

## SS38 "dello Stelvio" - Tangenziale Sud di Sondrio

**Nuovo attraversamento in viadotto della linea ferroviaria Sondrio-Tirano e nuove connessioni alla viabilità locale tra le Pk 40+000 e la Pk 40+700 nei Comuni di Sondrio e Montagna in Valtellina**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**COD. MI634**

PROGETTAZIONE:



PROGETTISTI:

*Ing. Stefano Monni*  
*Ordine Ing. Prato n. 155*

*Ing. Carlo Mazzetti*  
*Ordine Ing. Siena n. 1177*

*Dott. Luciano Luciani*  
*Dott. Sc. Forestali*

*Dott. Giulio Tona*  
*Ordine Agronomi e Forestali Firenze n. 1045*

*Ing. Michele Frizzarin*  
*Ordine Ing. Verona n. A4547*

**Il responsabile dell'integrazione tra le varie discipline specialistiche:**

*Ing. Stefano Monni*  
*Ordine Ing. Prato n. 155*

**Il coordinatore della sicurezza in fase di progettazione:**

*Arch. Giorgio Salimbene*  
*Ordine Arch. Firenze n. 3997*

**Il geologo:**

*Dott. Geol. Pier Paolo Binazzi*  
*Ordine Geologi Toscana n. 130*

**VISTO**  
**Il responsabile del procedimento:**

*Ing. Giancarlo Luongo*

### IDROLOGIA E IDRAULICA

### IDRAULICA DI PIATTAFORMA

### RELAZIONE IDRAULICA DI PIATTAFORMA

CODICE PROGETTO

PROGETTO

LIV. PROG.

ANNO

D P M I 0 6 3 4

D

2 3

NOME FILE

T00ID02IDRRE01A.DOC

CODICE ELAB.

T 0 0 I D 0 2 I D R R E 0 1

REVISIONE

SCALA:

A

—

A

EMISSIONE

AGOSTO 2023

E. LUCCHESI

C. MAZZETTI

S. MONNI

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

## Indice

1	PREMESSA.....	2
2	RIFERIMENTI NORMATIVI .....	4
3	DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE DI DRENAGGIO .....	5
3.1	Determinazione della capacità di smaltimento.....	6
3.2	Portate di progetto .....	6
3.3	Dimensionamento degli elementi di margine.....	7
3.3.1	Verifica capacità di intercettazione.....	9
3.3.2	Verifica capacità scolante degli embrici.....	10
3.4	Dimensionamento degli elementi di convogliamento .....	11
4	TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA.....	14
5	APPLICAZIONE DELL’INVARIANZA IDRAULICA .....	16

## 1 PREMESSA

Il presente elaborato, nell’ambito della trattazione degli aspetti idrologico-idraulici del progetto in oggetto, affronta le tematiche dello smaltimento delle acque di piattaforma dell’intervento del “Nuovo attraversamento in viadotto della linea ferroviaria Sondrio-Tirano e nuove connessioni alla viabilità locale tra la PK 40+000 e la PK 40+700 nei comuni di Sondrio e Montagna in Valtellina” a servizio della SS. 28 dello Stelvio – Tangenziale Sud di Sondrio.

In questa sede verranno quindi dimensionati gli elementi di drenaggio delle acque di piattaforma, nonché il convogliamento delle acque ai ricettori. Inoltre, verranno dimensionate le opere rispondenti ai criteri di invarianza idraulica secondo il Regolamento Regionale n.7/2017 e il trattamento delle acque di prima pioggia.

Si riportano di seguito immagini della conformazione attuale della SS. 38 e di quella di progetto.

