

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP J84H20002450001

U.O. PROGETTAZIONE INTEGRATA NORD

PROGETTO DEFINITIVO

LUNETTA DI GORIZIA

IDRAULICA

Relazione drenaggio di piattaforma e di compatibilità idraulica

SCALA:

-

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

I Z 1 9 0 0 D 2 6 R I I D 0 0 0 1 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	Technital	Luglio 2021	L. Barni <i>L. Barni</i>	Luglio 2021	S. Lo Presti <i>S. Lo Presti</i>	Luglio 2021	A. Perego Luglio 2021



File: IZ1900D26RIID0001001A.doc

INDICE

1	PREMESSA.....	6
2	INTRODUZIONE.....	8
3	RIFERIMENTI NORMATIVI	10
4	DISPOSIZIONI NORMATIVE.....	11
4.1	PAI – PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEI BACINI IDROGRAFICI DEI FIUMI ISONZO, TAGLIAMENTO, PIAVE E BRENTA - BACCHIGLIONE	12
4.1.1	Norme di attuazione.....	12
4.2	PGRA – DISTRETTO IDROGRAFICO DELLE ALPI ORIENTALI – I CICLO (2015 – 2021).....	13
4.1	COMPATIBILITÀ IDRAULICA	16
5	INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	17
5.1	IL BACINO DEL FIUME ISONZO	19
6	ANALISI IDROLOGICA.....	21
7	INVARIANZA IDRAULICA – COMPATIBILITÀ IDRAULICA	22
7.1	METODO IDROLOGICO-IDRAULICO	25
7.1.1	METODO CINEMATICO O DELLA CORRIVAZIONE (Alfonsi e Orsi).....	25
7.1.2	METODO DELLE SOLE PIOGGE.....	27
7.1.3	Soluzione progettuale adottata: volumi di invaso	28
7.1.4	Conclusioni dello studio.....	28
8	PERMEABILITA'	29
9	DRENAGGIO DI PIATTAFORMA.....	30
9.1	PORTATE DI PROGETTO	30
9.2	DIMENSIONAMENTO IDRAULICO.....	33
10	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI.....	35

11	OPERE DI INTERCETTAZIONE.....	43
12	VERIFICHE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO.....	47
12.1	RILEVATO – FOSSI DRENANTI.....	47
12.1.1	FD01.....	47
12.1.2	FD02.....	48
12.2	SEZIONE TRA MURI.....	49
12.2.1	TD01 – Trincea Drenante.....	49
12.2.2	Drenaggio di sede e Canalette in cls piede rilevato.....	50
APPENDICE – TABELLA RIEPILOGATIVA DELLO STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA		52

INDICE DELLE FIGURE

FIGURA 2-1 INQUADRAMENTO AREA D'INTERVENTO	8
FIGURA 4-1 SUDDIVISIONE TERRITORIALE IN DISTRETTI.....	11
FIGURA 4-2 – PAI 2012 – TAV. 13 – PERICOLOSITA' IDRAULICA	13
FIGURA 4-3 – DEFINIZIONE DELLE CLASSI DI INTENSITÀ.....	15
FIGURA 4-4 – PGRA- PERICOLOSITA' IDRAULICA.....	16
FIGURA 5-1 INQUADRAMENTO LUNETTA DI GORIZIA.....	17
FIGURA 5-2 ESTENSIONE DISTRETTO IDROGRAFICO ALPI ORIENTALI	18
FIGURA 5-3 CORSI D'ACQUA PRINCIPALI DI COMPETENZA DEL DISTRETTO IDROGRAFICO ALPI ORIENTALI	18
FIGURA 5-4 BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME ISONZO	20
FIGURA 10-1 SCHEMA PLANIMERICO DI PROGETTO.....	36
FIGURA 10-2 SEZIONE TIPO IN RILEVATO	37
FIGURA 10-3 PIANTA TIPO IN RILEVATO.....	37
FIGURA 10-4 SEZIONE TIPO TRA MURI.....	38
FIGURA 10-5 PIANTA TIPO TRA MURI.....	38
FIGURA 10-6 STRALCIO PLANIMETRICO TRINCEA DRENANTE.....	39
FIGURA 10-7 TRINCEA DRENANTE – PIANTA TIPO SCHEMATICA.....	39
FIGURA 10-8 TRINCEA DRENANTE – SEZIONE TIPO.....	40
FIGURA 10-9 TRINCEA DRENANTE – SEZIONE TIPO POZZETTO DI ISPEZIONE	40
FIGURA 10-10 VIADOTTO – SEZIONE TIPO CORRENTE PVC DN250	41
FIGURA 10-11 VIADOTTO – SEZIONE TIPO INTERCETTAZIONE PVC DN110 INT. 10M.....	41
FIGURA 10-12 VIADOTTO – RECAPITO CANALETTA CON EMBRICE	42

INDICE DELLE TABELLE

TABELLA 2-1 STRALCIO ELENCO ELABORATI.....	9
TABELLA 4-1 VALORI DI INTENSITÀ.....	15
TABELLA 6-1 PARAMETRI IDROLOGICI PER VARIANTE ISONZO.....	21
TABELLA 7-1 ALLEGATO 1: 4. TABELLA DEI LIVELLI DI SIGNIFICATIVITÀ DELLE TRASFORMAZIONI	23
TABELLA 7-2 ALLEGATO 1: 5. INTERVENTI DI MITIGAZIONE E METODI DI CALCOLO IDROLOGICO- IDRAULICO.....	24
TABELLA 7-3 DATI SUPERFICI IN ESAME	25
TABELLA 4 METODO CINEMATICO - TABULATI DI CALCOLO	26
TABELLA 5 METODO DELLE SOLE PIOGGE - TABULATI DI CALCOLO	28
TABELLA 8-1 COEFFICIENTE DI PERMEABILITÀ.....	29
TABELLA 11-1 DATI DI INPUT	43



PROGETTO DEFINITIVO

Lunetta Di Gorizia

Relazione drenaggio di piattaforma e di
compatibilità idraulica

COMMESSA
IZ19

LOTTO
00

CODIFICA
D 26 RI

DOCUMENTO
ID 0001 001

REV.
A

FOGLIO
5 di 54

TABELLA 11-2 TIRANTE IN CUNETTA - RISULTATI.....	44
TABELLA 11-3 EMBRICI - VERIFICA	45
TABELLA 11-4 PLUVIALE INTERCETTAZIONE - VERIFICA.....	45
TABELLA 11-5 PLUVIALI – CAPACITÀ IDRAULICA UNI EN 12056-3	46

1 PREMESSA

Il progetto nasce nel 2011 attraverso una Convenzione stipulata tra RFI e Regione Autonoma Friuli Venezia-Giulia finalizzata alla realizzazione di attività di studio e progettazione inerenti l'attività 2.2 "Progettare l'anello metropolitano e gli accessi ferroviari mancanti", nell'ambito del WP2 "Legami mancanti intermodali". La Regione Autonoma FVG aveva conferito a RFI l'incarico per la realizzazione di Studi e Progettazioni degli interventi previsti nel progetto "ADRIA-A, Accessibilità e Sviluppo per il rilancio dell'Area Adriatica Interna" finanziato nell'ambito del Programma per la Cooperazione Transfrontaliera Italia – Slovenia 2007-2013.

Nel 2013 è stato redatto uno studio preliminare da parte della società Serfer Srl che definisce le specifiche tecniche dell'intervento. Il progetto del 2011 non ha avuto seguito a causa del mancato finanziamento per la realizzazione e del decaduto interesse da parte del gestore sloveno nel realizzare gli interventi di propria competenza.

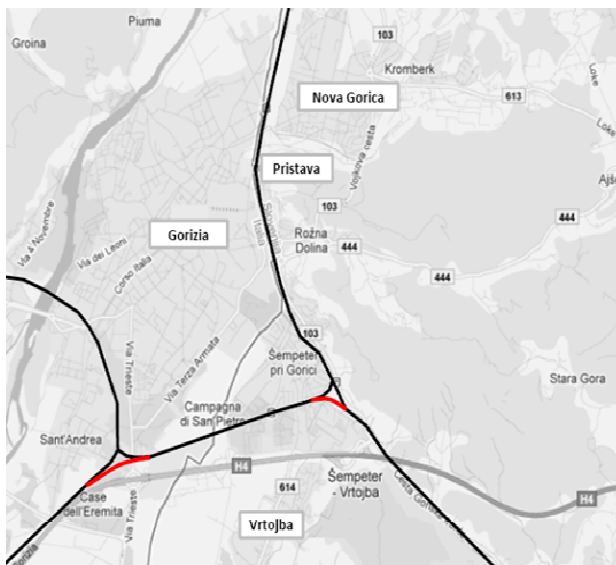


Figura 1: studio Serfer Srl del 2013.

Il progetto è stato recentemente revisionato dalle strutture di RFI e adattato alle nuove esigenze manifestate dagli enti locali e dalle realtà industriali che insistono sul nodo ferroviario. Sulla base degli esiti della rivalutazione dell'investimento è stata prevista una fase funzionale che comprende l'avvio del PD, senza PFTE, al fine di ridurre i tempi di consegna dei lavori.

L'obiettivo dell'intervento è quello di evitare l'inversione di banco nella stazione di Gorizia Centrale dei mezzi che transitano in direzione Nova Gorica partendo da Trieste. La realizzazione di tale intervento consente di fluidificare

in modo significativo i collegamenti con Nova Gorica, nell'ottica di un potenziamento degli scambi tra Nova Gorica-Gorizia-Trieste.



Figura 2: linee interessate dall'intervento "Lunetta di Gorizia".

2 INTRODUZIONE

Il presente documento viene redatto nell'ambito del progetto definitivo per la realizzazione del Nuovo raccordo Bivio Gorizia Sud - Confine di Stato.

L'intervento prevede in sintesi le seguenti attività:

- Realizzazione di un nuovo tratto di linea a singolo binario per un'estesa complessiva di circa 1,4 km;
- Rifacimento, in leggera variante a singolo binario, di un tratto della linea storica, lato Slovenia, di estesa pari a circa 260 m;
- Elettrificazione della lunetta;
- Elettrificazione della Linea Gorizia C.le- Nova Gorica fino al deviatoio di ingresso al raccordo SDAG

In particolare, nella presente relazione è stata valutata la compatibilità idraulica dell'intervento andando ad analizzare tutti i vincoli presenti nell'area in oggetto imposti dagli enti competenti, nello specifico sono state prese a riferimento le carte della pericolosità idraulica PAI e PGRA sviluppate dal Distretto delle Alpi Orientali.

Inoltre, è stato analizzato il sistema di raccolta e recapito delle opere di drenaggio ferroviario.

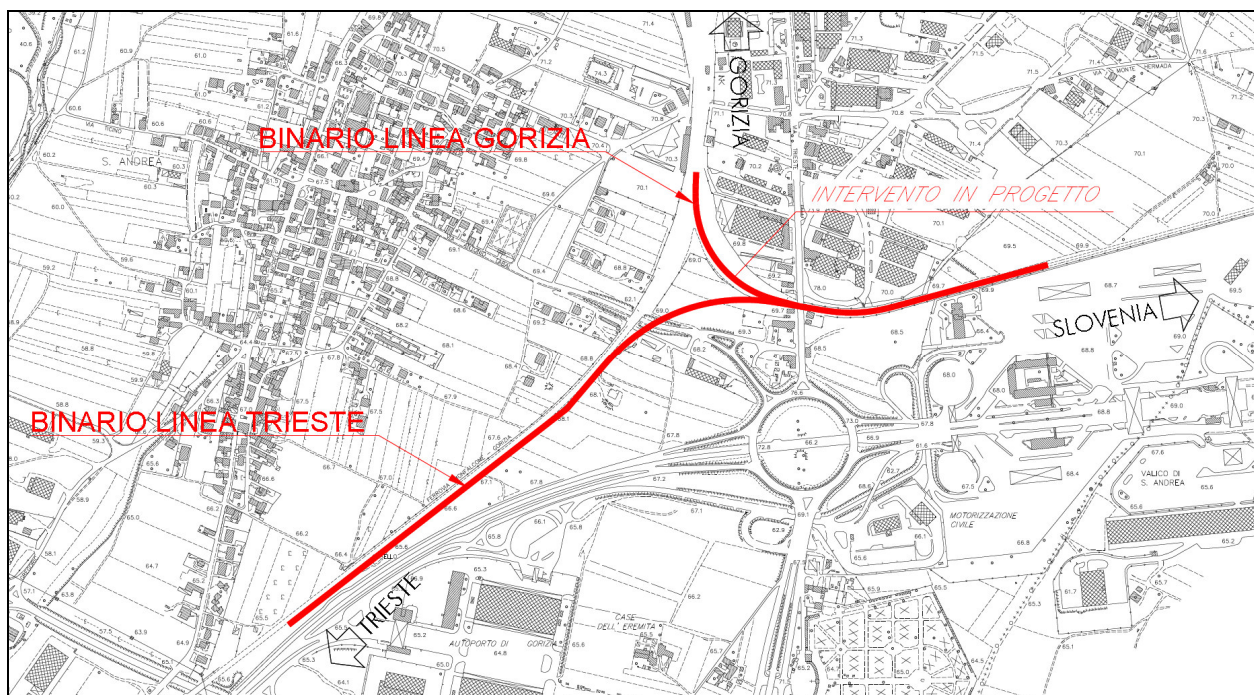


Figura 2-1 Inquadramento area d'intervento

Per i dimensionamenti delle opere idrauliche in progetto sono stati adottati i parametri idrologici riportati nella relazione idrologica a cui si rimanda per i dettagli specifici. La scelta dei tempi di ritorno degli eventi meteorici per il calcolo delle portate necessarie al dimensionamento delle varie tipologie di opere è stata effettuata in conformità a quanto previsto dal Manuale di Progettazione RFI e dalle Norme tecniche delle costruzioni del 2018. In particolare per la linea ferroviaria il sistema di drenaggio è dimensionato per periodi di ritorno T=100 anni.

