

COMMITTENTE:



DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE VENEZIA

PROGETTAZIONE:



STUDI ESECUZIONE PROGETTI INGEGNERIA S.E.P.I. S.r.l.
Via F.lli Perini, 93 - 38122 Trento (TN)

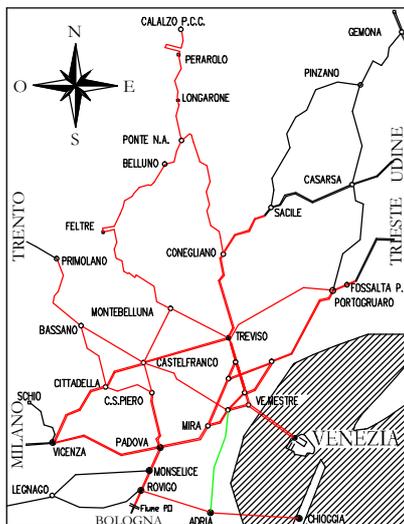
SOGGETTO TECNICO: DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE VENEZIA
S.O. INGEGNERIA e TECNOLOGIE
REP. S.O.A.F.I.S. - Sede Opere d'Arte Fabbricati Impianti Speciali

PROGETTO DEFINITIVO

Linea: VENEZIA - TRIESTE

Località: QUARTO D'ALTINO - RONCADE

Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro



IDROLOGIA E IDRAULICA
Relazione idrologica e idraulica

SCALA -

Foglio 1 di 1

| PROGETTO/ANNO | SOTTOPR. | LIVELLO | NOME DOC. | PROG.OP. | FASE FUNZ. | NUMERAZIONE |
|---------------|----------|---------|-----------|----------|------------|---------------|
| 1 4 4 1 1 3 | 0 0 1 | P D | T B B C | 0 4 | 0 4 | I D N R 0 1 B |

| Revis. | Descrizione | Redatto | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato | Data |
|--------|---------------------|-----------|----------|------------|----------|------------|----------|-------------|----------|
| A | Prima emissione | Soraperra | 13.08.15 | Soraperra | 14.08.15 | Meneguzzer | 17.08.15 | Meneguzzer | 17.08.15 |
| B | Seconda istruttoria | Soraperra | 07.09.15 | Soraperra | 08.09.15 | Meneguzzer | 11.09.15 | Meneguzzer | 11.09.15 |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

| POSIZIONE ARCHIVIO | LINEA | SEDE TECN. | NOME DOC. | NUMERAZIONE | TIMBRO | |
|--------------------|------------------------|-------------|-------------|---------------|------------|------|
| | L 3 9 0 | T R 3 0 4 4 | T B B C | I D N R 0 1 B | | |
| | Verificato e trasmesso | Data | Convalidato | Data | Archiviato | Data |
| | | | | | | |

Linea: VENEZIA – TRIESTE
Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE

**Progettazione definitiva dell'intervento di modifica
di tracciato della linea ferroviaria Venezia – Trieste
tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della
velocizzazione della tratta Venezia Mestre – Portogruaro**

IDROLOGIA E IDRAULICA

RELAZIONE IDROLOGIA E IDRAULICA

| | | |
|--|-----------------------|------------|
| Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro | IDROLOGIA E IDRAULICA | 11.09.2015 |
| | IDNR01B | Rev. B |

INDICE

| | | |
|------------|---|-----------|
| 1 | PREMESSE..... | 2 |
| 2 | SCOPO DEL DOCUMENTO | 2 |
| 3 | ELABORATI DI RIFERIMENTO | 2 |
| 4 | INTERVENTO IN PROGETTO..... | 3 |
| 5 | RIFERIMENTI NORMATIVI..... | 4 |
| 6 | IDROLOGIA | 5 |
| 6.1 | Precipitazioni di progetto..... | 5 |
| 6.2 | Curve di possibilità pluviometrica | 6 |
| 7 | IDRAULICA..... | 9 |
| 7.1 | Pericolosità idraulica..... | 9 |
| 7.2 | Smaltimento acque dal corpo stradale | 10 |
| 7.2.1 | Schema di drenaggio in rilevato | 10 |
| 7.2.2 | Schema di drenaggio con rilevato su paratia di pali..... | 12 |
| 7.2.3 | Schema di drenaggio in corrispondenza della barriera antirumore | 13 |
| 7.3 | Dimensionamento del sistema di drenaggio..... | 13 |
| 7.3.1 | Calcolo delle portate..... | 13 |
| 7.3.2 | Verifica delle tubazioni..... | 15 |
| 7.3.3 | Determinazione interasse embrici..... | 15 |
| 7.3.4 | Verifica della tubazione sulla sommità della paratia di pali..... | 16 |
| 7.3.5 | Determinazione interasse tubazioni di scarico fossi di guardia | 17 |
| 7.4 | Opera provvisoria sullo scolo San Giovanni..... | 17 |

| | | |
|--|-----------------------|------------|
| Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro | IDROLOGIA E IDRAULICA | 11.09.2015 |
| | IDNR01B | Rev. B |

1 PREMESSE

Il presente elaborato, che costituisce parte integrante della “*progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia – Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre – Portogruaro*”, illustra gli aspetti riguardanti la pericolosità e il rischio idraulico dell'area interessata dall'intervento in progetto, l'analisi idrologica e le caratteristiche del sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche, che insistono sul corpo ferroviario

2 SCOPO DEL DOCUMENTO

Scopo del presente documento è quello di descrivere in primo luogo il modello idrologico utilizzato per la determinazione delle piogge di progetto e quindi la metodologia adottata per il dimensionamento del sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche.

Si riportano nel seguito:

- l'analisi idrologica;
- le considerazioni sulla pericolosità idraulica delle zone d'interesse;
- il dimensionamento delle opere idrauliche (tubazioni, interrasse embrici ecc.).

3 ELABORATI DI RIFERIMENTO

Il presente documento è corredato dai seguenti elaborati grafici:

- *IDNT01* - IDROLOGIA E IDRAULICA: Carta della pericolosità e rischio idraulico
- *IDNT02A* - IDROLOGIA E IDRAULICA: Planimetria idraulica di piattaforma - Foglio 1 di 3;
- *IDNT03* - IDROLOGIA E IDRAULICA: Planimetria idraulica di piattaforma - Foglio 2 di 3;
- *IDNT04* - IDROLOGIA E IDRAULICA: Planimetria idraulica di piattaforma - Foglio 3 di 3;
- *IDNT05* - IDROLOGIA E IDRAULICA: Raccolta e smaltimento acque: particolari e dettagli;
- *IDNT06* - IDROLOGIA E IDRAULICA: Raccolta e smaltimento acque: setti regolatori.

| | | |
|--|-----------------------|------------|
| Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro | IDROLOGIA E IDRAULICA | 11.09.2015 |
| | IDNR01B | Rev. B |

4 INTERVENTO IN PROGETTO

In questo capitolo viene descritto sinteticamente il progetto, che si inserisce nell'ambito del complesso dei lavori diffusi di adeguamento della linea ferroviaria Venezia - Trieste, funzionali all'incremento della velocità di percorrenza a 180 - 200 km/h.

