


**COMUNE DI TOVO SANT'AGATA**  
**PROVINCIA DI SONDRIO**



**COMPONENTE GEOLOGICA,  
IDROGEOLOGICA E SISMICA PER LA  
VARIANTE DEL PIANO DI GOVERNO  
DEL TERRITORIO**

**d.g.r. 9/2616 del 30 novembre 2011 e s.m.i**

**DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL  
RISCHIO IDRAULICO**

<b>TAVOLA B</b>		<b>ADOTTATO CON DELIBERA C.C.</b>
<b>scala</b>		<b>APPROVATO CON DELIBERA DEL C.C</b>
<b>VERSIONE</b>	<b>Data</b>	<b>Note</b>
1	Aprile 2020	
2	Luglio 2020	
<b>PROGETTISTA DELLA COMPONENTE GEOLOGICA</b> <b>Dott. Geol. Tiziana Da Prada</b> Ordine dei Geologi della Lombardia n. 772 Via del Capitel, 22 – 23034 GROSOTTO (SO)		
		

## SOMMARIO

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>2. METODOLOGIE .....</b>	<b>3</b>
2.1. CONTENUTI PREVISTI.....	4
<b>3. MODELLAZIONE IDRODINAMICA DEL TERRITORIO COMUNALE.....</b>	<b>5</b>
3.1. AFFLUSSI METEORICI .....	6
3.2. RETICOLI FOGNARI.....	8
3.3. RETICOLI RICETTORI.....	9
3.3.1. Scarichi 1 e 5.....	9
3.3.2. Scarico n° 2.....	9
3.3.3. Scarico n° 3.....	10
3.3.4. Scarico n° 4.....	10
3.3.5. Scarico n° 6.....	11
3.3.6. Scarico n° 7.....	11
3.3.7. Scarico n° 8.....	12
3.1. INFILTRAZIONE .....	12
3.2. PUNTI CRITICI E AREE ALLAGABILI.....	15
<b>4. MISURE STRUTTURALI E NON STRUTTURALI.....</b>	<b>17</b>
4.1. MISURE STRUTTURALI E NON STRUTTURALI .....	17
4.2. MISURE RELATIVE AGLI AMBITI DI CRITICITÀ .....	18
4.2.1. Punto 1-5.....	18
4.2.2. Punto 2.....	18
4.2.3. Punto n° 3.....	18
4.2.4. Punto n° 4.....	19
4.2.5. Punto n° 6.....	19
<b>5. NORME.....</b>	<b>19</b>

## 1. PREMESSA

Il presente documento correda la Variante al Piano di Governo del Territorio del Comune di Tovo Sant'Agata, già dotato di Componente Geologica redatta dal dott. geol. Giuseppe Patti ai sensi della d.g.r. 22 dicembre 2005, n° 8/1566 e s.m.i., la cui prima stesura è datata 25 febbraio 2009 e aggiornato il 13 settembre 2013 per recepimento parere D.G. Territorio ed Urbanistica Regione Lombardia prot. 1143 del 08/03/2013.

Lo stesso è stato redatto ai sensi del 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), modificato dal regolamento regionale n° 8 del 19 aprile 2019.

Prima descrizione delle metodologie di indagine seguite, verranno di seguito illustrati i risultati ottenuti, fornite le necessarie indicazioni e proposta una relativa normativa.

## 2. METODOLOGIE

L’art. 7 del sovracitato regolamento individua anzitutto gli ambiti territoriali di applicazione, specificando al comma 1. che “Le misure di invarianza idraulica ed idrologica si applicano a tutto il territorio regionale”.

Lo stesso è però suddiviso, come indicato al comma 3, in diverse tipologie di aree:

- a) aree A, ovvero ad alta criticità idraulica: aree che comprendono i territori dei comuni, elencati nell’allegato C, ricadenti, anche parzialmente, nei bacini idrografici elencati nell’allegato B;
- b) aree B, ovvero a media criticità idraulica: aree che comprendono i territori dei comuni, elencati nell’allegato C, non rientranti nelle aree A e ricadenti, anche parzialmente, all’interno dei comprensori di bonifica e Irrigazione;
- c) aree C, ovvero a bassa criticità idraulica: aree che comprendono i territori dei comuni, elencati nell’allegato C, non rientranti nelle aree A e B.

Premesso che **il Comune di Tovo Sant'Agata ricade in classe C di criticità idraulica**, il comma 5 dell’art. 7 del regolamento indica che “*Indipendentemente dall’ubicazione territoriale, sono assoggettate ai limiti indicati nel presente regolamento per le aree A di cui al comma 3,*

*anche le aree lombarde inserite nei PGT comunali come ambiti di trasformazione o anche come piani attuativi previsti nel piano delle regole”.*

L’art. 14 del regolamento “Modalità di integrazione tra pianificazione urbanistica comunale e previsioni del piano d’ambito, al fine del conseguimento degli obiettivi di invarianza idraulica e idrologica” al comma 2 consente infine ai comuni ricadenti nelle aree a bassa criticità idraulica di redigere il Documento semplificato del rischio.

