.75                        | 3.3                  | 0.02                            | 26.60                        | 3.26                 | 0.5      | 10                    |
| 7.00                           | 1.75                  | 70                                    | 0                                       | 12.25                            | 3.00                          | 7.62            | 8.55         | 0.85                        | 3.7                  | 0.02                            | 30.57                        | 3.74                 | 0.5      | 15                    |
| 7.00                           | 1.75                  | 70                                    | 0                                       | 12.25                            | 4.00                          | 8.75            | 3.05         | 0.73                        | 2.4                  | 0.01                            | 19.68                        | 2.41                 | 0.3      | 15.00                 |
| 7.00                           | 1.75                  | 70                                    | 0                                       | 12.25                            | 5.00                          | 9.78            | 3.05         | 0.80                        | 2.3                  | 0.01                            | 18.87                        | 2.31                 | 0.3      | 15.00                 |

| Raccordo in cls (Embrice) |                        |  | Portata<br>smaltibile<br>embrice<br>$Q_k = B \cdot K \cdot \sqrt{9,81 \cdot K}$<br>[l/sec] | Efficienza<br>scarico<br>Ht = Q <sub>k</sub> /Q<br>% | Portata<br>scaricata<br>embrice<br>Q<br>[l/sec] |
|---------------------------|------------------------|--|--|--|---|
| Interasse<br>Ic<br>[m]    | Larghezza<br>B<br>[cm] | K = altezza<br>critica<br>sull'embrice =<br>tirante sulla<br>K = h<br>[cm] |  |  |   |
| 5                         | 100                    | 3.3  | 18.4   | 646%   | 2.85  |
|                           | 100                    | 3.2  | 17.7   | 623%   | 2.85  |
|                           | 100                    | 3.1  | 17.2   | 602%   | 2.85  |
|                           | 100                    | 3.0  | 16.7   | 585%   | 2.85  |
|                           | 100                    | 2.9  | 15.8   | 556%   | 2.85  |
| 10                        | 100                    | 3.7  | 22.4   | 393%   | 5.70  |
|                           | 100                    | 3.6  | 21.6   | 378%   | 5.70  |
|                           | 100                    | 3.5  | 20.9   | 366%   | 5.70  |
|                           | 100                    | 3.5  | 20.2   | 355%   | 5.70  |
|                           | 100                    | 3.4  | 19.7   | 346%   | 5.70  |
|                           | 100                    | 3.4  | 19.2   | 338%   | 5.70  |
|                           | 100                    | 3.3  | 18.8   | 330%   | 5.70  |
|                           | 100                    | 3.3  | 18.4   | 323%   | 5.70  |
| 15                        | 100                    | 3.7  | 22.7   | 265%   | 8.55  |
|                           | 100                    | 2.4  | 11.7   | 384%   | 3.05  |
|                           | 100                    | 2.3  | 11.0   | 361%   | 3.05  |



Verifiche Interasse Bocchettoni su Viadotto

| Banchina             |             |                       | Arginello              |                    | Pend.        | Portata |         | Veloc.  | Tirante | Raggio | Grado       | Banchina interessata |      | interasse |
|----------------------|-------------|-----------------------|------------------------|--------------------|--------------|---------|---------|---------|---------|--------|-------------|----------------------|------|-----------|
| Pendenza trasversale | Larg. oriz. | Scabr. c              | Angolo sulla verticale | Altezza totale hac | long. strada | Qmax    | Q       | Vmedia  | h       | R      | Riem. h/hac | dallo scorrimento    |      | i         |
| [%]                  | [m]         | [m <sup>1/3</sup> /s] | [gradi]                | [cm]               | %            | [l/sec] | [l/sec] | [m/sec] | [cm]    | [m]    | %           | [cm]                 | [m]  | [m]       |
| 2.50                 | 1.75        | 70                    | 0                      | 4.38               | 0.70         | 3.66    | 2.85    | 0.29    | 2.21    | 0.01   | 50.60       | 2.21                 | 0.89 | 5         |
| 2.50                 | 1.75        | 70                    | 0                      | 4.38               | 0.80         | 3.91    | 2.85    | 0.31    | 2.16    | 0.01   | 49.35       | 2.16                 | 0.86 | 5         |
| 2.50                 | 1.75        | 70                    | 0                      | 4.38               | 0.90         | 4.15    | 2.85    | 0.32    | 2.11    | 0.01   | 48.26       | 2.11                 | 0.84 | 5         |
| 2.50                 | 1.75        | 70                    | 0                      | 4.38               | 1.00         | 4.38    | 2.85    | 0.33    | 2.07    | 0.01   | 47.32       | 2.07                 | 0.83 | 5         |
| 2.50                 | 1.75        | 70                    | 0                      | 4.38               | 1.20         | 4.79    | 2.85    | 0.36    | 2.00    | 0.01   | 45.73       | 2.00                 | 0.80 | 5         |
| 2.50                 | 1.75        | 70                    | 0                      | 4.38               | 1.40         | 5.18    | 2.85    | 0.38    | 1.94    | 0.01   | 44.43       | 1.94                 | 0.78 | 5         |
| 2.50                 | 1.75        | 70                    | 0                      | 4.38               | 1.60         | 5.53    | 2.85    | 0.40    | 1.90    | 0.01   | 43.34       | 1.90                 | 0.76 | 5         |
| 2.50                 | 1.75        | 70                    | 0                      | 4.38               | 1.80         | 5.87    | 2.85    | 0.41    | 1.85    | 0.01   | 42.39       | 1.85                 | 0.74 | 5         |
| 2.50                 | 1.75        | 70                    | 0                      | 4.38               | 2.00         | 6.19    | 2.85    | 0.43    | 1.82    | 0.01   | 41.56       | 1.82                 | 0.73 | 5         |
| 2.50                 | 1.75        | 70                    | 0                      | 4.38               | 2.20         | 6.49    | 2.85    | 0.45    | 1.79    | 0.01   | 40.82       | 1.79                 | 0.71 | 5         |
| 2.50                 | 1.75        | 70                    | 0                      | 4.38               | 2.40         | 6.78    | 2.85    | 0.46    | 1.76    | 0.01   | 40.16       | 1.76                 | 0.70 | 5         |
| 2.50                 | 1.75        | 70                    | 0                      | 4.38               | 2.60         | 7.05    | 2.85    | 0.48    | 1.73    | 0.01   | 39.56       | 1.73                 | 0.69 | 5         |
| 2.50                 | 1.75        | 70                    | 0                      | 4.38               | 2.80         | 7.32    | 2.85    | 0.49    | 1.71    | 0.01   | 39.02       | 1.71                 | 0.68 | 5         |
| 2.50                 | 1.75        | 70                    | 0                      | 4.38               | 3.00         | 7.62    | 2.85    | 0.50    | 1.69    | 0.01   | 38.51       | 1.69                 | 0.67 | 5         |
| 2.50                 | 1.75        | 70                    | 0                      | 4.38               | 4.00         | 8.75    | 2.85    | 0.56    | 1.60    | 0.01   | 36.49       | 1.60                 | 0.64 | 5         |
| 2.50                 | 1.75        | 70                    | 0                      | 4.38               | 5.00         | 9.78    | 2.85    | 0.61    | 1.53    | 0.01   | 35.00       | 1.53                 | 0.61 | 5         |

| Bocchettone |          | Verifica portata assorbita dal bocchettone Qimb                            |            |   |  | Efficienza       | Portata      |
|-------------|----------|--|------------|---|--|------------------|--------------|
| Interasse   | Diametro | Ho = salto piano bocchetta- piano stradale ;<br>H = carico sulla bocchetta |            |   |  | Imbocco          | intercet.    |
|             |          | Ho   | H = Ho + h | Funzionamento a soglia sfiorante<br>$Q=0,35\pi DH(2gH)^{0,5}$ | Funzionamento a luce sotto battente<br>$Q=0,6(\pi D^2/4) *(2gH)^{0,5}$ |                  |              |
| [m]         | [mm]     | [mm]   | [mm]       | [l/sec]   | [l/sec]  | Ei = Qimb/Q<br>% | Q<br>[l/sec] |

|     |     |    |      |       |       |      |      |
|-----|-----|----|------|-------|-------|------|------|
| 5   | 160 | 20 | 42   | 6.74  | 10.97 | 100% | 2.85 |
|     | 160 | 20 | 42   | 6.61  | 10.90 | 100% | 2.85 |
|     | 160 | 20 | 41   | 6.50  | 10.84 | 100% | 2.85 |
|     | 160 | 20 | 41   | 6.40  | 10.78 | 100% | 2.85 |
|     | 160 | 20 | 40   | 6.24  | 10.69 | 100% | 2.85 |
| 5   | 160 | 20 | 39   | 6.10  | 10.61 | 100% | 2.85 |
|     | 160 | 20 | 39   | 5.99  | 10.55 | 100% | 2.85 |
|     | 160 | 20 | 39   | 5.90  | 10.49 | 100% | 2.85 |
|     | 160 | 20 | 38   | 5.81  | 10.44 | 100% | 2.85 |
|     | 160 | 20 | 38   | 5.74  | 10.40 | 100% | 2.85 |
| 5   | 160 | 20 | 38   | 5.67  | 10.36 | 100% | 2.85 |
|     | 160 | 20 | 37   | 5.62  | 10.32 | 100% | 2.85 |
|     | 160 | 20 | 37   | 5.56  | 10.29 | 100% | 2.85 |
|     | 160 | 20 | 37   | 5.51  | 10.26 | 100% | 2.85 |
|     | 160 | 20 | 36   | 5.32  | 10.13 | 100% | 2.85 |
| 160 | 20  | 35 | 5.17 | 10.04 | 100%  | 2.85 |      |

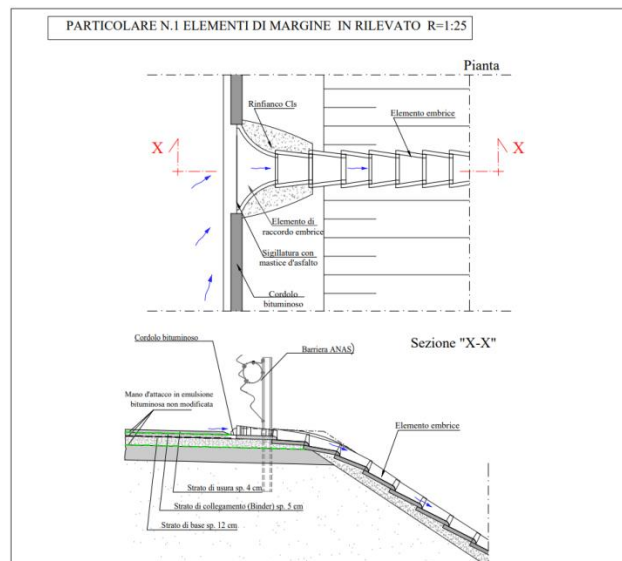
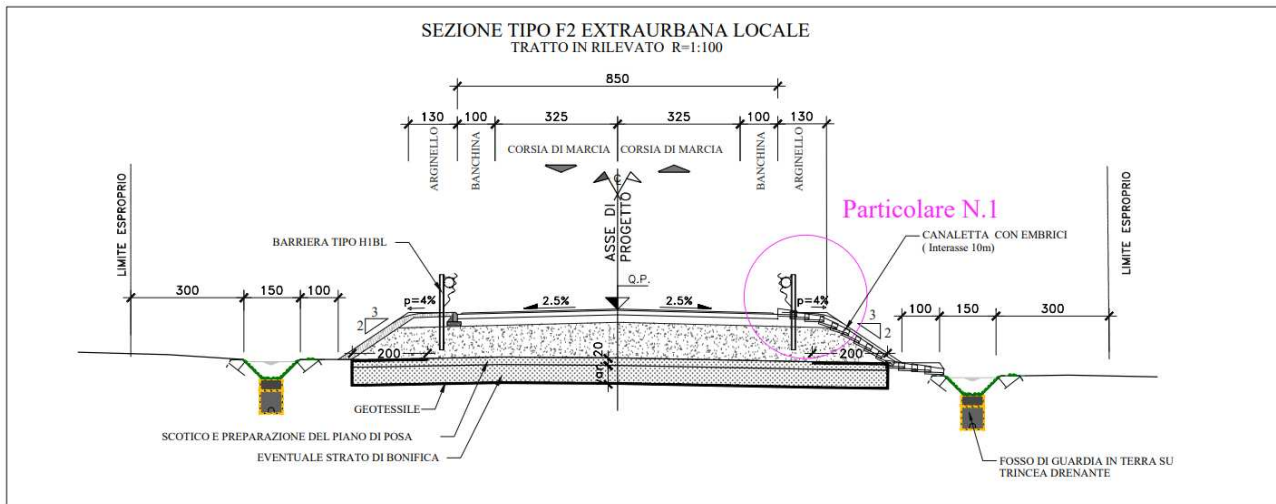
## 7.5 Viabilità complementare e svincoli

Per quanto riguarda la viabilità complementare e gli svincoli, le acque di drenaggio superficiale vengono rilasciate direttamente nel bacino idrico naturale senza trattamento delle acque di prima pioggia, utilizzando un sistema di smaltimento di tipo aperto.

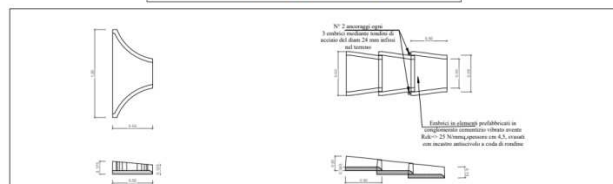
La fase di depurazione non è giudicata necessaria in ragione di un flusso veicolare minore, di un'incidenza minore del traffico pesante e di un'area di drenaggio superficiale limitata.

Nelle sezioni in rilevato l'acqua di piattaforma raccolta nelle cunette viene allontanata attraverso le canalette in embrici prefabbricati nelle canalette drenanti.

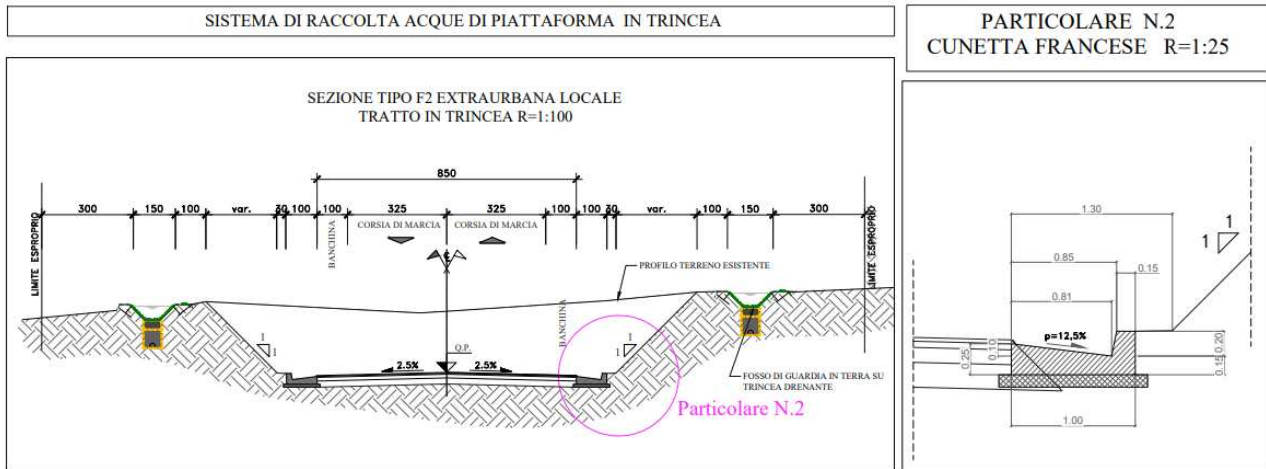
### SISTEMA DI RACCOLTA ACQUE DI PIATTAFORMA IN RILEVATO



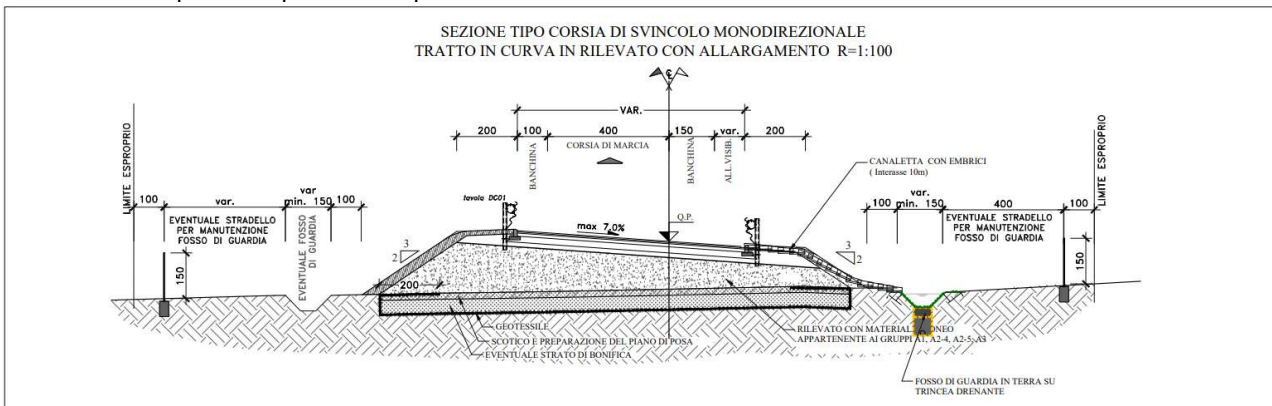
### PARICOLARI CANALETTE EMBRICI R=1:25



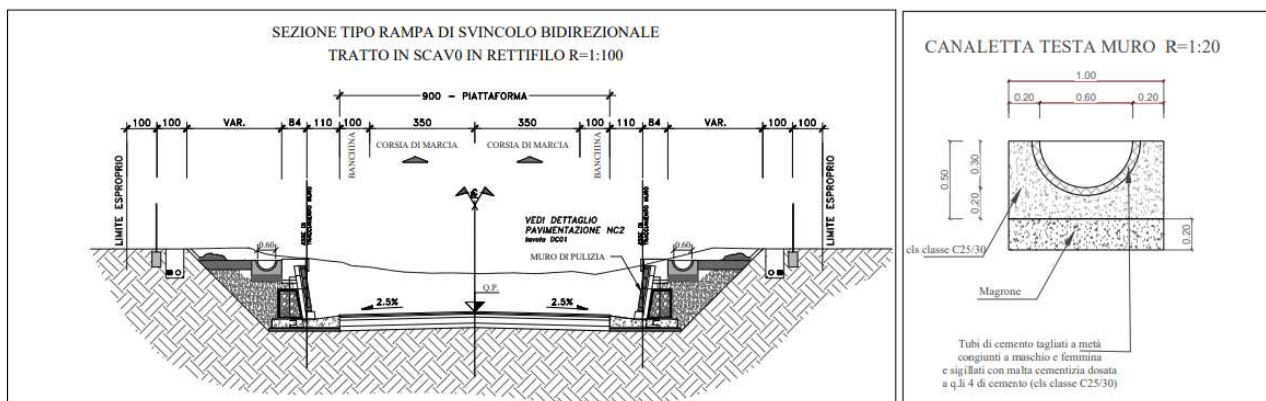
Nelle sezioni in trincea l'allontanamento avviene, là dove le pendenze lo consentono, per mezzo delle cunette stradali che derivano l'acqua fino a sezioni in cui risulta possibile lo scarico.



In corrispondenza degli svincoli, le acque di piattaforma vengono allontanate mediante embrici e recapitate in canalette trapezie disperdenti al piede del rilevato.



Per le rampe in trincea il sistema è analogo a quello sopra descritto in relazione all'asse principale (cunette alla francese, laddove necessario pozzetti di raccolta in calcestruzzo).



Per le viabilità secondarie la rete di raccolta e smaltimento delle acque di piattaforma e di versante è realizzata mediante cunette alla francese, cordoli in cls, embrici, canalette trapezie al piede del rilevato disperdenti e fossi di guardia disperdenti, in analogia alla rete esistente.

Il calcolo della pioggia critica e della portata di drenaggio della piattaforma stradale per la viabilità complementare è stato effettuato seguendo la stessa base teorica e gli stessi procedimenti utilizzati per il dimensionamento degli elementi drenanti della viabilità principale. In particolare, anche in questo caso si è fatto riferimento al valore dell'altezza di precipitazione netta  $h$  fornito dalla curva di possibilità pluviometrica della pioggia di breve durata ed elevata intensità per un tempo di ritorno di 25 anni.

L'interasse degli embrici è stato determinato secondo le stesse modalità con cui è stato calcolato l'interasse delle caditoie per la viabilità principale. L'interasse risulta variabile con la pendenza longitudinale e trasversale, con la larghezza della carreggiata e con la tipologia della sezione, da un minimo di 10 m ad un massimo di 25 m, in intervalli di progetto sempre multipli di 5 m.

## 8 TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA

La gestione delle acque di prima pioggia è una delle componenti fondamentali della tutela dei corpi idrici ricettori. Tali acque, infatti, costituiscono il veicolo attraverso cui un significativo carico inquinante costituito da sostanze disciolte, colloidali e sospese, comprendente metalli pesanti, composti organici e inorganici, viene scaricato nei corpi idrici ricettori nel corso di rapidi transitori. Esse necessitano pertanto di opportuni trattamenti al fine di assicurare la salvaguardia degli ecosistemi acquatici.

### 8.1 Qualità delle acque di dilavamento

Le principali sostanze inquinanti legate al traffico derivano dall'abrasione del manto stradale, del consumo delle gomme, dei ferodi dei freni, da perdite di liquidi, da emissioni di combustioni, da perdite di merci trasportate, da immondizie e materiali di varia natura gettati sul manto stradale e trasportate, in occasione degli eventi meteorici, in sospensione o soluzione direttamente al recapito finale. Rientra nella problematica anche lo sversamento accidentale di liquidi pericolosi e inquinanti (oli e idrocarburi) a seguito di incidenti che coinvolgono mezzi di trasporto in cisterna di tali sostanze (onda nera).