Il segmento di linea oggetto di questa progettazione si sviluppa tra il km 15+600 ed il km 17+800, della tratta Venezia Mestre – Portogruaro. In particolare si prevede la realizzazione di una variante planoaltimetrica fra il ponte sul fiume Sile ed il manufatto di attraversamento dello scolo San Giovanni, per uno sviluppo di circa 930 metri, che ricade interamente nel territorio del Comune di Roncade.

La modifica planimetrica del tracciato ha inizio in corrispondenza della spalla del ponte sul fiume Sile in sponda sinistra, alla pk 16+849.50, e termina alla nuova pk 17+780.80.

In questo tratto saranno aumentati i raggi di curvatura, con conseguente traslazione dei binari verso nord-ovest fino ad un massimo 15 metri circa, allargando il rilevato esistente. Per quanto riguarda il profilo altimetrico si prevede un alzamento del piano del ferro fino ad un massimo di 90 cm circa.

Il progetto prevede inoltre: la realizzazione di una nuova opera di contenimento del rilevato ferroviario lato nord, nel tratto limitrofo a via Principe, costituita da una paratia di pali tipo CFA sormontati da una trave di coronamento, che si sviluppa per una lunghezza di circa 116 m; il prolungamento di due ponticelli esistenti; la traslazione della strada poderale che corre attualmente al piede del rilevato ferroviario e dell'adiacente fosso, che fungerà anche da bacino di laminazione. È inoltre prevista, in prima fase, l'installazione di una barriera antirumore per una lunghezza di 120 m sul lato nord, in corrispondenza del nucleo abitato limitrofo alla ferrovia, e la realizzazione delle fondazioni per la messa in opera, in seconda fase, di altre barriere antirumore, sia sul lato nord che quello sud, per complessivi ulteriori 430 m circa.

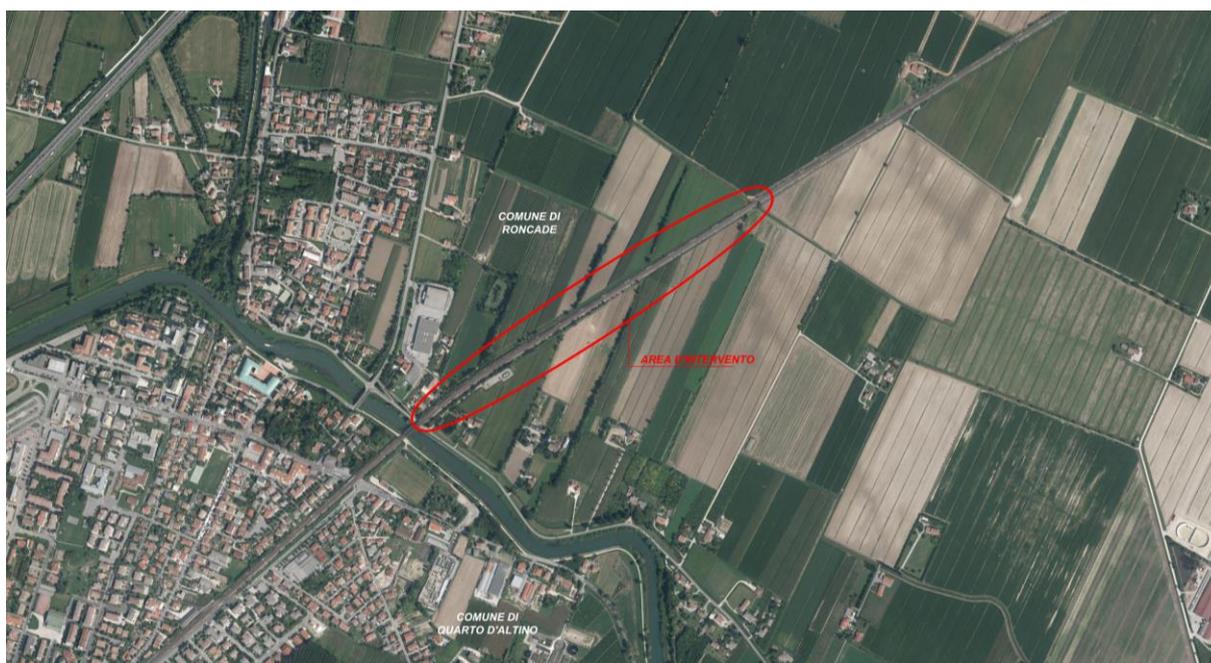


Figura 4-1 Individuazione dell'area di intervento

| | | |
|--|-----------------------|------------|
| Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro | IDROLOGIA E IDRAULICA | 11.09.2015 |
| | IDNR01B | Rev. B |

5 RIFERIMENTI NORMATIVI

Di seguito si riporta la specifica normativa di riferimento per la redazione del presente elaborato.

A livello regionale la normativa di riferimento sono:

- D.G.R. Regione Veneto n. 2948 del 06 ottobre 2009 “L. 3 agosto 1998, n. 267 – Nuove indicazioni per la formazione degli strumenti urbanistici. Modifica delle delibere n.1322/2006 e n. 1841/2007 in attuazione della sentenza del Consiglio di Stato n. 304 del 3 aprile 2009”
- D.G.R. Regione Veneto n. 1841 del 19 giugno 2007 “L. 3 agosto 1998, n. 267 – Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e idrogeologico. Nuove indicazioni per la formazione degli strumenti urbanistici. Modifica D.G.R. n. 1322 del 10 maggio 2006, in attuazione della sentenza del TAR del Veneto n. 1500/07 del 17 maggio 2007”;
- D.G.R. Regione Veneto n. 1322 del 10 maggio 2006 “L. 3 agosto 1998, n. 267 – Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e idrogeologico. Nuove indicazioni per la formazione degli strumenti urbanistici”;
- L. R. n .11 del 23 aprile 2004 “Norme per il governo del territorio e in materia di paesaggio”
- D.G.R. Regione Veneto n. 3637 del 13 dicembre 2002 “L. 3 agosto 1998, n. 267 – Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e idrogeologico. Indicazioni per la formazione dei nuovi strumenti urbanistici”;

A livello comunale la normativa di interesse fa riferimento al:

- Piano di Assetto del Territorio (P.A.T.) del Comune di Roncade del 5 gennaio 2010 “*Norme Tecniche di Attuazione*” (per approfondimenti si veda l'elaborato: *IUNR01 - INQUADRAMENTO URBANISTICO: Relazione*).