## **2.1.        *Contenuti previsti***

Secondo quanto indicato dal comma 3 del Regolamento, sia lo studio comunale di gestione del rischio idraulico che il documento semplificato del rischio idraulico comunale contengono la rappresentazione delle attuali condizioni di rischio idraulico presenti nel territorio comunale e delle conseguenti misure strutturali e non strutturali atte al controllo e possibilmente alla riduzione delle suddette condizioni di rischio.

Il comma 7 dell’art. 14 del Regolamento alla lettera b) indica che il Documento semplificato contiene:

1. la delimitazione delle aree a pericolosità idraulica del territorio comunale, di cui al comma 7, lettera a), numeri 3 e 4, definibili in base agli atti pianificatori esistenti, alle documentazioni storiche e alle conoscenze locali anche del gestore del servizio idrico integrato (aree soggette ad allagamento - pericolosità idraulica - per effetto della conformazione morfologica del territorio e/o per insufficienza delle rete fognaria, nonché la mappatura delle aree vulnerabili dal punto di vista idraulico - pericolosità idraulica - come indicate nella componente geologica, idrogeologica e sismica dei PGT e nelle mappe del piano di gestione del rischio di alluvioni). In particolare lo studio effettua la modellazione idrodinamica del territorio comunale per il calcolo dei corrispondenti deflussi meteorici, in termini di volumi e portate, per gli eventi meteorici di riferimento di cui al numero; si basa sul Database Topografico Comunale (DBT) e, se disponibile all’interno del territorio comunale, sul rilievo Lidar (...*omissis*...); valuta la capacità di smaltimento dei reticoli fognari presenti sul territorio (...*omissis*.); valuta la capacità di smaltimento dei reticoli ricettori diversi dalla rete fognaria, utilizzando studi o rilievi di

dettaglio degli stessi, qualora disponibili, o attraverso valutazioni di massima; individua le aree in cui si accumulano le acque, provocando quindi allagamenti

2. l'indicazione, comprensiva di definizione delle dimensioni di massima, delle misure strutturali di invarianza idraulica e idrologica, sia per la parte già urbanizzata del territorio che per gli ambiti di nuova trasformazione, e l'individuazione delle aree da riservare per le stesse;

3. l'indicazione delle misure non strutturali ai fini dell'attuazione delle politiche di invarianza idraulica e idrologica a scala comunale, quale l'incentivazione dell'estensione delle misure di invarianza idraulica e idrologica anche sul tessuto edilizio esistente, nonché delle misure non strutturali atte al controllo e possibilmente alla riduzione delle condizioni di rischio, quali le misure di protezione civile e le difese passive attivabili in tempo reale;

3 bis. l'individuazione delle porzioni del territorio comunale non adatte o poco adatte all'infiltrazione delle acque pluviali nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo, quali aree caratterizzate da falda subaffiorante, aree con terreni a bassa permeabilità, zone instabili o potenzialmente instabili, zone suscettibili alla formazione, all'ampliamento o al collasso di cavità sotterranee, quali gli occhi pollini, aree caratterizzate da alta vulnerabilità della falda acquifera, aree con terreni contaminati

### **3. MODELLAZIONE IDRODINAMICA DEL TERRITORIO COMUNALE**

Per tale aspetto, si procederà anzitutto all'ubicazione degli scarichi presenti sul territorio comunale, sia della rete pubblica della fognatura acque bianche, sia degli scarichi privati, nonché dei recapiti degli stessi

Per ciascuno si passerà poi alla valutazione degli afflussi meteorici con tempo di riferimento 10, 50, 100 anni ed i corrispondenti deflussi smaltiti dalla rete nei punti di scarico, riportati nella cartografia.

In base alla capacità di smaltimento sia della rete fognaria che dei corpi idrici ricettori, saranno quindi individuati i punti critici degli scarichi, **tenendo in considerazione l'assenza di nuovi ambiti di trasformazione.**

Sulla base infine della permeabilità dei terreni e considerando anche le previsioni del PGRA, si individueranno le aree potenzialmente allagabili.

### **3.1. Afflussi meteorici**

Dal portale idrologico geografico di ARPA Lombardia, per i punti di scarico del reticolo fognario (le cui coordinate in UTM 32 WGS84, sono di seguito esplicitate), si sono ottenuti i valori delle altezze di precipitazione per i tempi indicati, come riassunto nelle sottostanti tabelle.