Nelle aree interessate dall'intervento non è presente idrografia superficiale e pertanto, in analogia a quanto oggi accade, è stato predisposto e dimensionato un sistema di drenaggio con recapito a dispersione nel sottosuolo.

Non sono presenti in progetto interventi su viabilità.

Nel complesso, gli elaborati riguardanti l'idrologia e l'idraulica prodotti nell'ambito del presente studio sono riportati nella tabella sotto.

Tabella 2-1 Stralcio elenco elaborati

Descrizione elaborato	Scala	DIGIT CODIFICA ELABORATI																				
		PROGETTO	LOTTO	FASE / ENTE		TIPO DOC. / OP. DISCIPLINA					PROGR. EL.	R.										
		A	B	C	D	E	F	H	J	G	I	K										
IDRAULICA																						
Relazione idrologica	-	1	Z	1	9	0	1	D	2	6	R	H	I	D	0	0	0	1	0	0	1	A
Relazione drenaggio di piattaforma e di compatibilità idraulica	-	1	Z	1	9	0	1	D	2	6	R	I	I	D	0	0	0	2	0	0	1	A
Corografia inquadramento PAI / PGRA	1:5000	1	Z	1	9	0	1	D	2	6	N	5	I	D	0	0	0	0	0	0	1	A
Planimetria di drenaggio piattaforma ferroviaria - Tav 1/2	1:1000	1	Z	1	9	0	1	D	2	6	P	7	I	D	0	0	0	2	0	0	1	A
Planimetria di drenaggio piattaforma ferroviaria - Tav 2/2	1:1000	1	Z	1	9	0	1	D	2	6	P	7	I	D	0	0	0	2	0	0	2	A
Particolari e dettagli opere di drenaggio e smaltimento ferroviario	Varie	1	Z	1	9	0	1	D	2	6	B	Z	I	D	0	0	0	2	0	0	1	A

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Lunetta Di Gorizia					
Relazione drenaggio di piattaforma e di compatibilità idraulica	COMMESSA IZ19	LOTTO 00	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 0001 001	REV. A	FOGLIO 10 di 54

3 RIFERIMENTI NORMATIVI

Il progetto è stato redatto nel rispetto delle seguenti norme in vigore a livello nazionale e/o europeo:

- R.D. 25/07/1904, n. 523 "Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie".
- D. Lgs. 27 gennaio 1992, n. 132. "Attuazione della direttiva n. 80/68/CEE concernente la protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento provocato da certe sostanze pericolose".
- D.M. 14 Febbraio 1997 "Direttive tecniche per l'individuazione e la perimetrazione, da parte delle Regioni, delle aree a rischio idrogeologico".
- Direttiva 2000/60/CE, cosiddetta "Direttiva Acque".
- D. Lgs. n. 152/2006 – "Norme in materia ambientale".
- Direttiva 2007/60/CE, cosiddetta "Direttiva Alluvioni".
- L. 27 Febbraio 2009, n. 13 "Misure straordinarie in materia di risorse idriche e protezione dell'ambiente".
- D. Lgs 16 marzo 2009, n. 30. Protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento.
- D. Lgs 23 Febbraio 2010, n. 49 "Attuazione della Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e gestione dei rischi di alluvioni".
- Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018) e relativa circolare (Circolare n. 7/2019).
- "Manuale di Progettazione delle Opere Civili" della Rete Ferroviaria Italiana (RFI) aggiornato al 2021.

Il progetto è stato redatto nel rispetto delle seguenti norme in vigore a livello regionale e/o a scala di distretto idrografico:

- L.R. 29 aprile 2015, n. 11 Disciplina organica in materia di difesa del suolo e di utilizzazione delle acque.
- Regolamento recante disposizioni per l'applicazione del principio dell'invarianza idraulica di cui all'articolo 14, comma 1, lettera k) della legge regionale 29 aprile 2015, n. 11 (Disciplina organica in materia di difesa del suolo e di utilizzazione delle acque).
- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dei bacini idrografici dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Piave e Brenta-Bacchiglione.
- Piano stralcio per l'assetto idrogeologico dei bacini di interesse regionale (bacini idrografici dei tributari della laguna di Marano - Grado, ivi compresa la laguna medesima, del torrente Slizza e del levante).
- Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) del Distretto Idrografico delle Alpi Orientali – I CICLO 2015-2021.

4 DISPOSIZIONI NORMATIVE

Con le disposizioni del Testo Unico in materia ambientale (Decreto legislativo n. 152/2006) l'intero territorio italiano è stato ripartito complessivamente in 7 distretti idrografici, in ognuno dei quali è istituita l'Autorità di Bacino distrettuale, definita giuridicamente come ente pubblico non economico.



Figura 4-1 Suddivisione territoriale in distretti

Analizzando le opere in progetto secondo la nuova Direttiva 2000/60/CE, gli interventi ricadono nel bacino idrografico del fiume Isonzo di competenza del Distretto Idrografico Alpi Orientali. Di conseguenza, l'analisi idraulica dovrà considerare gli strumenti di pianificazione territoriale in vigore nella zona in esame; in particolare, gli strumenti legislativi analizzati sono:

- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dei bacini idrografici dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Piave e Brenta-Bacchiglione.
- Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) del Distretto Idrografico delle Alpi Orientali – I CICLO 2015-2021.

Gli interventi in progetto, con riferimento alla relazione di compatibilità idraulica e alla corografia di inquadramento non ricadono in aree di pericolosità idraulica sia con riferimento al PAI che al PRGA.

4.1 PAI – PIANO STRALCIO PER L’ASSETTO IDROGEOLOGICO DEI BACINI IDROGRAFICI DEI FIUMI ISONZO, TAGLIAMENTO, PIAVE E BRENTA - BACCHIGLIONE

Il Piano per l'Assetto Idrogeologico dei bacini dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Piave e Brenta-Bacchiglione ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, tecnico-operativo e normativo che:

- individua e perimetra le aree fluviali e quelle di pericolosità geologica, idraulica e valanghiva;
- stabilisce direttive sulla tipologia e la programmazione preliminare degli interventi di mitigazione o di eliminazione delle condizioni di pericolosità;
- detta prescrizioni per le aree di pericolosità e per gli elementi a rischio classificati secondo diversi gradi.

Il Piano persegue finalità prioritarie di riduzione delle conseguenze negative per la salute umana, di protezione di abitati, infrastrutture, nonché riconosciute specificità del territorio, interessate o interessabili da fenomeni di pericolosità.

4.1.1 Norme di attuazione

Di seguito si riporta un estratto delle Norme di Attuazione del PAI. Per maggiori dettagli, si rimanda alla documentazione integrale.

ART. 4 – Classificazione dei territori per condizioni di pericolosità ed elementi a di rischio

1. Il Piano, sulla base delle conoscenze acquisite e dei principi generali contenuti nella normativa vigente, classifica i territori in funzione delle diverse condizioni di pericolosità, nonché classifica gli elementi a rischio, nelle seguenti classi:

PERICOLOSITÀ

- P4 (pericolosità molto elevata);
- P3 (pericolosità elevata);
- P2 (pericolosità media);
- P1 (pericolosità moderata).

ELEMENTI A RISCHIO

- R4 (rischio molto elevato);

- R3 (rischio elevato);
- R2 (rischio medio);
- R1 (rischio moderato).

Le classi di pericolosità identificano il regime dei vincoli alle attività di trasformazione urbanistica ed edilizia di cui al titolo II delle presenti norme di attuazione; le classi degli elementi a rischio, ove definite, costituiscono elementi di riferimento prioritari per la programmazione degli interventi di mitigazione e le misure di protezione civile.

In base alla perimetrazione delle aree a rischio esondazione del PAI, gli interventi in progetto **NON ricadono** in aree a pericolosità idraulica.

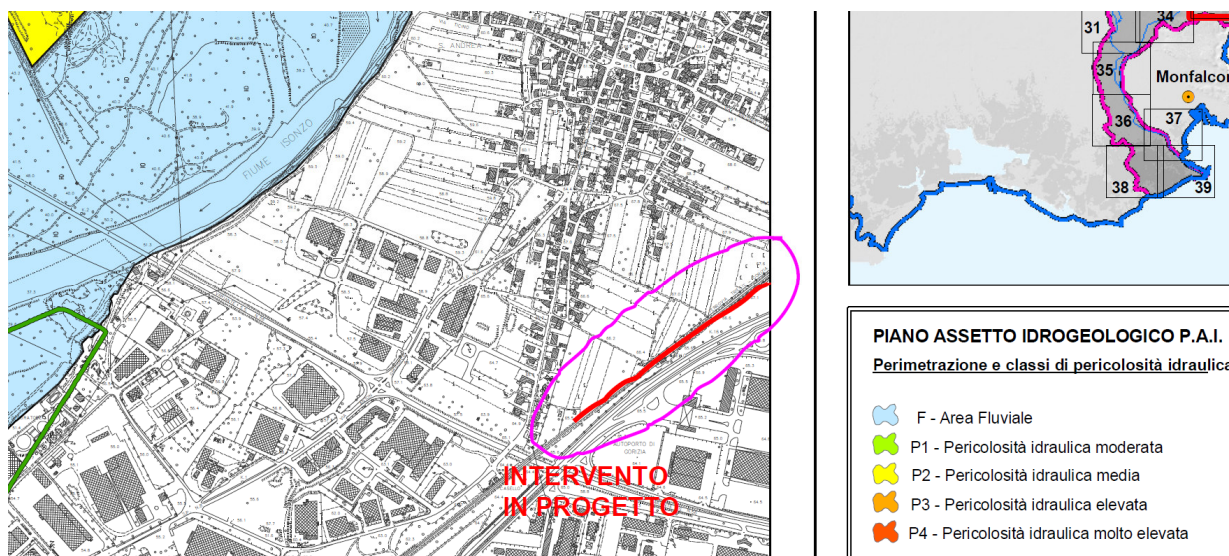


Figura 4-2 – PAI 2012 – TAV. 13 – PERICOLOSITA' IDRAULICA

4.2 PGRA – DISTRETTO IDROGRAFICO DELLE ALPI ORIENTALI – I CICLO (2015 – 2021)

Le norme comunitarie prevedono l'obbligo di predisporre per ogni distretto, a partire dal quadro della pericolosità e del rischio di alluvioni definito con l'attività di mappatura, uno o più Piani di Gestione del Rischio di Alluvioni (art. 7 D. Lgs. 49/2010 e art. 7 Dir. 2007/60/CE), contenenti le misure necessarie per raggiungere l'obiettivo di ridurre le conseguenze negative dei fenomeni alluvionali nei confronti, della salute umana, del territorio, dei beni, dell'ambiente, del patrimonio culturale e delle attività economiche e sociali. In particolare, il PGRA dirige l'azione sulle aree a rischio più significativo, organizzate e gerarchizzate rispetto all'insieme di tutte le aree a rischio e

definisce gli obiettivi di sicurezza e le priorità di intervento a scala distrettuale, in modo concertato fra tutte le Amministrazioni e gli Enti gestori, con la partecipazione dei portatori di interesse e il coinvolgimento del pubblico in generale. Il Distretto idrografico delle Alpi Orientali interessa prevalentemente le Province Autonome di Trento e Bolzano, le Regioni Veneto, Friuli-Venezia Giulia, una ridotta parte della Lombardia e porzioni di territorio di Svizzera, Austria e Slovenia.

L'art. 6 della Direttiva 2007/60/CE identifica tre scenari su cui valutare la pericolosità idraulica:

1. scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi;
2. alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno fra 100 e 200 anni (media probabilità di alluvione);
3. alluvioni frequenti: tempo di ritorno tra 20 e 50 anni (elevata probabilità di alluvione).

In linea con quanto richiesto dal D. Lgs. 49/2010, i tempi di ritorno associati agli scenari ad elevata, media e scarsa probabilità di alluvione sono stati fissati, rispettivamente, pari a 30, 100 e 300 anni.

Fissato lo scenario, il dominio (sul quale è stata sviluppata la procedura di calcolo e indagato il grado di rischio nelle sue diverse fattispecie) è rappresentato dal territorio che potrebbe essere interessato dall'occupazione delle acque esterne all'area fluviale, ovvero quelle aree che potrebbero essere inondate conseguentemente al sormonto spondale e/o al cedimento delle arginature durante eventi di piena di assegnata probabilità di accadimento. Noti nei vari punti del territorio i tiranti d'acqua massimi h e le velocità massime v che si possono manifestare durante un evento di piena, il pericolo è legato all'intensità del fenomeno I , funzione del tirante e della velocità. L'origine della funzione di seguito descritta è sostanzialmente impostata prendendo a riferimento, come elemento vulnerabile, l'incolumità delle persone.

Le tre classi di intensità - bassa (I_b), media (I_m) e alta (I_a) - sono state così definite:

$$I_b = \begin{cases} h \leq 1.0m \text{ se } v \leq 0.5m/s \\ h \cdot v \leq 0.5m^2/s \text{ se } v > 0.5m/s \end{cases}$$

$$I_m = \begin{cases} 1.0 < h \leq 2m \text{ se } v \leq 0.5m/s \\ 0.5m^2/s < h \cdot v \leq 1m^2/s \text{ se } v > 0.5m/s \end{cases}$$

$$I_a = \begin{cases} h > 2m \text{ se } v \leq 0.5m/s \\ h \cdot v > 1m^2/s \text{ se } v > 0.5m/s \end{cases}$$

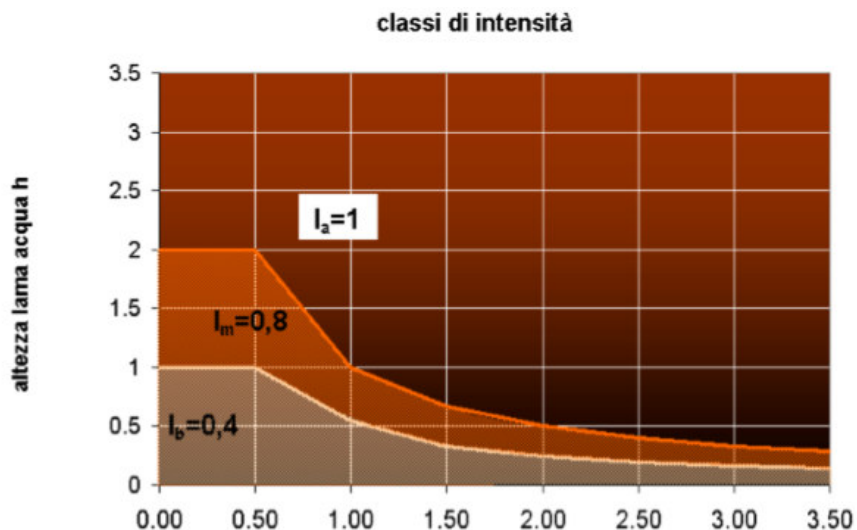


Figura 4-3 – Definizione delle classi di Intensità

Tabella 4-1 Valori di intensità

Descrizione	Classe di I	Valore di I
Intensità bassa (Ib): zone inondate da acque con basso tirante	Ib	0.4
Intensità media (Im): zone inondate da acque con tiranti e/o velocità significative	Im	0.8
Intensità alta (Ia): zone inondate da acque profonde e/o ad elevata velocità di deflusso	Ia	1.0

Il metodo sopra descritto porta ad ottenere, in ogni punto del territorio considerato, la classe di intensità per ciascun scenario.