Le specifiche normative tecniche di riferimento sono:

- UNI EN 12666-1:2011: Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Polietilene (PE) - Parte 1: Specifiche per i tubi, i raccordi e il sistema;
- UNI EN 1916:2004: Tubi e raccordi di calcestruzzo non armato, rinforzato con fibre e con armature tradizionali;

6 IDROLOGIA

6.1 Precipitazioni di progetto

L'analisi idrologica è mirata all'elaborazione statistica delle piogge brevi ed intense (scrosci) e delle piogge di durata oraria. Per il dimensionamento delle opere idrauliche viene considerata, fra le due tipologie di evento, di volta in volta quella più gravosa per il sistema esaminato.

I dati e le elaborazioni pluviometriche sono state desunte dall'allegato "A6" dallo studio "Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento" commissionato dal Consorzio di Bonifica Piave, che è l'ente responsabile della sicurezza idraulica nella zona interessata dal progetto. Tale studio ha condotto ad una regionalizzazione del territorio consortile, partendo da un esame dei dati di precipitazione di varie stazioni metereologiche poste sia all'interno che appena fuori i territorio del consorzio.

L'analisi delle piogge, che ha permesso la determinazione delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica, è stata effettuata secondo la legge generalizzata del valore estremo GEV, mentre la distribuzione spaziale delle stesse è stata eseguita con il metodo kriging, che ha permesso di individuare cinque aree omogenee: Alto Sile - Muson, Medio Sile - Vallio - Meolo, Media sinistra Piave, Meschio Monticano, Alto Piave.

Come si può vedere dalla mappa estratta da tale studio, l'intervento oggetto di questa relazione si trova completamente nella sottozona del Medio Sile - Vallio - Meolo.

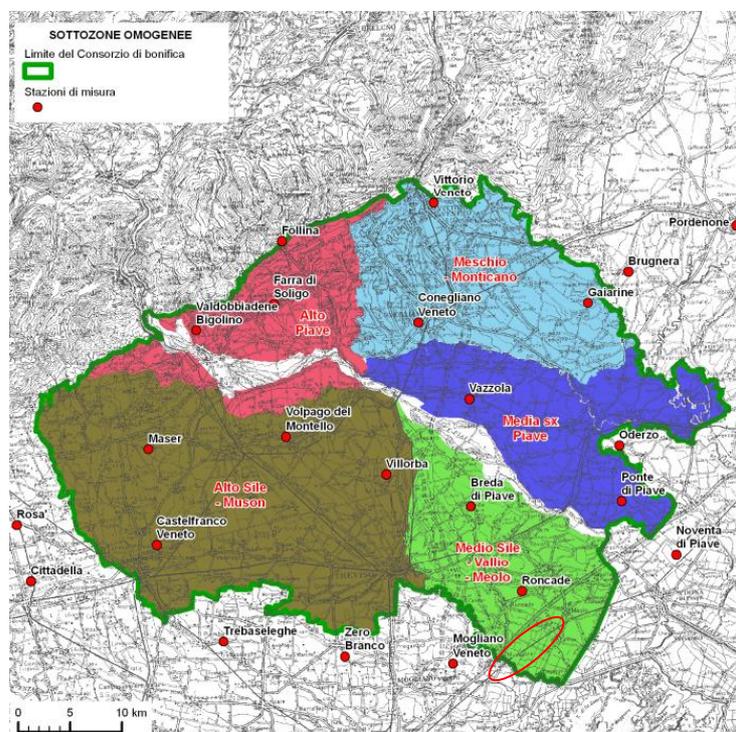


Figura 6-1 Sottozone omogenee per il Consorzio di Bonifica Piave

| | | |
|--|-----------------------|------------|
| Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro | IDROLOGIA E IDRAULICA | 11.09.2015 |
| | IDNR01B | Rev. B |

6.2 Curve di possibilità pluviometrica

Lo studio estrae per ciascuna sottozona due serie di curve di possibilità pluviometrica, in base alla durata della precipitazione. Tali curve sono definite da funzioni matematiche diverse ed in particolare:

- Durata di precipitazione compresa tra 5 minuti e 24 ore:

$$h = \frac{a}{(t + b)^c} \cdot t$$

Dove *a*, *b*, *c* sono i parametri dell'equazione, mentre *t* è il tempo di precipitazione (minuti) e *h* l'altezza di precipitazione (millimetri). La scelta di utilizzare una curva a tre parametri trova ragione nella miglior interpolazione dei dati per questo intervallo di tempo di pioggia;

- Durata di precipitazione compresa tra 1 e 5 giorni:

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

Dove *a*, *n*, sono i parametri dell'equazione, mentre *t* è il tempo dei precipitazione (giorni) e *h* l'altezza di precipitazione (millimetri).

Di seguito si riportano i grafici che indicano l'andamento delle curve ed i valori dei parametri delle stesse per diversi tempi di ritorno (anni).

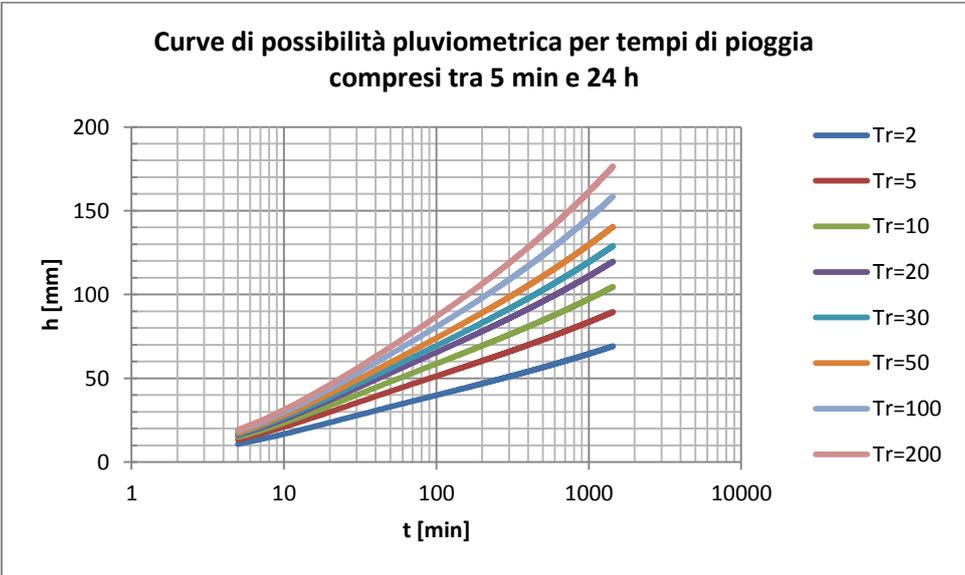


Figura 6-2 Curve di possibilità pluviometrica per diversi tempi di ritorno (Tr in anni) per eventi di durata compresa tra 5 min e 24 ore

| Curve di possibilità pluviometrica 5 minuti - 24 ore | | | |
|---|------|------|-------|
| Tr | a | b | c |
| 10 | 26.4 | 9.9 | 0.810 |
| 20 | 28.3 | 10.2 | 0.801 |
| 30 | 29.2 | 10.3 | 0.795 |
| 50 | 30.0 | 10.4 | 0.787 |
| 100 | 30.8 | 10.5 | 0.774 |
| 200 | 31.2 | 10.6 | 0.761 |

Tabella 6-1 Parametri della curva di possibilità pluviometrica per diversi tempi di ritorno (Tr in anni) per eventi di durata compresa tra 5 min e 24 ore ([a] = mm/min^{c-1}, [b] = min, [c] = adim.)