La caratterizzazione dei carichi inquinanti presenti nelle acque di drenaggio della piattaforma stradale e la particolare geometria del sistema che caratterizza il sistema di trasporto, con brevi tratti di lunghezza e ridotti tempi di contatto, consentono di trascurare l'aliquota delle sostanze disciolte e di correlare i carichi inquinanti alla sola matrice degli inquinanti sospesi (inquinamento in adesione alla fase solida). A presidio degli scarichi delle acque di drenaggio della piattaforma, risulta pertanto efficace un manufatto di sedimentazione in linea, capace di abbattere oltre il 70-80% degli inquinanti, e di disoleazione che separa oli e idrocarburi.

### 8.2 Descrizione degli impianti di trattamento

Il progetto prevede il trattamento delle acque di prima pioggia lungo tutto il tracciato della viabilità principale. L'acqua raccolta dai collettori che corrono sotto la piattaforma stradale è convogliata agli impianti di trattamento collocati in adiacenza alla strada e in prossimità di un ricettore finale adeguato.

Ciascun impianto previsto è preposto al trattamento dell'acqua proveniente da un tratto di piattaforma stradale di lunghezza variabile, e la distanza tra due impianti deve essere sufficientemente grande da limitare il numero di impianti e sufficientemente ridotta da consentire il trattamento di tutta l'acqua di prima pioggia. Per soddisfare questo requisito, occorre verificare che il tempo di invaso di una particella di acqua meteorica che cade sulla sezione stradale più lontana tra quelle di competenza dell'impianto, raggiunga lo stesso entro 15 min, che rappresenta la durata convenzionale dell'evento meteorico che definisce l'acqua di prima pioggia.

Gli impianti di trattamento previsti nel progetto hanno capacità di trattamento Q pari a 100 l/s ed il sistema funziona in continuo senza la necessità di opere elettromeccaniche per tutto il tempo necessario fino all'esaurimento dell'evento meteorico.

Con riferimento alle stesse tratte stradali elementari in cui si è diviso il tracciato si è calcolato anche la portata imputabile alle acque inquinanti di drenaggio della piattaforma stradale.

In riferimento alla norma comunitaria UNI-EN 858 e al Decreto legislativo del 3 Aprile 2006 n. 152 recante "Norme in materia ambientale" l'acqua di prima pioggia è definita da un evento meteorico corrispondente a 5 mm di altezza di pioggia caduta in 15 min.

Tale evento corrisponde al trattamento in continuo di 20 mm/h di pioggia che risulta essere inferiore alla portata con tempo di ritorno 25 anni, adottata per il dimensionamento dei collettori di raccolta delle acque.

La portata nominale di funzionamento dell'impianto Q è quindi inferiore alla portata massima al colmo con  $T_R = 25$  anni  $Q_{25}$ , ma pari o superiore alla portata di prima pioggia  $Q_{pp}$ .

#### 8.2.1 Vasca monoblocco sedimentazione e disoleazione

L'acqua di piattaforma entra in una camera di ripartizione dotata di due sfioratori, uno che consente all'acqua di prima pioggia di entrare nell'impianto, l'altro che avvia l'acqua di seconda pioggia alla camera di confluenza e allo scarico. L'impianto durante l'evento piovoso riceve portate crescenti fino a raggiungere la portata massima al colmo  $Q_{max}$ . Lo sfioratore delle acque di seconda pioggia entra in funzione solo al raggiungimento



della portata di prima pioggia  $Q_{pp}$  verso le vasche di trattamento e convoglia le portate eccedenti  $Q_{max} - Q_{pp}$  (portate di seconda pioggia) direttamente allo scarico.

L'acqua di prima pioggia passa in una zona di calma per poi entrare nella vasca di trattamento attraverso una griglia e una serie di fori che hanno lo scopo di trattenere eventuali oggetti galleggianti e grossolani e limitare la velocità dell'acqua.

La sedimentazione e la disoleazione avvengono a gravità per separazione delle particelle di acqua dai sedimenti che si depositano sul fondo e dagli oli che si concentrano sulla superficie. La dimensione della vasca è calcolata in funzione delle caratteristiche delle particelle e della velocità orizzontale dell'acqua nella vasca. Al termine del percorso all'interno della vasca, l'acqua trattata sfiora in una camera di confluenza dove vengono riunite le acque di prima pioggia e le acque di seconda pioggia.

La tubazione di scarico, sul fondo della camera di confluenza, avvia le acque al manufatto di rilascio e al ricettore finale.

La vasca monoblocco è in c.a. gettato in opera di dimensioni variabili in funzione della portata da trattare. La copertura è in parte realizzata con una soletta in c.a. in parte con elementi prefabbricati amovibili. Inoltre, l'accesso per la manutenzione è garantito da chiusini in ghisa classe D 400.

I manufatti di sfioro e le rispettive quote relative sono verificati come stramazzi con la seguente formula che lega portata  $Q$  e battente  $h$ :

$$h = C_w B h^{3/2}$$

Data la portata  $Q$  e fissata la larghezza  $B$  dello sfioratore, è dato il battente  $h$ . Il coefficiente  $C_w$  vale 1.84.

Il dimensionamento della vasca di trattamento deve rispettare una serie di requisiti che riguardano le velocità ammissibili, il tempo di residenza all'interno della vasca dell'acqua in trattamento, volumi minimi e rapporti tra larghezza e lunghezza.

Si assume in questo caso:

- tempo di residenza dell'acqua da trattare all'interno della vasca pari a 6 min;
- velocità di risalita delle particelle massima pari a 0.01-0.02 m/s;
- velocità orizzontale dell'acqua nella vasca fino a 0.04 m/s;
- volume minimo della vasca per poter trattenere sversamenti accidentali pari a 40 m<sup>3</sup>;
- rapporto tra Lunghezza e Larghezza della vasca pari o superiore a 5;
- altezza utile minima pari a 2.5 m.

Dati questi parametri per il dimensionamento, la separazione dei sedimenti e degli oli per gravità è calcolata applicando la teoria della sedimentazione statica:

- Volume della vasca  $\rightarrow Q = \frac{V}{t}V$
- Superficie orizzontale della vasca  $\rightarrow A_h = \frac{Q}{v_v}$
- Sezione verticale/Velocità orizzontale  $\rightarrow A_v = \frac{Q}{v_h}$

Trovati questi valori si è individuata la tipologia di progetto, optando per una tipologia idonea a tutte le vasche necessarie (Ref. Doc. T00ID01IDRDT01)

Il progetto prevede il trattamento delle acque di prima pioggia lungo tutto il tracciato della viabilità principale. L'acqua raccolta dai collettori che corrono sotto la piattaforma stradale è convogliata agli impianti di trattamento collocati in adiacenza alla strada e in prossimità di un ricettore finale adeguato.

Ciascun impianto previsto è preposto al trattamento dell'acqua proveniente da un tratto di piattaforma stradale di lunghezza variabile, e la distanza tra due impianti deve essere sufficientemente grande da limitare il numero di impianti e sufficientemente ridotta da consentire il trattamento di tutta l'acqua di prima pioggia.

Per soddisfare questo requisito, occorre verificare che il tempo di invaso di una particella di acqua meteorica che cade sulla sezione stradale più lontana tra quelle di competenza dell'impianto, raggiunga lo stesso entro 15 min, che rappresenta la durata convenzionale dell'evento meteorico che definisce l'acqua di prima pioggia. Gli impianti di trattamento previsti nel progetto hanno capacità di trattamento Q pari a 100 l/s ed il sistema funziona in continuo senza la necessità di opere elettromeccaniche per tutto il tempo necessario fino all'esaurimento dell'evento meteorico.

Con riferimento alle stesse tratte stradali elementari in cui si è diviso il tracciato si è calcolata anche la portata imputabile alle acque inquinanti di drenaggio della piattaforma stradale.

In riferimento alla norma comunitaria UNI-EN 858 e al Decreto legislativo del 3 Aprile 2006 n. 152 recante "Norme in materia ambientale" l'acqua di prima pioggia è definita da un evento meteorico corrispondente a 5 mm di altezza di pioggia caduta in 15 min.

Tale evento corrisponde al trattamento in continuo di 20 mm/h di pioggia che risulta essere inferiore alla portata con tempo di ritorno 25 anni, adottata per il dimensionamento dei collettori di raccolta delle acque.

La portata nominale di funzionamento dell'impianto Q è quindi inferiore alla portata massima al colmo con TR = 25 anni Q<sub>25</sub>, ma pari o superiore alla portata di prima pioggia Q<sub>pp</sub>.

| SEZIONE DI CALCOLO                                       |                      |             |        |                                 |  |                              |                                       |   |  |  |                                      |                                     |                                     |   |  |                                     |                                     |
|--|----------------------|-------------|--------|---------------------------------|--|------------------------------|---------------------------------------|---|--|--|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---|--|-------------------------------------|-------------------------------------|
| ID Collettore<br>(Vedasi Plan. Idr e Profili Collettori) | Sezione<br>idraulica | Progressiva |        | Lunghezza<br>tratta<br>L<br>[m] | Sede stradale<br>Larghezza<br>tratta<br>B<br>[m] | Coef. medio<br>deflusso<br>φ | Area<br>tributaria<br>Σ L x B<br>[mq] | Coef.<br>medio<br>deflusso<br>Σ φ A <sub>i</sub> / Σ A <sub>i</sub> | Coeff.<br>Scabrezza<br>K <sub>s</sub><br>[m <sup>1/3</sup> /s] | Pendenza<br>media area<br>scolante<br>i<br>[m/m] | Tempo di<br>corrivazione             |                                     | Intensità<br>pioggia<br>J<br>[mm/h] | Altezza<br>Pioggia<br>h (t <sub>c</sub> )<br>[mm] | U = X <sub>Q</sub> /S<br>Coef.<br>udometrico<br>[l/s mq] | Portata<br>Q <sub>25</sub><br>[l/s] | Portata<br>Q <sub>pp</sub><br>[l/s] |
|  |                      | iniziale    | finale |                                 |  |                              |                                       |   |  |  | calcolato<br>t <sub>c</sub><br>[min] | adottato<br>t <sub>c</sub><br>[min] |                                     |   |  |                                     |                                     |
| <b>al trattamento (VP17)</b>                             | <b>e</b>             | 11+340      | 11+680 | 340                             | 11   | 0.90                         | 7480.00                               | 0.90  | 70   | 0.0302   | 6.06                                 | 6.06                                | 207.8                               | 20.99   | 0.052  | <b>389</b>                          | <b>37</b>                           |

| SEZIONE DI CALCOLO                                       |                      |             |        |                                 |  |                              |                                       |   |  |  |                                      |                                     |                                     |   |  |                                     |                                     |
|--|----------------------|-------------|--------|---------------------------------|--|------------------------------|---------------------------------------|---|--|--|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---|--|-------------------------------------|-------------------------------------|
| ID Collettore<br>(Vedasi Plan. Idr e Profili Collettori) | Sezione<br>idraulica | Progressiva |        | Lunghezza<br>tratta<br>L<br>[m] | Sede stradale<br>Larghezza<br>tratta<br>B<br>[m] | Coef. medio<br>deflusso<br>φ | Area<br>tributaria<br>Σ L x B<br>[mq] | Coef.<br>medio<br>deflusso<br>Σ φ A <sub>i</sub> / Σ A <sub>i</sub> | Coeff.<br>Scabrezza<br>K <sub>s</sub><br>[m <sup>1/3</sup> /s] | Pendenza<br>media area<br>scolante<br>i<br>[m/m] | Tempo di<br>corrivazione             |                                     | Intensità<br>pioggia<br>J<br>[mm/h] | Altezza<br>Pioggia<br>h (t <sub>c</sub> )<br>[mm] | U = X <sub>Q</sub> /S<br>Coef.<br>udometrico<br>[l/s mq] | Portata<br>Q <sub>25</sub><br>[l/s] | Portata<br>Q <sub>pp</sub><br>[l/s] |
|  |                      | iniziale    | finale |                                 |  |                              |                                       |   |  |  | calcolato<br>t <sub>c</sub><br>[min] | adottato<br>t <sub>c</sub><br>[min] |                                     |   |  |                                     |                                     |
| <b>al trattamento (VP18)</b>                             | <b>l</b>             | 11+700      | 12+288 | 588                             | 11   | 0.90                         | 12.936                                | 0.90  | 70   | 0.022  | 10.56                                | 10.56                               | 147.8                               | 26.01   | 0.037  | <b>478</b>                          | <b>65</b>                           |

| SEZIONE DI CALCOLO                                       |                      |             |        |                                 |  |                              |                                       |   |  |  |                                      |                                     |                                     |   |  |                                     |                                     |
|--|----------------------|-------------|--------|---------------------------------|--|------------------------------|---------------------------------------|---|--|--|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---|--|-------------------------------------|-------------------------------------|
| ID Collettore<br>(Vedasi Plan. Idr e Profili Collettori) | Sezione<br>idraulica | Progressiva |        | Lunghezza<br>tratta<br>L<br>[m] | Sede stradale<br>Larghezza<br>tratta<br>B<br>[m] | Coef. medio<br>deflusso<br>φ | Area<br>tributaria<br>Σ L x B<br>[mq] | Coef.<br>medio<br>deflusso<br>Σ φ A <sub>i</sub> / Σ A <sub>i</sub> | Coeff.<br>Scabrezza<br>K <sub>s</sub><br>[m <sup>1/3</sup> /s] | Pendenza<br>media area<br>scolante<br>i<br>[m/m] | Tempo di<br>corrivazione             |                                     | Intensità<br>pioggia<br>J<br>[mm/h] | Altezza<br>Pioggia<br>h (t <sub>c</sub> )<br>[mm] | U = X <sub>Q</sub> /S<br>Coef.<br>udometrico<br>[l/s mq] | Portata<br>Q <sub>25</sub><br>[l/s] | Portata<br>Q <sub>pp</sub><br>[l/s] |
|  |                      | iniziale    | finale |                                 |  |                              |                                       |   |  |  | calcolato<br>t <sub>c</sub><br>[min] | adottato<br>t <sub>c</sub><br>[min] |                                     |   |  |                                     |                                     |
| <b>al trattamento (VP19)</b>                             | <b>z</b>             | 12+300      | 13+210 | 910                             | 11   | 0.90                         | 20.075                                | 0.90  | 70   | 0.03   | 13.19                                | 13.19                               | 128.92                              | 28.34   | 0.03   | <b>647</b>                          | <b>100</b>                          |

| SEZIONE DI CALCOLO                                       |                      |             |        |                                 |  |                              |                                       |   |  |  |                                      |                                     |                                     |   |  |                                     |                                     |
|--|----------------------|-------------|--------|---------------------------------|--|------------------------------|---------------------------------------|---|--|--|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---|--|-------------------------------------|-------------------------------------|
| ID Collettore<br>(Vedasi Plan. Idr e Profili Collettori) | Sezione<br>idraulica | Progressiva |        | Lunghezza<br>tratta<br>L<br>[m] | Sede stradale<br>Larghezza<br>tratta<br>B<br>[m] | Coef. medio<br>deflusso<br>φ | Area<br>tributaria<br>Σ L x B<br>[mq] | Coef.<br>medio<br>deflusso<br>Σ φ A <sub>i</sub> / Σ A <sub>i</sub> | Coeff.<br>Scabrezza<br>K <sub>s</sub><br>[m <sup>1/3</sup> /s] | Pendenza<br>media area<br>scolante<br>i<br>[m/m] | Tempo di<br>corrivazione             |                                     | Intensità<br>pioggia<br>J<br>[mm/h] | Altezza<br>Pioggia<br>h (t <sub>c</sub> )<br>[mm] | U = X <sub>Q</sub> /S<br>Coef.<br>udometrico<br>[l/s mq] | Portata<br>Q <sub>25</sub><br>[l/s] | Portata<br>Q <sub>pp</sub><br>[l/s] |
|  |                      | iniziale    | finale |                                 |  |                              |                                       |   |  |  | calcolato<br>t <sub>c</sub><br>[min] | adottato<br>t <sub>c</sub><br>[min] |                                     |   |  |                                     |                                     |
| <b>al trattamento (VP20)</b>                             | <b>af</b>            | 13+225      | 13+820 | 595                             | 11   | 0.90                         | 13.090                                | 0.90  | 70   | 0.03   | 10.12                                | 10.12                               | 151.66                              | 25.58   | 0.04   | <b>496</b>                          | <b>66</b>                           |

| SEZIONE DI CALCOLO                                       |                      |             |        |                                 |  |                              |                                       |   |  |  |                                      |                                     |                                     |   |  |                                     |                                     |
|--|----------------------|-------------|--------|---------------------------------|--|------------------------------|---------------------------------------|---|--|--|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---|--|-------------------------------------|-------------------------------------|
| ID Collettore<br>(Vedasi Plan. Idr e Profili Collettori) | Sezione<br>idraulica | Progressiva |        | Lunghezza<br>tratta<br>L<br>[m] | Sede stradale<br>Larghezza<br>tratta<br>B<br>[m] | Coef. medio<br>deflusso<br>φ | Area<br>tributaria<br>Σ L x B<br>[mq] | Coef.<br>medio<br>deflusso<br>Σ φ A <sub>i</sub> / Σ A <sub>i</sub> | Coeff.<br>Scabrezza<br>K <sub>s</sub><br>[m <sup>1/3</sup> /s] | Pendenza<br>media area<br>scolante<br>i<br>[m/m] | Tempo di<br>corrivazione             |                                     | Intensità<br>pioggia<br>J<br>[mm/h] | Altezza<br>Pioggia<br>h (t <sub>c</sub> )<br>[mm] | U = X <sub>Q</sub> /S<br>Coef.<br>udometrico<br>[l/s mq] | Portata<br>Q <sub>25</sub><br>[l/s] | Portata<br>Q <sub>pp</sub><br>[l/s] |
|  |                      | iniziale    | finale |                                 |  |                              |                                       |   |  |  | calcolato<br>t <sub>c</sub><br>[min] | adottato<br>t <sub>c</sub><br>[min] |                                     |   |  |                                     |                                     |
| <b>al trattamento (VP21)</b>                             | <b>be</b>            | 13+820      | 14+680 | 860                             | 11   | 0.90                         | 18.920                                | 0.90  | 70   | 0.01   | 24.18                                | 24.18                               | 88.86                               | 35.80   | 0.02   | <b>420</b>                          | <b>95</b>                           |

Gli impianti di trattamento sono stati dimensionati considerando la superficie effettivamente drenante compresa tra due presidi successivi, sulla base della loro effettiva disposizione planimetrica in adiacenza al tracciato stradale di progetto. La posizione degli impianti di trattamento è riportata sulle planimetrie idrauliche (T00ID01DRPL01-4).

Tabella 8-1 Caratteristiche vasche di prima pioggia

| Codice impianto | Area intercettata<br>[ mq ] | Progressiva impianto<br>[ m ] | Progressiva tratta |                 | Portata acque di piattaforma        |                                    |   | Recapito<br>[-]                |
|-----------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------------------|------------------------------------|---|--------------------------------|
|                 |                             |                               | iniziale<br>[ m ]  | finale<br>[ m ] | massima meteorica<br>$X_Q$<br>[l/s] | prima pioggia<br>$Q_{pp}$<br>[l/s] | nominale impianto<br>$Q_{imp}$<br>[l/s] |                                |
| VP17            | 7,480                       | 11+680                        | 11+340             | 11+680          | 389                                 | 37                                 | 100                                     | Torrente Scalilli              |
| VP18            | 12,936                      | 12+290                        | 11+700             | 12+290          | 478                                 | 65                                 | 100                                     | Bacino Drenante (VP02 ex BD18) |
| VP19            | 20,075                      | 13+210                        | 12+300             | 13+210          | 647                                 | 100                                | 100                                     | Bacino Drenante (VP04 ex BD19) |
| VP20            | 13,090                      | 13+775                        | 13+225             | 13+820          | 496                                 | 66                                 | 100                                     | Bacino Drenante (VP05 ex BD20) |
| VP21            | 18,920                      | 14+450                        | 13+820             | 14+680          | 420                                 | 95                                 | 100                                     | Bacino Drenante (VP07 ex BD21) |

### 8.3 Sedimentazione e Disoleazione

Il dimensionamento della vasca di trattamento è stato fatto nel rispetto di una serie di requisiti che riguardano le velocità ammissibili, il tempo di residenza all'interno della vasca dell'acqua in trattamento, volumi minimi e rapporti tra larghezza e lunghezza.

Si assume in questo caso:

- tempo di residenza dell'acqua da trattare all'interno della vasca superiore a quello di sedimentazione;
- velocità di risalita delle particelle massima pari a 0.01 m/s;
- velocità orizzontale dell'acqua nella vasca fino a 0.03 m/s;
- volume minimo della vasca per poter trattenere sversamenti accidentali pari a 40 m<sup>3</sup>;
- altezza utile minima pari a 2.5 m.

Dati questi parametri per il dimensionamento, la separazione dei sedimenti e degli olii per gravità è calcolata applicando la teoria della sedimentazione statica.

La sedimentazione e la disoleazione avvengono a gravità per separazione delle particelle di acqua dai sedimenti che si depositano sul fondo e dagli olii che si concentrano sulla superficie. La dimensione della vasca è stata calcolata in funzione delle caratteristiche delle particelle e della velocità orizzontale dell'acqua nella vasca. Al termine del percorso all'interno della vasca, l'acqua trattata sfiora in una camera di confluenza dove vengono riunite le acque di prima pioggia e le acque di seconda pioggia. La tubazione di scarico avvia le acque al manufatto di rilascio e al ricettore finale.

Affinché le particelle solide trasportate dalle acque di piattaforma possano essere intercettate, è necessario che il tempo di sedimentazione delle stesse sia inferiore a quello di permanenza delle acque all'interno della vasca.