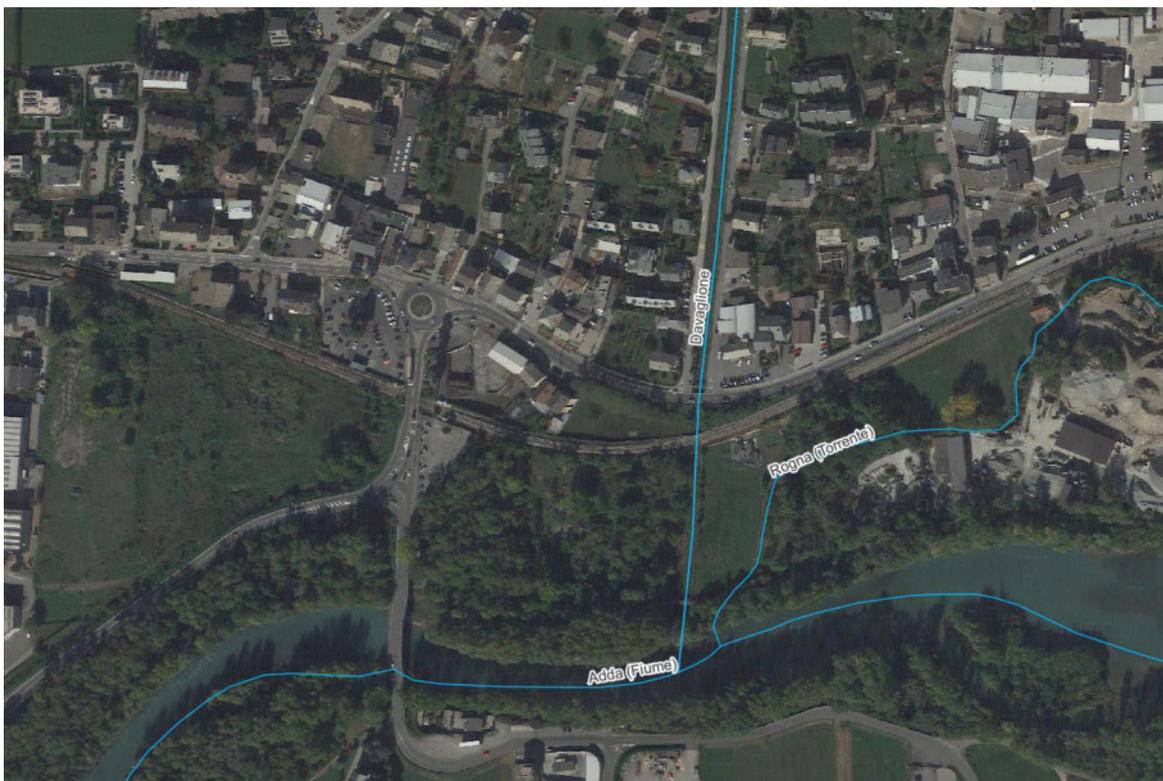


Figura 1 – SS 38 – Stato Attuale

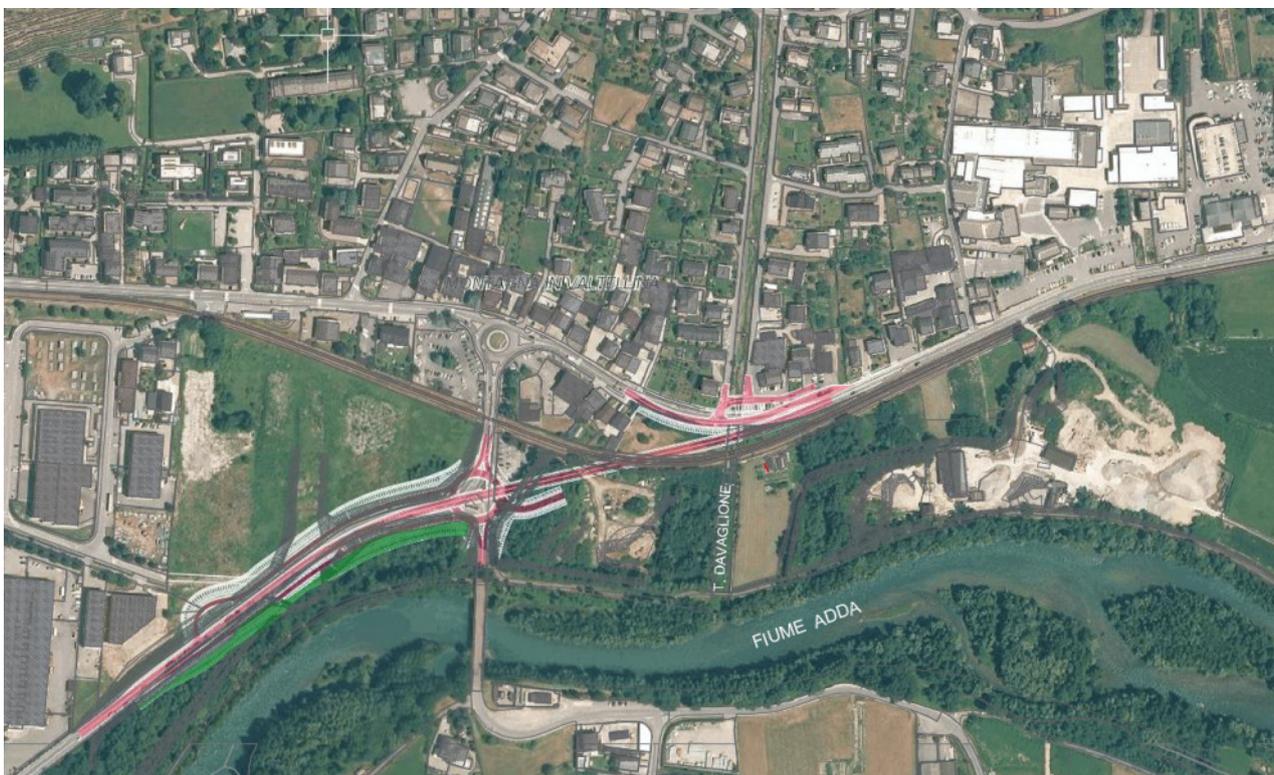


Figura 2 – SS 38 – Stato di Progetto

## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Si riportano di seguito i riferimenti normativi alla base delle trattazioni successive:

- Decreto Ministeriale 17.01.2018 – “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni” (NTC) e Circolare 21.01.2019 – “Istruzioni per l’applicazione dell’Aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni”;
- Deliberazione n. 5/2021 dell’Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po – “Il ciclo Piani di Gestione Rischio Alluvioni. I aggiornamento – Art. 14, comma 3 Direttiva 2007/60/CE. Adozione dell’aggiornamento del PGRI ai sensi del artt. 65 e 66 del D. Lgs. 2006”;
- Direttiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2007 relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni;
- Decreto Legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 – “Attuazione della Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni”;
- Regio Decreto 25 luglio 1904, n.523 – “Testo unico sulle opere idrauliche”;
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n.152 – “Norme in materia ambientale” (Testo Unico Ambientale);
- Regolamento Regionale 24 marzo 2006, n.4 – “Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio esterne, in attuazione dell’articolo 52, comma 1, lettera a) della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26”;
- Regolamento Regionale 23 novembre 2017, n. 7 “Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell’articolo 58 bis della Legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio)”.

### 3 DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE DI DRENAGGIO

Le soluzioni per lo smaltimento delle acque meteoriche ricadenti sulla pavimentazione stradale devono garantire, ai fini della sicurezza degli utenti in caso di forti precipitazioni, un immediato smaltimento delle acque meteoriche evitando il formarsi di ristagni sulla pavimentazione stradale; questo si ottiene assegnando alla pavimentazione un'adeguata pendenza trasversale e predisponendo un adeguato sistema di raccolta integrato negli elementi marginali alle carreggiate.