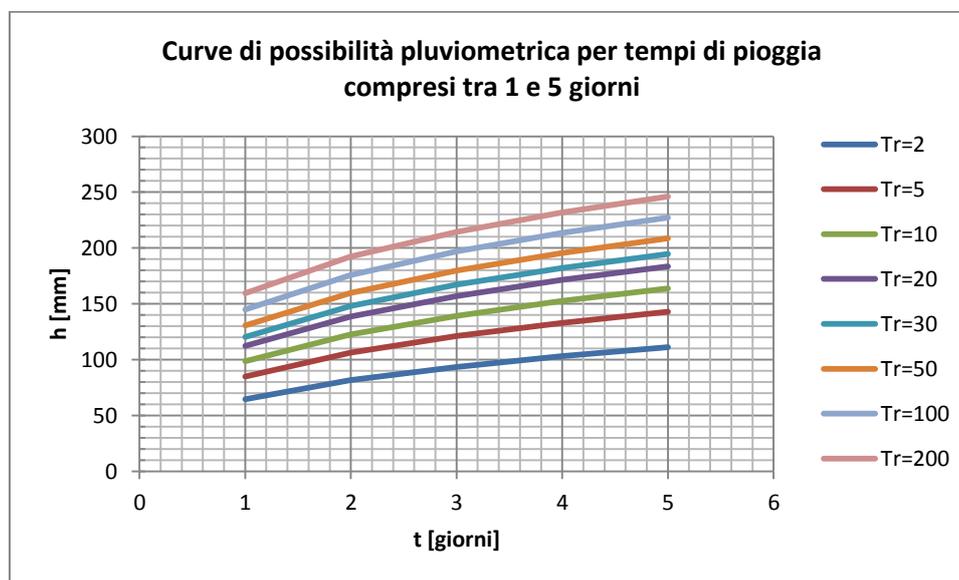


Figura 6-3 Curve di possibilità pluviometrica per diversi tempi di ritorno (Tr in anni) per eventi di durata compresa tra 1 e 5 giorni

| Curve di possibilità pluviometrica 1 - 5 giorni | | |
|--|-------|-------|
| Tr | a | n |
| 10 | 98.6 | 0.315 |
| 20 | 112.3 | 0.305 |
| 30 | 120.4 | 0.299 |
| 50 | 130.7 | 0.291 |
| 100 | 144.9 | 0.280 |
| 200 | 159.6 | 0.269 |

Tabella 6-2 Parametri della curva di possibilità pluviometrica per diversi tempi di ritorno (Tr in anni) per eventi di durata compresa tra 1 e 5 giorni ([a] = mm/giorniⁿ, [n] = adim.)

| | | |
|--|-----------------------|------------|
| Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro | IDROLOGIA E IDRAULICA | 11.09.2015 |
| | IDNR01B | Rev. B |

Per la determinazione delle portate si è utilizzato il modello cinematico o razionale. Tale metodo è stato implementato con curve di possibilità pluviometrica a due parametri, quindi si sono utilizzate le curve segnalatrici a due parametri (t in minuti, h in mm) anche per durate di pioggia inferiore alle 24 ore. Anche queste sono fornite dallo studio commissionato dal Consorzio, che, per meglio approssimare la curva a tre parametri, individua intervalli più ristretti riportati (in parte) in Tabella 6-3.

| Curve di possibilità pluviometrica | | | | |
|------------------------------------|------------|-------|-------------|-------|
| | 5 - 45 min | | 10 - 60 min | |
| Tr | a | n | a | n |
| 2 | 4.9 | 0.517 | 7.5 | 0.381 |
| 5 | 5.9 | 0.534 | 8.8 | 0.403 |
| 10 | 6.4 | 0.544 | 9.5 | 0.418 |
| 20 | 6.9 | 0.552 | 10.0 | 0.432 |
| 30 | 7.1 | 0.556 | 10.2 | 0.440 |
| 50 | 7.4 | 0.561 | 10.4 | 0.450 |
| 100 | 7.7 | 0.567 | 10.7 | 0.463 |
| 200 | 8.0 | 0.573 | 10.9 | 0.475 |

Tabella 6-3 Parametri della curva di possibilità pluviometrica a due parametri per diversi tempi di ritorno (Tr in anni) per eventi di pioggia sub-orari ([a] = mm/minⁿ, [n] = adim.)

| | | |
|--|-----------------------|------------|
| Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro | IDROLOGIA E IDRAULICA | 11.09.2015 |
| | IDNR01B | Rev. B |

7 IDRAULICA

7.1 Pericolosità idraulica

L'area interessata dagli interventi in progetto ricade all'interno del bacino idrografico del fiume Sile, dove è competente l'Autorità di bacino del Sile e della Pianura tra Piave e Livenza. Tale ente ha redatto il Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.), approvato nella sua forma attuale dalla DGR 124 del 15 novembre 2006.

In sintesi, l'allegato B del Piano definisce tre gradi di pericolosità (P1 moderata pericolosità, P2 media pericolosità, P3 elevata pericolosità), determinati in funzione di:

- altezza dell'acqua che colpisce le zone esondabili, fissando in 1 m la soglia di attenzione. Tale valore è ritenuto un livello tale da creare danni notevoli e un apprezzabile disagio percepito dalla popolazione;
- probabilità di accadimento (tempo di ritorno): quest'ultimo viene fissato in 50 anni, per le classi P2 e P3, poiché consente di individuare zone in cui il costo dell'intervento è giustificabile a livello economico. Le regioni soggette a pericolosità di grado P1 sono invece delimitate utilizzando un tempo di ritorno di 100 anni, definendo così aree che possono essere protette non solo mediante interventi strutturali, ma anche con una gestione oculata del territorio, introducendo vincoli ed indicazioni. Ricade in zona P1 anche tutto il territorio soggetto a bonifica con scolo meccanico o misto che per la sua natura è caratterizzata da una condizione di potenziale pericolo.

| PERICOLOSITÀ | | |
|---------------|---------------|--------------|
| P1 - MODERATA | P2 - MEDIA | P3 - ELEVATA |
| Tr = 100 anni | Tr = 50 anni | Tr = 50 anni |
| h > 0 m | 0 < h < 1.0 m | h > 1.0 m |

Tabella 7-1 Livello di pericolosità definiti dal P.A.I

Come si evince dall'elaborato "Carta della pericolosità e rischio idraulico" allegata al progetto, il P.A.I. include la zona interessata dai lavori in aree P1. Questo livello di pericolosità è determinato tuttavia da "stati locali di insufficienza della rete di bonifica" e non da tracimazione dei vicini fiume Sile o Musestre.