Per il calcolo della velocità di sedimentazione  $v_{sed}$  si fa riferimento alla teoria di Stokes, in base alla quale le particelle, in acqua assimilabile a ferma, decantano staticamente con velocità pari a:

$$v_{sed} = \frac{1}{18} \cdot \left( \frac{\rho_s - \rho_w}{\mu} \right) \cdot g \cdot D^2$$

Dove:

$\rho_s$ : densità delle particelle solide assunta pari a 1350 Kg/m<sup>3</sup> (valore cautelativo a favore di sicurezza);

$\rho_w$ : densità dell'acqua assunta pari a 1000 Kg/m<sup>3</sup>;

g: accelerazione di gravità pari a 9.81 m/s<sup>2</sup>;

D: diametro delle particelle solide assunto pari a 0.002 m;

$\mu$ : viscosità dinamica dell'acqua pari a 0.00114 N/m<sup>2</sup> s alla temperatura di 15 °C.

Si sono considerati dei valori maggiormente cautelativi per quanto riguarda la densità dei solidi al fine di garantire una sufficiente rimozione in tempi accettabili delle particelle più pesanti di quelle considerate.

Con tali assunzioni la velocità di sedimentazione risulta pari a 67 cm/s.

Poiché la quota massima di ingresso delle particelle è di 1.85 m, il tempo di sedimentazione è:

$$t_{sed} = \frac{h_{max}}{v_{sed}} = \frac{2}{0.0306} = 2.8 \text{ s}$$

Il tempo di permanenza dell'acqua all'interno della vasca è dato da:

$$t_{perm} = \frac{L}{v_{orizzontale}} = \frac{L \cdot h_{ut} \cdot b}{Q_{PP}}$$

Dove:

L: lunghezza della vasca pari a 10 m (scelta lievemente inferiore a quella reale a favor di sicurezza);

$v_{orizzontale}$ : componente orizzontale della velocità della corrente all'interno della vasca;

$h_{max}$ : tirante idrico massimo d'ingresso in vasca pari a 1.85 m;

b: larghezza della vasca pari a 2 m;

$Q_{PP}$ : portata di prima pioggia di progetto.

La componente orizzontale della velocità della corrente all'interno della vasca è data dalla formula:

$$v_{orizzontale} = \frac{Q_{PP}}{h_{max} \cdot b}$$

Come esplicitato nella tabella a seguire il tempo di permanenza risulta quindi essere abbondantemente superiore al tempo di sedimentazione e tale per cui la decantazione avvenga con idonee condizioni di sicurezza.

*Caratteristiche della vasca di sedimentazione*

| ID VASCA | Q PP                  | v <sub>verticale</sub> | v <sub>verticale</sub> | t <sub>sed</sub> | t <sub>permanenza</sub> | v <sub>orizzontale</sub> | v <sub>orizzontale</sub> |
|----------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
|          | [m <sup>3</sup> /sec] | [m/sec]                | [cm/sec]               | [sec]            | [sec]                   | [m/sec]                  | [cm/sec]                 |
| VP17     | 0.0374                | 0.67                   | 66.9                   | 2.8              | 989.3                   | 0.01                     | 1.0                      |
| VP18     | 0.0647                | 0.67                   | 66.9                   | 2.8              | 571.9                   | 0.02                     | 1.7                      |
| VP19     | 0.1004                | 0.67                   | 66.9                   | 2.8              | 368.5                   | 0.03                     | 2.7                      |
| VP20     | 0.0655                | 0.67                   | 66.9                   | 2.8              | 564.9                   | 0.02                     | 1.8                      |
| VP21     | 0.0946                | 0.67                   | 66.9                   | 2.8              | 391.1                   | 0.03                     | 2.6                      |

Per verificare l'efficacia della disoleazione, affinché le particelle oleose contenute nelle acque di piattaforma possano essere trattenute dal setto di separazione, è necessario che esse risalgano, a partire dal punto minimo di ingresso alla vasca (25 cm dal fondo), fino ad una quota superiore a quella minima del setto (40 cm dal fondo) garantendo un franco di almeno 25 cm, così da evitare possibili fenomeni di richiamo.

L'altezza di risalita è data da:

$$h_{risalita} = \frac{v_{risalita\ olii}}{v_{orizzontale}} \cdot L$$

Dove:

L: lunghezza della vasca pari a 10 m (scelta lievemente inferiore a quella reale a favor di sicurezza);

v<sub>orizzontale</sub>: componente orizzontale della velocità della corrente all'interno della vasca;

v<sub>risalita olii</sub>: velocità di risalita delle particelle oleose-

Per il calcolo della velocità di risalita v<sub>risalita olii</sub> si fa riferimento alla teoria di Stokes, in base alla quale le particelle, in acqua assimilabile a ferma, si muovono con velocità pari a:

$$v_{sed} = \frac{1}{18} \cdot \left( \frac{\rho_w - \rho_{olii}}{\mu} \right) \cdot g \cdot D^2$$

Dove:



$\rho_{olii}$  : densità delle particelle oleose pari a 900 Kg/m<sup>3</sup> (valore medio sufficientemente cautelativo);

$\rho_w$ : densità dell'acqua assunta pari a 1000 Kg/m<sup>3</sup>;

g: accelerazione di gravità pari a 9.81 m/s<sup>2</sup>;

D: diametro delle particelle solide assunto pari a 150  $\mu$ m (fonte API);

$\mu$ : viscosità dinamica dell'acqua pari a 0.00114 N/m<sup>2</sup> s alla temperatura di 15 °C.

Con tali assunzioni la velocità di risalita risulta pari a 0.108 cm/s.

Nella tabella seguente si riepilogano i risultati ottenuti per le altezze di risalita  $h_{risalita}$  per ciascuna vasca.

| ID VASCA | Q PP                  | V orizzontale | V orizzontale | V risalita olii | V risalita olii | $h_{risalita}$ | quota minima ingresso in vasca | $H_{max}$ risalita | $h_{setto}$ trattatura olii | Franco |
|----------|-----------------------|---------------|---------------|-----------------|-----------------|----------------|--------------------------------|--------------------|-----------------------------|--------|
|          | [m <sup>3</sup> /sec] | [m/sec]       | [cm/sec]      | [m/sec]         | [cm/sec]        | [m]            | [m]                            | [m]                | [m]                         | [m]    |
| VP17     | 0.0374                | 0.01          | 1.0           | 0.001           | 0.11            | 1.09           | 0.25                           | 1.34               | 0.40                        | 0.94   |
| VP18     | 0.0647                | 0.02          | 1.7           | 0.001           | 0.11            | 0.63           | 0.25                           | 0.88               | 0.40                        | 0.48   |
| VP19     | 0.1004                | 0.03          | 2.7           | 0.001           | 0.11            | 0.41           | 0.25                           | 0.66               | 0.40                        | 0.26   |
| VP20     | 0.0655                | 0.02          | 1.8           | 0.001           | 0.11            | 0.62           | 0.25                           | 0.87               | 0.40                        | 0.47   |
| VP21     | 0.0946                | 0.03          | 2.6           | 0.001           | 0.11            | 0.43           | 0.25                           | 0.68               | 0.40                        | 0.28   |

### 8.3.1 Pozzetti

I pozzetti scolmatori, collocati all'ingresso delle vasche di trattamento, garantiscono l'ispezionabilità dei collettori di adduzione e consentono di ridurre le pendenze dei collettori nei casi in cui il terreno naturale sia caratterizzato da elevate pendenze.

Tutti i pozzetti sono prefabbricati in cls di dimensione 1.50 x1.50 m e sono dotati di copertura con possibilità di ispezioni a passo d'uomo e chiusino in ghisa classe D 400, 60x60 cm.

### 8.3.2 Collettori di adduzione

Il collettore di adduzione in arrivo dalla piattaforma stradale, il collettore by-pass delle acque di seconda pioggia e il collettore di scarico hanno diametro esterno variabile in relazione alla portata di progetto dell'impianto, come riportato in tabella sotto.

| Elaborato di riferimento | Presidio Idraulico | Diametro Tubazione Ingresso vasca | Quota Scorrimento Tubaz. Arrivo Pozzetto | Quota Scorrimento Tubaz. Ingresso vasca | Diametro Tubazione Uscita vasca | Quota Scorrimento Tubaz. Uscita vasca |
|--------------------------|--------------------|-----------------------------------|--|---|---------------------------------|---------------------------------------|
|                          |                    | [ mm]                             | [ m s.l.m.]                              | [ m s.l.m.]                             | [ mm]                           | [ m s.l.m.]                           |
| T00ID01IDRDI.01          | TA.01 - VP.17      | 630                               | 354.38                                   | 354.18                                  | 630                             | 353.35                                |
| T00ID01IDRDI.02          | TA.02 - VP.18      | 630                               | 347.56                                   | 347.56                                  | 630                             | 346.50                                |
| T00ID01IDRDI.03          | TA.03 - VP.19      | 800                               | 313.50                                   | 313.46                                  | 800                             | 312.46                                |
| T00ID01IDRDI.04          | TA.04 - VP.20      | 630                               | 289.60                                   | 289.40                                  | 630                             | 288.57                                |
| T00ID01IDRDI.05          | TA.05 - VP.21      | 800                               | 266.00                                   | 265.85                                  | 800                             | 265.85                                |

I collegamenti tra gli elementi costituenti gli impianti sono tutti realizzati mediante collettori in PVC serie pesante in relazione alle portate da trattare e alle pendenze dei collettori.

### 8.3.3 Bacini disperdenti acque trattate

L'area in cui si sviluppa il tracciato stradale si inquadra in un particolare contesto geomorfologico di area vulcanica con orizzonti lavici molto permeabili e risulta praticamente privo di reticolo idrografico di superficie e di incisioni rilevanti.

La quasi totalità di acque meteoriche che interessano questo areale vengono assorbite dal terreno e solo in occasioni di scrosci di pioggia particolarmente intensi si producono deflussi superficiali effimeri che vengono prontamente riassorbiti lungo il loro scorrere a valle.

Pertanto, così come già indicato nel progetto definitivo, non è stato possibile individuare un corpo idrico superficiale da poter utilizzare come recapito delle acque meteoriche che investono il rilevato stradale; le acque di piattaforma verranno convogliate con un sistema di tubazioni ad un sistema di trattamento di dissabbiatura e disoleatura, in seguito al quale verranno rilasciate in appositi bacini disperdenti attrezzati con almeno un pozzo-colonna disperdente.

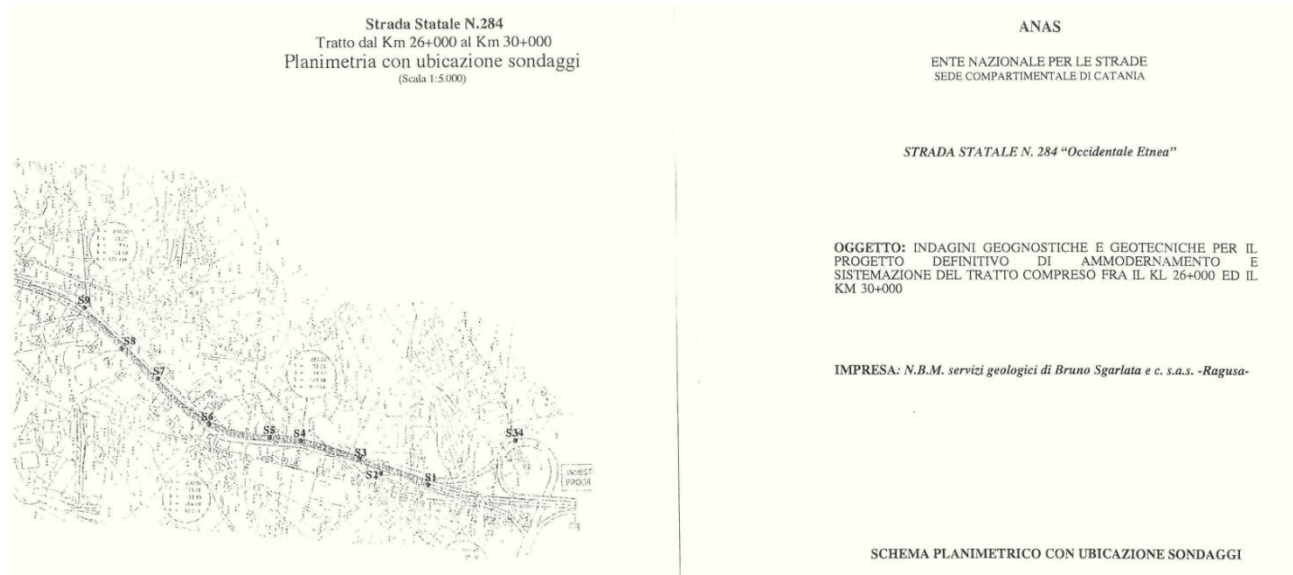
Il bacino disperdente è costituito da un vascone in terra a sezione trapezia con larghezza minima alla base di 1,50 m, sponde inclinate a 45° con altezza minima di 1.00 m.

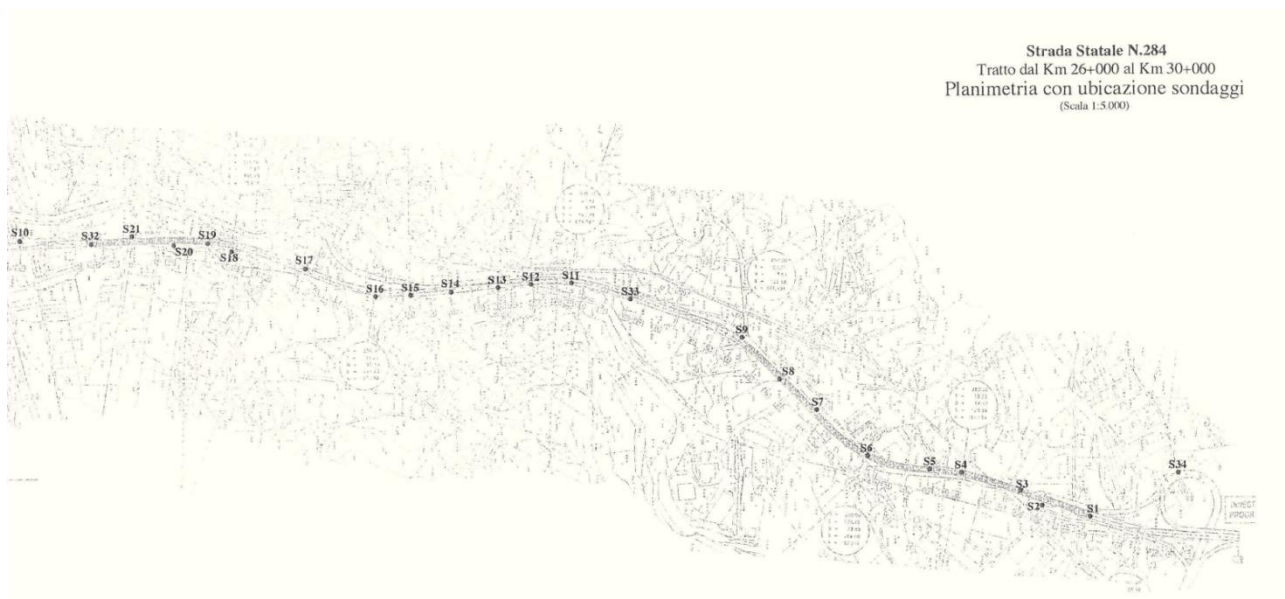
La lunghezza del vascone in terra ha una dimensione minima in pianta di circa 5,0 m.

Tutti i bacini di dispersione in progetto, per assicurare una maggiore efficacia idraulica, sono attrezzati con pozzi colonna verticali, di profondità media di circa 6,0 m e diametro finito di 1,50 m, che dopo la fase di scavo vengono riempiti con ghiaione lavico. Il pozzo colonna verticale ha la funzione di interessare gli strati profondi ed assicurare una maggiore area di permeazione al moto di infiltrazione.

Ai fini delle verifiche idrauliche del sistema bacino-pozzo si è assunto un valore di permeabilità pari a 0.009 m/sec.

Tale valore, compatibile con il complesso idrogeologico nel quale ricadono gli interventi (Ref. Doc. T00GE00GEORE01-Reazione geologica e idrogeologica), è stato desunto dalle prove di permeabilità "LUGEON" condotte nell'ambito della Campagna di indagini Geognostiche e Geotecniche per il Progetto Definitivo di ammodernamento della SS284 "Occidentale Etna" (tratto compreso fra il km 26+000 ed il km 30+000), eseguita per conto di Anas, dalla N.B.M. - Servizi Geologici di Sgarlata Bruno & C. s.a.s nell'anno 2005. In particolare, sono stati assunti come riferimento i sondaggi di cui alla tabella sotto, che insistono sul medesimo complesso idrogeologico presente nell'area oggetto di intervento (vulcano-clastico).





Strada Statale N.284  
 Tratto dal Km 26+000 al Km 30+000  
 Planimetria con ubicazione sondaggi  
 (Scala 1:5.000)

| Complesso Idrogeologico  | Sondaggio di riferimento N. | Profondità |     | assorb. L/min | assorb. m3/sec | K m/s    |
|--|-----------------------------|------------|-----|---------------|----------------|----------|
|  |                             | Da m       | a m |               |                |          |
| vulcano-clastico   | S34                         | 2.5        | 4   | 35.8          | 5.97E-04       | 3.21E-02 |
| vulcano-clastico   | S013                        | 3          | 4.5 | 44.4          | 7.40E-04       | 3.98E-02 |
| vulcano-clastico   | S014                        | 1.5        | 4.5 | 70.2          | 1.17E-03       | 1.86E-02 |
| vulcano-clastico   | S016                        | 1          | 3   | 34.4          | 5.73E-04       | 3.06E-02 |
| vulcano-clastico   | S018                        | 3          | 4.5 | 55.6          | 9.27E-04       | 4.98E-02 |
| <i>MEDIA</i>   |                             |            |     | 48.08         | 8.01E-04       | 3.42E-02 |
| <i>MIN</i>   |                             |            |     | 34.40         | 5.73E-04       | 1.86E-02 |
| Per tenere conto dell'intasamento probabile nel tempo si considera il 50% della permeabilità minima riscontrata nei terreni della colonna stratigrafica analizzata |                             |            |     |               |                | 0.009    |

I bacini drenanti previsti in progetto sono di seguito elencati:

- VP01 (Recapito TombinoTO.01), Ref. Doc. T00ID01IDRDI11A
- VP02 (Recapito scarico vasca VP18), Ref. Doc. T00ID01IDRDI07A
- VP03 (Recapito manufatto SC-03), Ref. Doc. T00ID01IDRDI07A
- VP04 (Recapito scarico vasca VP19), Ref. Doc. T00ID01IDRDI08A
- VP05 (Recapito scarico vasca VP20), Ref. Doc. T00ID01IDRDI09A
- VP06 (Recapito TombinoTO.02), Ref. Doc. T00ID01IDRDI13A
- VP07(Recapito scarico vasca VP21), Ref. Doc. T00ID01IDRDI10A

Tutti i bacini drenanti previsti in progetto sono dotati di N.1 pozzo colonna verticale, di profondità media di circa 6,0 m e diametro finito di 1,50 m: tale pozzo è in grado di disperdere una portata (Q<sub>pt</sub>) pari a 0.9 mc/sec.

**CALCOLO PORTATA DISPERSA DA UN POZZO IN UN MEZZO PERMEABILE**

Nel caso di falda profonda, la portata che può essere dispersa da un pozzo in un mezzo permeabile è data dalla formula:

$$Q^{*pozzo} = C \cdot K \cdot r_0 \cdot H$$

avendo posto:

Q<sup>pozzo</sup> [mc/sec] = portata dispersa dal pozzo

K [m/sec] = permeabilità del terreno

r<sub>0</sub> [m] = raggio del pozzo

C [-] = coefficiente adimensionale

H [m] = carico alla base del pozzo

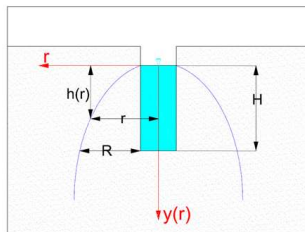
Per il calcolo del coefficiente C si possono utilizzare

formule proposte da diversi autori:

Camwell, 1953  $C^*C = [2 \cdot \pi \cdot H / r_0] / \ln$

Nasbery, 1951  $C^*N = [2,364 \cdot H / r_0] / \ln$

Terltskate, 1954  $C^*T = [2 \cdot \pi \cdot H / r_0] / \ln$



in cui R è il raggio di influenza del pozzo, dato dalla formula:

$$\frac{R}{r_0} = 3.828 \sqrt{1 + H/r_0 - 1}$$

Utilizzando C<sup>T</sup>, la formula per il calcolo della portata dispersa dal pozzo assume la forma seguente:

$$Q^{*pozzo} = [2 \cdot \pi \cdot K \cdot H^2] / \ln(R)$$

Per tenere conto dell'intasamento probabile nel tempo si considera il 50% della permeabilità minima riscontrata nei terreni della colonna stratigrafica analizzata

| permeabilità terreno         | k   | m/sec | 0.0093 |       |  |
|------------------------------|---|-------|--------|-------|--|
| <b>Raggio Pozzo</b>          | ro [m]  | 0.75  |        |       |  |
| <b>Carico nel pozzo</b>      | H [m]   | 6     | 8      | 10    |  |
|                              | C <sup>C</sup> (ro,H)                                 | 24.17 | 28.31  | 32.34 |  |
|                              | C <sup>N</sup> (ro,H)                                 | 15.71 | 18.97  | 22.10 |  |
|                              | C <sup>T</sup> (ro,H)                                 | 24.69 | 30.13  | 35.39 |  |
|                              | ro [m]  | 0.75  |        |       |  |
|                              | H [m]   | 6     | 8      | 10    |  |
|                              | Q(C <sup>C</sup> ) [mc/sec]                           | 1.01  | 1.58   | 2.26  |  |
|                              | Q(C <sup>N</sup> ) [mc/sec]                           | 0.66  | 1.06   | 1.54  |  |
|                              | Q(C <sup>T</sup> ) [mc/sec]                           | 1.03  | 1.68   | 2.47  |  |
| Q <sup>pozzo</sup> [mc/sec]  | min   | 0.66  | 1.06   | 1.54  |  |
|                              | media   | 0.90  | 1.44   | 2.09  |  |
|                              | max   | 1.03  | 1.68   | 2.47  |  |
| <b>POZZO ro=0.75m; H=6 m</b> | Portata ingresso Q <sub>a</sub> (mc/s) =              | 0.30  |        |       |  |
|                              | Portata dispersa pozzo Q <sub>pozzo</sub> media(mc/s) | 0.90  |        |       |  |
|                              | Fattore sicurezza Q <sub>p</sub> /Q <sub>a</sub> =    | 3.003 |        |       |  |
|                              |   |       |        |       |  |

Nei calcoli di dimensionamento, a favore di sicurezza, la portata totale disperdibile dal sistema bacino-pozzo Q<sub>tot</sub> viene calcolata sommando la portata disperdibile per effetto del bacino (Q<sub>inf</sub> BACINO), ridotta del 70%, e la portata disperdibile all'interno dei pozzi-colonna previsti (Q<sub>pt</sub>):

$$Q_{tot} = (1.0 - 70/100) Q_{inf}^{BACINO} + 1.0 Q_{pt} N_{pt}$$

Dove N<sub>pt</sub> è il numero dei pozzi colonna disperdenti previsti.