Le opere in progetto **NON ricadono** in aree a pericolosità di alluvione dedotte dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA).

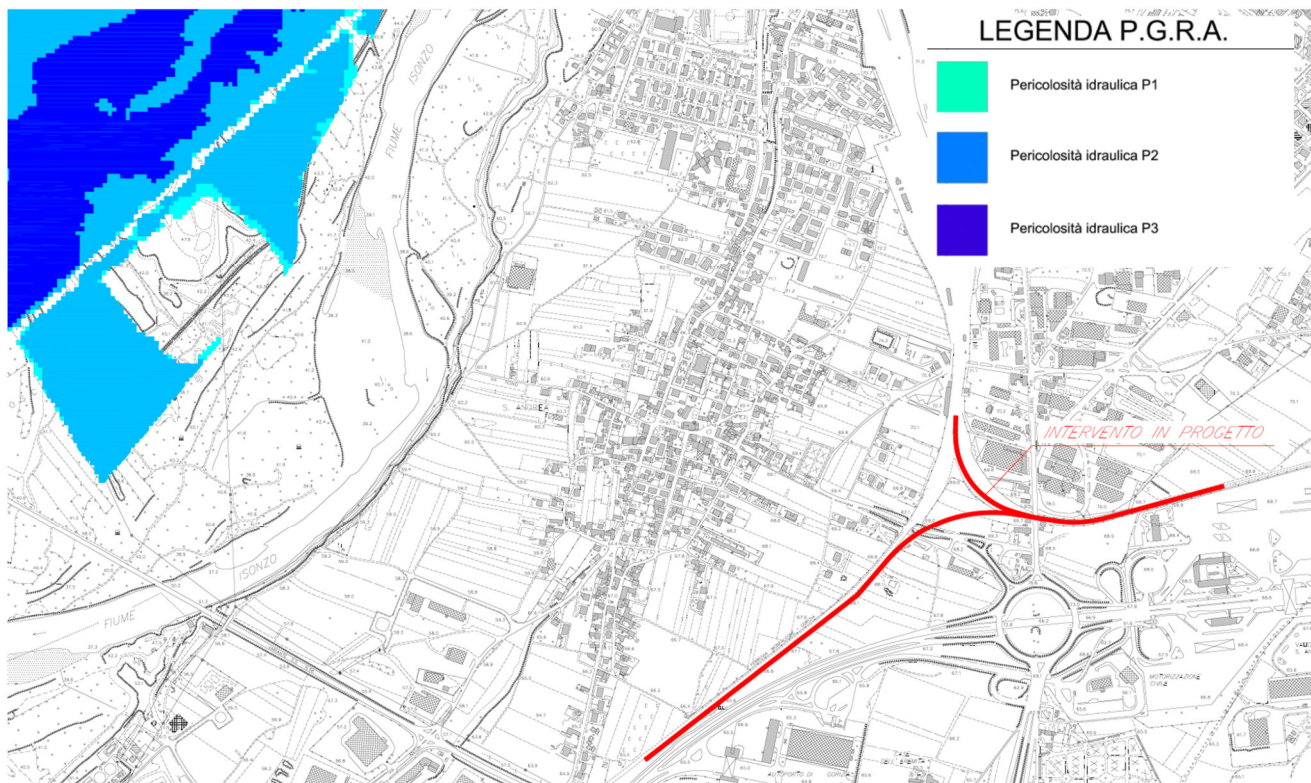


Figura 4-4 – PGRA- PERICOLOSITA' IDRAULICA

4.1 COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Gli interventi in progetto, con riferimento a quanto riportato nei paragrafi precedenti, NON RICADONO in aree a pericolosità idraulica del PAI Isonzo, Tagliamento, Piave e Brenta – Bacchiglione e nel PRGA – I Ciclo.

In sintesi, dunque, analizzati tutti gli strumenti legislativi vigenti, l'opera in progetto risulta compatibile dal punto di vista idraulico alle normative ad oggi in vigore.

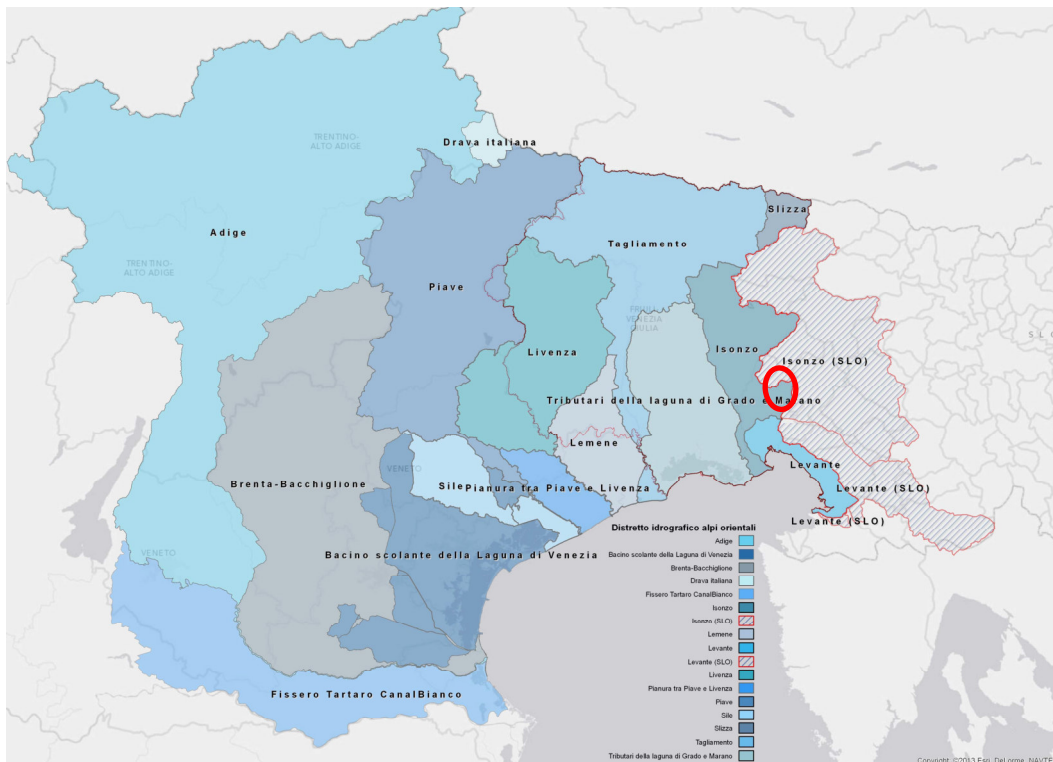


Figura 5-2 Estensione Distretto idrografico Alpi orientali



Figura 5-3 Corsi d'acqua principali di competenza del distretto idrografico alpi orientali

5.1 IL BACINO DEL FIUME ISONZO

Il fiume Isonzo nasce in Val di Trenta con sorgenti a quota 935 msm e sfocia nell'Adriatico, presso Monfalcone, ove forma un delta che tende, nel tempo, a spostarsi da occidente verso oriente.

Il bacino imbrifero dell'Isonzo sottende complessivamente una superficie di circa 3400 Km² dei quali circa 1150 Km², cioè circa un terzo, in territorio italiano; di carattere prettamente torrentizio, il fiume Isonzo raccoglie e scarica le acque del versante meridionale delle Alpi Giulie, che separano questo bacino da quello della Sava. Gli affluenti principali di destra sono il Coritenza, in territorio sloveno, ed il Torre, che invece, scorre quasi totalmente in territorio italiano; a sinistra l'Isonzo è alimentato dall'Idria e dal Vipacco, con i rispettivi bacini compresi totalmente e quasi totalmente in territorio sloveno.

Per quanto riguarda le criticità idrauliche rilevate, il Fiume Isonzo, nel primo tratto in territorio italiano, fra il confine e la località di Straccia in comune di Gorizia, dove il fiume scorre incassato tra pareti rocciose, il fondo dell'alveo è costituito a tratti da materiali ghiaiosi mobili. Rilievi compiuti alla fine degli anni 60 indicavano un abbassamento dell'alveo presso il confine dell'ordine di 35 cm circa, rispetto alle quote rilevate nel 1960.

Tale situazione potrebbe pregiudicare la stabilità delle opere di derivazione e dei ponti situati in Comune di Gorizia. Il fenomeno è dovuto presumibilmente alla ritenuta di materiali effettuata dai serbatoi di Sottosella e Canale, in Repubblica di Slovenia.

Tra l'abitato di Gorizia e la foce, l'Isonzo scorre su fondo ghiaioso e pianeggiante, diviso in varie ramificazioni tra banchi di materiali ghiaiosi più o meno stabilizzati.

Il carattere eminentemente torrentizio del corso d'acqua provoca lo spostamento dei filoni con conseguenti corrosioni delle sponde costituite da materiali friabili e minaccia la stabilità degli argini che accompagnano tutto il corso inferiore ad eccezione del tratto in sponda sinistra tra Gorizia e Sagrado.

Alcuni tratti di arginatura, e precisamente il tratto in destra tra il ponte di Sagrado e Villesse ed il tratto in sinistra a valle del ponte di Pieris presentano fenomeni di infiltrazioni durante le piene, con formazione di fontanazzi pericolosi per la stabilità delle arginature.

Il territorio collocato in destra idrografica dell'Isonzo, nel territorio del comune di Gorizia, è interessato da diverse situazioni di dissesto con conseguenti allagamenti periodici della carreggiata stradale che corre parallela al corso d'acqua, nonché da movimenti franosi causati dal deflusso non regolato delle acque provenienti dal Monte Calvario e allagamenti del cimitero di Piedimonte e di Piuma.



Figura 5-4 Bacino idrografico del fiume Isonzo

6 ANALISI IDROLOGICA

Con riferimento alla Relazione Idrologica si riportano i parametri della Curva di possibilità pluviometrica utilizzata per il dimensionamento e verifica del sistema di drenaggio.

I parametri seguenti sono frutto di un'analisi comparativa tra le formulazioni e metodologie regionali e i dati pluviometrici registrati con il coordinamento dell' ARPA – FVG.

Tabella 6-1 Parametri idrologici per Variante Isonzo

Durata di pioggia < 1 ora		
TR [anni]	a [mm/h]	n [-]
100	84.20	0.44

Durata di pioggia > 1 ora		
TR [anni]	a [mm/h]	n [-]
100	84.20	0.33

7 INVARIANZA IDRAULICA – COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Nel progetto in oggetto le acque meteoriche che interessano la piattaforma ferroviaria vengono raccolte e convogliate in un sistema di recapito a dispersione. Nell'area di intervento non sono presenti recettori naturali.

Sono state quindi dimensionate opere di recapito a dispersione di tipologia ed efficacia compatibile con i deflussi in progetto e le caratteristiche di permeabilità del sottosuolo con riferimento al Regolamento recante disposizioni per l'applicazione del principio dell'invarianza idraulica di cui all'articolo 14, comma 1, lettera k) della legge regionale 29 aprile 2015, n. 11 (Disciplina organica in materia di difesa del suolo e di utilizzazione delle acque).

Di seguito si riporta un estratto del Regolamento, per inquadrare dal punto di vista normativo l'intervento.

ART. 5 – Livelli di significatività delle trasformazioni

1. **Le trasformazioni del territorio** regionale di cui all'articolo 2, comma 1 **sono suddivise nei seguenti livelli di significatività**, come da tabella esposta nell'Allegato 1:
 - a) contenuto, moderato, medio, elevato o molto elevato, nel caso di trasformazioni urbanistico-territoriali. **L'attribuzione di uno dei citati livelli dipende dall'estensione della superficie di riferimento S** e, nel caso di livello elevato o molto elevato, anche dal valore del coefficiente di afflusso medio ponderale post operam;
 - b) moderato, medio o elevato, nel caso di trasformazioni fondiarie. L'attribuzione di uno dei citati livelli dipende dall'estensione della superficie di riferimento S.
2. I metodi di dimensionamento dei dispositivi di compensazione o invasi e dei dispositivi idraulici di cui all'articolo 3, comma 1, lettere h) e i), sono indicati nell'Allegato 1 e sono definiti in funzione dei livelli di significatività della trasformazione, con le seguenti modalità:
 - a) nel caso di trasformazione urbanistico-territoriale, **i volumi d'invaso sono calcolati utilizzando almeno due tra i metodi indicati nell'Allegato 1** adottando, in ogni caso, i risultati più cautelativi. Nel caso in cui il livello di significatività sia molto elevato è richiesta l'applicazione della modellazione matematica. Nel caso in cui il livello di significatività sia contenuto, non è richiesto il calcolo dei volumi;
 - b) nel caso di trasformazione fondiaria, il metodo di dimensionamento dei volumi è indicato nell'Allegato 1.
3. La trasformazione è considerata non significativa, nei casi in cui:
 - a) la superficie di riferimento S è inferiore od uguale alla superficie di riferimento S_{MIN} ovvero $S \leq S_{MIN}$;
 - b) S è maggiore di S_{MIN} e il coefficiente di afflusso medio ponderale rimane costante oppure si riduce a seguito della trasformazione;
 - c) lo scarico delle acque meteoriche provenienti dalla superficie trasformata è recapitato direttamente a mare o in laguna o in altro corpo idrico recettore (laghi e bacini idrici che non svolgono funzione anti piena), il cui livello idrico non risulta influenzato in modo apprezzabile dagli apporti meteorici.
4. Nel caso di trasformazioni urbanistico-territoriali aventi livello di significatività contenuto, moderato, medio, elevato e molto elevato è obbligatorio l'uso delle buone pratiche costruttive di cui all'articolo 3, comma 1, lettera c), compatibilmente con le condizioni ambientali dei luoghi.
5. Nel caso di trasformazioni fondiarie aventi livello di significatività moderato, medio ed elevato è obbligatorio l'uso delle buone pratiche agricole di cui all'articolo 3, comma 1, lettera d), compatibilmente con le condizioni ambientali dei luoghi.
6. Nei casi non previsti dai commi 4 e 5 è, in ogni caso, raccomandato l'uso delle buone pratiche costruttive e agricole di cui all'articolo 3, comma 1, lettere c) e d).