Si ritiene che la traslazione verso nord-ovest dell'opera esistente, come prevista dall'intervento in progetto non alteri il grado di pericolo della zona, in quanto non si modificano sostanzialmente ne' la configurazione plano-altimetrica attuale ne' la destinazione d'uso del suolo. Inoltre, il tratto ferroviario si snoda su un rilevato superiore ai 2 m nel punto più basso e non risente quindi dell'eventuale modesta esondazione del reticolo idrico minore.

Il P.A.I. analizza inoltre il rischio idrogeologico a cui il territorio è sottoposto, definendone tre livelli: moderato R1, medio R2, elevato R3.

Come è noto il concetto di rischio è definito come il prodotto tra la probabilità che un evento avvenga (la pericolosità) ed il danno economico-sociale che questo causa (vulnerabilità). Per questo motivo il P.A.I. (a cui si rimanda per approfondimenti) identifica Zone Territoriali Omogenee (Z.T.O) che individuano tre gradi di vulnerabilità delle area soggette a

| | | |
|--|-----------------------|------------|
| Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro | IDROLOGIA E IDRAULICA | 11.09.2015 |
| | IDNR01B | Rev. B |

pericolosità idrogeologica: moderata, media, elevata. Incrociando quindi i valori pericolosità e vulnerabilità si ottiene una matrice 3x3 che restituisce il grado di rischio.

| | | PERICOLOSITÀ | | |
|---------------|----------|--------------|----|----|
| | | P3 | P2 | P1 |
| VULNERABILITÀ | Elevata | R3 | R3 | R2 |
| | Media | R3 | R2 | R1 |
| | Moderata | R2 | R1 | R1 |

Tabella 7-2 Livello di rischio definiti dal P.A.I

Come si evince dall'elaborato "Carta della pericolosità e rischio idraulico" allegata al progetto la zona interessata dai lavori ricade principalmente in aree R1, tranne per una piccola porzione, in corrispondenza delle case a ridosso di via Principe, che si collocano in zona R2. Si ritiene che l'intervento non alteri la condizione di rischio, in quanto nelle vicinanze della regione R2 il progetto prevede principalmente il solo innalzamento di una paratia di pali sul sedime del muro di sottoscarpa esistente, mentre per le aree R1 valgono le considerazioni sulla pericolosità sopra esposte.

7.2 Smaltimento acque dal corpo stradale

7.2.1 Schema di drenaggio in rilevato

La sommità del corpo stradale è realizzata "a schiena d'asino" con una pendenza trasversale del 3.0%. Questa conformazione permettere alle acque di precipitazione di scolare verso l'esterno fino agli estremi del rilevato, dove viene trattenuta da un cordolo di 8 cm altezza. Quest'elemento è interrotto ogni 15 m (paragrafo 7.3.3) da embrici che convogliano la pioggia accumulata verso i fossi di guardia posti al piede del rilevato (Figura 7-1 e Figura 7-2).

Questi ultimi, di forma trapezia, sono realizzati in calcestruzzo per evitare l'erosione e facilitarne la pulizia e hanno un'altezza interna e una larghezza del fondo di 0.5 m.

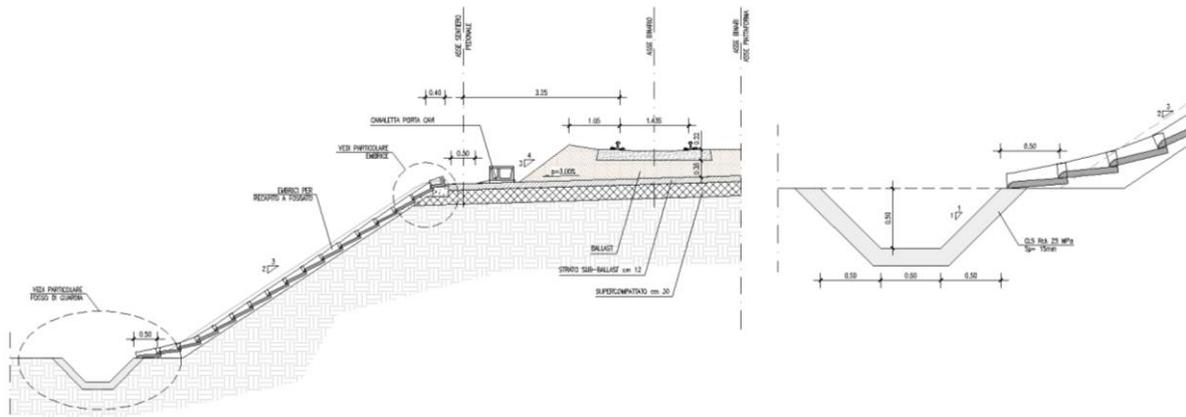


Figura 7-1 Schema di drenaggio acque di piattaforma in rilevato

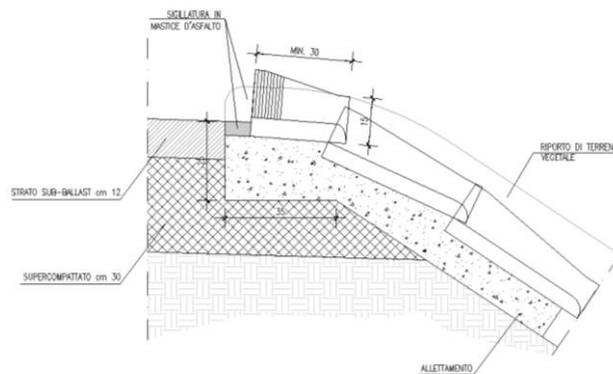


Figura 7-2 Dettaglio dello scarico delle piogge nell'embrice

I fossi sono collegati agli invasi di laminazione (si veda l'elaborato *IDNR02* - IDROLOGIA E IDRAULICA: Relazione di compatibilità idraulica) tramite tubazioni in calcestruzzo DN200 che sottopassano la nuova strada poderale e di servizio che corre parallelamente alla ferrovia.