La sezione stradale è in rilevato per la maggior parte del progetto, ad esclusione del viadotto e di una parte della rampa nord che si trova in trincea. Il convogliamento delle acque di piattaforma avviene o nella parte interna della sezione o nella parte esterna e coinvolge entrambe le corsie di transito.

La raccolta e lo smaltimento delle acque meteoriche dalla piattaforma stradale avvengono mediante un sistema di embrici, fossi di guardia e di cunette triangolari, il tutto integrato da una rete di collettori di diametro variabile in funzione delle esigenze.

Il sistema di drenaggio che prevede il convogliamento dell'acqua di piattaforma ai presidi idraulici è denominato "sistema chiuso", in quanto permette di ottenere una separazione delle acque meteoriche ricadenti sulla piattaforma stradale da quelle esterne e garantisce la salvaguardia nei confronti dell'inquinamento corrente ed accidentale. Viceversa, il sistema in cui il recapito delle acque di piattaforma avviene direttamente nei ricettori finali è denominato "sistema aperto". Il sistema previsto in questa sede è di tipo "chiuso", ad esclusione della Rotatoria Via Europa per il quale è aperto.

Nei tratti in cui il corpo stradale si sviluppa in rilevato le acque meteoriche vengono canalizzate ed allontanate dalla sede stradale mediante la sezione defluente costituita dal cordolo a lato piattaforma e la piattaforma stessa. Le acque raccolte vengono poi convogliate verso il primo embrice disponibile con modalità variabili in funzione delle livellette stradali.

Gli embrici sono disposti ad interasse variabile e recapitano nel fosso di guardia posto al piede della scarpata.

I fossi di guardia sono di forma trapezia e vengono utilizzati sia quando la sezione stradale è in rilevato sia quando è in trincea. Il fosso è posto al piede del rilevato e serve a raccogliere le acque che scendono dal rilevato stesso e a convogliarle verso il recapito finale più vicino. Questi fossi sono in terra. In presenza di sistema di drenaggio aperto, l'acqua della piattaforma stradale è indirizzata direttamente al fosso al piede del rilevato tramite embrici.

Lungo l'asse principale il convogliamento delle acque verso le caditoie grigliate è garantito dalla sezione individuata dal cordolo e la banchina, in modo che il velo idrico non interessi le corsie. Per il tratto in curva della Rampa Nord è previsto l'utilizzo di una cunetta triangolare che ha una larghezza lorda pari a 103 cm.

Il sistema di drenaggio della piattaforma in viadotto è dotato di caditoie a bocchettone disposte ad interasse variabile. L'acqua raccolta viene poi convogliata all'interno di tubazioni suborizzontali correnti in PEAD staffate all'impalcato che la trasporteranno fino al punto di recapito previsto.

In fine, nel "sistema chiuso", prima del recapito finale le acque meteoriche verranno trattate tramite opportuni manufatti di sedimentazione e disoleazione. Agli stessi manufatti viene anche assegnato il compito di invaso per invarianza idraulica.

### 3.1 Determinazione della capacità di smaltimento

La definizione della capacità di smaltimento di ciascuna opera è stata effettuata mediante l'espressione di Chezy:

$$Q = A \cdot \chi \cdot \sqrt{Ri}$$

nella quale:

Q (m<sup>3</sup>/s) è la portata;

A (m<sup>2</sup>) è l'area della sezione utile di deflusso;

R (m) è il raggio idraulico;

i (-) è la pendenza del canale.

Per quel che riguarda il coefficiente  $\chi$  è stata adottata l'espressione di Gauckler - Strickler:

$$X = K_s \cdot R^{1/6}$$

dove K<sub>s</sub> rappresenta la scabrezza posta pari a 70 m<sup>1/3</sup>/s per superficie asfaltata, 65 m<sup>1/3</sup>/s per quella cementata del muro controripa, a 80 m<sup>1/3</sup>/s per superficie in PEAD e a 35 m<sup>1/3</sup>/s per i canali in terra.

### 3.2 Portate di progetto

Per il calcolo delle portate, relative a ciascun tronco della rete di drenaggio delle acque di piattaforma, si è proceduto con il metodo cinematico o metodo della corrivazione, secondo la formula:

$$Q = \frac{\varphi i S}{360}$$

in cui:

Q = portata al colmo di piena (m<sup>3</sup>/s);

$\varphi$  = valore del coefficiente di deflusso medio del bacino;

i = intensità di pioggia pari al tempo di corrivazione t<sub>c</sub> (mm/h);

S = superficie del bacino (ha).

Il tempo di corrivazione è stato calcolato utilizzando una delle formule empiriche proposte nel testo pubblicato dal Centro Studi Deflussi Urbani “Sistemi di Fognatura Manuale di Progettazione” edizione Hoepli.

Questo può essere determinato facendo riferimento al percorso idraulico più lungo della rete fino alla sezione di chiusura. In particolare, individuata la rete e i sottobacini relativi a ciascun tronco, il tempo  $t_c$  è dato dalla somma:

$$t_c = t_a + t_r$$

in cui  $t_a$  è il tempo di accesso alla rete e relativo al sottobacino drenato dal condotto posto all'estremità di monte del percorso idraulico più lungo e  $t_r$  è il tempo di rete, ovvero il tempo che impiega la massima portata a percorrere la canalizzazione, nelle condizioni di moto uniforme, per giungere alle sezioni di interesse.

Il tempo di accesso della rete è di incerta determinazione, variando con la pendenza media del bacino, la natura dello stesso e il livello di realizzazione dei drenaggi minori, nonché dell'altezza della pioggia precedente l'evento critico di progetto. Tuttavia, il valore assunto normalmente nella progettazione è sempre stato compreso tra i 5 e i 15 minuti. Essendo l'area di estensione contenuta e di elevata pendenza è stato adottato il valore più cautelativo pari a 5 minuti (“Sistemi di Fognatura Manuale di Progettazione”, edizione Hoepli).