Tabella 7-1 ALLEGATO 1: 4. TABELLA DEI LIVELLI DI SIGNIFICATIVITÀ DELLE TRASFORMAZIONI

Livello di significatività della trasformazione art. 5	Trasformazioni urbanistico-territoriali			Trasformazioni fondiarie art.2, c.1 lettera e)
	Strumenti urbanistici comunali generali e loro varianti art.2, c.1 lettera a)	Piani territoriali infraregionali, piani regolatori portuali, piani regolatori particolareggiati comunali art.2, c.1 lettera b)	Interventi edilizi art.2, c.1, lettere c), d)	
NON SIGNIFICATIVO oppure TRASCURABILE art. 5, c. 3	$S \leq 500 \text{ mq}$ oppure $S > 500 \text{ mq}$ e Ψ_{medio} rimane costante o diminuisce oppure scarico diretto a mare, laguna, ...	$S \leq 500 \text{ mq}$ oppure $S > 500 \text{ mq}$ e Ψ_{medio} rimane costante o diminuisce oppure scarico diretto a mare, laguna, ...	$S \leq 500 \text{ mq}$ oppure $S > 500 \text{ mq}$ e Ψ_{medio} rimane costante o diminuisce oppure scarico diretto a mare, laguna, ...	$S \leq 1.0 \text{ ha}$ oppure $S > 1.0 \text{ ha}$ e Ψ_{medio} rimane costante o diminuisce oppure scarico diretto a mare, laguna, ...
CONTENUTO	$500 \text{ mq} < S \leq 1000 \text{ mq}$	$500 \text{ mq} < S \leq 1000 \text{ mq}$	$500 \text{ mq} < S \leq 1000 \text{ mq}$	
MODERATO	$1000 \text{ mq} < S \leq 5000 \text{ mq}$	$1000 \text{ mq} < S \leq 5000 \text{ mq}$	$1000 \text{ mq} < S \leq 5000 \text{ mq}$	$1.0 \text{ ha} < S \leq 10 \text{ ha}$
MEDIO	$0.5 \text{ ha} < S \leq 1 \text{ ha}$	$0.5 \text{ ha} < S \leq 1 \text{ ha}$	$0.5 \text{ ha} < S \leq 1 \text{ ha}$	$10 \text{ ha} < S \leq 50 \text{ ha}$
ELEVATO	$1 \text{ ha} < S \leq 5 \text{ ha}$ oppure $S > 5 \text{ ha}$ e $\Psi_{\text{medio}} < 0.4$	$1 \text{ ha} < S \leq 5 \text{ ha}$ oppure $S > 5 \text{ ha}$ e $\Psi_{\text{medio}} < 0.4$	$1 \text{ ha} < S \leq 5 \text{ ha}$ oppure $S > 5 \text{ ha}$ e $\Psi_{\text{medio}} < 0.4$	$S > 50 \text{ ha}$
MOLTO ELEVATO	$S > 5 \text{ ha}$ e $\Psi_{\text{medio}} \geq 0.4$	$S > 5 \text{ ha}$ e $\Psi_{\text{medio}} \geq 0.4$	$S > 5 \text{ ha}$ e $\Psi_{\text{medio}} \geq 0.4$	

Tabella 7-2 ALLEGATO 1: 5. INTERVENTI DI MITIGAZIONE E METODI DI CALCOLO IDROLOGICO-IDRAULICO

Trasformazioni urbanistico-territoriali		
Livello di significatività della trasformazione	Estensione della superficie di riferimento S e valore del coefficiente Ψ_{medio}	Interventi di mitigazione e tipo di analisi per la determinazione del volume minimo di invaso
NON SIGNIFICATIVO oppure TRASCURABILE art. 5, c. 3	$S \leq 500$ mq oppure $S > 500$ mq e Ψ_{medio} rimane costante o diminuisce oppure scarico diretto a mare, laguna, ...	<ul style="list-style-type: none"> E' raccomandato l'utilizzo delle buone pratiche costruttive Lo studio di compatibilità idraulica è sostituito da asseverazione
CONTENUTO	$500 < S \leq 1000$ mq	<ul style="list-style-type: none"> E' obbligatorio l'utilizzo delle buone pratiche costruttive E' obbligatorio lo studio di compatibilità idraulica in forma semplificata: non sono obbligatori i volumi di invaso per soddisfare l'invarianza idraulica e vanno descritti gli interventi mitigatori introdotti (ad es. buone pratiche costruttive)
MODERATO	$1000 < S \leq 5000$ mq	<ul style="list-style-type: none"> E' obbligatorio l'utilizzo delle buone pratiche costruttive E' obbligatorio lo studio di compatibilità idraulica con la determinazione dei volumi di invaso utilizzando la soluzione più conservativa tra due dei proposti metodi di calcolo idrologico-idraulico scelti a piacere: <ul style="list-style-type: none"> Metodo dell'invaso italiano diretto Metodo del serbatoio lineare (Paoletti-Rege Ganas, 1979) Modello delle sole piogge
MEDIO	$0.5 \text{ ha} < S \leq 1 \text{ ha}$	<ul style="list-style-type: none"> E' obbligatorio l'utilizzo delle buone pratiche costruttive E' obbligatorio lo studio di compatibilità idraulica con la determinazione dei volumi di invaso utilizzando la soluzione più conservativa tra due dei proposti metodi di calcolo idrologico-idraulico scelti a piacere: <ul style="list-style-type: none"> Metodo del serbatoio lineare (Paoletti-Rege Ganas, 1979) Metodo cinematico o della carrivazione (Alfonsi-Orsi, 1967) Modello delle sole piogge

Per determinare il livello di significatività della trasformazione in progetto, si riportano i dati geometrici dell'area da trasformare, precisando che sono state considerate le superfici ferroviarie relative al Binario Linea Trieste in quanto per il Binario per Gorizia non sono previste opere nuove bensì il riposizionamento dei binari sul sedime ferroviario esistente.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Lunetta Di Gorizia					
Relazione drenaggio di piattaforma e di compatibilità idraulica	COMMESSA IZ19	LOTTO 00	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 0001 001	REV. A	FOGLIO 25 di 54

Tabella 7-3 Dati superfici in esame

Dati superficie	
Sede ferroviaria e rilevato [m ²]	10000 circa

7.1 METODO IDROLOGICO-IDRAULICO

In base a quanto riportato nell' ALLEGATO 1: 4. TABELLA DEI LIVELLI DI SIGNIFICATIVITÀ DELLE TRASFORMAZIONI, la superficie in questione rientra nel livello di significatività **MEDIO (0.5 ha < S ≤ 1 ha)**.

In conseguenza di ciò, in base a quanto riportato nell' ALLEGATO 1: 5. INTERVENTI DI MITIGAZIONE E METODI DI CALCOLO IDROLOGICO-IDRAULICO, è obbligatorio lo studio di compatibilità idraulica con la determinazione dei volumi di invaso utilizzando la soluzione più conservativa tra due dei seguenti metodi di calcolo idrologico-idraulico:

- i. Metodo del serbatoio lineare;
- ii. Metodo delle sole piogge;
- iii. Metodo cinematico o della corrivazione

Per il progetto in essere si è scelto il metodo cinematico o della corrivazione ed il metodo delle sole piogge.

7.1.1 METODO CINEMATICO O DELLA CORRIVAZIONE (Alfonsi e Orsi)

Alfonsi e Orsi hanno sviluppato un metodo pratico per il calcolo del volume critico dell'invaso di laminazione nelle seguenti ipotesi semplificate:

1. ietogrammi netti di pioggia ad intensità costante
2. curva aree-tempi lineare
3. svuotamento a portata costante pari a Q_{max} (laminazione ottimale)

Il volume W [m³] invasato può pertanto essere ottenuto in funzione della durata θ [ore] della pioggia, del tempo di corrivazione T_0 [ore] del bacino, della portata massima uscente dall'invaso Q_u [l/s], del coefficiente di afflusso Ψ [-], della superficie di riferimento S [ha] e dei parametri pluviometrici a [mm/oraⁿ] ed n [-]:

$$W = 10 \cdot \Psi \cdot S \cdot a \cdot \theta^n + 1.295 \cdot T_0 \cdot Q_u^2 \cdot \frac{\theta^{1-n}}{\Psi \cdot S \cdot a} - 3.6 \cdot Q_u \cdot \theta - 3.6 \cdot Q_u \cdot T_0$$

Imponendo la condizione di massimo per il volume W ovvero derivando l'equazione appena descritta rispetto alla durata θ ed eguagliando a zero si trova:

$$2.78 \cdot n \cdot \Psi \cdot S \cdot a \cdot \theta_w^{n-1} + 0.36 \cdot (1-n) \cdot T_c \cdot Q_u^2 \cdot \frac{\theta_w^{-n}}{\Psi \cdot S \cdot a} - Q_u = 0$$

Dalla precedente relazione implicita si ricava la durata critica θ_w riferita all'invaso di laminazione, che, inserita nella relazione per il calcolo di W, consente di ricavare il valore, espresso in m³, da assegnare all'invaso stesso:

$$W_0 = 10 \cdot \Psi \cdot S \cdot a \cdot \theta_w^n + 1.295 \cdot T_0 \cdot Q_u^2 \cdot \frac{\theta_w^{1-n}}{\Psi \cdot S \cdot a} - 3.6 \cdot Q_u \cdot \theta_w - 3.6 \cdot Q_u \cdot T_0$$

Si precisa che la portata critica Q_c (l/s) ha una durata critica pari al tempo di corrivazione del bacino T_0 [ore] e può essere calcolata con la seguente espressione:

$$Q_c = 2.78 \cdot S \cdot \Psi \cdot a \cdot T_0^{n-1}$$

dove S [ha] ed a [mm/oraⁿ].

Di seguito si riportano i tabulati di calcolo per il caso in esame.

Tabella 4 Metodo Cinematico - Tabulati di calcolo

Sup. impermeabile [m ²]	8400	n LSPP (Tr50) Rainmap	0.33
Coeff. Deflusso impermeabile	0.90	n' = 4/3 n	0.44
Sup. Semi impermeabile (scarpate) [m ²]	1600	Permeabilità [m/s]	6.90 10 ⁻⁵
Coeff. Deflusso semi-impermeabile	0.50	Tcritico ore	0.64
a LSPP (Tr50) Rainmap [mm/h ⁿ]	74.10	Vol. Invaso richiesto [m ³]	235.92

7.1.2 METODO DELLE SOLE PIOGGE

Tale metodo si basa sul confronto tra la curva cumulata delle portate entranti e quella delle portate uscenti ipotizzando che sia trascurabile l'effetto della trasformazione afflussi-deflussi operata dal bacino e dalla rete drenante. In genere questo approccio tende pertanto a produrre valori cautelativi.

Nelle condizioni sopra descritte, applicando uno ietogramma netto di pioggia ad intensità costante, il volume entrante W_e [m³] del bacino scolante risulta pari a:

$$w_e = S \cdot \Psi \cdot a \cdot \theta^n$$

Mentre il volume uscente W_u [m³], considerando una laminazione ottimale $Q_u=Q_{u,max}$ [l/s], è pari a:

$$W_u = S \cdot \Psi_0 \cdot a \cdot \theta^n$$

dove:

S [ha] superficie di riferimento;

Ψ_0 coefficiente di deflusso ante operam;

Ψ coefficiente di deflusso post operam;

a [mm/oraⁿ], n coefficienti della curva di possibilità pluviometrica;

θ [ore] durata critica della pioggia.

Dunque, il volume massimo da invasare sarà dato dalla massima differenza tra le due curve descritte dalle precedenti relazioni. Esprimendo matematicamente la condizione di massimo, ossia derivando l'espressione:

$$\Delta W = h_{netta} - h_u$$

Si ricava la durata critica θ_w in corrispondenza della quale è massima la differenza tra volume entrante ed uscente; dopodiché, sostituendo il valore di θ_w nell'espressione per il calcolo di W_0 , si ricava il volume necessario a garantire l'invarianza idraulica.

$$\theta_w = \left(\frac{Q_{u,max}}{2.78 \cdot S \cdot \Psi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$W_0 = 10 \cdot S \cdot \Psi \cdot a \cdot \theta_w^n - 3.6 \cdot Q_{u,max} \cdot \theta_w$$

Di seguito si riportano i tabulati di calcolo per il caso in esame per il tempo di ritorno $T=50$ anni. Nei paragrafi successivi si riportano i risultati della verifica del sistema a dispersione per l'evento in progetto relativo al periodo di ritorno $T=100$ anni.