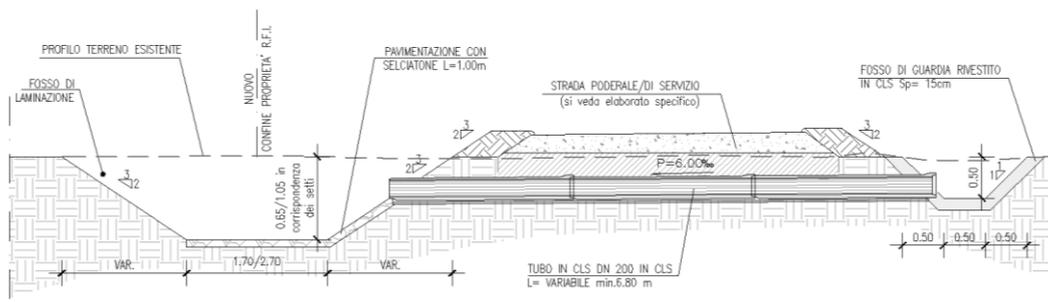


Figura 7-3 Dettaglio dello scarico del fosso di guardia verso quello di laminazione

7.2.2 Schema di drenaggio con rilevato su paratia di pali

In corrispondenza della paratia di pali, le modalità di allontanamento delle acque di precipitazione sono del tutto analoghe a quanto sopraesposto, con la differenza che gli embrici non scaricano direttamente nel fosso di guardia, ma bensì in un canaletta semicircolare in calcestruzzo, posata in sommità della trave di coronamento (Figura 7-4). Ad intervalli regolari la precipitazione raccolta dalla canaletta è scaricata al piede della palificata, in un pozzetto collegato ad una tubazione che convoglia le piogge verso il corpo idrico riceettore.

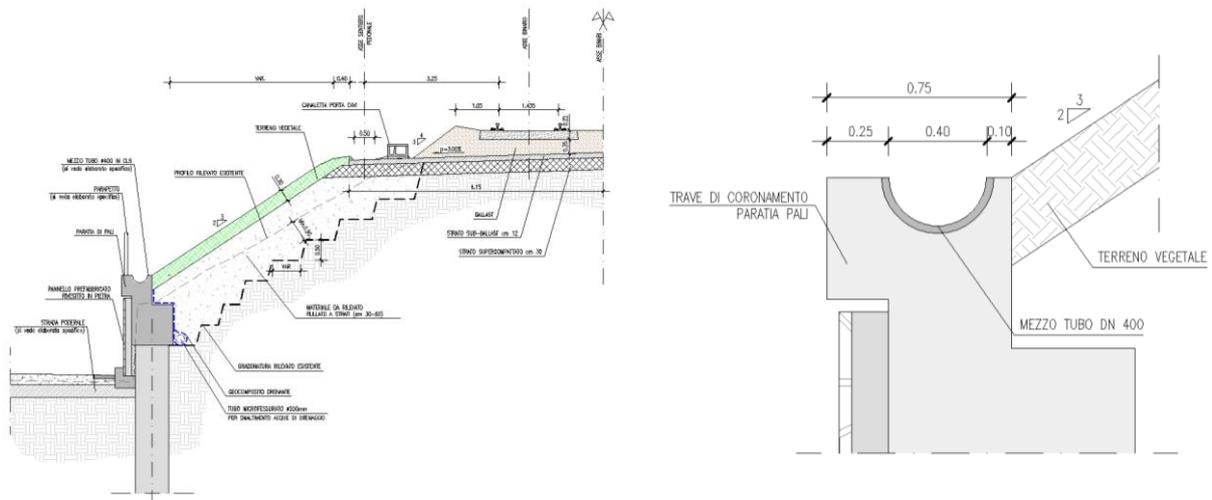


Figura 7-4 Schema di drenaggio acque di piattaforma in corrispondenza della paratia di pali

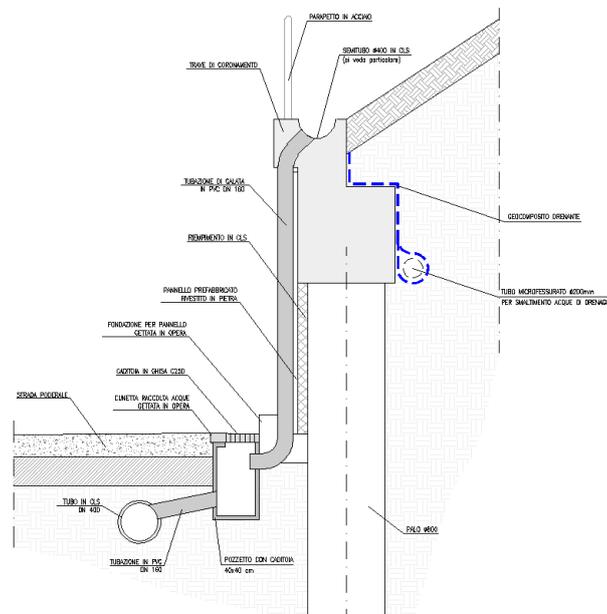


Figura 7-5 Dettaglio dello scarico della canaletta semicircolare

7.2.3 Schema di drenaggio in corrispondenza della barriera antirumore

Lungo il tratto in progetto sono previste delle barriere antirumore. In questa situazione la pioggia viene raccolta al piede della stessa e scaricata, mediante tubazioni passanti attraverso la base di sostegno dei pannelli fonoassorbenti, in una canaletta rettangolare posata a tergo della struttura. Quest'elemento in calcestruzzo prefabbricato convoglia l'acqua verso gli embrici, previsti ogni 15 m, che la trasportano al piede del rilevato od in testa alla palificata.

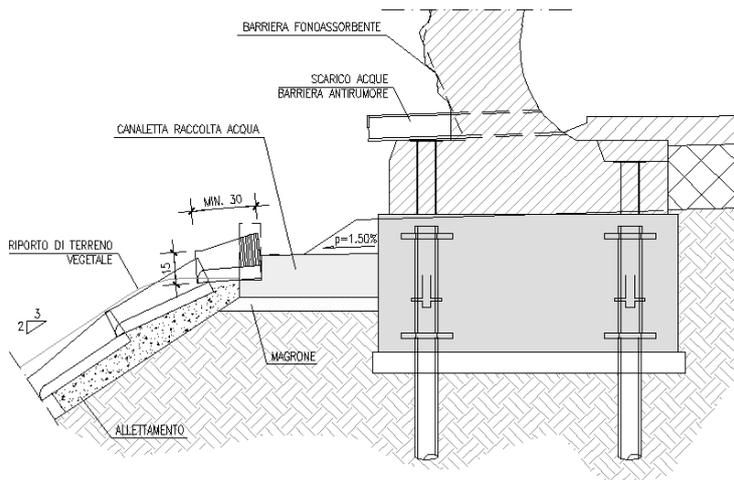


Figura 7-6 Dettaglio del drenaggio acque di piattaforma in corrispondenza di barriere antirumore

7.3 Dimensionamento del sistema di drenaggio

7.3.1 Calcolo delle portate

Per il calcolo delle portate massime si è fatto ricorso al metodo cinematico o razionale, partendo dalle precipitazioni definite dalla curva di possibilità pluviometrica a due parametri per piogge inferiori all'ora (paragrafo 6.2). Il tempo di ritorno di calcolo è fissato in 100 anni, come richiesto dal "Manuale di progettazione - Corpo stradale" redatto da RFI.