I valori dei parametri della curva di possibilità climatica sono quelli ricavati attraverso lo studio idrologico, descritto nella relazione idrologica, con riferimento ad un tempo di ritorno di 25 anni.

I valori assegnati ai coefficienti di deflusso  $\phi$ , sono stati valutati in relazione alle caratteristiche delle aree drenanti. Nello specifico per la piattaforma stradale si è scelto di utilizzare un coefficiente di deflusso pari a 1, valore in linea con quanto indicato dalla letteratura tecnica per le “pavimentazioni asfaltate”.

### 3.3 Dimensionamento degli elementi di margine

Le condizioni di deflusso idrico lungo il margine stradale sono determinate dalle pendenze longitudinali e trasversali del corpo stradale; tali parametri individuano, quindi, la capacità di deflusso che può essere raggiunta lungo il ciglio. La capacità idraulica lungo il margine stradale è limitata dalla larghezza massima ammissibile per il velo idrico in piattaforma che non deve interessare in alcun modo la parte carrabile della piattaforma stradale.

Il dimensionamento consiste nello stabilire l'interasse tra le caditoie grigliate. Questo si ricava rapportando la capacità idraulica del margine stradale all'apporto meteorico specifico, ovvero alla stima della portata meteorica afferente per metro lineare di piattaforma stradale; dagli esiti di tale raffronto si ricava l'interasse massimo al quale devono porsi le caditoie grigliate connesse alle tubazioni per evitare il rischio che il deflusso

idrico possa interessare anche il traffico veicolare:

$$\text{Interasse} = Q/q_0$$

La massima portata defluente dalla falda piana (superficie stradale scolante) per unità di lunghezza è data dalla relazione:

$$q_0 = \phi b i = \phi b a t^{n-1}$$

dove:

- b (m) è la larghezza della falda,
- $\phi$  il coefficiente di deflusso,
- i (mm/h) l'intensità critica di pioggia.
- Il coefficiente di deflusso è stato posto pari ad 1

In particolare, si è considerata come sezione defluente quella delimitata da 1.25 o 1.50 m di sviluppo orizzontale di banchina, rispettivamente per la parte in viadotto e per quella in rilevato, e dall'arginello, con pendenza trasversale della piattaforma stradale considerata cautelativamente pari a 2.5%. Infatti, la maggior pendenza dei tratti in curva comporta una maggiore area defluente con conseguente maggiore interasse tra le caditoie.

Per la parte della Rampa Nord drenata dalla cunetta triangolare la sezione considerata è quella delimita dai lati del triangolo costituente la sezione della cunetta.

Di seguito si riportano le verifiche per questi elementi ma distinguendolo per ogni intervento.

Nelle tabelle delle verifiche il risultato è il massimo interasse tra le caditoie o le canalette ad embrici (Lmax) in funzione della pendenza longitudinale della strada.

Si riporta in Tabella 3-1 la verifica per la banchina e in Tabella 3-2 per la cunetta triangolare. Entrambe le verifiche sono state effettuate per le diverse pendenze riscontrate dal profilo longitudinale e per le diverse pendenze della piattaforma. Infatti, nei tratti in curva la raccolta avviene nell'interno curva per l'intera carreggiata.

Nelle tabelle delle verifiche il risultato è il massimo interasse tra le caditoie (Lmax) in funzione della pendenza longitudinale della strada.

Cordolo – banchina in viadotto										
Pendenza	b m	L max m	ta ore	tc ore	A totale mq	coefficiente di deflusso	altezza di pioggia mm	Ks Gaukler- Strickler	tirante idirico m	Qmax smaltibile mc/s
0.005	6.5	20	0.08	0.083	127.144	1	13.98	70	0.035	0.006
0.0145	6.5	33	0.08	0.083	216.518	1	13.98	70	0.035	0.010
0.0534	6.5	64	0.08	0.083	415.510	1	13.98	70	0.035	0.019
0.005	13	10	0.08	0.083	127.144	1	13.98	70	0.035	0.006
0.0145	13	17	0.08	0.083	216.518	1	13.98	70	0.035	0.010
0.0534	13	32	0.08	0.083	415.510	1	13.98	70	0.035	0.019

Tabella 3-1 – Cordolo - banchina in viadotto

Cunetta triangolare										
Pendenza	b m	L max m	ta ore	tc ore	A totale mq	coefficiente di deflusso	altezza di pioggia mm	Ks Gaukler- Strickler	tirante idirico m	Qmax smaltibile mc/s
0.02	10	25	0.08	0.083	246.905	1	13.98	65	0.1	0.012
0.025	10	28	0.08	0.083	276.048	1	13.98	65	0.1	0.013

Tabella 3-2 – Cunetta triangolare

### 3.3.1 VERIFICA CAPACITÀ DI INTERCETTAZIONE DELLE CADITOIE

Per il calcolo dell'efficienza di intercettazione delle caditoie possono essere utilmente utilizzati i risultati ottenuti dalla John Hopkins University, in parte riportati da Stephenson [Stephenson, 1981 Developments in Water Science, 14 – Stomwater Hydrology and Drainage]. Essi fanno riferimento alla teoria delle correnti a caduta libera, la cui validità fu provata anche con salti muniti di barre longitudinali.

Nel caso di derivazione totale si ha:

$$Q = 0,417 \cdot L \cdot h^2 \cdot g^{0,5} \cdot \left( h - \frac{W}{tg\theta} \right)^{-0,5}$$

in cui L è la lunghezza della caditoia, g è l'accelerazione di gravità, W è la larghezza della caditoia, h è il carico idraulico e  $\theta$  è angolo tra piattaforma e la verticale. Tutte le grandezze sono espresse in m.