Tabella 5 Metodo delle sole piogge - Tabulati di calcolo

Sup. impermeabile [m ²]	8400	n LSPP (Tr50) Rainmap	0.33
Coeff. Deflusso impermeabile	0.90	n' = 4/3 n	0.44
Sup. Semi impermeabile (scarpate) [m ²]	1600	Permeabilità [m/s]	6.90 10 ⁻⁵
Coeff. Deflusso semi-impermeabile	0.50	Durata critica ore	0.57
a LSPP (Tr50) Rainmap [mm/h ⁿ]	74.10	Vol. Invaso richiesto [m ³]	269.94

Dal confronto tra i due metodi scelti, si evince come il *Metodo delle sole piogge* sia più cautelativo e, dunque, il prescelto per la progettazione.

7.1.3 Soluzione progettuale adottata: volumi di invaso

In assenza di recettori il sistema di recapito è costituito da canali drenanti in ghiaia e trincee drenanti interrato con un volume di invaso utile pari a circa 830 m³. È da sottolineare che le opere in progetto, essendo a servizio del sistema di drenaggio della linea ferroviaria, sono state dimensionate per uno scenario relativo ad un tempo di ritorno T=100 anni. Per la descrizione delle opere e la verifica con gli input idrologici in progetto si rimanda ai paragrafi successivi.

7.1.4 Conclusioni dello studio

Lo studio di compatibilità idraulica è stato eseguito con il confronto fra i due metodi di calcolo, redatto secondo il grado di approfondimento commisurato al livello di dettaglio della trasformazione urbanistico-territoriale o fondiaria di cui all'articolo 2, comma 1, nonché adeguato al livello di significatività di cui all'articolo 5; dimostra che l'esistente livello di pericolosità idraulica non viene aggravato per effetto dell'ampliamento delle nuove aree interessate dal progetto in oggetto. Si prevedono volumi d'invaso di circa 830 mc che consentono la laminazione delle piene con un coefficiente di sicurezza maggiore di 1.2.

I volumi e i dati sono stati stimati partendo dall'analisi pluviometrica eseguita con l'applicativo regionale RainMap FVG, tramite il quale sono state ricavate le Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica (LSPP); c) i coefficienti della curva di possibilità pluviometrica a ed n in funzione del tempo di ritorno di riferimento.

Enti competenti: essendo il livello di significatività **medio**, gli Strumenti urbanistici comunali generali e loro varianti art.2, c.1 lettera a), comunali generali e loro varianti art.2, c.1 lettera a) Piani territoriali infraregionali, piani regolatori portuali, piani regolatori particolareggiati comunali art.2, c.1 lettera b) attengono alla **Regione**; mentre Interventi edilizi art.2, c.1, lettere c), sono di competenza del **Comune**.

8 PERMEABILITA'

Nell'ambito dei sondaggi propedeutici alla redazione dello studio geologico delle aree interessate agli interventi in progetto sono state eseguite alcune prove Lanfranc sia in profondità che su pozzetti superficiali.

Si rimanda alla relazione geologica per maggiori dettagli.

Nella tabella seguente si riportano i principali risultati e la stima, cautelativa, della permeabilità da utilizzare per il dimensionamento delle opere di drenaggio e recapito in progetto. Il coefficiente di permeabilità in progetto è stato assunto cautelativamente pari alla metà del coefficiente medio stimato.

Tabella 8-1 Coefficiente di permeabilità

	SONDAGGIO			
	BH1	BH2	BH3	BH4
K (cm/s)	1,64E-04	2,50E-02	3,00E-02	6,30E-06
K (m/s)	1,64E-06	2,50E-04	3,00E-04	6,30E-08
Kmedio (m/s)	1,38E-04			
Kprogetto (m/s)	6,89629E-05			

9 DRENAGGIO DI PIATTAFORMA

9.1 PORTATE DI PROGETTO

L'impostazione idrologica ed i metodi di dimensionamento delle opere tengono conto delle impostazioni date dal "Metodo italiano", nel quale si fa l'ipotesi che il funzionamento dei collettori sia autonomo e sincrono:

autonomo significa che ogni condotto si riempie e si svuota per effetto delle caratteristiche idrologiche del bacino drenato trascurando quindi eventuali rigurgiti indotti dai rami che seguono a valle,

sincrono significa che tutti i condotti si riempiono e si svuotano contemporaneamente.

Tali ipotesi di funzionamento non sono pienamente aderenti alla realtà nella quale invece si ha una propagazione dell'onda di piena da monte verso valle e quindi il volume W effettivamente invasato è minore di quello intero complessivo della rete.

METODO DELL'INVASO

La portata fluviale della rete è calcolata con il metodo empirico dell'invaso che tiene conto della diminuzione di portata per il velo (sottilissimo) che rimane sul terreno e per il volume immagazzinato in rete. In zone completamente pianeggianti, come quelle di progetto, il metodo empirico dell'invaso risulta il più adatto.

L'acqua di pioggia proveniente dall'atmosfera avrà una portata che indicheremo con "p", mentre "I" indicheremo l'intensità di pioggia, cioè l'altezza d'acqua che cade nell'unità di tempo.

Dell'acqua piovana una parte viene assorbita dal terreno, una porzione evapora ed il resto defluisce; la porzione che evapora è molto piccola e quindi trascurabile.

Indicando con " φ " l'aliquota che defluisce sul terreno bisogna tenere conto che tale valore dipenderà dalla natura del terreno, dalla durata dell'evento di pioggia, dal grado di umidità dell'atmosfera e dalla stagione, φ prende il nome di coefficiente di afflusso e moltiplicato per l'area del bacino (A) e per l'intensità di pioggia (I) ci fornirà una stima della portata che affluisce nel bacino nell'unità di tempo.

$$p = \varphi \cdot I \cdot A$$

nel tempo dt il volume d'acqua affluito sarà $p \cdot dt$, mentre nell'istante t nella rete di drenaggio defluirà, una portata q , inizialmente nulla e man mano crescente.

Se il volume che affluisce nel tempo dt è pari a $p \cdot dt$ e quello che defluisce è $q \cdot dt$, la differenza, che indicheremo con dw , rappresenterà il volume d'acqua che si invasa nel tempo.

Pertanto, l'equazione di continuità in forma differenziale sarà:

$$p \cdot dt = q \cdot dt + dw$$

Il metodo dell'invaso utilizzato per lo studio idraulico e la verifica dei collettori di smaltimento delle acque delle aree esterne si basa proprio sull'equazione di continuità.

Considerando che la portata q può essere considerata costante, le variabili da determinare sono $q(t)$, $w(t)$, e t , per cui l'equazione a seguire non sarebbe integrabile se non fissando q o w :

$$w/\omega = W/\omega = \text{cost}$$

in cui ω è l'area della sezione, w è il volume invaso totale, W è il volume immagazzinato nella rete posta a monte della sezione in questione.

Tuttavia, valutando che il valore massimo di portata verrà raggiunto alla fine dell'evento di pioggia di durata t , il problema di progetto si riduce ad individuare la durata di pioggia che massimizzi la portata, tenuto conto che al diminuire di questa aumenta l'intensità di pioggia I .

Tale problema è stato risolto, nell'ipotesi di intensità di pioggia (I) costante e di rete di drenaggio inizialmente vuota ($q = 0$ per $t = 0$) considerando:

- Una relazione lineare tra il volume w immagazzinato nella rete a monte e l'area della sezione idrica ω :

$$w/\omega = W/\omega = \text{cost}$$

Questa condizione, nel caso di un singolo tratto, corrisponde all'ipotesi di moto uniforme, mentre nel caso di reti, si basa su due ulteriori ipotesi: che i vari elementi si riempiano contemporaneamente senza che mai il deflusso affluente sia ostacolato (funzionamento autonomo) e che il grado di riempimento di ogni elemento sia coincidente con quello degli altri (funzionamento sincrono);

- Una relazione lineare tra la portata defluente e l'area della sezione a monte:

$$q/\omega = Q/\Omega = \text{cost}$$

(Q portata a monte della sezione, Ω area della sezione a monte)

Tale relazione corrisponde all'ipotesi di velocità costante in condotta, ipotesi abbastanza prossima alla realtà nella fascia dei tiranti idrici che in genere si considerano.

Con queste ipotesi semplificative si ottiene:

$$\frac{dw}{W} = \frac{dq}{Q}$$

$$dw = \frac{dq}{Q} \cdot W$$

L'equazione di continuità diviene quindi:

$$(p - q)dt = \frac{W}{Q} \cdot dq$$

Ovvero:

$$p - q = \frac{dw}{dt}$$

L'integrazione dell'equazione di continuità consente di ottenere una relazione tra la portata e il tempo di riempimento di un canale, ovvero consente la stima dell'intervallo temporale tra un valore nullo di portata ed un valore massimo. Definendo T il tempo necessario per passare da $q=0$ a $q=q_{\max}$, e t_r il tempo di riempimento, si avrà:

- un canale adeguato se $T \leq t_r$,
- un canale insufficiente se $T > t_r$.

Il corretto dimensionamento del canale di drenaggio delle acque piovane si ottiene ponendo $T = t_r$, ovvero nel caso in cui la durata dell'evento piovoso eguagli il tempo di riempimento del canale. In quest'ottica nasce il metodo dell'invaso non come metodo di verifica, ma come strumento progettazione, imponendo la relazione $T = t_r$ si ottiene l'espressione analitica del coefficiente udometrico:

$$u = k \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{w^{\frac{1}{n}-1}}$$

In cui:

u, coefficiente udometrico, rappresenta la portata per unità di superficie del bacino (l/s/ha);

φ , coefficiente di deflusso;

W, il volume w rappresenta il volume specifico di invaso totale pari al rapporto tra il volume di invaso totale W_{tot} e la superficie drenata, è valutato secondo la seguente espressione:

$$W = \frac{0.005(A_p + A_s) + 0.003A_e + \sigma L}{A_p + A_r + A_e}$$

- A_p denota l'area della piattaforma ferroviaria di progetto (m^2);

- A_s denota l'area della scarpata dell'eventuale trincea e della piattaforma ferroviaria esistente (m^2);
- A_e denota l'area esterna (m^2);
- L (m) e σ (m^2), rispettivamente, rappresentano la lunghezza e la sezione idrica nel fosso per il grado di riempimento effettivo.
- In particolare, W è dato dalla somma del volume proprio di invaso W_1 , del volume di invaso dei tratti confluenti depurato del termine dei piccoli invasi W_2 , del volume dei piccoli invasi considerando l'intera superficie del bacino drenata W_3 .
- a, n coefficienti della curva di possibilità pluviometrica per durate inferiori all'ora vista l'estensione dei bacini e per tempo di ritorno pari a 100 anni (con a espresso il mm/h);
- k , coefficiente che assume il valore "2168 n" [Sistemi di Fognatura, Manuale di Progettazione, CSU Editore, Hoepli; Appunti di Costruzioni Idrauliche, Girolamo Ippolito, Liguori Editore].

L'espressione del coefficiente udometrico utilizzata nel nostro studio è dunque:

$$u = 2168 \cdot n \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{w^{n-1}}$$

Per quanto attiene il coefficiente di deflusso esso è stato assunto:

- $\varphi = 0.90$ per la piattaforma viaria di progetto;

Ricavato il coefficiente udometrico, la portata si ottiene come

$$Q = u (A_p + A_r + A_e)$$

Dove la superficie totale drenata $A = A_p + A_r + A_e$ è espressa in ettari e la portata Q in l/s.

9.2 DIMENSIONAMENTO IDRAULICO

Definiti i parametri pluviometrici, il metodo di trasformazione afflussi/deflussi si effettua il dimensionamento delle opere idrauliche in progetto. La verifica idraulica degli elementi in progetto viene effettuata valutando le altezze idriche e le velocità relative alle portate di progetto tramite l'espressione di Chezy:

$$V = k \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

e l'equazione di continuità

$$Q = \sigma V$$

dove K, il coefficiente di scabrezza, è stato valutato secondo la formula di Gauckler-Strickler:

$$K = K_s R^{1/6}$$

ottenendo:

$$Q = A K_s R^{2/3} i^{1/2}$$

dove:

- Q, portata (m³/s)
- i, pendenza media del fosso (m/m);
- A, sezione idrica (m²);
- K_s, il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler, pari a 67 m^{1/3} · s⁻¹ per le opere in cls, 80 m^{1/3} · s⁻¹ per le tubazioni in PVC e 35 m^{1/3} · s⁻¹ per le opere in terra o rivestite in pietrame.;
- R, raggio idraulico pari al rapporto tra sezione idrica e perimetro bagnato (m).

10 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

Con riferimento agli elaborati di progetto (planimetrie e sezioni) e lo schema di seguito riportato, le opere di drenaggio in progetto sono costituite da:

- Binario Linea Gorizia
 - Il binario di progetto sarà localizzato sul sedime ferroviario esistente e pertanto sono previste solo opere di spostamento e sistemazione del ballast presente in loco. Non sono previste nuove opere di drenaggio.
- Binario Linea Trieste
 - Da pk 0+000 a pk 0+250 la sede ferroviaria si sviluppa in rilevato con pendenza unica trasversale del sub ballast verso il ciglio sinistro. Il sistema di drenaggio è costituito:
 - da un fosso di guardia in terra disperdente di pulizia al piede del rilevato “destro” di dimensioni 0.50x0.50;
 - da un fosso di guardia da realizzare con materiale drenante (0.70x0.50 sp3/2 ghiaia) su un bauletto drenante di altezza utile pari a 0.50 m. Circa ogni 50m l'infrastruttura è interrotta per riprendere dopo circa 50cm.
 - Da pk 0+250 a pk 0+300 circa la sede si sviluppa in rilevato tra muri e viadotto. Il sistema di drenaggio è costituito da:
 - Canaletta rettangolare 50x50 con beola forata Spalla P1 a sez. 6 con pendenza imposta pari allo 0.1% grazie a riprofilatura interna in cls magro;
 - Tubazioni DN250 da realizzare appese al viadotto con pluviali DN110 di intercettazione ad interasse 10m;
 - Discendenti DN250 in corrispondenza della Spalla P2 con recapito in tubazione DN315 che si sviluppa appesa al muro;
 - Discendente DN315 con recapito in canaletta rettangolare 50x50 al piede rilevato.
 - Da pk 0+300 a pk 0+600 la sede in progetto si affianca alla linea esistente divisa da quest'ultima con un muro di sostegno. La pendenza trasversale rimane a falda unica verso il ciglio sinistro. Il drenaggio è garantito da embrici ed un fosso di guardia (0.70x0.50 sp3/2) da realizzare con materiale drenante (ghiaia) su un bauletto drenante di altezza utile pari a 1.00 m. Circa ogni 50m il

fosso è interrotto per riprendere dopo circa 50cm. Lato sede ferroviaria esistente non è prevista alcuna opera di presidio idraulico.