Valori percentuali per infiltrazione contemporanea bacino e pozzi

Percentuale efficace bacino pb % = 0.30

Percentuale efficace pozzi pp % = 1.00

Si riportano di seguito in forma tabellare, i valori delle dimensioni dei bacini disperdenti e delle colonne pozzo disperdenti previsti per i presidi idraulici, la cui ubicazione è riportata sugli elaborati grafici di progetto (Ref. Doc. T00ID01IDRPL01-04).



**Dati:**

|    |        |       |                       |
|----|--------|-------|-----------------------|
| k  | m/sec  | 0.009 | permeabilità terreno  |
| Qa | mc/sec | 0.478 | portata da disperdere |

**DIMENSIONI BACINO DISPERDENTE**

|  |       |        |                   |
|--|-------|--------|-------------------|
| Larghezza base B =                                     | 1.50  | m      |                   |
| Lunghezza base L =                                     | 5.00  | m      |                   |
| Angolo sponda  | 45    | °gradi | (sulla verticale) |
| Tang β   | 1     |        |                   |
| Altezza massima invasabile bacino HHmax =              | 1.00  | m      |                   |
| Permeabilità terreno K =                               | 0.009 | m/sec  |                   |
| Portata infiltrazione Pozzo Qp =                       | 0.90  | mc/s   |                   |
| n° pozzi =   | 1     |        |                   |
| Portata infiltrazione Pozzi Qpt =                      | 0.90  | mc/s   |                   |
| Altezza attivazione pozzo disperdente H <sub>0</sub> = | 0.10  | (m)    |                   |

Valori percentuali per infiltrazione contemporanea bacino e pozzi

|                                    |      |
|------------------------------------|------|
| Percentuale efficace bacino pb % = | 0.30 |
| Percentuale efficace pozzi pp % =  | 1.00 |

**Valori della portata infiltrabile nel bacino in relazione all'altezza del tirante in essa instaurato :**

|   |       |     |
|---|-------|-----|
| Tirante limite prima dell'attivazione del pozzo disperdente h =     | 0.05  | m   |
| Portata disperdibile per effetto del solo bacino Q <sub>inf</sub> = | 82.19 | l/s |

Tirante pari all'altezza massima invasabile dal bacino HHmax = 1.00 m

Portata disperdibile per effetto del solo bacino Q<sub>inf</sub> = 336.69 l/s x pb = 101.01

Portata disperdibile nei pozzi Q<sub>pt</sub> = 900.80 Q<sub>pt</sub> x pp = 900.80 l/s

**Q tot = 1,001.80 >>> 477.80**

**Rapporto sicurezza = Q<sub>tot</sub> / Q<sub>a</sub> = 2.10**

**TABELLA CALCOLO PORTATE INFILTRABILI NEL BACINO SENZA POZZO**

| Tirante  | Lunghezza | Larghezza a | Volume    | Tirante | Pelo libero |        | Coeff. Vederniko w           |          | Portata infiltrabile per m.l.    | Lunghezza a | Portata infiltrabile          |
|----------|-----------|-------------|-----------|---------|-------------|--------|------------------------------|----------|----------------------------------|-------------|-------------------------------|
| H bacino | testa Lh  | testa Bh    | bacino Vv | H       | b(H)        | b(H)/H | a*(b/H) <sup>m</sup> calcolo | adottato | $\frac{q}{KH} = \frac{b}{H} + C$ | media L     | Q <sub>inf bacino</sub> = q*L |
| [m]      | [m]       | [m]         | [mc]      | [cm]    | [cm]        |        | C                            | C        | [mc/s * m]                       | [m]         | [mc/s]                        |
| 0.050    | 5.10      | 1.60        | 0.39      | 5.00    | 160.00      | 32.00  | 5.81                         | 3.00     | 0.0163                           | 5.05        | 0.0822                        |
| 1.000    | 7.00      | 3.50        | 16.00     | 100.00  | 350.00      | 3.50   | 2.53                         | 2.53     | 0.0561                           | 6.00        | 0.3367                        |

Figura 8-1 Dimensionamento e verifica bacino disperdente VP02 (Recapito scarico vasca VP18)



**Dati:**

|    |        |       |                       |
|----|--------|-------|-----------------------|
| k  | m/sec  | 0.009 | permeabilità terreno  |
| Qa | mc/sec | 0.647 | portata da disperdere |

**DIMENSIONI BACINO DISPERDENTE**

|  |         |                          |
|--|---------|--------------------------|
| Larghezza base B =                                     | 1.50    | m                        |
| Lunghezza base L =                                     | 5.00    | m                        |
| Angolo sponda  | 45      | °gradi (sulla verticale) |
| Tang $\beta$   | 1       |                          |
| Altezza massima invasibile bacino HHmax =              | 1.00    | m                        |
| Permeabilità terreno K =                               | 0.00930 | m/sec                    |
| Portata infiltrazione Pozzo Qp =                       | 0.90    | mc/s                     |
| n° pozzi =   | 1       |                          |
| Portata infiltrazione Pozzi Qpt =                      | 0.90    | mc/s                     |
| Altezza attivazione pozzo disperdente H <sub>0</sub> = | 0.10    | (m)                      |

Valori percentuali per infiltrazione contemporanea bacino e pozzi

|                                    |      |
|------------------------------------|------|
| Percentuale efficace bacino pb % = | 0.30 |
| Percentuale efficace pozzi pp % =  | 1.00 |

**Valori della portata infiltrabile nel bacino in relazione all'altezza del tirante in essa instaurato :**

|   |       |     |
|---|-------|-----|
| Tirante limite prima dell'attivazione del pozzo disperdente h =     | 0.05  | m   |
| Portata disperdibile per effetto del solo bacino Q <sub>inf</sub> = | 82.19 | l/s |

|   |        |   |
|---|--------|---|
| Tirante pari all'altezza massima invasibile dal bacino HHmax =      | 1.00   | m   |
| Portata disperdibile per effetto del solo bacino Q <sub>inf</sub> = | 336.69 | l/s x pb = 101.01                                       |
| Portata disperdibile nei pozzi Q <sub>pt</sub> =                    | 900.80 | Q <sub>pt</sub> x pp = 900.80                           |
|   |        | Q <sub>tot</sub> = 1,001.80 >>> 647.00                  |
|   |        | <b>Rapporto sicurezza = Q<sub>tot</sub> / Qa = 1.55</b> |

**TABELLA CALCOLO PORTATE INFILTRABILI NEL BACINO SENZA POZZO**

| Tirante  | Lunghezza a | Larghezza a | Volume    | Tirante | Pelo libero |        | Coeff. Vederniko w             | Portata infiltrabile per m.l.    | Lunghezza a | Portata infiltrabile   |        |
|----------|-------------|-------------|-----------|---------|-------------|--------|--------------------------------|----------------------------------|-------------|------------------------|--------|
| H bacino | testa Lh    | testa Bh    | bacino Vv | H       | b(H)        | b(H)/H | a*(b/H) <sup>1/3</sup> calcolo | $\frac{q}{KH} = \frac{b}{H} + C$ | media L     | Q <sub>inf</sub> = q*L |        |
| [m]      | [mc]        | [mc]        | [mc]      | [cm]    | [cm]        |        | C                              | [mc/s * m]                       | [m]         | [mc/s]                 |        |
| 0.050    | 5.10        | 1.60        | 0.39      | 5.00    | 160.00      | 32.00  | 5.81                           | 3.00                             | 0.0163      | 5.05                   | 0.0822 |
| 1.000    | 7.00        | 3.50        | 16.00     | 100.00  | 350.00      | 3.50   | 2.53                           | 2.53                             | 0.0561      | 6.00                   | 0.3367 |

Figura 8-2 Dimensionamento e verifica bacino disperdente VP04 (Recapito scarico vasca VP19)

**Dati:**

|    |        |         |                       |
|----|--------|---------|-----------------------|
| k  | m/sec  | 0.00930 | permeabilità terreno  |
| Qa | mc/sec | 0.496   | portata da disperdere |

**DIMENSIONI BACINO DISPERDENTE**

|  |        |                          |
|--|--------|--------------------------|
| Larghezza base B =                                     | 1.50   | m                        |
| Lunghezza base L =                                     | 5.00   | m                        |
| Angolo sponda  | 45     | °gradi (sulla verticale) |
| Tang $\beta$   | 1      |                          |
| Altezza massima invasabile bacino HHmax =              | 1.00   | m                        |
| Permeabilità terreno K =                               | 0.0093 | m/sec                    |
| Portata infiltrazione Pozzo Qp =                       | 0.90   | mc/s                     |
| n° pozzi =   | 1      |                          |
| Portata infiltrazione Pozzi Qpt =                      | 0.90   | mc/s                     |
| Altezza attivazione pozzo disperdente H <sub>0</sub> = | 0.10   | (m)                      |

## Valori percentuali per infiltrazione contemporanea bacino e pozzi

|                                    |      |
|------------------------------------|------|
| Percentuale efficace bacino pb % = | 0.30 |
| Percentuale efficace pozzi pp % =  | 1.00 |

**Valori della portata infiltrabile nel bacino in relazione all'altezza del tirante in essa instaurato :**

|   |       |     |
|---|-------|-----|
| Tirante limite prima dell'attivazione del pozzo disperdente h =     | 0.05  | m   |
| Portata disperdibile per effetto del solo bacino Q <sub>inf</sub> = | 82.19 | l/s |

Tirante pari all'altezza massima invasabile dal bacino HHmax = 1.00 m

|   |        |  |                    |
|---|--------|--|--------------------|
| Portata disperdibile per effetto del solo bacino Q <sub>inf</sub> = | 336.69 | l/s x pb =                                   | 101.01             |
| Portata disperdibile nei pozzi Q <sub>pt</sub> =                    | 900.80 | Q <sub>pt</sub> x pp =                       | 900.80             |
|   |        | Q <sub>tot</sub> =                           | 1,001.80 >> 496.30 |
|   |        | Rapporto sicurezza = Q <sub>tot</sub> / Qa = | 2.02               |

**TABELLA CALCOLO PORTATE INFILTRABILI NEL BACINO SENZA POZZO**

| Tirante  | Lunghezza a | Larghezza a | Volume    | Tirante | Pelo libero |        | Coeff. Vederniko w             | Portata infiltrabile per m.l.    | Lunghezza a | Portata infiltrabile   |
|----------|-------------|-------------|-----------|---------|-------------|--------|--------------------------------|----------------------------------|-------------|------------------------|
| H bacino | testa Lh    | testa Bh    | bacino Vv | H       | b(H)        | b(H)/H | a*(b/H) <sup>0.7</sup> calcolo | $\frac{q}{KH} = \frac{b}{H} + C$ | media L     | Q <sub>inf</sub> = q*L |
| [m]      | [mc]        | [mc]        | [mc]      | [cm]    | [cm]        |        | C                              | C                                | [m]         | [mc/s]                 |
| 0.050    | 5.10        | 1.60        | 0.39      | 5.00    | 160.00      | 32.00  | 5.81                           | 3.00                             | 5.05        | 0.0822                 |
| 1.000    | 7.00        | 3.50        | 16.00     | 100.00  | 350.00      | 3.50   | 2.53                           | 2.53                             | 6.00        | 0.3367                 |

Figura 8-3 Dimensionamento e verifica bacino disperdente VP05 (Recapito scarico vasca VP20)

**Dati:**

|    |        |         |                       |
|----|--------|---------|-----------------------|
| k  | m/sec  | 0.00930 | permeabilità terreno  |
| Qa | mc/sec | 0.420   | portata da disperdere |

**DIMENSIONI BACINO DISPERDENTE**

|  |        |                          |
|--|--------|--------------------------|
| Larghezza base B =                                     | 1.50   | m                        |
| Lunghezza base L =                                     | 5.00   | m                        |
| Angolo sponda  | 45     | °gradi (sulla verticale) |
| Tang $\beta$   | 1      |                          |
| Altezza massima invasabile bacino HHmax =              | 1.00   | m                        |
| Permeabilità terreno K =                               | 0.0093 | m/sec                    |
| Portata infiltrazione Pozzo Qp =                       | 0.9008 | mc/s                     |
| n° pozzi =   | 1      |                          |
| Portata infiltrazione Pozzi Qpt =                      | 0.90   | mc/s                     |
| Altezza attivazione pozzo disperdente H <sub>0</sub> = | 0.10   | (m)                      |

Valori percentuali per infiltrazione contemporanea bacino e pozzi

Percentuale efficace bacino pb % = 0.30

Percentuale efficace pozzi pp % = 1.00

Valori della portata infiltrabile nel bacino in relazione all'altezza del tirante in essa instaurato :

Tirante limite prima dell'attivazione del pozzo disperdente h = 0.05 m

 Portata disperdibile per effetto del solo bacino Q<sub>inf</sub> = 82.19 l/s

Tirante pari all'altezza massima invasabile dal bacino HHmax = 1.00 m

 Portata disperdibile per effetto del solo bacino Q<sub>inf</sub> = 336.69 l/s x pb = 101.01

Portata disperdibile nei pozzi Qpt = 900.80 Qpt x pp = 900.80

Q tot = 1,001.80 &gt;&gt; 420.30 l/s

 Rapporto sicurezza = Q<sub>tot</sub> / Qa = 2.38

**TABELLA CALCOLO PORTATE INFILTRABILI NEL BACINO SENZA POZZO**

| Tirante  | Lunghezza a | Larghezza a | Volume    | Tirante | Pelo libero |        | Coeff. Vederniko w             |          | Portata infiltrabile per m.l.    | Lunghezza a | Portata infiltrabile     |
|----------|-------------|-------------|-----------|---------|-------------|--------|--------------------------------|----------|----------------------------------|-------------|--------------------------|
| H bacino | testa Lh    | testa Bh    | bacino Vv | H       | b(H)        | b(H)/H | a*(b/H) <sup>0.7</sup> calcolo | adottato | $\frac{q}{KH} = \frac{b}{H} + C$ | media L     | Q <sub>inf</sub> = q * L |
| [m]      | [mc]        | [mc]        | [mc]      | [cm]    | [cm]        |        | C                              | C        | [mc/s * m]                       | [m]         | [mc/s]                   |
| 0.050    | 5.10        | 1.60        | 0.39      | 5.00    | 160.00      | 32.00  | 5.81                           | 3.00     | 0.0163                           | 5.05        | 0.0822                   |
| 0.500    | 6.00        | 2.50        | 5.63      | 50.00   | 250.00      | 5.00   | 2.90                           | 2.90     | 0.0367                           | 5.50        | 0.2020                   |
| 1.000    | 7.00        | 3.50        | 16.00     | 100.00  | 350.00      | 3.50   | 2.53                           | 2.53     | 0.0561                           | 6.00        | 0.3367                   |

Figura 8-4 Dimensionamento e verifica bacino disperdente VP07 (Recapito scarico vasca VP21)

#### 8.4 Fossi di guardia e canalette al piede del rilevato

Il particolare contesto geomorfologico di area vulcanica in cui si sviluppa l'asse stradale, costituito da una successione estremamente eterogenea, nei volumi e nelle forme, di orizzonti lavici molto permeabili, intercalati a livelli discontinui di materiale piroclastico o vulcano-clastico scarsamente permeabile, **risulta praticamente privo di reticolo idrografico di superficie e di incisioni rilevanti**. La quasi totalità di acque meteoriche che interessano questo areale vengono assorbite dal terreno e solo in occasioni di scrosci di pioggia particolarmente intensi si producono deflussi superficiali effimeri che vengono prontamente riassorbiti lungo il loro scorrere a valle.

Pertanto non è stato possibile individuare un corpo idrico superficiale da poter utilizzare come recapito delle acque meteoriche che investono il rilevato stradale; le acque di piattaforma verranno convogliate con un sistema di tubazioni ad un sistema di trattamento di dissabbiatura e disoleatura, in seguito al quale verranno rilasciate in appositi bacini disperdenti attrezzati con almeno un pozzo-colonna disperdente.

**Tutte le acque meteoriche che si abbattono sulle scarpate dei tratti in rilevato e dei tratti in scavo, verranno raccolte in fossi e cunette in terra disperdenti lungo il percorso. In tal modo le acque delle scarpate, benché di modesta entità, verranno restituite al substrato permeabile naturale, evitando problemi di accumulo e smaltimento in punti concentrati, in assenza di un evidente e preesistente reticolo idrografico.**

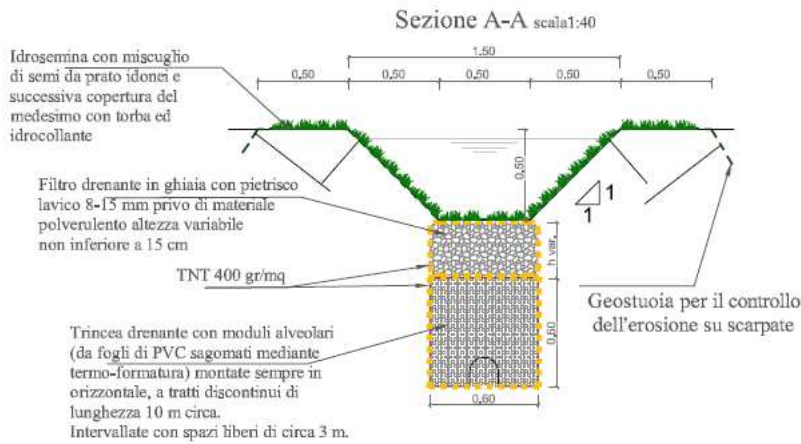
Le cunette ed i fossi disperdenti che ricevono i volumi meteorici sono dimensionati per garantire la laminazione temporanea e la dispersione dei volumi, e dovrebbero avere una giacitura longitudinale orizzontale, cioè senza pendenza longitudinale, in modo da garantire il massimo invaso temporaneo e la dispersione di tutti i volumi in arrivo.

Data la scarsa fattibilità tecnica di fossi e cunette orizzontali si sono utilizzate delle trincee drenanti (Ref. Doc T00IDIDRST01-2-3), costituite da moduli alveolari modulari di dimensione trasversali 0,60 x 0,60 ovvero 0,90 x 0,90 m, che vengono poste al di sotto dei fossi e delle cunette in terra. Le trincee alveolari vengono posate in opera secondo un profilo discontinuo a denti di sega, con alternanza ciclica di tratti sempre in orizzontale della lunghezza di circa 10 m con un tratto in terra di circa 3 m.

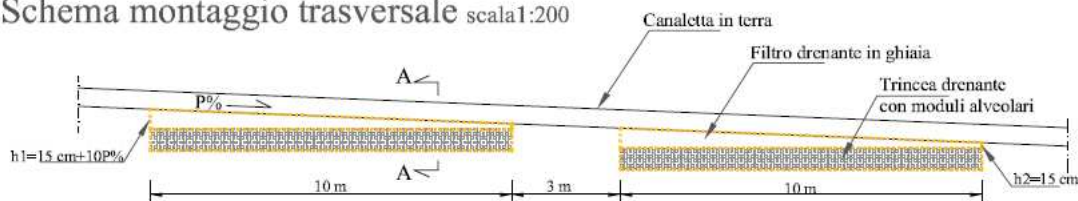
La copertura della trincea alveolare, costituita da un filtro drenante in ghiaia con pietrisco lavico di 8-15 mm privo di materiale pulvirulento, assume spessore variabile in relazione alla pendenza trasversale del fosso con un minimo di 15 cm nella parte terminale. La trincea alveolare drenante ed il filtro drenante a copertura vengono avvolti separatamente con tessuto non tessuto (400 gr/mq) avente funzione di separazione del materiale.



### Canaletta/fosso di guardia su trincea drenante



### Schema montaggio trasversale scala 1:200



La portata dispersa dai fossi per infiltrazione è stata stimata con riferimento allo schema di moto filtrante riportato di seguito che quantifica la portata dispersa per un fosso di lunghezza unitaria con la seguente formula:

$$q / KH = b/H + C$$

Dove:

- b pelo libero della corrente nel canale - fosso;
- H altezza del tirante idrico nel canale;
- n pendenza delle scarpate;
- K coefficiente di permeabilità del terreno;
- C coefficiente che misura il contributo della formazione della portata dovuta all'infiltrazione sulle sponde, stimata con una relazione monomia del tipo  $7C = a^*(b/H)^m$  in cui a ed m rappresentano i coefficienti dell'equazione di Vedernikow, dipendono dalla scarpa delle sponde n e sono visibili nella tabella sottostante

Ai fini delle verifiche idrauliche si è assunto un valore di permeabilità pari a 0.009 m/sec, compatibile con il complesso idrogeologico nel quale ricadono gli interventi (Ref. Doc. T00GE00GEORE01-Reazione geologica e idrogeologica).