Come riportato nella tavola “Drenaggio acque di piattaforma – sezioni tipo e particolari” le dimensioni della caditoia sono di 0.45x0.45 m, con un battente di 3.5 cm e angolo tra piattaforma e verticale coincidente a quello di piattaforma con pendenza del 2.5%, quindi di 88.57 °.

Per le cunette triangolari invece si ha un battente di 10 cm e angolo tra piattaforma e verticale coincidente a quello di piattaforma con pendenza del 2.5%, quindi di 88.57 °.

Con questa espressione la massima portata smaltibile dalla caditoia è di circa 4.7 l/s, da cui si ottiene un interasse tra caditoie pari a 10 m per i tratti in rettilineo sul viadotto, mentre 5 m per i tratti in curva.

Per la piattaforma in rilevato, a causa della maggiore larghezza della banchina, si verifica un battente di 3.75 cm da cui deriva una portata 5.14 l/s, corrispondente ad un interasse di 15 m. Tale valore è stato adottato per le zone in rilevato.

Pertanto, nel progetto sono stati utilizzati questi interassi come valori di progetto.

Per le cunette triangolari la massima portata è di circa 19.8 l/s, da cui si ottiene un interasse massimo pari a 40 m, maggiore della verifica della massima portata transitabile. Per tali elementi quindi il massimo interasse adottato è stato di 25 m.

### 3.3.2 VERIFICA CAPACITÀ SCOLANTE DEGLI EMBRICI

Il funzionamento idraulico di un embrice può essere assimilato a quello di una soglia sfiorante; la portata sfiorata  $Q$  [m<sup>3</sup>/s] può essere definita come:

$$Q = C_q \cdot L \cdot h \cdot \sqrt{2gh}$$

In cui  $C_q$  è il coefficiente di deflusso della soglia sfiorante pari a 0.42,  $L$  la larghezza dell'embrice e  $h$  l'altezza del velo liquido all'imbocco dell'embrice. Tutte le grandezze sono espresse in m.

Il battente che si verifica sugli embrici, dato che sono presenti sui tratti in rilevato, è pari a 3.75 cm da cui deriva una portata pari a 3.78 l/s. Per i tratti in curva si ottiene un interasse di 12 m mentre per i tratti in rettilineo pari a 24 m. Per tale motivo l'interasse di progetto è di 10 m per i tratti in curva e di 15 per quelli in rettilineo.

### 3.4 Dimensionamento degli elementi di convogliamento

Il sistema di drenaggio è come già detto funzionale all'allontanamento delle acque meteoriche dalla piattaforma, ed alla protezione delle carreggiate dalle acque ad essa afferenti.

Sono quindi individuabili tre parti fondamentali in cui è stato strutturato il sistema generale di drenaggio: esso ottempera alle funzioni di raccolta, trasferimento e recapito delle acque meteoriche.

Fanno parte degli elementi di raccolta che costituiscono il sistema primario le opere descritte nei paragrafi precedenti. Infatti, sono elementi continui, longitudinali alla carreggiata o discontinui ad interassi dimensionati per soddisfare la funzione di limitare i tiranti idrici in piattaforma a valori compatibili con la loro transitabilità, garantendo in tal modo la sicurezza dell'infrastruttura.

In questo capitolo si analizzano gli elementi di trasferimento e recapito. Essi rappresentano il sistema secondario ove scaricano gli elementi del sistema primario, garantendo la capacità necessaria per evitare i rigurgiti in piattaforma che andrebbero a compromettere l'aspetto connesso alla sicurezza dell'utenza; con tali elementi si garantisce anche il trasferimento delle acque raccolte verso i recapiti. Sono costituiti da canalizzazioni realizzate con collettori di diverse dimensioni.

Per il dimensionamento dei collettori della rete pluviale si è ipotizzato che nelle canalizzazioni si instauri il moto uniforme, utilizzando le modalità riportate nel paragrafo 3.1.

I collettori scaricano i pozzetti a servizio esclusivamente della piattaforma stradale. Sono collettori in PEAD SN8 di dimensioni variabili e con pendenza pari a quella della piattaforma stradale di servizio. Il grado di riempimento è dell'80% e sono dimensionati con tempo di corrivazione di 5 minuti.

Si riportano in Tabella 3-3 le verifiche per i collettori del diametro di  $\varnothing 250$ , in Tabella 3-4 quelli  $\varnothing 315$  e in Tabella 3-5 del  $\varnothing 400$ .

DN250										
Pendenza	b m	L max m	ta ore	tc ore	A totale mq	coefficiente di deflusso	altezza di pioggia mm	Ks Gauckler- Strickler	tirante idirico m	Qmax smaltibile mc/s
0.005	6.5	95	0.08	0.083	618.986	1	17.63	80	0.188	0.036
0.015	6.5	165	0.08	0.083	1072.115	1	17.63	80	0.188	0.063
0.05	6.5	301	0.08	0.083	1957.406	1	17.63	80	0.188	0.115

Tabella 3-3 – Collettore  $\varnothing 250$

DN315										
Pendenza	b m	L max m	ta ore	tc ore	A totale mq	coefficiente di deflusso	altezza di pioggia mm	Ks Gauckler- Strickler	tirante idirico m	Qmax smaltibile mc/s
0.015	6.5	386	0.08	0.083	2508.579	1	13.98	80	0.237	0.117

Tabella 3-4 – Collettore ø315

DN 400										
Pendenza	b m	L max m	ta ore	tc ore	A totale mq	coefficiente di deflusso	altezza di pioggia mm	Ks Gauckler- Strickler	tirante idirico m	Qmax smaltibile mc/s
0.015	6.5	986	0.08	0.167	6410.309	1	20.65	80	0.3	0.221

Tabella 3-5 – Collettore ø400

Si riporta in Tabella 3-6 la massima area drenata di progetto per ogni collettore alla corrispondente pendenza longitudinale confrontato con la massima area drenabile.