- Da pk 0+600 a fine progetto la vicinanza con l'arteria autostradale impone la realizzazione di una piattaforma tra muri il cui drenaggio è garantito da una canaletta rettangolare con beole forate in cls di larghezza 0.50m ed altezza variabile 0.50/0.60m. Il recapito avviene in una trincea drenante da realizzare nell'area interclusa tra l'esistente linea ferroviaria e l'autostrada. La trincea è costituita da un elemento disperdente in ghiaia di dimensioni 3.50x3.20 (Hutile 2.50m) in cui si sviluppa una tubazione fessurata DN500 in PVC alimentata in testa dalla canaletta rettangolare grazie ad un pozzetto di ispezione. L'ispezione della tubazione è garantita con la predisposizione di pozzetti di ispezione ad interasse 30m. La trincea ha una lunghezza di circa 150m.

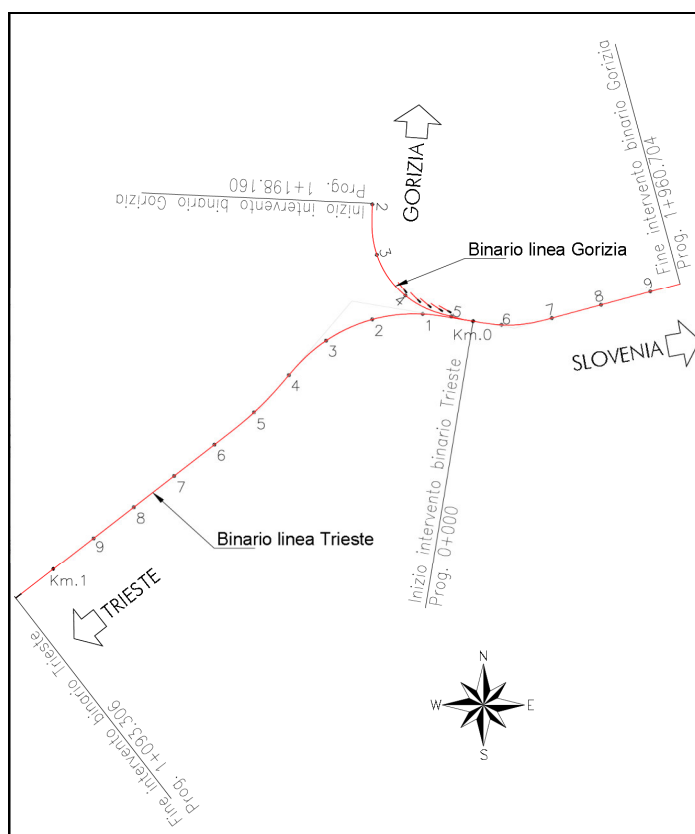


Figura 10-1 Schema planimetrico di progetto

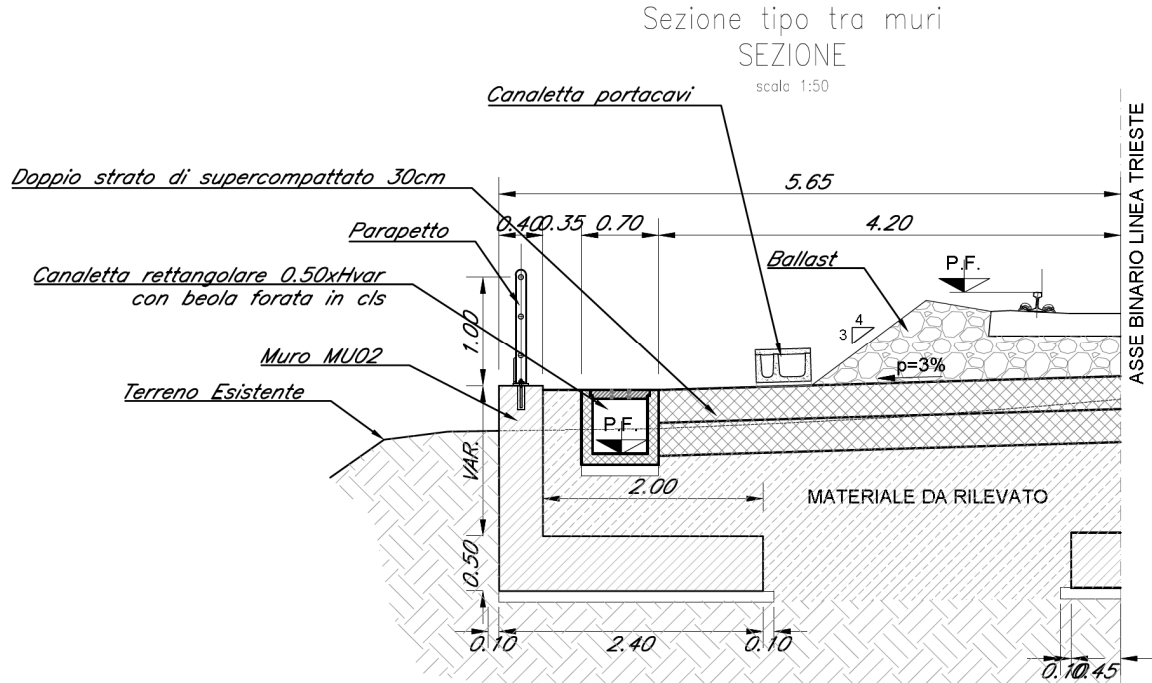


Figura 10-4 Sezione tipo tra muri

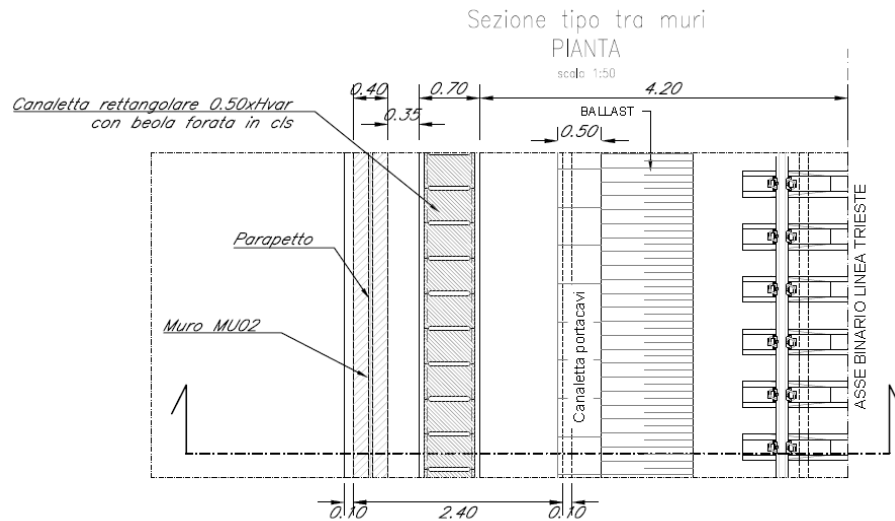


Figura 10-5 Pianta tipo tra muri

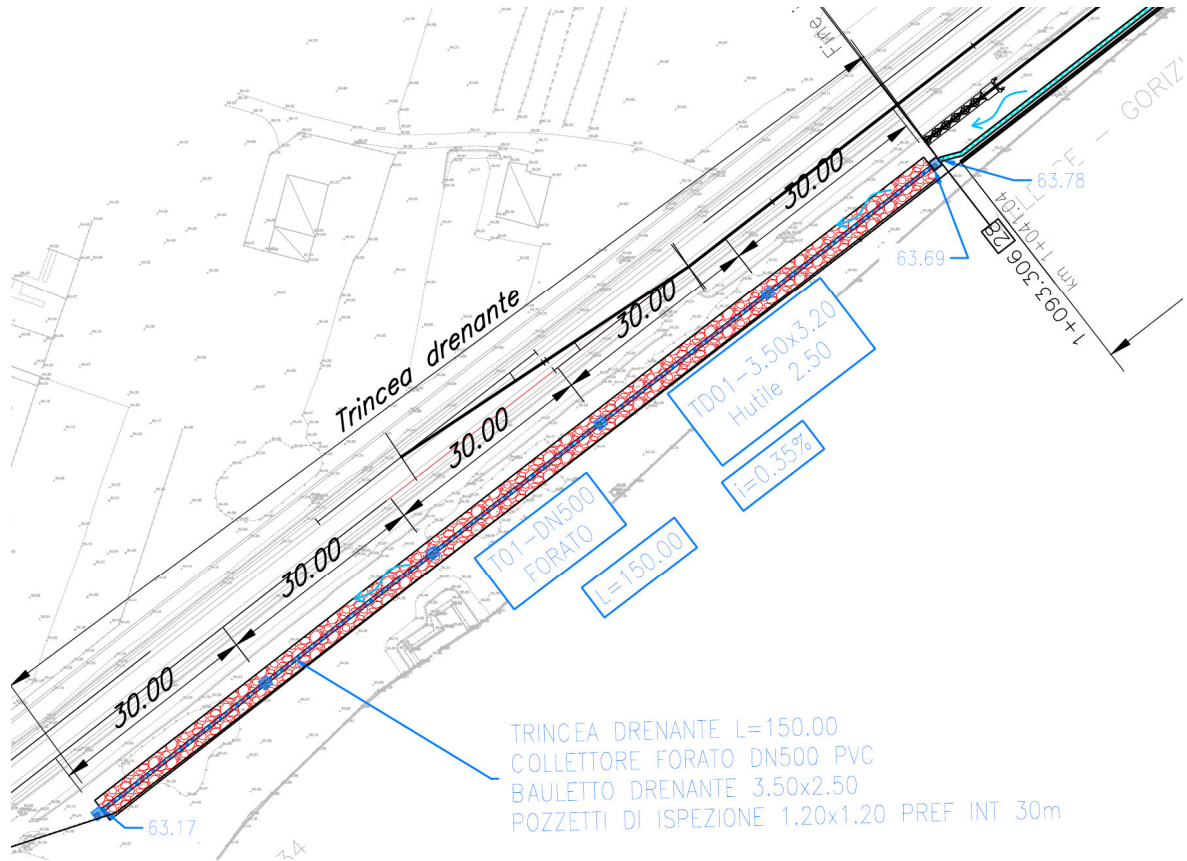


Figura 10-6 Stralcio planimetrico Trincea Drenante

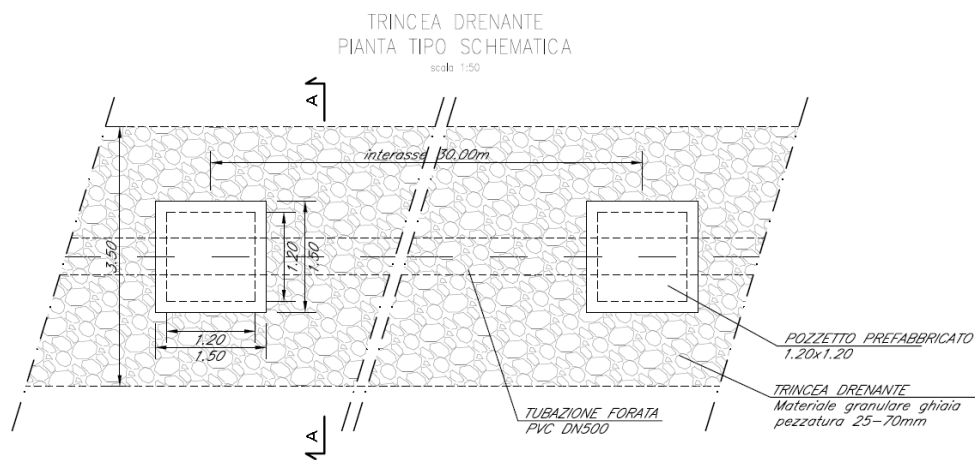


Figura 10-7 Trincea Drenante – Pianta tipo schematica

TRINCEA DRENANTE
SEZIONE TIPO A-A

scala: 1:50

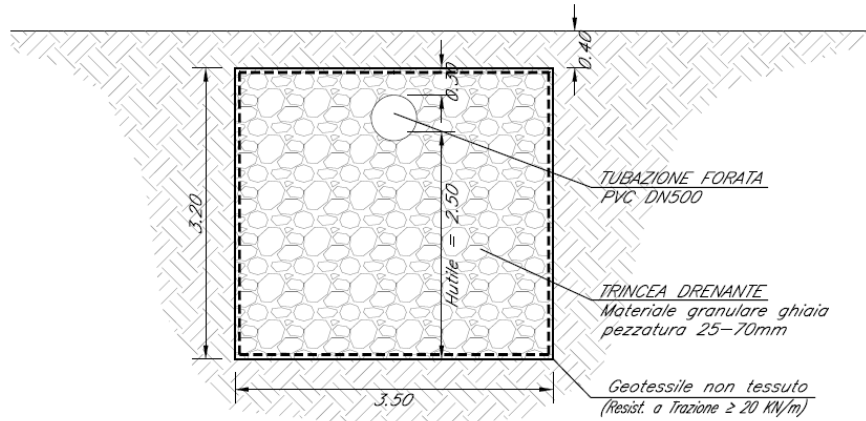


Figura 10-8 Trincea Drenante – Sezione tipo

TRINCEA DRENANTE
POZZETTO TIPO DI ISPEZIONE

scala: 1:50

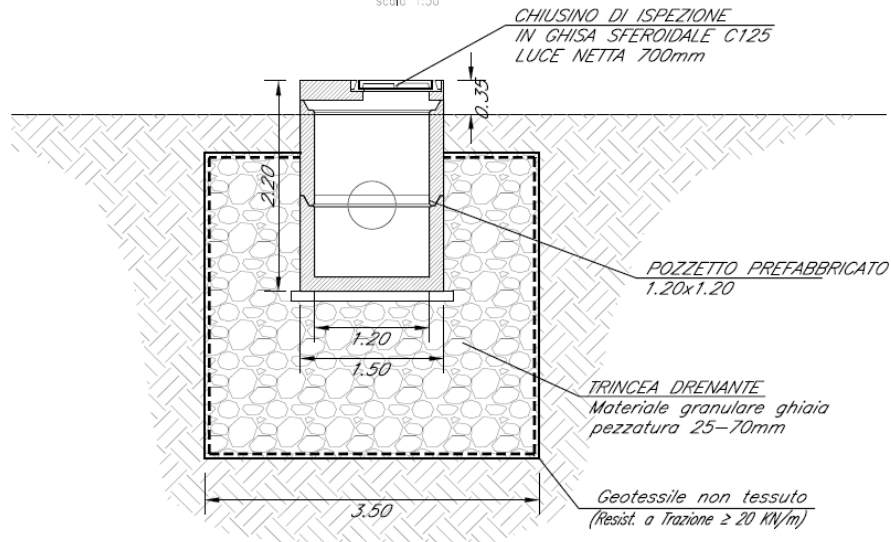


Figura 10-9 Trincea Drenante – Sezione tipo Pozzetto di ispezione

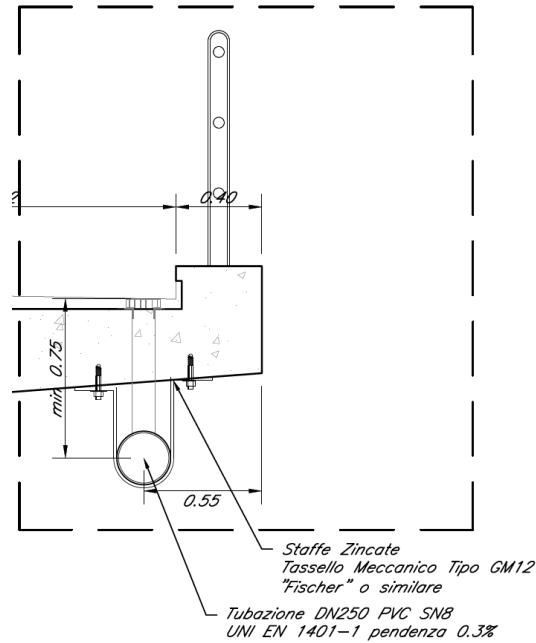


Figura 10-10 Viadotto – Sezione tipo Corrente PVC DN250

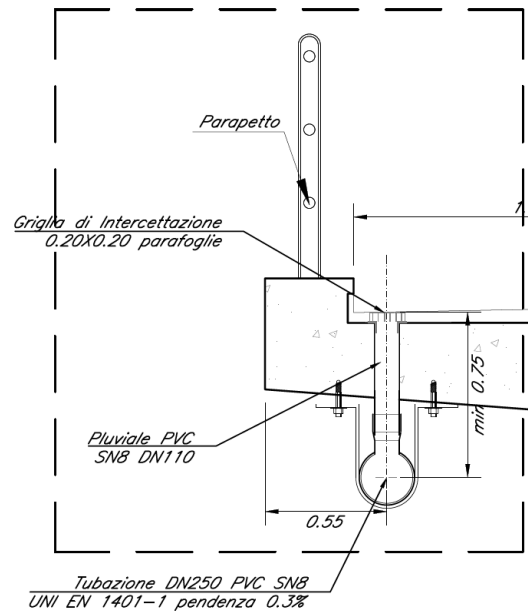


Figura 10-11 Viadotto – Sezione tipo Intercettazione PVC DN110 int. 10m

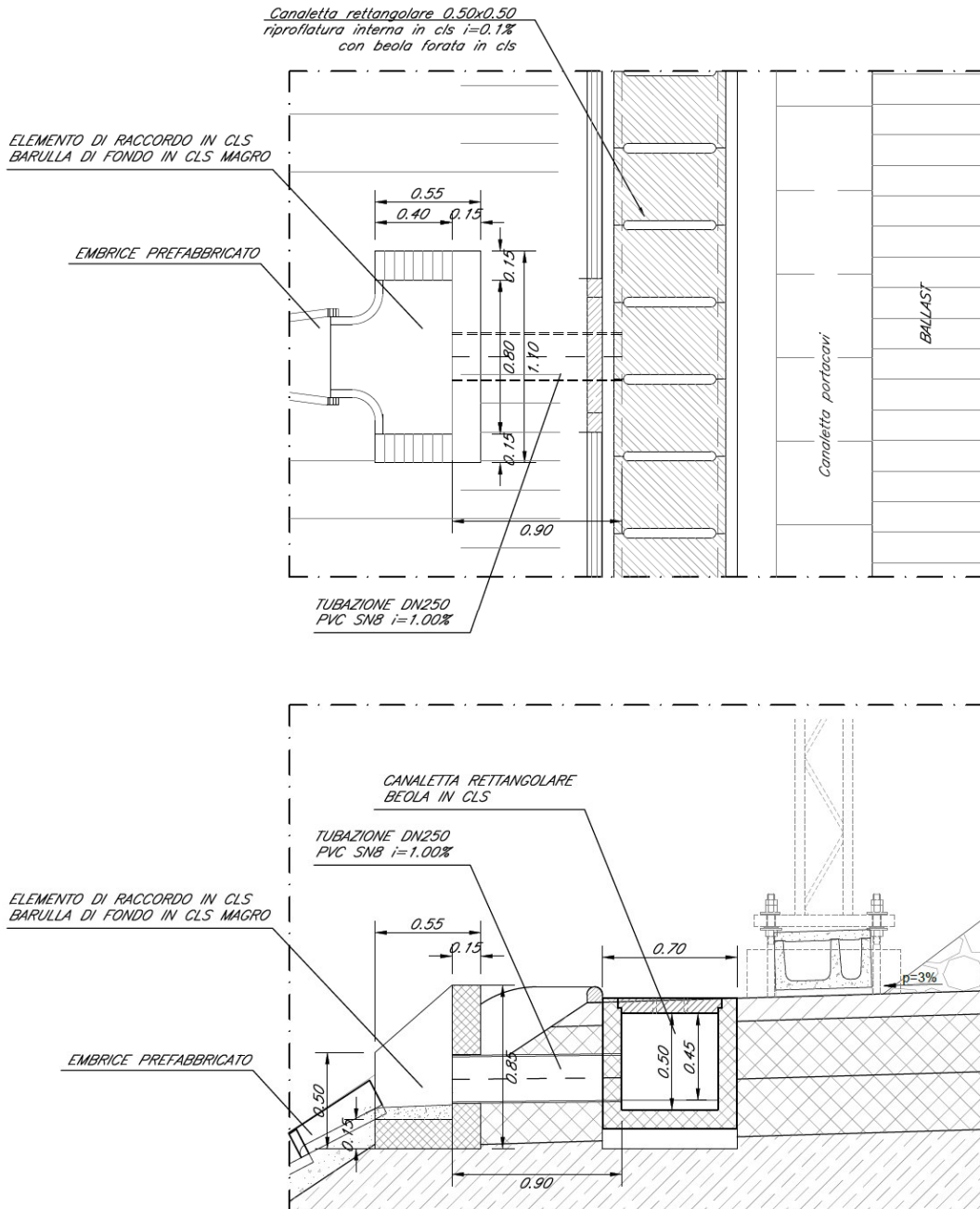


Figura 10-12 Viadotto – Recapito canaletta con embrice

11 OPERE DI INTERCETTAZIONE

L'interasse degli embrici di intercettazione è dimensionato sulla base della portata per fissato tempo di ritorno stimata per la superficie di piattaforma ferroviaria gravante.

In particolare, si è fatta l'ipotesi più gravosa:

Tabella 11-1 Dati di input

Tipologia	B (larghezza)	L (interasse)
Embrice	8.40 m	10.00 m
Pluviale DN110 Viadotto	5.10	10.00

La portata di deflusso è stimata applicando il metodo razionale o della corrivazione.

In particolare:

$$Q = \frac{\varphi \cdot a t^{n-1} \cdot S}{360}$$

Con

φ , coefficiente di deflusso pari a 0.90;

S, superficie drenata [ha];

a, n parametri della curva probabilità pluviometrica pari rispettivamente a 84.20 mm/h e 0.44;

t, tempo di corrivazione considerato pari ad un tempo di ruscellamento di 7 min per tenere conto della presenza del ballast.

Nelle ipotesi di calcolo la portata di deflusso stimata risulta pari a:

embrice: $Q_d = 5.89$ l/s pari ad un coefficiente udometrico di 701 l/s ha.

Pluviale DN110 $Q_d = 3.58$ l/s pari ad un coefficiente udometrico di 701 l/s ha

Per determinare la portata che le singole opere di intercettazione sono in grado di intercettare, è necessario determinare l'altezza della corrente in cunetta.

Partendo dalla relazione di Gaukler-Strickler, per cunette che presentano la sponda esterna praticamente verticale, nell'ipotesi che il raggio idraulico si confonda con il tirante, la relazione base di Strickler può essere modificata ed invertita per determinare il tirante:

$$h = \left[\frac{S_c}{(0.375 \cdot S_L^{0.50} K_s)} \right]^{3/8} Q_d^{3/8}$$

dove:

S_c , pendenza trasversale della cunetta posta pari alla pendenza trasversale;

S_L , pendenza longitudinale della cunetta;

K_s , coefficiente di scabrezza pari a $40 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$.

Nella tabella seguente si riporta il tirante per le pendenze pari alla pendenza longitudinale massima di progetto.

Tabella 11-2 Tirante in cunetta - Risultati

Tipologia	S_L	S_c	K_s	Q_d	h
	(m/m)	(m/m)	($\text{m}^{1/3}\text{s}^{-1}$)	(l/s)	(m)
Embrice	0.0093	0.03	40	5.89	0.034
Pluviale DN110 viadotto	0.0012	0.020	40	3.58	0.036

Il tirante che si stabilisce in cunetta è compatibile con i cigli di progetto pari a 0.08m e 0.15 rispettivamente per il rilevato ed il viadotto.

L'imbocco dell'embrice è caratterizzato da una larghezza di intercettazione pari a circa $L = 0.60 \text{ m}$. Il funzionamento idraulico di un embrice può essere assimilato, con una approssimazione sufficiente al caso, a quello di una larga soglia sfiorante. In questo caso la portata di sfioro è data dalla:

$$Q_{\text{opera}} = 0.385 \cdot h \cdot L \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

dove h è il tirante calcolato in cunetta ed L la larghezza dell'embrice.

I risultati della verifica sono riportati in tabella.

Tabella 11-3 Embrici - Verifica

h	Q_{opera}	Verifica
(m)	(l/s)	
0.034	6.44	verificato

La portata che ciascun pluviale, di diametro D, è in grado di smaltire nell'ipotesi di soglia sfiorante è stimata con la relazione

$$Q = C_q \cdot h \cdot \pi \cdot D \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

con C_q assunto pari a 0.41 ed h il tirante sulla soglia.

Tabella 11-4 Pluviale intercettazione - Verifica

Riferimento	D	h	Q_{opera}	Verifica
	(m)	(m)	(l/s)	
Pluv DN110	0.1	0.036	3.84	verificato

La verifica del pluviale verticale di recapito è stata effettuata con riferimento alla norma UNI EN 12056 – 3. I pluviali DN250 (Dinterno 234mm) e finale DN315 (Dinterno 295 mm) sono verificato sono verificati anche con il 20% del grado di riempimento (Q_{DN250 progetto max} = 17.40 l/s, Q_{DN315 progetto max} = 28.40 l/s).

Tabella 11-5 Pluviali – Capacità idraulica UNI EN 12056-3

Diametro interno del pluviale d_f (mm)	Capacità idraulica Q_{RWP} (l/s)		Diametro interno del pluviale d_f (mm)	Capacità idraulica Q_{RWP} (l/s)	
	Grado di riempimento $f=0,20$	Grado di riempimento $f=0,33$		Grado di riempimento $f=0,20$	Grado di riempimento $f=0,33$
50	0,7	1,7	140	11,4	26,3
55	0,9	2,2	150	13,7	31,6
60	1,2	2,7	160	16,3	37,5
65	1,5	3,4	170	19,1	44,1
70	1,8	4,1	180	22,3	51,4
75	2,2	5,0	190	25,7	59,3
80	2,6	5,9	200	29,5	68,0
85	3,0	6,9	220	38,1	87,7
90	3,5	8,1	240	48,0	110,6
95	4,0	9,3	260	59,4	137,0
100	4,6	10,7	280	72,4	166,9
110	6,0	13,8	300	87,1	200,6
120	7,6	17,4	>300	Utilizzare l'equazione di Wyly-Eaton	Utilizzare l'equazione di Wyly-Eaton
130	9,4	21,6			

Nota
Sulla base dell'equazione di Wyly-Eaton:
$$Q_{RWP} = 2,5 \cdot 10^{-4} \cdot k_b^{-0,167} \cdot d_f^{2,667} \cdot f^{1,667}$$

dove:
 Q_{RWP} è la capacità del pluviale, in litri al secondo (l/s);
 k_b è la scabrezza del pluviale, in millimetri (considerata 0,25 mm);
 d_f è il diametro interno del pluviale, in millimetri (mm);
 f è il grado di riempimento, definito come proporzione della sezione trasversale riempita d'acqua, adimensionale.

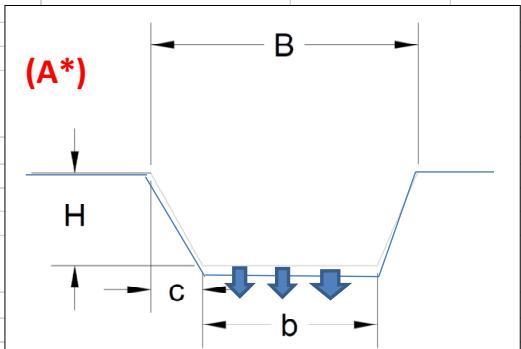
12 VERIFICHE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO

Nei paragrafi successivi si riportano i principali risultati delle verifiche delle infrastrutture idrauliche in progetto.