**CALCOLO PORTATA SMALTIBILE PER INFILTRAZIONE NEL CANALE**

La portata che può essere smaltita in un canale di sezione trapezoidale avente scarpa nelle sponde pari a n e lunghezza L unitaria è data dalla seguente formula, ("Le opere idrauliche nelle costruzioni stradali", Luigi da Ceppo, Claudio Datei):

$$q \text{ [m}^3\text{/s]} = b \cdot H \cdot C$$

avendo posto:

- q [(m<sup>3</sup>/s): portata infiltrata per metro lineare di canale;
- K [m/s] = permeabilità del terreno.
- H [m] = tirante che si instaura nel canale trapezio ( tirante della portata Q defluente nel canale).
- b [m] = pelo libero nel canale
- C = a \* (b/H)<sup>m</sup> = coefficiente rappresentativo del contributo dato dall'infiltrazione sulle sponde alla formazione di q
- n = scarpa delle sponde;
- a (n) = coefficiente dell'equazione di Vedernikow, che dipende dalla scarpa delle sponde n
- m(n) = coefficiente dell'equazione di Vedernikow, che dipende dalla scarpa delle sponde n

| α [gradi] | scarpa n | a    | m    | (b/H) min | C    |
|-----------|----------|------|------|-----------|------|
| 45.00     | 1/1      | 1.58 | 0.38 | 2.00      | 2.05 |
| 33.69     | 3/2      | 1.33 | 0.38 | 3.00      | 2.02 |
| 26.57     | 2/1      | 1.01 | 0.45 | 4.00      | 1.88 |

A Favore della sicurezza, per valori del coefficiente C maggiori di 3, si considera C= 3; q = k(b+3H)  
Per i canali rettangolari si adotta il valore C = 2, q = k(b+2H)

La portata smaltibile tramite infiltrazione Q<sub>inf</sub> all'interno di un canale di sezione trapezia, lungo L è data dalla formula:

$$Q_{inf} = q \cdot L$$

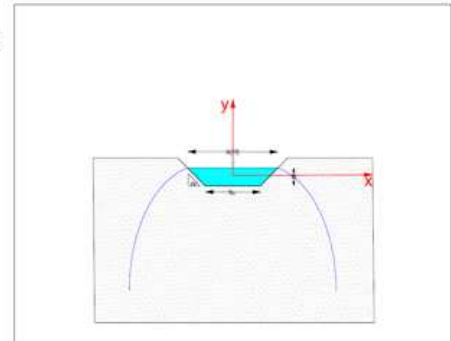
Nell'ipotesi di moto uniforme, la portata Q si ricava utilizzando l'equazione di continuità:

$$Q = S \cdot V$$

Adottando la formula di Chezy per la velocità V  $Q = S \cdot X \cdot (R \cdot i)^{0.5}$

avendo posto:

- S [mq] = Area della sezione idraulica
- X [m<sup>0.5</sup>/sec] = Coefficiente di resistenza
- X = c R<sup>1/6</sup> secondo Glaukcler-Strickler
- c [m<sup>1/3</sup>/sec] = Indice di scabrezza
- R [m] = Raggio idraulico
- i [%] = Pendenza fondo canale



In relazione alla capacità disperdente per ogni canaletta (CPD) o fosso di guardia (FGD) è stata calcolata la portata infiltrabile per metro lineare di manufatto con il pacchetto alveolare sottostante.

Ai fini di calcolo, a favore della sicurezza, si è ipotizzato come disperdente solamente il pacchetto alveolare e nella determinazione dei coefficienti di Vedernikow, si sono utilizzati il valore di pelo libero (b) e altezze d'acqua (H) che in esso si instaurano.

Come si evince dalla tabella riportata sotto, tutte le canalette e i fossi di guardia drenanti previsti in progetto sono in grado di disperdere l'intera portata di progetto (Tr=100 anni).

Per la canaletta CPD06-P50-L\*, che non è in grado di disperdere l'intera portata di progetto, è prevista la realizzazione di un bacino drenante (VP.03) deputato alla dispersione della portata non dispersa all'interno della canaletta (2.6 m<sup>3</sup>/sec)

| Tratto                                    | Nome -Progressiva | ID Sez. Idrologia | Portate di verifica<br>$Q_{verifica}$ | Dati geometrici sezione canale |                  |                    |                      |           | Portate          |                   | Pacchetto alveolare |           |          |                |             |                   |                       | Permeabilità terreno<br>$K$ | Coeff. Vedernikow |             | Portata infiltrabile per m.l.<br>$\frac{q}{K} = \frac{b}{H} + C$ | $Q_{inf}$<br>Portata infiltrabile<br>$Q_{inf} = q * L$ | Grado sicurezza<br>$Q_{inf}/Q$ | $Q_{ec}$<br>Portata non dispersa restituita in alveo<br>$Q - Q_{inf}$ |          |
|---|-------------------|-------------------|---------------------------------------|--------------------------------|------------------|--------------------|----------------------|-----------|------------------|-------------------|---------------------|-----------|----------|----------------|-------------|-------------------|-----------------------|-----------------------------|-------------------|-------------|--|--|--------------------------------|---|----------|
|   |                   |                   |                                       | Lungh.                         | Pend.            | Scabr.             | Larghez. base minore | Altezza   | Angolo Sponda    | Massima           | calcolo             | Tirante   | Lungh.   | Larghezza base | Altezza     | Angolo Sponda     | Larghezza pelo libero |                             | Volume            | $a*(b/H)^m$ |  |  |                                |   | adottato |
|   |                   |                   |                                       | $L_c$<br>m                     | $i=i_{min}$<br>% | $c$<br>$m^{1/3}/s$ | $b_0$<br>cm          | $A$<br>cm | $\beta$<br>gradi | $Q_{max}$<br>mc/s | $Q$<br>mc/s         | $H$<br>cm | $L$<br>m | $b_0$<br>[cm]  | $H$<br>[cm] | $\alpha$<br>gradi | $b(H)$<br>[cm]        |                             | $V_v$<br>[mc]     | $b(H)/H$    |  |  |                                |   | $C$      |
| CPD-19-P50-L*                             | A.2               | 0.257             | 71.00                                 | 0.50                           | 45.00            | 50.00              | 50.00                | 45.00     | 0.65             | 0.2201            | 28.53               | 54.62     | 60.00    | 60.00          | 90.00       | 60.00             | 19.66                 | 1.00                        | 0.0090            | 2.00        | 2.00   | 0.0162   | 0.885                          | 3.45  | 0.0      |
| FGD-19-P50-L*                             | 23A               | 0.016             | 94.73                                 | 0.50                           | 45.00            | 50.00              | 50.00                | 45.00     | 0.65             | 0.0166            | 6.48                | 72.87     | 60.00    | 60.00          | 90.00       | 60.00             | 26.23                 | 1.00                        | 0.0090            | 2.00        | 2.00   | 0.0162   | 1.180                          | 71.63   | 0.0      |
| CPD-21-P5-L*                              | A.1               | 0.024             | 24.56                                 | 0.50                           | 45.00            | 50.00              | 50.00                | 45.00     | 0.65             | 0.0204            | 7.35                | 18.89     | 60.00    | 60.00          | 90.00       | 60.00             | 6.80                  | 1.00                        | 0.0090            | 2.00        | 2.00   | 0.0162   | 0.306                          | 12.95   | 0.0      |
| FGD-18-P50-L*                             | 23B               | 0.124             | 44.88                                 | 0.50                           | 45.00            | 50.00              | 50.00                | 45.00     | 0.65             | 0.1246            | 20.90               | 34.52     | 60.00    | 60.00          | 90.00       | 60.00             | 12.43                 | 1.00                        | 0.0090            | 2.00        | 2.00   | 0.0162   | 0.559                          | 4.50  | 0.0      |
| FGD-17b-P50-L*                            | 23B.1             | 0.009             | 76.60                                 | 0.50                           | 45.00            | 50.00              | 50.00                | 45.00     | 0.65             | 0.0085            | 4.35                | 58.92     | 60.00    | 60.00          | 90.00       | 60.00             | 21.21                 | 1.00                        | 0.0090            | 2.00        | 2.00   | 0.0162   | 0.955                          | 107.43  | 0.0      |
| FGD-17-P50-L*                             | B.1               | 0.018             | 77.54                                 | 0.50                           | 45.00            | 50.00              | 50.00                | 45.00     | 0.65             | 0.0159            | 6.33                | 59.65     | 60.00    | 60.00          | 90.00       | 60.00             | 21.47                 | 1.00                        | 0.0090            | 2.00        | 2.00   | 0.0162   | 0.966                          | 53.02   | 0.0      |
| CPD-16b-P50-L*                            | B.1               | 0.018             | 50.06                                 | 0.50                           | 45.00            | 50.00              | 50.00                | 45.00     | 0.65             | 0.0157            | 6.28                | 38.51     | 60.00    | 60.00          | 90.00       | 60.00             | 13.86                 | 1.00                        | 0.0090            | 2.00        | 2.00   | 0.0162   | 0.624                          | 34.23   | 0.0      |
| CPD-16-P50-L*                             | B                 | 1.844             | 169.60                                | 0.50                           | 45.00            | 50.00              | 50.00                | 45.00     | 0.65             | 1.8436            | 82.50               | 130.46    | 60.00    | 60.00          | 90.00       | 60.00             | 46.97                 | 1.00                        | 0.0090            | 2.00        | 2.00   | 0.0162   | 2.113                          | 1.15  | 0.0      |
| CPD-15-P50-L*                             | C.2               | 2.043             | 116.17                                | 0.50                           | 45.00            | 50.00              | 50.00                | 45.00     | 0.65             | 1.7502            | 80.54               | 89.36     | 120.00   | 60.00          | 90.00       | 120.00            | 64.34                 | 2.00                        | 0.0090            | 2.00        | 2.00   | 0.0216   | 1.930                          | 0.94  | 0.0      |
| CPD-15b-P50-L*                            | C                 | 0.314             | 149.06                                | 0.50                           | 45.00            | 50.00              | 50.00                | 45.00     | 0.65             | 0.3130            | 34.40               | 114.66    | 60.00    | 60.00          | 90.00       | 60.00             | 41.28                 | 1.00                        | 0.0090            | 2.00        | 2.00   | 0.0162   | 1.858                          | 5.92  | 0.0      |
| FGD-16-P50-L*                             | D                 | 0.200             | 61.98                                 | 0.50                           | 45.00            | 50.00              | 50.00                | 45.00     | 0.65             | 0.2001            | 27.11               | 47.68     | 60.00    | 60.00          | 90.00       | 60.00             | 17.16                 | 1.00                        | 0.0090            | 2.00        | 2.00   | 0.0162   | 0.772                          | 3.85  | 0.0      |
| FGD-15-P50-L*                             | 22A/Ltot)*L       | 0.022             | 63.34                                 | 0.50                           | 45.00            | 50.00              | 50.00                | 45.00     | 0.65             | 0.0228            | 7.84                | 48.72     | 60.00    | 60.00          | 90.00       | 60.00             | 17.54                 | 1.00                        | 0.0090            | 2.00        | 2.00   | 0.0162   | 0.789                          | 35.43   | 0.0      |
| CPD-13-P50-L*                             | 22A/Ltot)*L       | 0.050             | 141.40                                | 0.50                           | 45.00            | 50.00              | 50.00                | 45.00     | 0.65             | 0.0504            | 12.49               | 108.77    | 60.00    | 60.00          | 90.00       | 60.00             | 39.16                 | 1.00                        | 0.0090            | 2.00        | 2.00   | 0.0162   | 1.762                          | 35.43   | 0.0      |
| FGD-15-P50-L*&CPD-13-P50-L*               | 22A               | 0.072             | 204.74                                | 0.50                           | 45.00            | 50.00              | 50.00                | 45.00     | 0.65             | 0.0719            | 15.33               | 157.49    | 60.00    | 60.00          | 90.00       | 60.00             | 56.70                 | 1.00                        | 0.0090            | 2.00        | 2.00   | 0.0162   | 2.551                          | 35.43   | 0.0      |
| CPD-12-P50-L*                             | E1                | 0.024             | 54.32                                 | 0.50                           | 45.00            | 50.00              | 50.00                | 45.00     | 0.65             | 0.0242            | 8.13                | 41.78     | 60.00    | 60.00          | 90.00       | 60.00             | 15.04                 | 1.00                        | 0.0090            | 2.00        | 2.00   | 0.0162   | 0.677                          | 28.59   | 0.0      |
| CPD-11-P50-L*                             | E2                | 0.053             | 29.58                                 | 0.50                           | 45.00            | 50.00              | 50.00                | 45.00     | 0.65             | 0.0530            | 12.86               | 22.75     | 60.00    | 60.00          | 90.00       | 60.00             | 8.19                  | 1.00                        | 0.0090            | 2.00        | 2.00   | 0.0162   | 0.369                          | 6.97  | 0.0      |
| CPD-09-P50-L*                             | (E/Ltot)*L        | 0.346             | 107.57                                | 0.50                           | 45.00            | 50.00              | 50.00                | 45.00     | 0.65             | 0.3464            | 36.28               | 82.75     | 60.00    | 60.00          | 90.00       | 60.00             | 29.79                 | 1.00                        | 0.0090            | 2.00        | 2.00   | 0.0162   | 1.340                          | 3.87  | 0.0      |
| CPD-10-P50-L*                             | (E/Ltot)*L        | 0.174             | 54.01                                 | 0.50                           | 45.00            | 50.00              | 50.00                | 45.00     | 0.65             | 0.1739            | 25.12               | 41.55     | 60.00    | 60.00          | 90.00       | 60.00             | 14.96                 | 1.00                        | 0.0090            | 2.00        | 2.00   | 0.0162   | 0.673                          | 3.87  | 0.0      |
| CPD-09-P50-L*&CPD-10-P50-L*               | E                 | 0.520             | 161.58                                | 0.50                           | 45.00            | 50.00              | 50.00                | 45.00     | 0.65             | 0.5199            | 44.69               | 124.29    | 60.00    | 60.00          | 90.00       | 60.00             | 44.75                 | 1.00                        | 0.0090            | 2.00        | 2.00   | 0.0162   | 2.014                          | 3.87  | 0.0      |
| FGD-13-P50-L*                             | 21A               | 0.064             | 80.00                                 | 0.50                           | 45.00            | 50.00              | 50.00                | 45.00     | 0.65             | 0.0643            | 14.38               | 61.54     | 60.00    | 60.00          | 90.00       | 60.00             | 22.15                 | 1.00                        | 0.0090            | 2.00        | 2.00   | 0.0162   | 0.997                          | 15.51   | 0.0      |
| CPD-06-P50-L*                             | 21aew             | 6.095             | 211.87                                | 0.60                           | 45.00            | 50.00              | 50.00                | 45.00     | 0.71             | 6.0948            | 135.50              | 162.98    | 120.00   | 60.00          | 90.00       | 120.00            | 117.34                | 2.00                        | 0.0090            | 2.00        | 2.00   | 0.0216   | 3.520                          | 0.58  | 2.6      |
| FGD-14b-P50-L*                            | G                 | 0.064             | 55.96                                 | 0.50                           | 45.00            | 50.00              | 50.00                | 45.00     | 0.65             | 0.0642            | 14.36               | 43.05     | 60.00    | 60.00          | 90.00       | 60.00             | 15.50                 | 1.00                        | 0.0090            | 2.00        | 2.00   | 0.0162   | 0.697                          | 10.92   | 0.0      |
| FGD-14-P50-L*                             | G.1               | 0.006             | 30.00                                 | 0.50                           | 45.00            | 50.00              | 50.00                | 45.00     | 0.65             | 0.0058            | 3.46                | 23.08     | 60.00    | 60.00          | 90.00       | 60.00             | 8.31                  | 1.00                        | 0.0090            | 2.00        | 2.00   | 0.0162   | 0.374                          | 57.60   | 0.0      |
| GD-14b-P50-L*&CPD-07-P50-L*&CPD-08-P50-L* | F                 | 0.395             | 195.45                                | 0.50                           | 45.00            | 50.00              | 50.00                | 45.00     | 0.65             | 0.3943            | 38.80               | 150.35    | 60.00    | 60.00          | 90.00       | 60.00             | 54.12                 | 1.00                        | 0.0090            | 2.00        | 2.00   | 0.0162   | 2.436                          | 6.17  | 0.0      |
| FGD-12-P50-L*                             | IA                | 0.043             | 47.62                                 | 0.50                           | 45.00            | 50.00              | 50.00                | 45.00     | 0.65             | 0.0441            | 11.56               | 36.63     | 60.00    | 60.00          | 90.00       | 60.00             | 13.19                 | 1.00                        | 0.0090            | 2.00        | 2.00   | 0.0162   | 0.593                          | 13.68   | 0.0      |
| CPD-05-P50-L*                             | I                 | 0.844             | 77.33                                 | 0.50                           | 45.00            | 50.00              | 50.00                | 45.00     | 0.65             | 0.8435            | 56.86               | 59.48     | 60.00    | 60.00          | 90.00       | 60.00             | 21.41                 | 1.00                        | 0.0090            | 2.00        | 2.00   | 0.0162   | 0.964                          | 1.14  | 0.0      |
| FGD-12-P50-L*&CPD-05-P50-L*               | I                 | 0.844             | 124.95                                | 0.50                           | 45.00            | 50.00              | 50.00                | 45.00     | 0.65             | 0.028             | 8.85                | 96.12     | 60.00    | 60.00          | 90.00       | 60.00             | 34.60                 | 1.00                        | 0.0090            | 2.00        | 2.00   | 0.0162   | 1.557                          | 1.85  | 0.0      |
| FGD-10-P50-L*                             | L1                | 0.045             | 63.61                                 | 0.50                           | 45.00            | 50.00              | 50.00                | 45.00     | 0.65             | 0.045             | 11.70               | 48.93     | 60.00    | 60.00          | 90.00       | 60.00             | 17.62                 | 1.00                        | 0.0090            | 2.00        | 2.00   | 0.0162   | 0.793                          | 17.76   | 0.0      |
| FGD-09-P50-L*                             | L2                | 0.033             | 68.00                                 | 0.50                           | 45.00            | 50.00              | 50.00                | 45.00     | 0.65             | 0.033             | 9.81                | 52.31     | 60.00    | 60.00          | 90.00       | 60.00             | 18.83                 | 1.00                        | 0.0090            | 2.00        | 2.00   | 0.0162   | 0.847                          | 25.48   | 0.0      |
| FGD-08-P50-L*                             | L3                | 0.032             | 19.64                                 | 0.50                           | 45.00            | 50.00              | 50.00                | 45.00     | 0.65             | 0.032             | 9.63                | 15.11     | 60.00    | 60.00          | 90.00       | 60.00             | 5.44                  | 1.00                        | 0.0090            | 2.00        | 2.00   | 0.0162   | 0.245                          | 7.59  | 0.0      |
| FGD-07-P50-L*                             | L4                | 0.322             | 76.99                                 | 0.50                           | 45.00            | 50.00              | 50.00                | 45.00     | 0.65             | 0.321             | 34.89               | 59.22     | 60.00    | 60.00          | 90.00       | 60.00             | 21.32                 | 1.00                        | 0.0090            | 2.00        | 2.00   | 0.0162   | 0.959                          | 2.98  | 0.0      |
| FGD-06-P50-L*                             | L5                | 0.055             | 67.83                                 | 0.50                           | 45.00            | 50.00              | 50.00                | 45.00     | 0.65             | 0.055             | 13.10               | 52.18     | 60.00    | 60.00          | 90.00       | 60.00             | 18.78                 | 1.00                        | 0.0090            | 2.00        | 2.00   | 0.0162   | 0.845                          | 15.50   | 0.0      |
| FGD-05-P50-L*                             | M                 | 0.020             | 48.56                                 | 0.50                           | 45.00            | 50.00              | 50.00                | 45.00     | 0.65             | 0.021             | 7.46                | 37.35     | 60.00    | 60.00          | 90.00       | 60.00             | 13.45                 | 1.00                        | 0.0090            | 2.00        | 2.00   | 0.0162   | 0.605                          | 30.15   | 0.0      |
| FGD-04-P50-L*                             | (N/Ltot)*L        | 0.029             | 32.35                                 | 0.50                           | 45.00            | 50.00              | 50.00                | 45.00     | 0.65             | 0.0282            | 16.56               | 24.88     | 60.00    | 60.00          | 90.00       | 60.00             | 8.96                  | 1.00                        | 0.0090            | 2.00        | 2.00   | 0.0162   | 0.403                          | 14.10   | 0.0      |
| CPD-04-P50-L*                             | (N/Ltot)*L        | 0.053             | 60.47                                 | 0.50                           | 45.00            | 50.00              | 50.00                | 45.00     | 0.65             | 0.0536            | 12.94               | 46.52     | 60.00    | 60.00          | 90.00       | 60.00             | 16.75                 | 1.00                        | 0.0090            | 2.00        | 2.00   | 0.0162   | 0.754                          | 14.10   | 0.0      |
| FGD-04-P50-L*&CPD-04-P50-L*               | N                 | 0.082             | 92.82                                 | 0.50                           | 45.00            | 50.00              | 50.00                | 45.00     | 0.65             | 0.0825            | 16.58               | 71.40     | 60.00    | 60.00          | 90.00       | 60.00             | 25.70                 | 1.00                        | 0.0090            | 2.00        | 2.00   | 0.0162   | 1.157                          | 14.10   | 0.0      |
| FGD-03b-P50-L*                            | (O/Ltot)*L        | 0.098             | 55.72                                 | 0.50                           | 45.00            | 50.00              | 50.00                | 45.00     | 0.65             | 0.0977            | 18.24               | 42.86     | 60.00    | 60.00          | 90.00       | 60.00             | 15.43                 | 1.00                        | 0.0090            | 2.00        | 2.00   | 0.0162   | 0.694                          | 7.11  | 0.0      |
| CPD-03-P50-L*                             | (O/Ltot)*L        | 0.100             | 57.32                                 | 0.50                           | 45.00            | 50.00              | 50.00                | 45.00     | 0.65             | 0.1004            | 18.52               | 44.09     | 60.00    | 60.00          | 90.00       | 60.00             | 15.87                 | 1.00                        | 0.0090            | 2.00        | 2.00   | 0.0162   | 0.714                          | 7.11  | 0.0      |
| FGD-03b-P50-L*&CPD-03-P50-L*              | O                 | 0.198             | 113.04                                | 0.50                           | 45.00            | 50.00              | 50.00                | 45.00     | 0.65             | 0.1981            | 26.96               | 86.95     | 60.00    | 60.00          | 90.00       | 60.00             | 31.30                 | 1.00                        | 0.0090            | 2.00        | 2.00   | 0.0162   | 1.409                          | 7.11  | 0.0      |
| FGD-02-P50-L                              |                   |                   |                                       |                                |                  |                    |                      |           |                  |                   |                     |           |          |                |             |                   |                       |                             |                   |             |  |  |                                |   |          |

|    |        |       |                       |
|----|--------|-------|-----------------------|
| k  | m/sec  | 0.009 | permeabilità terreno  |
| Qa | mc/sec | 2.600 | portata da disperdere |