DN	I [%]	Area drenata di progetto [mq]	Massima area drenabile [mq]
250	0.5	559	618
250	1.5	624	1072.115
250	5	1722.5	1957.406
315	1.5	1813.5	2509
400	1.5	3100.5	6410.309

Tabella 3-6 – Verifica delle massime aree drenabili dai collettori

Infine, per quanto riguarda il convogliamento delle acque ai recapiti sono stati usati fossi di guardia inerbiti di dimensioni pari a quelle riportate in Figura 3. L'utilizzo dei fossi di guardia è previsto al piede dei rilevati. La pendenza del fosso di guardia assunta per le verifiche è pari allo 0.5%, minore di quella che si riscontra in sito. Si riporta pertanto la verifica in Tabella 3-7.

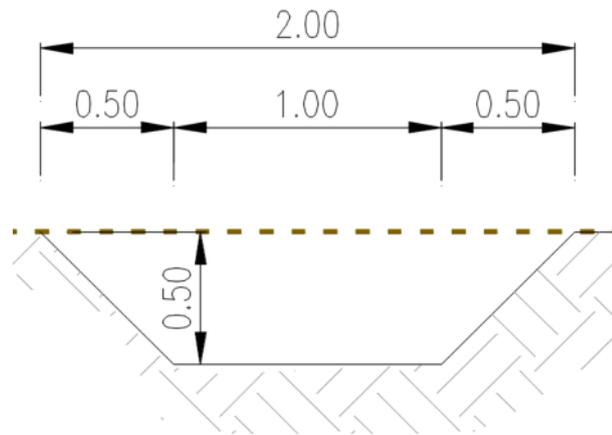


Figura 3 – Fosso di guardia inerbito

Fosso 50x100x50											
Pendenza	b	L	ta	tc	A totale	coefficiente	altezza	Ks	tirante	Qmax	
	m	max	ore	ore	m <sup>2</sup>	di deflusso	di pioggia	Gauckler-Strickler	idirico	smaltibile	
		m					mm		m	mc/s	
0.005	15	723	0.05	0.08333333	10848.3812	1	13.98	35	0.28	0.506	

Tabella 3-7 – Fosso di guardia che convoglia le acque ai recapiti

La massima area drenata prevista in progetto del fosso di guardia è pari a 5800 mq.

## 4 TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA

Le acque di piogge raccolte dalla sede stradale vengono convogliate dal sistema di drenaggio in progetto in 2 punti di recapito terminali, muniti ciascuno di un impianto di trattamento delle acque di dilavamento della piattaforma, prima del loro rilascio nella rete di colatori naturali e artificiali che costituiscono il reticolo di drenaggio superficiale dell'area oggetto dell'intervento. Le acque di dilavamento delle superfici pavimentate della nuova strada in progetto, in particolar modo le prime acque di pioggia, risultano inquinate da tutta una serie di componenti residui prodotti dalla circolazione dei veicoli (oli minerali, idrocarburi, morchie, polveri di usura di pneumatici e dell'impianto frenante, sabbia e terriccio) che si depositano sulla piattaforma stradale. Si prevede quindi di depurare le acque di pioggia della piattaforma stradale per mezzo di specifici impianti di trattamento di tipo modulare, costituiti da vasche in serie prefabbricate in c.a.v. da posizionare interrato, con funzione di dissabbiatore e disoleatore. Ciascun impianto (se ne prevede uno per ognuno dei 2 punti di recapito, nei ricettori esistenti, delle acque di drenaggio della nuova infrastruttura) sarà quindi costituito dai seguenti elementi modulari:

- vasca scolmatore;
- vasca dissabbiatore;
- pozzetto ripartitore;
- singola vasca o batteria di vasche disoleatore (poste in parallelo a coprire le portate in ingresso).

In particolare, se ne prevede uno, posto più a nord, che raccoglie le acque di circa metà viadotto e del nuovo svincolo "Trippi" mentre il secondo, più a sud, raccoglie le acque dell'altra metà del viadotto, delle rampe di accesso al viadotto (Rampa Nord e Rampa Sud) e della Rotatoria SP19.

Ogni impianto ha una capacità limite di portata affluente che riesce a depurare, superata la quale i contributi di drenaggio ulteriori, convogliati all'impianto dal sistema di drenaggio a monte, vengono scolmati da un pozzetto scolmatore posto in testa all'impianto e avviati direttamente al ricettore finale. Il dimensionamento volumetrico dei manufatti costituenti la singola installazione di trattamento (composta dai moduli - vasca o vasche - sopra elencati) è fatto in funzione dell'estensione della superficie pavimentata da drenare e dei valori dell'intensità di precipitazione di progetto.

Per il dimensionamento degli impianti di trattamento, previsti in corrispondenza dei punti di recapito del sistema di drenaggio in progetto nei ricettori idraulici esistenti, si è fatto riferimento ad installazioni presenti in commercio, dimensionate per coprire superfici pavimentate di dimensioni prestabilite e sulla base di tabelle tecniche per la stima dei valori di progetto dell'intensità di precipitazione. In generale si è assunto che debba essere trattata l'acqua corrispondente ad un'altezza di pioggia pari a 5 mm su tutta l'area asfaltata presente nell'intervento.

Per quanto riguarda l'impianto "Trippi", esso risulta di dimensioni maggiori di quelle necessarie per il trattamento delle acque di prima pioggia perché, vista la particolarità dell'area drenata e la mancanza di aree estese per creare invasi, essa svolge il ruolo anche di invaso rispondente ai criteri di invarianza idraulica.