12.1 RILEVATO – FOSSI DRENANTI

12.1.1 FD01

DATI DI PROGETTO					
T_{rit} [anni]	a [mm/h]	n [-]	n' ($t < 1$) [-]		
100	84.20	0.330	0.440	(valori massimi su tutta la tratta)	
$S_{bacino_FF.SS.}$ [m ²]	$S_{bacino_scarpate}$ [m ²]	Ψ_{medio} [FF.SS.]	Ψ_{medio} [scarpate]	$S_{affernte}$ [m ²]	$S_{affernte}$ [ha]
1900	380	0.9	0.50	1900.00	0.19
K [m/s]*					
6.90E-05					

A- FOSSO DISPERDENTE in terra CON BAULETTO (A*)						
FOSSO TRAPEZIO						
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A_{fosso} [m ²]	Lung [m]	c [m]
0.70	0.50	1.50	2.20	0.73	150.00	0.75
						
CASSONETTO rettangolare (eventuale)						
b [m]	h [m]	porosità n [-]	$A_{cassonetto}$ [m ²]	Lung [m]		
2.20	0.5	0.3	0.33	150.00		
velo idrico 5 mm	9.5	Si assume 5 mm di velo idrico su tutta la superficie del bacino.				

TIPO		V invaso [m ³]	Q filtrazione max [m ³ /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza ¹
A*	Fosso trapezio (filtrazione attraverso solo fondo) CON BAULETTO	167.75	0.0072	OK	2.1096

Verifiche tempi svuotamento			(inizia dopo la fine dell'evento piovoso di curata critica)						
V max invasato [m3]	Q _{filtr, fosso} [m ³ /s]	t _{svuot} [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h	Volume disponibile a 48h	Verifica secondo evento	Volume disperso a 72h	Acqua in vasca a 72h	Ver. svuotamento totale dopo 72h
79.52	0.0072	3.05	1251.262404	0.00	167.75	OK	1876.89	0.00	OK

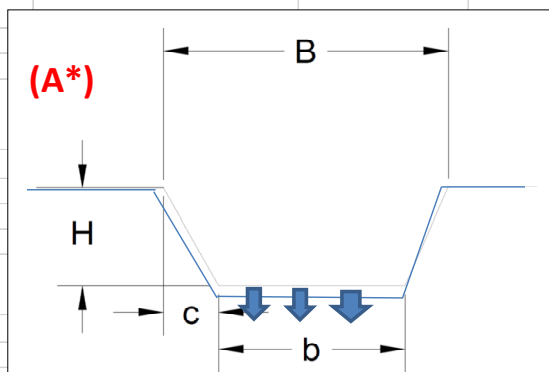
12.1.2 FD02

DATI DI PROGETTO

T _{rit} [anni]	a [mm/h]	n [-]	n' (t<1) [-]		
100	84.20	0.330	0.440	(valori massimi su tutta la tratta)	
S _{bacino_FF.SS.} [m ²]	S _{bacino_scarpate} [m ²]	Ψ _{medio} [FF.SS.]	Ψ _{medio} [scarpate]	S _{afernte} [m ²]	S _{afernte} [ha]
2520	760	0.9	0.50	2648.00	0.26
K [m/s]*					
6.90E-05					

A- FOSSO DISPERDENTE in terra CON BAULETTO (A*)

FOSSO TRAPEZIO	b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A _{fosso} [m ²]	Lung [m]	c [m]
	0.70	0.50	1.50	2.20	0.73	150.00	0.75



CASSONETTO rettangolare (eventuale)

b [m]	h [m]	porosità n [-]	A _{cassonetto} [m ²]	Lung [m]
2.20	1	0.3	0.66	150.00

velo idrico 3 mm

12.6

Si assume 5 mm di velo idrico su tutta la superficie del bacino.

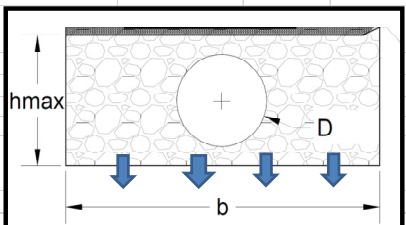
TIPO	V invasato [m ³]	Q filtrazione max [m ³ /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza ¹	
A*	Fosso trapezio (filtrazione attraverso solo fondo)	220.35	0.0072	OK	1.5624

Verifiche tempi svuotamento			(iniziale dopo la fine dell'evento piovoso di curata critica)						
V max invasato [m3]	Q _{filtr,fosso} [m ³ /s]	t _{svuot} [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h	Volume disponibile a 48h	Verifica secondo evento	Volume disperso a 72h	Acqua in vasca a 72h	Ver. svuotamento totale dopo 72h
141.03	0.0072	5.41	1251.262404	0.00	220.35	OK	1876.89	0.00	OK

12.2 SEZIONE TRA MURI

12.2.1 TD01 – Trincea Drenante

DATI DI PROGETTO					
T _{rit} [anni]	a [mm/h]	n [-]	n' (t<1) [-]		
100	84,20	0,330	0,440		
S _{bacino_FF.SS.} [m ²]	S _{bacino_scarpate} [m ²]	ψ _{medio} [FF.SS.]	ψ _{medio} [scarpate]	S _{afferente} [m ²]	S _{afferente} [ha]
6150	0	0,9	0,50	5535,00	0,55
Permeabilità K [m/s]*	*in caso di k stimato per terreni non saturi moltiplicare per 0,5				
6,90E-05					

TRINCEA				Volume [m ³]	
b [m]	H _{max} [m]	A _{trincea} (in sezione) [m ²]	Lunghezza [m]	Volume [m ³]	
3.50	2.50	8.75	150.00	1312.50	
TUBO DISTRIBUTORE (tubo al centro della vasca che rilascia portata all'interno del pacchetto drenante)					
D _{interno} [m]	N. tubi [-]	A _{tubo} [m ²]	Altezza tubo scarico B** [m]		
0.50	1.00	0.20	0.00		
Canaletta CLS (con funzione di laminazione)					
b [m]	H [m]	s (c/H) [-]	B [m]	A _{canaletta} [m ²]	Lunghezza [m]
0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
TRINCEA + TUBO DISTRIBUTORE					
A _{trincea netta} [m ²]	Porosità n [-]	A _{netta} stoccaggio [m ²]	% Vuoti media intera sez.	Volume netto [m ³]	Pozzetto Immissione Inserire manualmente dimensioni pozzetto
8.55	0.3	2.57	0.32	0	
Velo idrico					
Velo idrico (5 mm)	30.75	Si assume 5 mm di velo idrico su tutta la superficie del bacino.			

VERIFICA VOLUMI D'INVASO

TIPO	V invaso [m ³]	Q filtrazione max [m ³ /s]	VERIFICA	Coeff. Sicurezza ¹
Tr. Drenante (filtrazione attraverso)	445.12	0.0362	OK	1.3139

VERIFICA TEMPI DI SVUOTAMENTO (lo svuotamento inizia dopo la fine dell'evento piovoso di durata critica)

V max invasato [m ³]	Q filtr.fosso [m ³ /s]	t _{svuot} [h]	Volume disperso a 48h	Acqua in vasca a 48h	Volume disponibile a 48h	Ver. secondo evento	Volume disperso a 72h	Acqua in vasca a 72h	Volume disponibile a 72h	Ver. svuotamento totale dopo 72h
338.77	0.0362	2.60	6256.31	0.00	445.12	OK	9384.47	0.00	445.12	OK

12.2.2 Drenaggio di sede e Canalette in cls piede rilevato

N. canaletta	Sup FERROVIA (inclusi i rilevati) TOTALE	Superficie STRADA - TOTALE	Superficie ESTERNA - TOTALE	Superficie sponde TOTALE	φ FERROVIA_STRADA	φ ESTERNA	φ RILEVATO	φ MEDIO	Vol.specifico piccoli invasi FERROVIA	Vol.specifico piccoli invasi STRADA	Vol.specifico piccoli invasi ESTERNO - SPONDE	Superficie TOTALE	Volumi piccoli invasi TOTALE	Lunghezza	Pendenza calcolo
	ha	ha	ha	ha					m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha	ha	m ³	m	m/m
CN01	0.375	0.000	0.000	0.000	0.9	0.5	0.5	0.9	50	30	50	0.375	18.75	300.00	0.00740
CN02	0.615	0.000	0.000	0.000	0.9	0.5	0.5	0.9	50	30	50	0.615	30.75	193.30	0.00510
CN03	0.0184	0.000	0.000	0.003	0.9	0.3	0.5	0.85	50	30	50	0.021	1.06	7.10	0.01700
T01	0.01122	0.000	0.000	0.003	0.9	0.3	0.5	0.82	50	30	50	0.014	0.70	11.50	0.00300
T02	0.02244	0.000	0.000	0.008	0.9	0.3	0.5	0.79	50	30	50	0.031	1.54	6.30	0.00300
CN04	0.022	0.000	0.000	0.008	0.9	0.3	0.5	0.79	50	30	50	0.031	1.54	7.40	0.01300
CN05	0.012	0.000	0.000	0.000	0.9	0.3	0.5	0.9	50	30	50	0.012	0.60	19.40	0.00100

N. canaletta	Volume proprio d'invaso m ³	Volume totale d'invaso m ³	Invaso specifico m	a	n	U	Portata Pluviale m ³ /s	Tipo CANALETTA	Area m ²	Velocità m/s	Tirante idrico m
CN01	40.50	59.25	0.0158	0.0842	0.44	531.65	0.199	R50x50 CLS	0.14	1.48	0.27 54%
CN02	39.02	110.28	0.0179	0.0842	0.44	452.61	0.278	R50x60 CLS	0.20	1.38	0.40 67%
CN03	0.21	1.27	0.0060	0.0842	0.44	1593.21	0.034	R50x50 CLS	0.03	1.15	0.06 12%
T01	0.26	0.96	0.0069	0.0842	0.44	1241.27	0.017	DN250 PVC	0.02	0.67	0.12 52%
T02	0.23	2.52	0.0082	0.0842	0.44	920.16	0.028	DN315 PVC	0.04	0.79	0.15 52%
CN04	0.21	1.98	0.0064	0.0968	0.44	920.16	0.028	R50x50 CLS	0.03	0.98	0.06 11%
CN05	0.78	1.38	0.0115	0.0968	0.44	1097.57	0.013	R50x50 sag CLS	0.04	0.33	0.08 16%

La canaletta CN05 50x50 con beole forate è realizzata con rprofilatura interna in cls in contropendenza rispetto alla livelletta ferroviaria.

APPENDICE – TABELLA RIEPILOGATIVA DELLO STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

<i>Descrizione della trasformazione oggetto dello studio di compatibilità idraulica</i>	
Nome della trasformazione e sua descrizione	Area a servizi
Località, Comune, Provincia	Gorizia
Tipologia della trasformazione	Realizzazione collegamento ferroviario.
Presenza di pareri precedenti relativamente all'invarianza idraulica sulla proposta trasformazione	Nessuno
<i>Descrizione delle caratteristiche dei luoghi</i>	
Bacino idrografico di riferimento	Bacino idrografico Fiume Isonzo
Presenza di eventuali vincoli PAI (Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico di cui al DLgs. 152/2006) che interessano, in parte o totalmente, la superficie di trasformazione S	Intervento esterno alle aree di pericolosità
Sistema di drenaggio esistente	Assente
Sistema di drenaggio di valle	Assente
Ente gestore	RFI

<i>Valutazione delle caratteristiche dei luoghi ai fini della determinazione delle misure compensative</i>	
Coordinate geografiche (GB) del baricentro della superficie di trasformazione S	E: 2411198 N: 5089278 Baricentro cella dell'applicativo RainMap FVG E: 2411198 N: 5089278

Coefficienti della curva di possibilità pluviometrica (Tr=50 anni, da applicativo RainMap FVG): a (mm/ora ⁿ), n, n'	a = 74.10 [mm/ora ⁿ] n = 0.33; n' = 0.44
Estensione della superficie di riferimento S espressa in ha	S = 1.00 [ha]
Quota altimetrica media della superficie S (+ mslmm)	68 [m s.m.m.]
Permeabilità del terreno	6.90 x 10 ⁻⁵ m/s
Livello della falda dal p.c.	Maggiore di 30m
Servizio idrico (fognatura)	Non disponibile
Valori coefficienti afflusso Ψ_{medio} (ANTE-OPERAM)	$\Psi_{\text{medio}} = 0.4$
Valori coefficienti afflusso Ψ_{medio} (POST-OPERAM)	$\Psi_{\text{medio}} = 0.85$ medio
Livello di significatività della trasformazione ai sensi dell'art. 5	Medio
Portata unitaria massima ammessa allo scarico (l/s · ha) e portata totale massima ammessa allo scarico (m³/s) dal sistema di drenaggio ai fini del rispetto dell'invarianza idraulica	Sistema a dispersione privo di recapiti in recettori naturali e/o artificiali
Descrizione delle misure compensative proposte	
Metodo idrologico-idraulico utilizzato per il calcolo dei volumi compensativi	Metodo idrologico-idraulico utilizzato: <ul style="list-style-type: none"> • Metodo della Corrivazione • <u>Metodo delle sole piogge</u> <p>Sottolineato il metodo più conservativo</p>
Volume di invaso ottenuto con il metodo idrologico-idraulico utilizzato (m³)	V = 270 circa [m ³]

Volume di invaso di progetto ovvero volume che si intende adottare per la progettazione (m³)	$V_{\text{prog}} = 830 \text{ circa [m}^3\text{]}$
Dispositivi di compensazione o idraulici	Il calcolo del volume di invaso è stato eseguito tenendo conto delle condizioni al contorno e pertanto riferito ai dispositivi idraulici quali unica soluzione, poiché le condizioni del suolo e della falda lo consentono. Inoltre non risulta allo stato attuale un recapito diretto o indiretto verso un corpo idrico recettore superficiale e neppure convogliare le acque verso una fognatura o un drenaggio esistente.