**DIMENSIONI BACINO DISPERDENTE**

|  |       |                          |
|--|-------|--------------------------|
| Larghezza MEDIA base B =                               | 6.00  | m                        |
| Lunghezza MEDIA base L =                               | 9.00  | m                        |
| Angolo sponda  | 45    | °gradi (sulla verticale) |
| Tang β   | 1     |                          |
| Altezza massima invasabile bacino HHmax =              | 1.00  | m                        |
| Permeabilità terreno K =                               | 0.009 | m/sec                    |
| Portata infiltrazione Pozzo Qp =                       | 0.90  | mc/s                     |
| n° pozzi =   | 1     |                          |
| Portata infiltrazione Pozzi Qpt =                      | 0.90  | mc/s                     |
| Altezza attivazione pozzo disperdente H <sub>0</sub> = | 0.10  | (m)                      |

Valori percentuali per infiltrazione contemporanea bacino e pozzi

|                                    |      |
|------------------------------------|------|
| Percentuale efficace bacino pb % = | 0.30 |
| Percentuale efficace pozzi pp % =  | 1.00 |

**Valori della portata infiltrabile nel bacino in relazione all'altezza del tirante in essa instaurato :**

|   |        |     |
|---|--------|-----|
| Tirante limite prima dell'attivazione del pozzo disperdente h =     | 0.05   | m   |
| Portata disperdibile per effetto del solo bacino Q <sub>inf</sub> = | 526.03 | l/s |

Tirante pari all'altezza massima invasabile dal bacino HHmax = 4.00 m

|   |          |                         |        |
|---|----------|-------------------------|--------|
| Portata disperdibile per effetto del solo bacino Q <sub>inf</sub> = | 1,023.00 | l/s x pb =              | 306.90 |
| Portata disperdibile nei pozzi Qpt =                                | 900.80   | Qpt x pp =              | 900.80 |
| <b>Q tot = 1,207.70</b>   |          | <b>&gt;&gt; 2600.00</b> |        |
| <b>Rapporto sicurezza = Qtot / Qa = 0.5</b>                         |          |                         |        |

**TABELLA CALCOLO PORTATE INFILTRABILI NEL BACINO SENZA POZZO**

| Tirante  | Lunghezza | Larghezza | Volume    | Tirante | Pelo libero |        | Coeff. Vedemikow             |          | Portata infiltrabile per m.l.    | Lunghezza | Portata infiltrabile     |
|----------|-----------|-----------|-----------|---------|-------------|--------|------------------------------|----------|----------------------------------|-----------|--------------------------|
| H bacino | testa Lh  | testa Bh  | bacino Vv | H       | b(H)        | b(H)/H | a*(b/H) <sup>m</sup> calcolo | adottato | $\frac{q}{KH} = \frac{b}{H} + C$ | media L   | Q <sub>inf</sub> = q * L |
| [m]      | [mc]      | [mc]      | [mc]      | [cm]    | [cm]        |        | C                            | C        | [mc/s * m]                       | [m]       | [mc/s]                   |
| 0.050    | 9.10      | 6.10      | 2.74      | 5.00    | 610.00      | 122.00 | 9.60                         | 3.00     | 0.0581                           | 9.05      | 0.5260                   |
| 1.000    | 11.00     | 8.00      | 71.00     | 100.00  | 800.00      | 8.00   | 3.45                         | 3.00     | 0.1023                           | 10.00     | 1.0230                   |

Dimensionamento e verifica bacino disperdente VP03 (Recapito CPD-06-P50-L\*)

## 9 CALCOLO E VERIFICA TOMBINI IN MOTO PERMANENTE (HY-8).

Ai fini del dimensionamento e la verifica idraulica degli attraversamenti tombinati, è stato utilizzato un programma di calcolo automatico, HY-8.

Il programma HY-8 è un software implementato dalla Federal Highway Administration (FHWA) e rappresenta un valido supporto alla progettazione ed alla verifica delle intersezioni dei corsi d'acqua minori con le infrastrutture viarie come strade e ferrovie.

Il software utilizza le routines basate sui criteri della FHWA definiti nelle pubblicazioni seguenti: HDS-5, "Hydraulic Design of Highway Culverts," e HEC-14, "Hydraulic Design of Energy Dissipators for Culverts and Channels".

I principali risultati che si possono ottenere tramite questo programma sono:

- determinare la dimensione, la forma ed il numero di opere d'arte (tombini e scotolari) necessari a far defluire una portata di progetto;
- definire la capacità di deflusso di un manufatto esistente imponendo il livello idrico ammissibile di monte;
- calcolare il livello idrico raggiunto a monte del manufatto per far defluire una determinata portata, sia in condizioni di normale deflusso che in condizioni di acqua ferma all'imbocco;
- determinare la scala di portata o altre relazioni tra le principali variabili idrauliche per determinare il livello di rischio della struttura;
- determinare il profilo idrico della portata transitante nell'opera.

Il programma fornisce direttamente output sintetici con le variabili principali della simulazione ed alcuni grafici che mostrano il comportamento idraulico della struttura al variare della portata di progetto o del livello idrico di monte.

### 9.1 Comportamento idraulico dei tombini

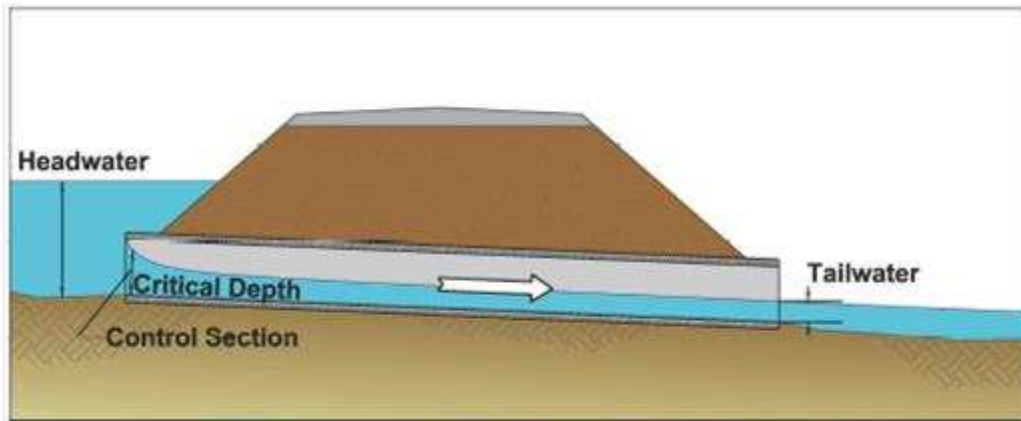
Il comportamento idraulico dei tombini è piuttosto complesso perché, in funzione della portata transitante, il funzionamento può ricadere sia nel campo dell'idraulica a pelo libero che in quello delle condotte in pressione. Il programma HY-8 per affrontare il calcolo idraulico segue le indicazioni del manuale di progettazione Hydraulic Design Series No. 5, Hydraulic Design of Highway Culverts (1985) redatto dall'agenzia americana U.S. Federal Highway Administration.

L'approccio utilizzato affronta il problema individuando due possibili sezioni di controllo per il moto:

l'ingresso (Inlet control): si verifica quando il tombino può convogliare più portata di quanta ne transita attraverso il suo ingresso.

La sezione di controllo in questo caso è localizzata appena oltre l'ingresso con tirante pari all'altezza critica: il tratto a valle di tale sezione è dunque in regime supercritico.

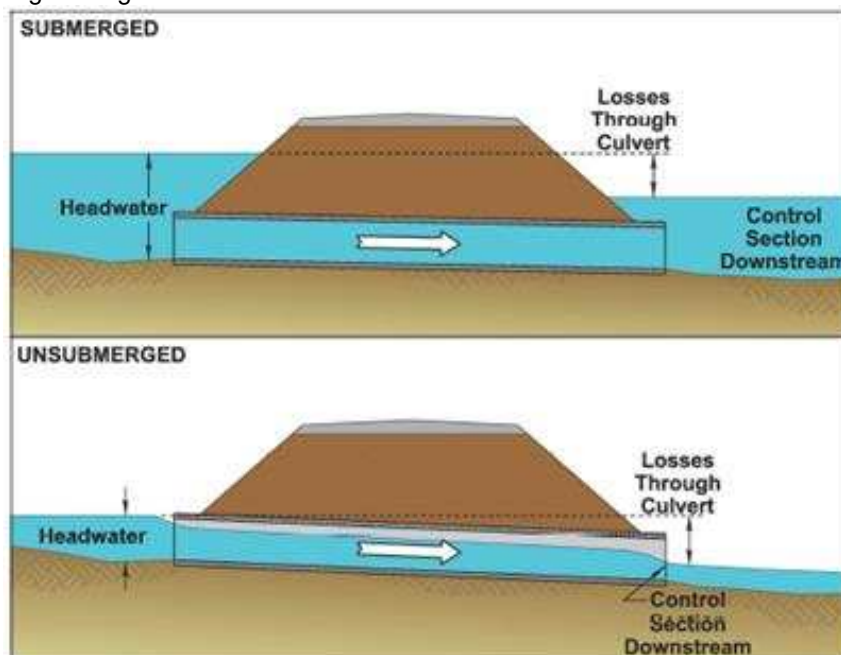
Un profilo che tipicamente si instaura nel caso in cui la sezione di controllo è quella di ingresso del tombino è riportato nella figura sottostante.



l'uscita (Outlet control): si realizza quando il tombino non è in grado di convogliare tanta portata quanta ne accetta l'ingresso.

La sezione di controllo si localizza in corrispondenza della sezione di uscita del tombino o subito più a valle di quest'ultima. In caso di sezione di controllo all'uscita, il moto che si instaura all'interno del tombino può essere sia a pelo libero che in pressione.

Due profili che tipicamente si instaurano nel caso in cui la sezione di controllo è quella di uscita del tombino sono riportati nella figura seguente.



Nella tabella seguente sono riportati i fattori che maggiormente influenzano il funzionamento di un tombino: nel caso di sezione di controllo posta all'entrata, assegnato il tirante in corrispondenza di tale sezione (Headwater, HW [m]), il funzionamento del tombino è influenzato solo dall' area della sezione di ingresso, oltre che dalla sua forma e configurazione ed il valore del tirante in corrispondenza della sezione di valle (Tailwater, TW [m]) non ha alcuna influenza sul funzionamento del tombino.

Al contrario, in caso di sezione di controllo posta all'uscita, il funzionamento del tombino è influenzato da tutti i valori riportati in tabella.

|  |             |            |
|--|-------------|------------|
| fattori che influenzano il funzionamento di un tombino | controllo   |            |
|  | all'entrata | all'uscita |



|  |   |   |
|--|---|---|
| tirante alla sezione di ingresso, HW       | X | X |
| area della sezione trasversale del tombino | X | X |
| forma del tombino                          | X | X |
| configurazione all'ingresso del tombino    | X | X |
| scabrezza                                  | \ | X |
| lunghezza del tombino                      | \ | X |
| pendenza del tombino                       | X | X |
| tirante alla sezione di uscita, TW         | \ | X |

Il programma HY-8 prevede che all'interno del tombino possano instaurarsi differenti tipi di profili, ciascuno dei quali presenta codice identificativo.

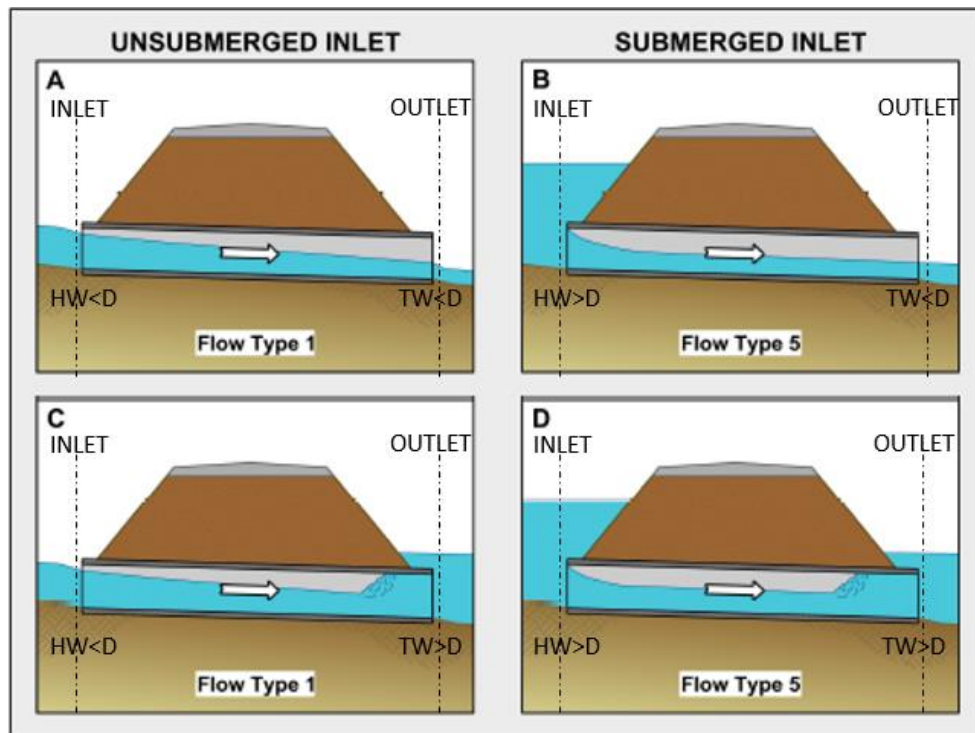
Tale codice contiene informazioni relative al tipo di controllo, al tipo di corrente che si instaura all'interno del tombino, alle condizioni al contorno utilizzate per il tracciamento del profilo, alla eventuale presenza di un salto di bidone e alla posizione di quest'ultimo.

Ai fini della attribuzione di un tipo di profilo, il programma considera sia il tipo di controllo (entrata o uscita) che la eventuale condizione di sommersione, che può verificarsi all'entrata (HW>D) oppure all'uscita (TW>D) e talvolta sia all'entrata che all'uscita (HW>D e TW>D).

Come si evince dalla tabella di seguito riportata, nel caso di sezione di controllo posta all'entrata si potrà instaurare un profilo del tipo 1 o 5, mentre nel caso di sezione di controllo all'uscita il tipo di profilo potrà essere 2,3,4,6,7

| tipo di flusso | tipo di controllo | sezione sommersa  |                  |
|----------------|-------------------|-------------------|------------------|
|                |                   | di entrata (HW>D) | di uscita (TW>D) |
| 1              | all'entrata       | no                | no/si            |
| 5              | all'entrata       | si                | no/si            |
| 2              | all'uscita        | no                | no               |
| 3              | all'uscita        | no                | no               |
| 4              | all'uscita        | si                | si               |
| 6              | all'uscita        | si                | no               |
| 7              | all'uscita        | si                | no               |

Nella figura di seguito riportata sono rappresentati dei tipici profili che si instaurano nel tombino nel caso in cui la sezione di controllo è posta all'ingresso.



Nei riquadri A e C è riportato il profilo del tipo 1, in cui la sezione d'ingresso non è sommersa ( $HW < D$ ): in questo caso la condizione al contorno è l'altezza di stato critico in corrispondenza di una sezione posta subito a valle dell'ingresso del tombino e la corrente all'interno di quest'ultimo risulta veloce.

In particolare, nel riquadro A, procedendo dalla sezione di entrata verso quella di uscita del tombino, il profilo tende all'altezza di moto uniforme; diversamente nel riquadro C, l'altezza d'acqua e la velocità alla sezione di uscita del tombino sono tali per cui all'interno di quest'ultimo si verifica un risalto idraulico.

I riquadri B e D illustrano il profilo di tipo 5, in cui l'ingresso è sommerso ( $HW > D$ ).

In particolare, nel riquadro B, la sezione di uscita non risulta sommersa ( $TW < D$ ) e la corrente all'interno del tombino è veloce e tende all'altezza di moto uniforme a valle.

Al contrario, nel riquadro C, la sezione di uscita risulta sommersa ( $TW > D$ ) e, dal momento che anche la sezione di monte risulta sommersa, un risalto idraulico deve verificarsi all'interno del tombino.

Nel caso in cui la sezione di controllo è posta all'uscita del tombino è fondamentale conoscere la condizione al contorno di valle. Il programma permette di assegnare al livello idrico di valle:

un valore costante, di seguito indicato come Tailwater elevation TW [m s.l.m.] (caso tipico dell'immissione in un lago o in un altro fiume, o in un manufatto di sbocco in cui per la sezione di partenza del canale di allontanamento si possono ipotizzare condizioni di acqua ferma e quindi componente cinetica iniziale nulla.)  
l'altezza di stato critico per il canale di valle,  $y_c$  [m].

l'altezza di moto uniforme che si sviluppa nel canale di valle,  $y_o$  [m].

Il calcolo del moto uniforme per il canale a valle del tombino si basa sulla formula di Manning:

$$v = 1/n * R^{2/3} * S^{1/2}$$

dove:

$v$  [m/s] = la velocità media della corrente;

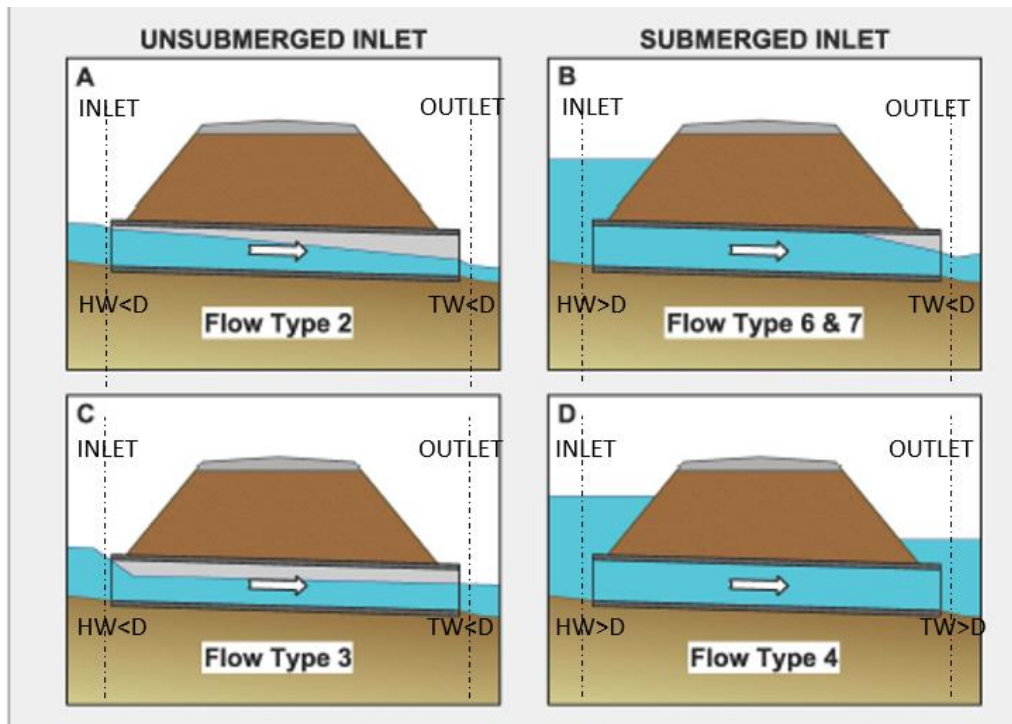
$R$  [m] = il raggio idraulico;

$S$  [m/m] = la pendenza della linea dell'energia.

$n$  [s/m<sup>1/3</sup>] = il coefficiente di scabrezza dipendente dalle caratteristiche dell'alveo.

Nella figura seguente sono riportati dei tipici profili che si instaurano nel tombino nel caso in cui la sezione di controllo è posta all'uscita del tombino.

Nella figura seguente sono riportati dei tipici profili che si instaurano nel tombino nel caso in cui la sezione di controllo è posta all'uscita del tombino.



Nei riquadri A e C sono riportati rispettivamente i profili dei tipi 2 e 3: in entrambi i casi sia la sezione di ingresso che quella di uscita del tombino non risultano sommerse ( $HW < D$  e  $TW < D$ ) e la corrente, all'interno del tombino, è lenta.

Per questi profili la condizione al contorno è da ricercare in corrispondenza della sezione di uscita del tombino o subito a valle di quest'ultima e può essere un valore noto oppure pari all'altezza di moto uniforme o all'altezza critica di quella sezione.

Nel riquadro D è riportato il profilo che si instaura nel caso in cui sia la sezione di entrata che di uscita del tombino risultano sommerse ( $HW > D$  e  $TW > D$ ): in questo caso il funzionamento del tombino non è più a pelo libero ma risulta in pressione.

Nel riquadro B sono riportati i profili dei tipi 6 e 7, nei quali la sola sezione di ingresso del tombino risulta sommersa ( $HW > D$ ) e la condizione al contorno è da ricercare in corrispondenza della sezione di uscita del tombino o subito a valle di quest'ultima.

## 9.2 Sezione di controllo all'ingresso.

Le equazioni del deflusso dipendono dal fatto che l'imbocco del tombino sia sommerso o meno. Il manuale HDS-5, fornisce le equazioni sulla base del parametro (non adimensionale):

$Q / AD^{0,5}$  [m<sup>0,5</sup> / s]

Dove:

$Q$  [m<sup>3</sup>/s] = portata,

$A$  [m<sup>2</sup>] = sezione del tombino,

$D$  [m] = l'altezza interna del tombino.