Gli impianti di cui si prevede l'utilizzo sono pertanto delle medesime dimensioni e tali da soddisfare un'area impermeabile di circa 1.25 ha ciascuna. Per ulteriori dettagli grafici si rimanda alla tavola "Drenaggio acque di

piattaforma – Sezioni Tipo e particolari”.

Si riporta nella Tabella 4-1 l’indicazione della superficie scolante e quindi del volume di acqua da trattare e il volume totale di ciascun impianto.

	Impianto Sud	Impianto Nord (Trippi)
Area [mq]	12300	3750
H [mm]	5	5
Volume da trattare [mc]	61.5	18.75
Volume impianto [mc]	80.59	80.59

Tabella 4-1 - Tabella riepilogativa volumi di prima pioggia da trattare

## 5 APPLICAZIONE DELL'INVARIANZA IDRAULICA

Con l'entrata in vigore del R.R. n. 7 del 2017, e quindi l'obbligo di applicazione dei principi di invarianza idraulica, si tenderà ad una progressiva riduzione delle portate di acque meteoriche nella rete di fognatura mista con le modalità di cui all'art. 5 e i limiti dell'art. 8 dello stesso Regolamento ovvero:

- a) mediante il riutilizzo dei volumi stoccati, in funzione dei vincoli di qualità e delle effettive possibilità, quali innaffiamento di giardini, acque grigie e lavaggio di pavimentazioni e auto;
- b) mediante infiltrazione nel suolo o negli strati superficiali del sottosuolo, compatibilmente con le caratteristiche pedologiche del suolo e idrogeologiche del sottosuolo, con le normative ambientali e sanitarie e con le pertinenti indicazioni contenute nella componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio (PGT) comunale;
- c) scarico in corpo idrico superficiale naturale o artificiale, con i limiti di portata di cui all'articolo 8;
- d) scarico in fognatura, con i limiti di portata di cui all'articolo 8.

Nel caso in esame i ricettori delle acque di piattaforma sono rappresentati dai canali pedarginali Sud che fiancheggiano l'attuale SS38 e, in quota parte, il t. Davaglione, che interseca la nuova viabilità alla sua estremità est. Il progetto del sistema di raccolta delle acque meteoriche per le opere della piattaforma è stato sviluppato per un evento meteorico con tempo di ritorno di 25 anni e permette di preservare la qualità dei corpi recettori mediante la previsione di vasche dissabiatrici e disoleatrici prima degli scarichi. Tali vasche dovranno esercitare anche la funzione di laminazione delle portate secondo i dettami del Regolamento regionale n. 7/2017 della Lombardia.

Essendo i comuni di Montagna in Valtellina e Sondrio compresi nell'area di criticità idraulica C, ovvero, a bassa criticità idraulica (vedi Figura a pagina successiva, tratta dal r.r. 7/2017), ai sensi dell'articolo 8 dello stesso Regolamento le portate meteoriche scaricabili nel corpo ricettore devono avere valori compatibili con la capacità idraulica del ricettore stesso e comunque entro il valore massimo ammissibile (ulim) pari a 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento.

È prevista inoltre in base al comma 2 dell'art. 12 del Regolamento, quale requisito minimo da soddisfare delle misure di invarianza idraulica e idrologica, la realizzazione di uno o più invasi di laminazione dimensionati per un valore di 400 m<sup>3</sup> per ettaro di superficie impermeabile dell'intervento.

L'art. 6 comma 1 lett. c) stabilisce che per interventi relativi alle infrastrutture stradali nello sviluppo del progetto dell'intervento è necessario redigere anche un progetto di invarianza idraulica e idrologica, e che prima dell'inizio dei lavori deve essere rilasciata la concessione allo scarico in corpo idrico superficiale.