La modellizzazione richiede due parametri fondamentali che hanno un preciso significato fisico: il coefficiente di deflusso e il tempo di corrivazione del bacino.

Il coefficiente di deflusso φ misura il rapporto tra il volume totale dei deflussi superficiali ed il volume totale degli afflussi meteorici. Nel caso in esame, per la caratterizzazione delle superfici impermeabili costituenti la piattaforma del corpo stradale, è stato assunto un coefficiente di deflusso costante $\varphi = 0.9$; per i deflussi originati dalle superficie permeabili (scarpate inerbite) si è considerato un coefficiente di deflusso pari a $\varphi = 0.6$ e $\varphi = 0.3$ per le zone verdi.

Il tempo di corrivazione t_c del bacino, riferito alla sezione di calcolo, rappresenta il tempo caratteristico di formazione degli scorrimenti superficiali; esso dà una rappresentazione della rapidità con cui i deflussi netti si concentrano nelle sezioni di chiusura del bacino in esame ed è quindi fondamentale per la determinazione dell'idrogramma di piena e quindi della

| | | |
|--|-----------------------|------------|
| Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro | IDROLOGIA E IDRAULICA | 11.09.2015 |
| | IDNR01B | Rev. B |

portata massima transitabile in una data sezione. Il tempo di corrivazione t_c , in generale, è determinato dalla somma di due intervalli:

$$t_c = t_a + t_r$$

dove t_a rappresenta il tempo di accesso alla rete, mentre t_r è quello di transito nella rete stessa.

Per il dimensionamento delle opere di allontanamento delle piogge che insistono sul corpo stradale si adotta la formulazione di Woolhiser, che, basandosi sulla teoria dell'onda cinematica, ha dedotto la condizione di massimo deflusso da una superficie piana interessata da un pluviogramma netto di tipo rettangolare. Tale condizione si verifica per una durata di precipitazione data da:

$$t_a = \left(\frac{L}{k_s \cdot s^{0.5} \cdot a^{m-1}} \right)^{\frac{1}{1+n \cdot (m-1)}}$$

Dove L è la larghezza della superficie scolante, s la pendenza trasversale, k_s il coefficiente di Strickler ed $a = (\text{espresso in m/s}^n)$, n i parametri della curva di possibilità pluviometrica e m è un esponente che dipende dal regime del moto (laminare o turbolento) ed a seguito di taratura sperimentale viene posto pari a 2.

Fissato il tempo di corrivazione, la trasformazione afflussi netti-deflussi effettuata attraverso l'applicazione del metodo cinematico si esplica dalle seguenti relazioni:

$$Q = \varphi \cdot i(t_c) \cdot A$$

$$q = \varphi \cdot i(t_c) \cdot L$$

Essendo Q la portata scolante da una superficie di estensione A , q la portata per unità di lunghezza, φ il coefficiente di deflusso medio, definito come:

$$\varphi = \frac{\varphi_{imp} \cdot A_{imp} + \varphi_{perm} \cdot A_{perm}}{A_{imp} + A_{perm}}$$

i l'intensità di pioggia desunta dalla curva di possibilità pluviometrica in corrispondenza del tempo di corrivazione e calcolato con la formula seguente.

$$i(t_c) = a \cdot t_c^{n-1}$$

Con $a = 78.47 \text{ mm/h}^n$ e $n = 0.567$.

| | | |
|--|-----------------------|------------|
| Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro | IDROLOGIA E IDRAULICA | 11.09.2015 |
| | IDNR01B | Rev. B |

7.3.2 Verifica delle tubazioni

Per la verifica delle tubazioni, una volta stabilita la portata transitante Q , si utilizza la formula di Gauckler-Strickler, da cui, fissato il grado di riempimento (G.R.) massimo, la pendenza e il materiale, è possibile determinare il diametro da utilizzare.

$$Q = k_s \cdot A_b \cdot R^{2/3} \cdot j^{1/2}$$

Dove:

- A_b = sezione bagnata m^2 ;
- R = raggio idraulico m ;
- j = pendenza longitudinale della tubazione m/m .

Il coefficiente k_s è fissato pari $70 m^{1/3}/s$ per le tubazioni in calcestruzzo e $90 m^{1/3}/s$ per quelle in materiale polimerico. Il grado di riempimento massimo è 80%.

7.3.3 Determinazione interasse embrici

Il funzionamento idraulico dell'embrice può essere assimilato a quello di uno sfioratore a parete grossa, quindi la portata Q_e smaltita dello stesso è determinata dalla seguente equazione:

$$Q_e = C_q \cdot L \cdot h_e \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h_e}$$

Essendo C_q il coefficiente di deflusso pari a 0.385, L lunghezza della soglia sfiorante (0.60 m) e h_e il battente idrico sull'embrice fissato in 5 cm.

L'interasse degli embrici è quindi determinabile dalla seguente relazione:

$$int_{max} = \frac{Q_e}{q}$$

In Tabella 7-3 si riportano i valori del tempo di corrivazione, intensità di pioggia e portata per unità di larghezza calcolati con le formule appena descritte, per larghezze variabili della semi-piattaforma.

I valori di input sono:

- $k_s = 50 m^{1/3}/s$;
- $a = 78.47 mm/h^n = 7.56 \cdot 10^{-4} m/s^n$;
- $n = 0.567$;
- $s = 0.03$;
- $\varphi = 0.9$

Si precisa che, nel presente caso, il tempo di rete è considerato, a favore di sicurezza, pari a zero, vista la brevità dei tratti incanalati (embrici, canalette ecc.).

Con i dati riportati sopra si evince che la portata smaltibile dall'embrice è pari 11.4 l/s, quindi l'interasse massimo int_{max} degli embrici risulta essere 18.1 m per i tratti in rettilineo e 16.5 m in curva. A favore di sicurezza l'embrice sarà posato ogni 15 m.

| | | |
|--|-----------------------|------------|
| Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro | IDROLOGIA E IDRAULICA | 11.09.2015 |
| | IDNR01B | Rev. B |

Lo stesso interasse viene applicato ai casi in cui è presente la barriera fonoassorbente.

| L [m] | t _c [min] | i [mm/h] | q [l/s/m] |
|-------------------|-------------------------|-------------|--------------|
| rettilineo = 6.15 | 1.32 | 410 | 0.63 |
| curva = 6.90 | 1.42 | 397 | 0.69 |

Tabella 7-3 Calcolo dei dati di portata per unità di larghezza nei tratti i rettilineo ed in curva in corrispondenza della sopraelevazione (h) massima.