Le equazioni hanno le seguenti forme:

$$Q / AD^{0,5} < 1,932 \quad \text{-Imbocco non sommerso}$$

$$Hw_i = Hc / D + K 1,81 * Q / AD^{0,5} - 0,5 * S$$

$$Q / AD^{0,5} > 2,208 \quad \text{-Imbocco sommerso}$$

$$Hw_i = c 1,81 * Q / AD^{0,5} + Y - 0,5 * S$$

$$1,932 < Q / AD^{0,5} < 2,208 \quad \text{-Zona di transizione}$$

Dove:

$Hw_i$  [m s.l.m.] = quota piezometrica prima dell'imbocco, nel caso di velocità di arrivo nulla,

$Hc$  [m] = l'energia critica,

$S$  [m/m] = la pendenza della condotta,

$K$  [-],  $M$  [-],  $Y$  [-] e  $c$  [-] = coefficienti dipendenti dalla forma dell'imbocco, dai materiali e dall'equazione usata.

## 9.3 Sezione di controllo all'uscita.

Nel caso di controllo all'uscita, il calcolo del profilo viene eseguito sulla base dell'equazione di conservazione dell'energia:

$$Hw_o + v_u^2 / 2g = TW + v_d^2 / 2g + H_L$$

Dove:

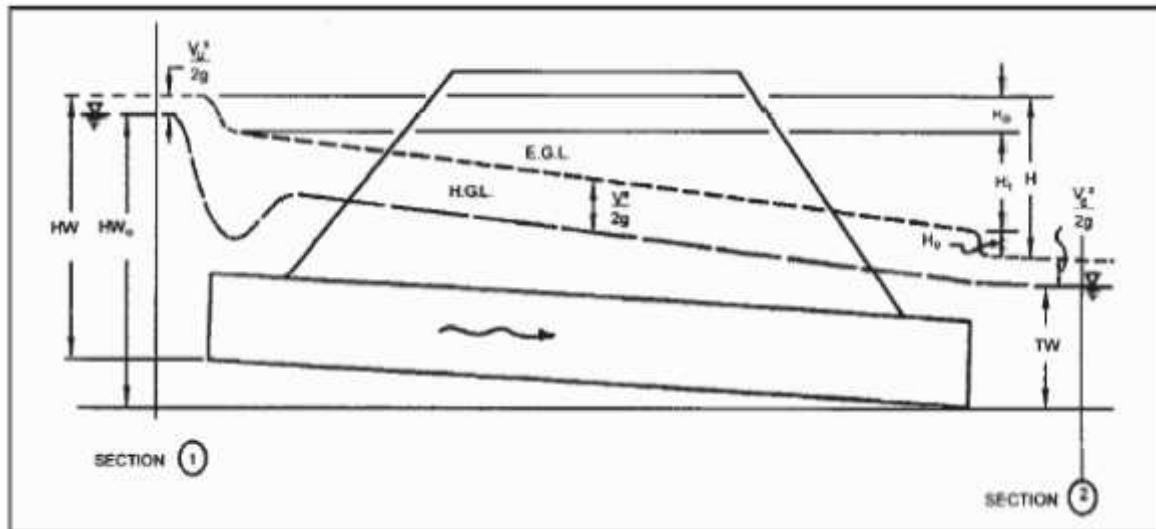
$v_u$  [m/s] = velocità media della corrente in corrispondenza della sezione di entrata del tombino;

$Hw_o$  [m s.l.m.] = quota piezometrica in corrispondenza della sezione di entrata del tombino;

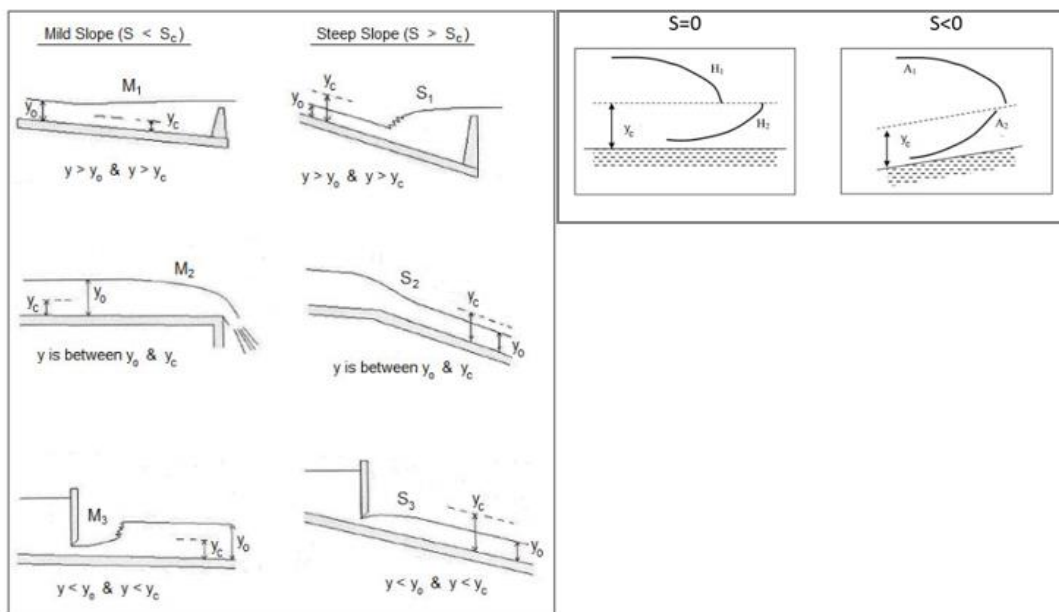
$TW$  [m s.l.m.] = quota piezometrica in corrispondenza di una sezione posta a valle di quella di uscita del tombino;

$v_d$  [m/s] = velocità media della corrente in corrispondenza della sezione a valle di quella di uscita del tombino;

$H_L$  [m] = la somma delle perdite di carico continue e concentrate che si registrano nel tratto compreso tra le sezioni di entrata e di uscita.



Nella figura che segue sono rappresentati i profili che si possono instaurare all'interno di un tombino. Nel riquadro di sinistra sono riportati i profili che possono instaurarsi all'interno del tombino nei casi in cui la sua pendenza  $S$  risulti minore ( $S < S_c$ ) o maggiore della pendenza critica ( $S > S_c$ ). Nel riquadro di destra sono riportati i profili che possono instaurarsi all'interno del tombino nei casi in cui la sua pendenza  $S$  risulti nulla ( $S=0$ ) o minore di zero ( $S < 0$ ).



Si è anzidetto che il software HY-8 attribuisce una codifica a ciascuno dei profili che si possono instaurare dentro il tombino: nella tabella che segue sono riportati i caratteri identificativi di ciascuno di tali profili. Si noti che nel caso si sezione di controllo posta all'uscita e non sommersa ( $D < TW$ ), il livello idrico di valle può essere pari a:

- un valore costante, di seguito indicato come  $t =$  Tailwater elevation  $TW$  [m s.l.m.]
- l'altezza di stato critico per il canale di valle,  $c = y_c$  [m].
- l'altezza di moto uniforme che si sviluppa nel canale di valle,  $n = y_0$  [m].



| Codifica | tipo di controllo | sezione ingresso sommersa? |   | sezione uscita sommersa? |   | Rialto                |                     | tipo profilo | c.c. alla sezione di uscita |
|----------|-------------------|----------------------------|---|--------------------------|---|-----------------------|---------------------|--------------|-----------------------------|
|          |                   |                            |   |                          |   | alla sez. di ingresso | alla sez. di uscita |              |                             |
| 1-S1     | all'entrata       | no                         | 1 | f                        |   | no                    | no                  | S1           | tombino sommerso all'uscita |
| 1-JS1    | all'entrata       | no                         | 1 | f                        |   | si                    | no                  | JS1          | tombino sommerso all'uscita |
| 1-H3J    | all'entrata       | no                         | 1 | f                        |   | no                    | si                  | H3J          | tombino sommerso+rialto     |
| 1-A3J    | all'entrata       | no                         | 1 | f                        |   | no                    | no                  | A3J          | tombino sommerso+rialto     |
| 5-S1     | all'entrata       | si                         | 5 | f                        |   | no                    | no                  | S1           | tombino sommerso            |
| 5-JS1    | all'entrata       | si                         | 5 | f                        |   | si                    | no                  | JS1          | tombino sommerso            |
| 5-H3J    | all'entrata       | si                         | 5 | f                        |   | no                    | si                  | H3J          | tombino sommerso+rialto     |
| 5-A3J    | all'entrata       | si                         | 5 | f                        |   | no                    | si                  | A3J          | tombino sommerso+rialto     |
| 3-M1     | all'uscita        | no                         | 3 | f                        |   |                       |                     | M1           | tombino sommerso all'uscita |
| 4-FF     | all'uscita        | si                         | 4 | f                        |   |                       |                     | FF           | tombino sommerso all'uscita |
| 6-FF     | all'uscita        | si                         | 6 |                          | t |                       |                     | FF           | valore noto (TW)            |
| 6-FF     | all'uscita        | si                         | 6 |                          | c |                       |                     | FF           | altezza stato critico       |
| 7-M1     | all'uscita        | si                         | 7 |                          | t |                       |                     | M1           | valore noto (TW)            |
| 7-M2     | all'uscita        | si                         | 7 |                          | t |                       |                     | M2           | valore noto (TW)            |
| 7-H2     | all'uscita        | si                         | 7 |                          | t |                       |                     | H2           | valore noto (TW)            |
| 7-A2     | all'uscita        | si                         | 7 |                          | t |                       |                     | A2           | valore noto (TW)            |
| 7-M2     | all'uscita        | si                         | 7 |                          | c |                       |                     | M2           | altezza stato critico       |
| 7-H2     | all'uscita        | si                         | 7 |                          | c |                       |                     | H2           | altezza stato critico       |
| 7-A2     | all'uscita        | si                         | 7 |                          | c |                       |                     | A2           | altezza stato critico       |
| 5-S2n    | all'entrata       | si                         | 5 |                          | n | no                    | no                  | S2           | altezza moto uniforme       |
| 5-S1t    | all'entrata       | si                         | 5 |                          | t | no                    | no                  | S1           | valore noto (TW)            |
| 5-JS1t   | all'entrata       | si                         | 5 |                          | t | si                    | no                  | JS1          | valore noto (TW)            |
| 5-M3t    | all'entrata       | si                         | 5 |                          | t | no                    | no                  | M3           | valore noto (TW)            |
| 5-S3t    | all'entrata       | si                         | 5 |                          | t | no                    | no                  | S3           | valore noto (TW)            |
| 5-H3t    | all'entrata       | si                         | 5 |                          | t | no                    | no                  | H3           | valore noto (TW)            |
| 5-A3t    | all'entrata       | si                         | 5 |                          | t | no                    | no                  | A3           | valore noto (TW)            |
| 5-H3Jt   | all'entrata       | si                         | 5 |                          | t | no                    | si                  | H3J          | valore noto (TW)+ rialto    |
| 5-A3Jt   | all'entrata       | si                         | 5 |                          | t | no                    | si                  | A3J          | valore noto (TW)+ rialto    |
| 1-S2n    | all'entrata       | no                         | 1 |                          | n | no                    | no                  | S2           | altezza moto uniforme       |
| 1-S1t    | all'entrata       | no                         | 1 |                          | t | no                    | no                  | S1           | valore noto (TW)            |
| 1-JS1t   | all'entrata       | no                         | 1 |                          | t | si                    | no                  | JS1          | valore noto (TW)            |
| 1-M3t    | all'entrata       | no                         | 1 |                          | t | no                    | no                  | M3           | valore noto (TW)            |
| 1-S3t    | all'entrata       | no                         | 1 |                          | t | no                    | no                  | S3           | valore noto (TW)            |
| 1-H3t    | all'entrata       | no                         | 1 |                          | t | no                    | no                  | H3           | valore noto (TW)            |
| 1-A3t    | all'entrata       | no                         | 1 |                          | t | no                    | no                  | A3           | valore noto (TW)            |
| 1-H3Jt   | all'entrata       | no                         | 1 |                          | t | no                    | si                  | H3J          | valore noto (TW)+ rialto    |
| 1-A3Jt   | all'entrata       | no                         | 1 |                          | t | no                    | si                  | A3J          | valore noto (TW)+ rialto    |
| 2-M2c    | all'uscita        | no                         | 2 |                          | c |                       |                     | M2           | altezza stato critico       |
| 2-H2c    | all'uscita        | no                         | 2 |                          | c |                       |                     | H2           | altezza stato critico       |
| 2-A2c    | all'uscita        | no                         | 2 |                          | c |                       |                     | A2           | altezza stato critico       |
| 3-M2t    | all'uscita        | no                         | 3 |                          | t |                       |                     | M2           | valore noto (TW)            |
| 3-H2t    | all'uscita        | no                         | 3 |                          | t |                       |                     | H2           | valore noto (TW)            |
| 3-A2t    | all'uscita        | no                         | 3 |                          | t |                       |                     | A2           | valore noto (TW)            |
| 3-M1t    | all'uscita        | no                         | 3 |                          | t |                       |                     | M1           | valore noto (TW)            |

## 9.4 Dati di input richiesti da HY-8.

I dati richiesti in input dal programma sono suddivisi in:

Discharge data: dati di portata [cms = m<sup>3</sup>/s].

Minimum discharge [m<sup>3</sup>/s]: portata minima transitante in alveo.

Design discharge [m<sup>3</sup>/s]: portata di progetto.

Maximum discharge [m<sup>3</sup>/s]: portata massima di deflusso.

Tailwater data: dati del canale a valle della sezione finale del tombino.

Channel Type [-]: tipo di sezione trasversale (canale rettangolare/trapezoidale...).

Channel Slope [m/m]: pendenza del canale di valle.

Channel Manning's n [s/m<sup>1/3</sup>]: scabrezza del canale di valle.

Channel Invert Elevation [m s.l.m.]: quota fondo canale.

Roadway data: dati del rilevato stradale.

Roadway profile shape [-]: profilo irregolare, da tracciare per punti, oppure profilo regolare.

Nel caso di profilo regolare della strada regolare sono richiesti:

First roadway station [m]: ascissa della prima sezione del rilevato stradale (es. 0 m).

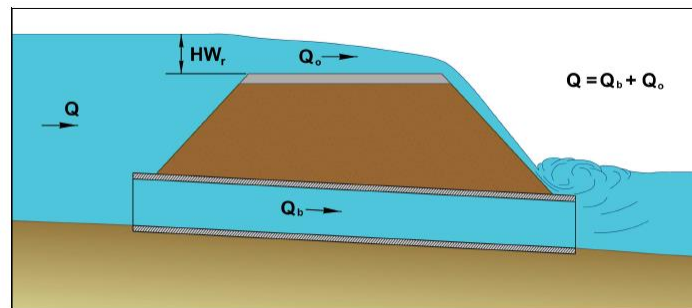
Roadway surface [-]: tipo di superficie della strada (es. pavimentazione bituminosa/ghiaia.).

Top width [m]: larghezza della strada.

Crest length [m]: larghezza dell'asse stradale oggetto di potenziale sormonto

Input discharge coefficient [-]: coefficiente di stramazzo.

La crest length (L) e il discharge coefficient (Cd) entrano in gioco nel caso di Overtopping, ovvero nel caso in cui la portata in ingresso (Q) viene in parte convogliata entro il tombino (Q<sub>b</sub>) e in parte arriva sulla strada (Q<sub>o</sub>).



Situazione di Overtopping.

In caso di Overtopping, vale la relazione di efflusso:

$$Q_o = C_d L HW_r^{1.5}$$

Dove HW<sub>r</sub> è l'altezza d'acqua sulla piattaforma stradale.

Culvert data: dati relativi al tombino.

Name [-]: identificativo del tombino.

Culvert shape [-]: forma del tombino (circolare/scatolare...).

Size [m]: dimensioni della sezione trasversale del tombino.

Material [-]: materiale (cemento/acciaio corrugato/PVC/ HDPE.).

Embedment Depth [mm]: altezza dell'eventuale massetto realizzato per esempio in calcestruzzo.

Roughness coefficients [s/m<sup>1/3</sup>]: scabrezza di Manning.

Inlet configuration [-]: tipo di imbocco (non raccordato/raccordato).

Inlet depression [-]: dati dell'eventuale depressione all'imbocco, altezza e pendenza della depressione.

Site data: dati del sito.

Inlet station [m]: ascissa della sezione di entrata del tombino.

Inlet elevation [m s.l.m.]: quota della sezione di entrata del tombino.

Outlet station [m]: ascissa della sezione di uscita del tombino.

Outlet elevation [m s.l.m.]: quota della sezione di uscita del tombino.

Number of barrels [-]: numero di manufatti.

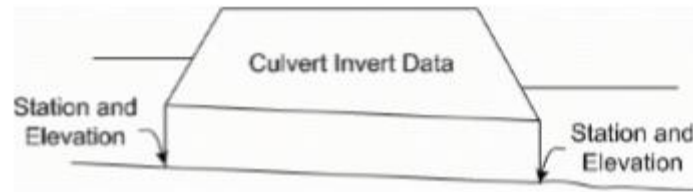


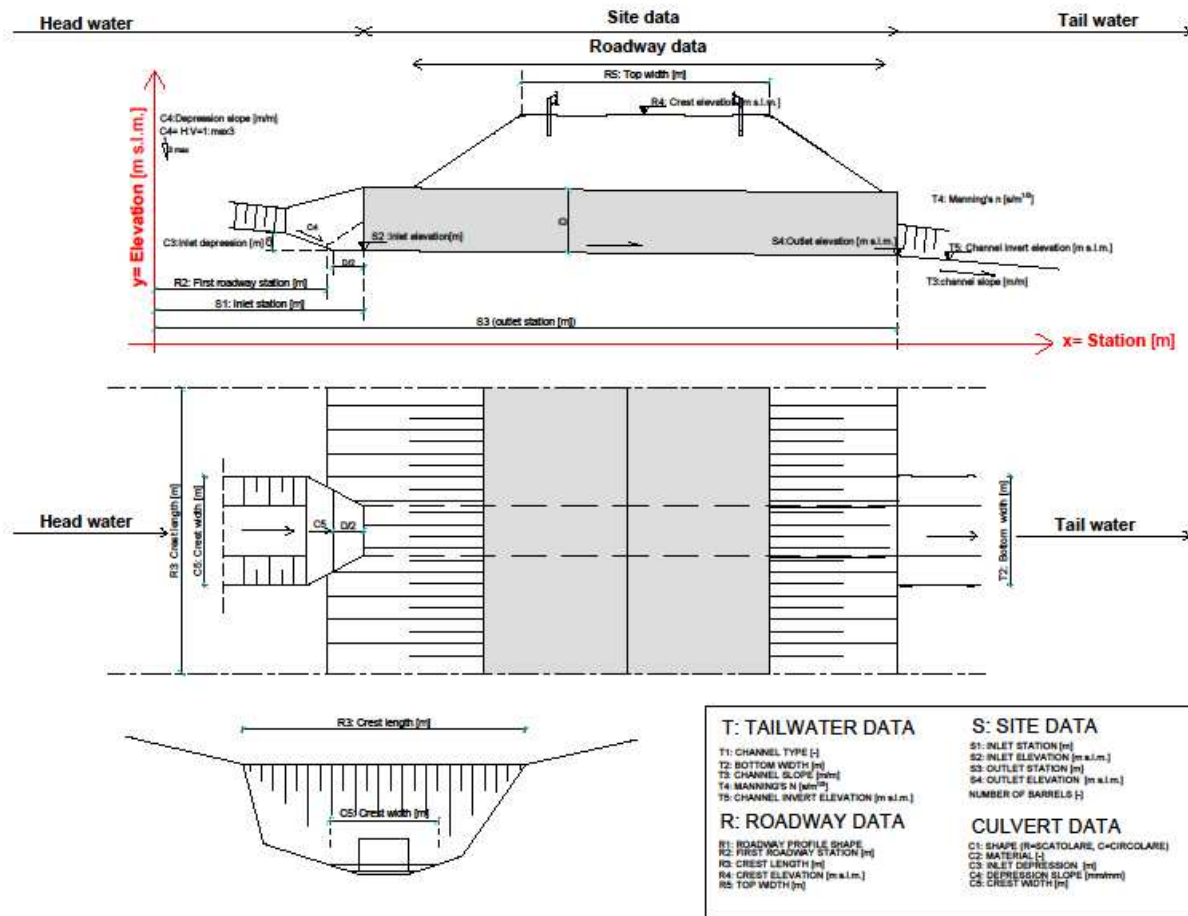
Figura 9-1

## 9.5 Rappresentazione dei dati di input e output di HY-8.

I dati da dare in input al modello sono riassunti in una tabella contenente:

- Codice del tombino [-];
- Progressiva (Station [m]);
- Larghezza del canale di valle (Bottom Width [m]);
- Pendenza del canale di valle (Channel slope [%]);
- Quota fondo del canale di valle (Channel Invert Elevation [m s.l.m.]);
- Prima ascissa della strada (First roadway station [m]);
- Quota dell'asse della strada (First roadway elevation [m s.l.m.]);
- Larghezza della strada (Top width [m]);
- Forma del tombino (Culvert shape [-]);
- R=scatolare
- C=circolare
- Larghezza del tombino (Culvert span [m]);
- Altezza del tombino (Culvert rise, D [m]);
- Scabrezza del tombino (Manning's n [s/ m<sup>1/3</sup>]);
- Depressione all'imbocco
- Entità depressione (Inlet depression [mm]);
- Pendenza depressione (Depression slope [mm/mm]);
- Larghezza di stramazzo (Crest Widht [m]);
- Ascissa della sezione di imbocco del tombino (Inlet Station [m]);
- Quota della sezione di imbocco del tombino (Inlet Elevation [m s.l.m.]);
- Ascissa della sezione di sbocco del tombino (Outlet Station [m]);
- Quota della sezione di sbocco del tombino (Outlet Elevation [m s.l.m.]);
- Numero di canne (Number of barrels [-]);

Nella figura di seguito riportata sono indicati i dati da dare in input al modello di calcolo.