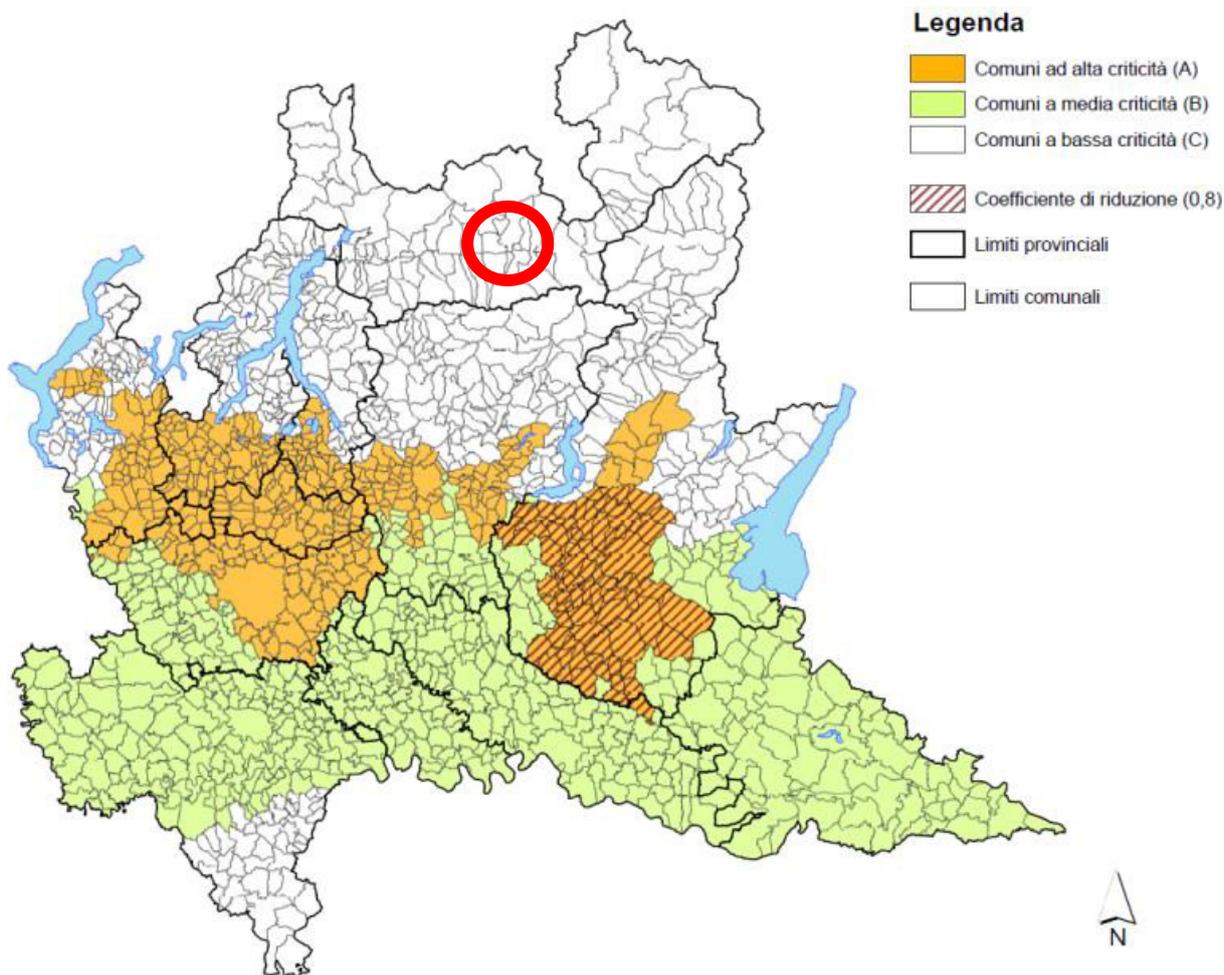


Figura 4 - Cartografia degli ambiti a diversa criticità idraulica (r.r. n. 7/2017)

Al fine di garantire l'invarianza idraulica del presente progetto rispetto alle condizioni preesistenti è stato svolto il calcolo delle superfici che, in seguito all'intervento, risulteranno impermeabilizzate rispetto allo stato attuale. Per determinare il volume che deve essere laminato dal sistema di invasi è stato preso come riferimento il limite di 20 l/s per ettaro per lo scarico nei ricettori. Quindi, prendendo come riferimento l'evento pluviometrico con tempo di ritorno 200 anni e durata 1 ora, è stata determinata l'altezza di pioggia che, moltiplicata per l'area impermeabilizzata genera una maggiore portata nei ricettori e quindi un maggior volume che deve essere laminato.

In particolare, considerando che l'area che viene impermeabilizzata è allo stato attuale a verde, e quindi caratterizzata da un coefficiente di deflusso pari a 0,3, è stata compensata tale area per mezzo di un coefficiente pari a 0,7.

Si riporta in Tabella 5-1 il calcolo effettuato per ciascuno dei recapiti del volume che è necessario invasare.

	Recapito Sud	Recapito Nord	
Area pavimentata di progetto	1.23	0.375	ha
Area pavimentata attuale	0.55	0.17	ha
Differenza	0.68	0.205	ha
Superficie (Differenza x 0.7)	0.476	0.144	ha
Durata	1	1	ore
Tempo di ritorno	200	200	anni
Pioggia	72.2	72.2	mm
Portata	95.46	28.78	l/s
Coeff. Udometrico	200.55	200.55	l/s*ha
Portata in uscita	9.52	2.87	l/s
Volume da invasare	309.4	93.275	mc

**Tabella 5-1 - Calcolo dei volumi da invasare**

Per il recapito a sud si considera come volume di invaso quello costituito dai fossi di drenaggio al piede dei rilevati, i quali, stante la ridotta pendenza cui sono soggetti, possono essere effettivamente considerati come invasi in linea per eventi con tempi di ritorno elevati.

Per il recapito a nord, invece, viene considerato come volume di invaso quello costituito dall'impianto di prima pioggia e dalla tubazione  $\varnothing 400$  in ingresso all'impianto.

Si riporta in Tabella 5-2 la verifica eseguita per ogni recettore del volume invasabile. Tali volumi rispondono anche alle indicazioni riportate al comma 2 dell'art.12 del Regolamento Regionale per il quale viene indicata come necessaria una volumetria di 400 mc per superficie impermeabile dell'intervento.

In particolare, tale indicazione fornisce un volume minimo per il recapito nord pari a 82 mc mentre per il recapito sud pari a 272 mc, entrambi minori di quelli effettivamente disponibili.

<b>Recapito Sud</b>		
<b>Fossi di guardia</b>		
Area della sezione	0.75	mq
L	790	m
<b>Volume invasato</b>	<b>592.5</b>	<b>mc</b>
<b>Recapito Nord</b>		
<b>DN400</b>		
Area della sezione	0.111	mq
L	120	m
Vol.	13.367	mc
<b>Impianto</b>		
Volume	80.59	mc
<b>Volume totale</b>	<b>93.957</b>	<b>mc</b>

**Tabella 5-2 – Verifica dei volumi di invaso per il rispetto dell’invarianza idraulica rispetto a R.R. 7/2017**

Al fine di rispettare le indicazioni ai sensi dell’art. 8 del r.r. 7/2017, dovendo rispettare il limite complessivo allo scarico che è limitato a 20 l/s per ettaro, si provvederà all’installazione, nel collettore  $\varnothing 600$  di uscita dai disoleatori, di una bocca tarata da calibrare al fine di rispettare il massimo scarico ammissibile. Vale a dire pari a 9.52 l/s per il recapito a sud e 2.87 l/s per il recapito a nord.