7.3.4 Verifica della tubazione sulla sommità della paratia di pali

L'intervento oggetto del presente elaborato prevede anche la realizzazione di una paratia di pali. La precipitazione che insiste sul tratto di ferrovia sostenuto dalla stessa sarà allontanata come descritto al paragrafo 7.2.2, prevedendo cinque scarichi.

Nelle tabelle seguenti si riportano i dati utilizzati per il calcolo della portata afferente a ciascuna canaletta e il relativo dimensionamento, effettuato per un tempo di ritorno pari a 100 anni.

| pk iniziale | pk finale | lunghezza canaletta | A _{imp} | A _{scarp} | φ | A _{tot} |
|-------------|-----------|---------------------|------------------|--------------------|------|------------------|
| - | - | m | m ² | m ² | - | m ² |
| 16+850 | 16+891 | 28 | 291 | 142 | 0.80 | 433 |
| 16+891 | 16+917 | 28 | 221 | 106 | 0.80 | 327 |
| 16+917 | 16+936 | 17 | 138 | 57 | 0.81 | 195 |
| 16+936 | 16+953 | 17 | 139 | 48 | 0.82 | 187 |
| 16+953 | 16+969 | 17 | 146 | 35 | 0.84 | 181 |

Tabella 7-4 Dati per il calcolo delle portate scolanti nella canaletta circolare in testa alla palificata

| pk iniziale | pk finale | tr | ta | tc | i | j | Q | DN. | G.R. |
|-------------|-----------|----|----|-----|--------|-----|-----|-----|------|
| - | - | s | s | s | mm/h | % | l/s | | - |
| 16+850 | 16+891 | 34 | 85 | 119 | 342.98 | 0.4 | 33 | 400 | 0.36 |
| 16+891 | 16+917 | 37 | 85 | 122 | 339.61 | 0.4 | 25 | 400 | 0.31 |
| 16+917 | 16+936 | 26 | 85 | 111 | 354.27 | 0.4 | 16 | 400 | 0.24 |
| 16+936 | 16+953 | 26 | 85 | 111 | 353.68 | 0.4 | 15 | 400 | 0.24 |
| 16+953 | 16+969 | 26 | 85 | 111 | 353.68 | 0.4 | 15 | 400 | 0.24 |

Tabella 7-5 Dimensionamento e verifica dei tratti di canaletta sulla testa della palificata

Come si vede, il grado di riempimento è compatibile con un mezzotubo, essendo questo sempre minore al 50%.

Gli scarichi della canaletta sono in PVC DN200 e confluiscono, come detto, in pozzetti caditoia da cui parte una tubazione verso il fosso di laminazione.

Questo collettore allontana sia le acque provenienti dal corpo ferroviario sia quelle che cadono nella parte asfaltata di via Principe a servizio delle abitazioni in prossimità del rilevato. Queste ultime sono raccolte mediante caditoie poste nella cunetta alla francese collocata al piede della palificata.

In Tabella 7-6 è riportato il dimensionamento della tubazione.

| | | |
|--|-----------------------|------------|
| Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro | IDROLOGIA E IDRAULICA | 11.09.2015 |
| | IDNR01B | Rev. B |

| A _{imp} | tr | ta | tc | i | j | Q | DN. | G.R. |
|------------------|----|----|----|--------|-----|--------|-----|------|
| m ² | s | s | s | mm/h | % | l/s | | - |
| 316 | 0 | 65 | 65 | 443.32 | 0.6 | 35+104 | 400 | 0.77 |

Tabella 7-6 Dimensionamento e verifica della tubazione di raccolta acque al piede della palificata.

7.3.5 Determinazione interasse tubazioni di scarico fossi di guardia

Per la determinazione dell'interrasse delle tubazioni di scarico delle acque dal fosso di guardia verso quello di laminazione è necessario stabilire la portata per unità di lunghezza defluente da tutto il rilevato ferroviario, tenendo anche conto del contributo della scarpata. I calcoli sono sviluppati con le formule riportate al paragrafo 7.3.1.

Si riportano di seguito i dati utilizzati per il calcolo della portata unitaria defluente nei fossi di guardia (a favore di sicurezza il tempo di corrvazione considerato è quello utilizzato per il calcolo degli embrici, trascurando il tempo di deflusso lungo la scarpata).

I valori di input sono:

| L _{imp} [m] | L _{scarpata} [m] | φ [-] | t _c [s] | q [l/s/m] |
|-------------------------|------------------------------|------------------|-----------------------|--------------|
| 6.9 | 10 | 0.72 | 85 | 1.34 |

Tabella 7-7 Calcolo dei dati di portata per unità di lunghezza per la definizione dell'interrasse delle tubazioni.

Con la formula di Gauckler-Strickler è possibile definire la portata Q_t transitante da una tubazione in calcestruzzo DN200 con pendenza pari al 0.6%, che risulta essere 22.6 l/s. L'interrasse delle tubazioni è quindi determinabile dalla seguente relazione:

$$int_{max} = \frac{Q_t}{q}$$

e quindi risulta essere 16.9 m. A favore di sicurezza si prevede quindi la posa di tubazioni ogni 15 m.

7.4 Opera provvisoria sullo scolo San Giovanni

Durante il periodo di costruzione, per raggiungere l'area di lavoro è previsto l'attraversamento dello scolo San Giovanni da parte di mezzi d'opera (si veda CANR01A - CANTIERIZZAZIONE: Relazione).

A tal fine, in accordo con il *Consorzio di Bonifica Piave*, si è previsto di posare, per il tempo necessario all'esecuzione dei lavori, una condotta in acciaio ondulato con una sezione liquida non inferiore a quella del ponticello esistente.

La condotta avrà pertanto una sezione non minore a 3.55 m² ed una lunghezza di 14 m.

| | | |
|--|-----------------------|------------|
| Linea: VENEZIA - TRIESTE Località: QUARTO D'ALTINO – RONCADE Progettazione definitiva dell'intervento di modifica di tracciato della linea ferroviaria Venezia - Trieste tra il km 15+600 ed il km 17+800 circa, ai fini della velocizzazione della tratta Venezia Mestre - Portogruaro | IDROLOGIA E IDRAULICA | 11.09.2015 |
| | IDNR01B | Rev. B |



Figura 7-7 Condotta in acciaio ondulato per l'attraversamento provvisorio dello scolo San Giovanni