I risultati delle simulazioni sono riassunti in una tabella contenente:

- Codice del tombino (-);
- Progressiva (Station [m]);
- Portata di verifica (Total discharge, Q [ m<sup>3</sup>/s]);
- Altezza del tombino (Culvert size, D [m]);
- Scabrezza del tombino (Manning's n [s/ m<sup>1/3</sup>]);
- Pendenza del tombino (Culvert slope [%]);
- Quota piezometrica nel canale di monte (Headwater Elevation, HW [m s.l.m.]);
- Tirante nella sezione di controllo a monte (Inlet Control Depth [m]);
- Tirante nella sezione di controllo a valle (Outlet Control Depth [m]);
- Tipo di profile (----);
- Altezza di moto uniforme (Normal Depth [m]);
- Altezza di stato critico (Critical Depth [m]);
- Tirante nel canale a valle del tombino (Outlet Depth [m]);
- Tirante nella sezione di uscita del tombino (Tailwater Depth [m]);
- Velocità nella sezione di uscita del tombino (Outlet velocity [m/s]);
- Tipo di controllo (Flow Control Type);
- Tirante massimo dentro il tombino ([m]);
- Grado di riempimento massimo (%);

## 9.6 Tombini oggetto di verifica

Tutti i tombini oggetto di verifica sono interessati da fluenze non perenni, discontinue nel tempo con ampi periodi di alveo asciutto, e soggetti a piogge di breve durata e forte intensità caratteristiche del regime pluviometrico mediterraneo.

La tabella seguente riporta, per ciascuno dei tombini in progetto, il codice identificativo riportato nelle planimetrie idrauliche (Ref. Doc T00ID01IDRPL01-04), la progressiva di progetto, il nome della sezione di calcolo della portata (Id Sez. Idrologia), la portata di verifica e i dati geometrici del tombino.

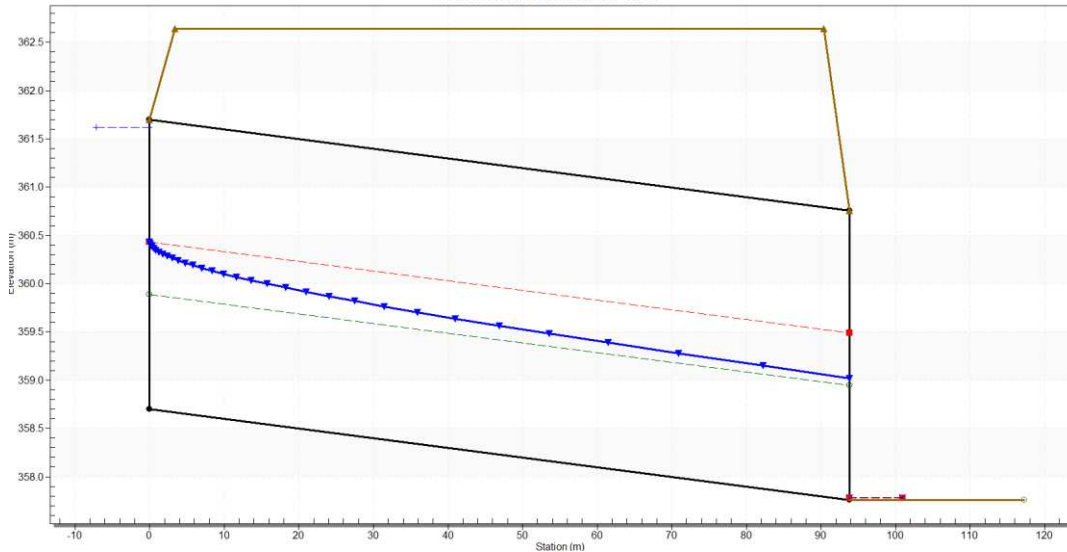
| Codice | Tombino                          |                   | Sezione                               |                     |              |                             |        |
|--------|----------------------------------|-------------------|---------------------------------------|---------------------|--------------|-----------------------------|--------|
|        | Progressiva                      | ID Sez. Idrologia | Portate di verifica l/sec Tr=200 anni | Larghezza Base B cm | Altezza A cm | Angolo Sponda $\beta$ gradi | Mater. |
| TO.01  | pk 11+420,00 - SVINCOLO SCALILLI | Sez.Q             | 42,820                                | 600                 | 300          | 0                           | CLS    |
| TO.02  | TOMBINO SECONDARIA SP56          | Sez.23D           | 25,780                                | 500                 | 300          | 0                           | CLS    |

Nella tabella che segue sono riportati, per ciascuno dei manufatti di attraversamento, i risultati della simulazione e verifica idraulica condotta in regime di moto permanente.

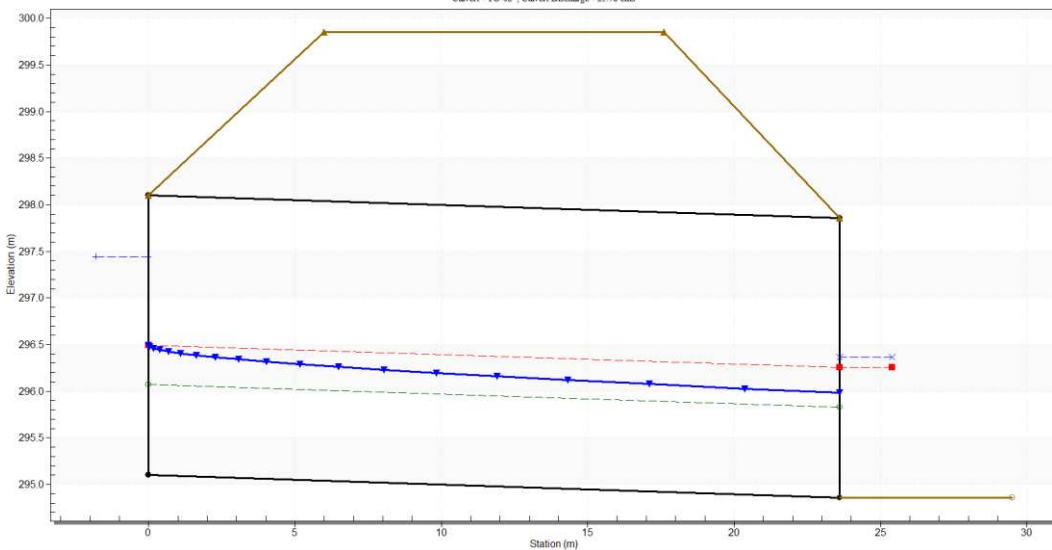
| Culvert Data | Total Discharge     | Culvert Size    | Manning's n        | Culvert Slope | Headwater Elevation                    | Inlet Control Depth                        | Outlet Control Depth                       | Flow Type       | Normal Depth             | Critical Depth           | Outlet Depth                                | Tailwater Depth                        | Outlet velocity                              | Flow Control Type |                                   |                              |        |
|--------------|---------------------|-----------------|--------------------|---------------|--|--|--|-----------------|--------------------------|--------------------------|---|--|--|-------------------|-----------------------------------|------------------------------|--------|
| Codice       | Portata di verifica | Altezza tombino | Scabrezza tombino  | Pend. tombino | Quota piezometrica nel canale di monte | Tirante nella sezione di controllo a monte | Tirante nella sezione di controllo a valle | Tipo di profilo | Altezza di moto uniforme | Altezza di stato critico | Tirante nella sezione di uscita del tombino | Tirante nel canale a valle del tombino | Velocità nella sezione di uscita del tombino | Tipo di controllo | Tirante massimo dentro il tombino | Grado di riempimento massimo | Franco |
| \            | m <sup>3</sup> /s   | m               | s/m <sup>1/3</sup> | %             | m s.l.m.                               | m  | m  | \               | m                        | m                        | m   | m                                      | m/s  | \                 | m                                 | %                            | m      |
| TO.01        | 42.82               | 3.00            | 0.015              | 0.01          | 361.62                                 | 2.92                                       | 1.34                                       | 1-S2n           | 1.19                     | 1.73                     | 1.26  | 0.02                                   | 5.66   | da monte          | 1.73                              | 58%                          | 1.27   |
| TO.02        | 25.78               | 3.00            | 0.015              | 0.01          | 297.45                                 | 2.35                                       | 1.51                                       | 1-S2n           | 0.97                     | 1.39                     | 1.12  | 1.50                                   | 4.60   | da monte          | 1.51                              | 50%                          | 1.49   |



Crossing - Tombino Svincolo Scalilli, Design Discharge - 42.82 cms  
Culvert - TO-01 PK.11+420, Culvert Discharge - 42.82 cms



Crossing - Tombino Secondaria sp56, Design Discharge - 25.78 cms  
Culvert - TO-02 , Culvert Discharge - 25.78 cms



Le velocità della corrente idrica, con portata relativa a 200 anni, all'interno dei tratti tombati in progetto risultano essere compatibili con le velocità massime di resistenza del calcestruzzo.

**SI EVIDENZIA CHE LE VERIFICHE PREVISTE DA NTC2018 SONO POSITIVE CON FUNZIONAMENTO A SUPERFICIE LIBERA, TIRANTE IDRICO NON SUPERIORE AI 2/3 DELL'ALTEZZA DELLA SEZIONE (GRADO DI RIEMPIMENTO  $\leq 66,67\%$ ) E FRANCO MINIMO DI 0,50 M; VELOCITÀ COMPATIBILI CON I MATERIALI PREVISTI IN PROGETTO.**

Il Tombino TO01 previsto in progetto è atto al convogliamento dell'acqua presso il suo **attuale** punto di recapito (Contrada Scalilli).

A protezione della strada, è stata prevista la realizzazione di un bacino di accumulo e dispersione, dotato di pozzo colonna disperdente, che consentirà l'infiltrazione e l'accumulo di una quota parte della portata in arrivo (<13%), come riportato in tabella sotto, mentre la restante parte continuerà a defluire sulla viabilità esistente di Contrada Scalilli, come da configurazione ante-operam.

Si rimanda all'elaborato T00ID02IDRDI02 per approfondimenti.

**Dati:**

|    |        |        |                       |
|----|--------|--------|-----------------------|
| k  | m/sec  | 0.009  | permeabilità terreno  |
| Qa | mc/sec | 42.820 | portata da disperdere |

**DIMENSIONI BACINO DISPERDENTE**

Larghezza MEDIA base B = 25.00 m  
 Lunghezza MEDIA base L = 35.00 m  
 Angolo sponda 45 °gradi (sulla verticale)  
 Tang β 1  
 Altezza massima invasabile bacino HHmax = 3.50 m  
 Permeabilità terreno K = 0.009 m/sec  
 Portata infiltrazione Pozzo Qp = 0.90 mc/s  
 n° pozzi = 1  
 Portata infiltrazione Pozzi Qpt = 0.90 mc/s  
 Altezza attivazione pozzo disperdente H0 = 0.10 (m)

Valori percentuali per infiltrazione contemporanea bacino e pozzi  
 Percentuale efficace bacino pb % = 0.30  
 Percentuale efficace pozzi pp % = 1.00

Valori della portata infiltrabile nel bacino in relazione all'altezza del tirante in essa instaurato :

Tirante limite prima dell'attivazione del pozzo disperdente h = 0.05 m  
 Portata disperdibile per effetto del solo bacino Q<sub>inf</sub> = 8230.62 l/s

Tirante pari all'altezza massima invasabile dal bacino HHmax = 3.50 m  
 Portata disperdibile per effetto del solo bacino Q<sub>inf</sub> = 15,217.13 l/s x pb = 4,565.14  
 Portata disperdibile nei pozzi Q<sub>pt</sub> = 900.80 Q<sub>pt</sub> x pp = 900.80 l/s  
**Q<sub>tot</sub> = 5,465.93 >> 42820.00**  
**Rapporto sicurezza = Q<sub>tot</sub> / Qa = 12.8%**

**TABELLA CALCOLO PORTATE INFILTRABILI NEL BACINO SENZA POZZO**

| Tirante  | Lunghezza | Larghezza | Volume    | Tirante | Pelo libero |        | Coeff. Vedernikow              | Portata infiltrabile per m.l. | Lunghezza | Portata infiltrabile          |         |
|----------|-----------|-----------|-----------|---------|-------------|--------|--------------------------------|-------------------------------|-----------|-------------------------------|---------|
| H bacino | testa Lh  | testa Bh  | bacino Vv | H       | b(H)        | b(H)/H | a*(b/H) <sup>m</sup> calcolo C | adottato C                    | media L   | Q <sub>inf</sub> bacino = q*L |         |
| [m]      | [mc]      | [mc]      | [mc]      | [cm]    | [cm]        |        |                                |                               | [m]       | [mc/s]                        |         |
| 0.050    | 35.10     | 25.10     | 43.90     | 5.00    | 2510.00     | 502.00 | 16.31                          | 3.00                          | 0.2348    | 35.05                         | 8.2306  |
| 1.000    | 37.00     | 27.00     | 937.00    | 100.00  | 2700.00     | 27.00  | 5.45                           | 3.00                          | 0.2790    | 36.00                         | 10.0440 |
| 3.500    | 42.00     | 32.00     | 3883.25   | 350.00  | 3200.00     | 9.14   | 3.63                           | 3.00                          | 0.3953    | 38.50                         | 15.2171 |

Figura 9-2 Dimensionamento e verifica bacino disperdente VP01(Recapito TO.01)

Si riportano di seguito gli esiti della verifica idraulica condotta, con riferimento alla portata per  $Tr=200$ , sull'opera (IN02 ex OI 01-Canale aperto in gabbioni 5.00x2.00) prevista allo sbocco del tombino TO02. (Ref. Doc. T00ID02IDRDI03).

| Codice sezione calcolo Bacino | Identificativo elemento        | Portata totale sezione<br>$Q = \sum Q_i$ | Geometria sezione idraulica |              |                |               |                |               | Portata   |               |               | Tensioni trascinamento |                                    |                          | Grado di Riempimento |           |
|-------------------------------|--------------------------------|--|-----------------------------|--------------|----------------|---------------|----------------|---------------|-----------|---------------|---------------|------------------------|------------------------------------|--------------------------|----------------------|-----------|
|                               |                                |  | B<br>Larg. base             | P<br>Altezza | Angolo sponda  |               | e<br>Scabrezza | i<br>Pendenza | $Q_{max}$ | $Q_{calcolo}$ | V<br>Velocità | Tensione trascinamento | Tensione trascinamento ammissibile | K = $\tau_{cr} / \tau_o$ |                      | Tirante h |
|                               |                                |  |                             |              | Sx<br>$\alpha$ | Dx<br>$\beta$ |                |               |           |               |               | fondo $\tau_o$         | $\tau_{cr}$                        |                          |                      |           |
| n°                            | l/sec                          | cm                                       | cm                          | gradi        | gradi          | $m^{1/3}$     | %              | l/sec         | l/sec     | m/sec         | Kg/mq         | Kg/mq                  | cm                                 | %                        |                      |           |
| S-23D+23C                     | OI01-Canale Aperto in gabbioni | 26390                                    | 500                         | 200          |                |               | 40             | 1.00          | 42,911    | 26,390        | 3.74          | 9.03                   | 40.00                              | 4.43                     | 141                  | 70.64     |

Il canale recapita le acque all'interno del bacino di accumulo e dispersione VP06, dotato di pozzo colonna disperdente, che consentirà l'infiltrazione e l'accumulo di una quota parte della portata in arrivo (<50%), come riportato in tabella sotto.

**Dati:**

|    |        |        |                       |
|----|--------|--------|-----------------------|
| k  | m/sec  | 0.009  | permeabilità terreno  |
| Qa | mc/sec | 26.390 | portata da disperdere |

**DIMENSIONI BACINO DISPERDENTE**

Larghezza MEDIA base B = 50.00 m  
 Lunghezza MEDIA base L = 50.00 m  
 Angolo sponda 45 °gradi (sulla verticale)  
 Tang  $\beta$  1  
 Altezza massima invasabile bacino HHmax = 4.00 m  
 Permeabilità terreno K = 0.009 m/sec  
 Portata infiltrazione Pozzo Qp = 0.90 mc/s  
 n° pozzi = 1  
 Portata infiltrazione Pozzi Qpt = 0.90 mc/s  
 Altezza attivazione pozzo disperdente  $H_0$  = 0.10 (m)

Valori percentuali per infiltrazione contemporanea bacino e pozzi

Percentuale efficace bacino pb % = 0.30  
 Percentuale efficace pozzi pp % = 1.00

**Valori della portata infiltrabile nel bacino in relazione all'altezza del tirante in essa instaurato :**

Tirante limite prima dell'attivazione del pozzo disperdente h = 0.05 m  
 Portata disperdibile per effetto del solo bacino  $Q_{inf} = 23389.62$  l/s  
 Tirante pari all'altezza massima invasabile dal bacino HHmax = 4.00 m  
 Portata disperdibile per effetto del solo bacino  $Q_{inf} = 35154.00$  l/s x pb = 10,546.20  
 Portata disperdibile nei pozzi Qpt = 900.80  
 $Q_{pt} \times pp = \frac{900.80}{1} = 900.80$  l/s  
 $Q_{tot} = 11,447.00$  l/s >> 26390.00  
**Rapporto sicurezza =  $Q_{tot} / Q_a = 0.43$**

**TABELLA CALCOLO PORTATE INFILTRABILI NEL BACINO SENZA POZZO**

| Tirante  | Lunghezza | Larghezza | Volume    | Tirante | Pelo libero |         | Coeff. Vedernikow         | Portata infiltrabile per m.L.    | Lunghezza | Portata infiltrabile  |
|----------|-----------|-----------|-----------|---------|-------------|---------|---------------------------|----------------------------------|-----------|-----------------------|
| H bacino | testa Lh  | testa Bh  | bacino Vv | H       | b(H)        | b(H)/H  | $a \cdot (b/H)^m$ calcolo | $\frac{q}{KH} = \frac{b}{H} + C$ | media L   | $Q_{inf} = q \cdot L$ |
| [m]      | [mc]      | [mc]      | [mc]      | [cm]    | [cm]        |         | C                         | C                                | [m]       | [mc/s]                |
| 0.050    | 50.10     | 50.10     | 125.25    | 5.00    | 5010.00     | 1002.00 | 21.14                     | 3.00                             | 0.4673    | 23.3896               |
| 1.000    | 52.00     | 52.00     | 2602.00   | 100.00  | 5200.00     | 52.00   | 6.97                      | 3.00                             | 0.5115    | 26.0865               |
| 2.000    | 54.00     | 54.00     | 5416.00   | 200.00  | 5400.00     | 27.00   | 5.45                      | 3.00                             | 0.5580    | 29.0160               |
| 2.500    | 55.00     | 55.00     | 6906.25   | 250.00  | 5500.00     | 22.00   | 5.05                      | 3.00                             | 0.5813    | 30.5156               |
| 3.000    | 56.00     | 56.00     | 8454.00   | 300.00  | 5600.00     | 18.67   | 4.75                      | 3.00                             | 0.6045    | 32.0385               |
| 4.000    | 58.00     | 58.00     | 11728.00  | 400.00  | 5800.00     | 14.50   | 4.32                      | 3.00                             | 0.6510    | 35.1540               |

## 10 CONCLUSIONI

La presente Relazione illustra il sistema di smaltimento acque di piattaforma del Progetto Esecutivo dell'intervento S.S.284 – "Occidentale Etna" Ammodernamento 1° Lotto Tratto Adrano – Paternò, ottemperante alle prescrizioni espresse dagli Enti interpellati nel corso dell'iter approvativo legato alla precedente fase progettuale.

*Il presente progetto esecutivo è relativo al primo dei 3 Lotti Stralcio in cui è stato suddiviso l'intero intervento oggetto di progettazione definitiva per il quale l'Autorità di Bacino Siciliana con Nota prot. N. 10542 del 21/06/2022, ha rilasciato Autorizzazione Idraulica Unica.*

*Il presente progetto recepisce quanto previsto nell'ambito del Progetto Definitivo e costituisce uno sviluppo a livello di progettazione esecutiva di quanto previsto nel livello progettuale precedente.*

In particolare nell'ambito del progetto esecutivo si è provveduto a:

- verificare le aree dei bacini di versante insistenti sui fossi di guardia a protezione del corpo stradale, così come il calcolo dei tempi di corrivazione e l'aggiornamento del valore del coefficiente di deflusso adottato per il calcolo delle portate di progetto, avendo cura, nei casi in cui le portate di progetto non risultassero smaltibili nell'intero tratto del fosso di guardia previsto, di individuare opportune aree da destinare a laminazione e dispersione delle portate eccedenti.
- adottare fossi di guardia non rivestiti con cassonetto in materiale arido, così da disperdere le acque negli strati superficiali del sottosuolo: per le verifiche idrauliche, anche il valore di scabrezza è stato reso coerente con la tipologia di fosso adottata.
- individuare i punti di recapito degli scarichi provenienti dagli impianti di trattamento in assenza di recapiti finali. Dato il particolare contesto geomorfologico di area vulcanica ad elevata permeabilità nel quale l'opera insiste, praticamente privo di un reticolo idrografico, nell'ambito del presente progetto è previsto che vengano rilasciate in appositi bacini disperdenti attrezzati con almeno un pozzo-colonna disperdente.

Per quanto concerne l'analisi degli aspetti connessi all'inquinamento potenziale delle acque superficiali e profonde, si è scelto di adottare a salvaguardia dell'ambiente idrico, un approccio progettuale che, oltre alla difesa idraulica dei manufatti e della piattaforma, tenga anche conto dell'aspetto ambientale.

A tale scopo, le scelte progettuali si sono orientate verso la realizzazione di una rete di captazione e allontanamento delle acque di versante separata da quella delle acque di piattaforma, inviando tutte le acque di piattaforma a trattamento.

Il sistema di collettamento seguendo la pendenza longitudinale della strada adduce verso N.5 distinti punti di recapito finale, opportunamente attrezzati con impianti a presidio idraulico dell'ambiente.

Nei casi in cui risulta assente un reticolo idrografico sul quale recapitare le acque in uscita dall'impianto di trattamento, si è previsto di recapitare tali acque su appositi bacini disperdenti, attrezzati con almeno un pozzo-colonna disperdente. (Ref. Doc. T00ID01IDRPL01-4)