Tali dati, che potranno essere utilizzati per il dimensionamento delle misure strutturali individuate, nonché per i progetti di invarianza idraulica ove necessari (come di seguito specificato nelle relative norme) forniscono valori delle precipitazioni della durata di 1 ora compresi tra 30.9 mm con tempo di ritorno 10 anni e 53.7 mm con tempo di ritorno 100 anni, sino a valori sulle 24 ore compresi tra 109 mm (con Tr pari a 10 anni) e 187.8 mm (con Tr = 100).

Gli stessi sono riportati nelle tabelle alle pagine seguenti per le due celle proposte da ARPA, quella più a nord nella quale ricade lo scarico 2 e quella più a sud entro la quale ricadono tutti gli altri

**Cambiando unità di misura (, considerato che per passare da 1 mm/ora posso utilizzare il fattore di conversione pari a 2,778 l/s×ha), per il territorio del Comune di Tovo di Sant'Agata, si ottengono quindi valori di portata degli afflussi meteorici mediamente compresi tra minimi di 86 l/s×ha (con tempo di ritorno di 10 anni) e massimi con tempo di ritorno di 100 anni pari a 522 l/s×ha**

SCARICO 1: WGS84UTM32N – 595848,589; 5121925,541

SCARICO 3: WGS84UTM32N – 596073,803; 5122133,901

SCARICO 4: WGS84UTM32N – 595887,965; 5122141,128

SCARICO 5: WGS84UTM32N – 595849,379; 5121922,239

SCARICO 6: WGS84UTM32N – 595753,012; 5121779,112

SCARICO 7: WGS84UTM32N – 595515,807; 5121630,059

SCARICO 8: WGS84UTM32N – 595575,026; 5121539,502

H (mm) x durate 1-24 ore

Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni
1	17.9	25.4	30.9	36.8	45.4	52.5	60.4
2	23.6	33.4	40.7	48.5	59.7	69.1	79.4
3	27.7	39.2	47.8	56.9	70.1	81.2	93.3
4	31.1	43.9	53.6	63.8	78.6	91.0	104.6
5	34.0	48.0	58.5	69.7	85.9	99.4	114.2
6	36.5	51.6	62.9	74.9	92.3	106.9	122.8
7	38.8	54.8	66.9	79.6	98.1	113.6	130.5
8	40.9	57.8	70.5	84.0	103.5	119.8	137.6
9	42.9	60.6	73.9	88.0	108.4	125.5	144.2
10	44.7	63.2	77.0	91.7	113.0	130.8	150.4
11	46.4	65.6	80.0	95.3	117.4	135.9	156.1
12	48.0	67.9	82.8	98.6	121.5	140.6	161.6
13	49.6	70.1	85.5	101.8	125.4	145.2	166.8
14	51.1	72.2	88.0	104.8	129.1	149.5	171.8
15	52.5	74.2	90.4	107.7	132.7	153.6	176.6
16	53.8	76.1	92.8	110.5	136.2	157.6	181.1
17	55.2	77.9	95.1	113.2	139.5	161.5	185.5
18	56.4	79.7	97.2	115.8	142.7	165.2	189.8
19	57.6	81.4	99.3	118.3	145.8	168.7	193.9
20	58.8	83.1	101.4	120.7	148.8	172.2	197.9
21	60.0	84.7	103.4	123.1	151.7	175.6	201.7
22	61.1	86.3	105.3	125.4	154.5	178.8	205.5
23	62.2	87.8	107.2	127.6	157.2	182.0	209.1
24	63.2	89.3	109.0	129.8	159.9	185.1	212.7

Figura 1: tabella precipitazioni breve durata e forte intensità cella ARPA scarichi 1 e da 3 a 8

SCARICO 2: WGS84UTM32N - 596195,493; 5122315,760 e 596177,042; 5122321,036

H (mm) x durate 1-24 ore

Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni
1	18.2	25.8	31.5	37.5	46.3	53.7	61.8
2	23.9	33.8	41.3	49.3	60.8	70.5	81.2
3	28.0	39.7	48.5	57.8	71.4	82.8	95.2
4	31.4	44.5	54.3	64.8	80.0	92.7	106.6
5	34.3	48.5	59.3	70.7	87.3	101.2	116.4
6	36.8	52.2	63.7	76.0	93.8	108.7	125.1
7	39.1	55.4	67.7	80.8	99.7	115.6	132.9
8	41.2	58.4	71.4	85.1	105.1	121.8	140.1
9	43.2	61.2	74.8	89.2	110.1	127.6	146.8
10	45.0	63.8	77.9	93.0	114.7	133.0	153.0
11	46.8	66.2	80.9	96.5	119.1	138.1	158.9
12	48.4	68.6	83.8	99.9	123.3	142.9	164.4
13	49.9	70.8	86.4	103.1	127.2	147.5	169.7
14	51.4	72.8	89.0	106.1	131.0	151.9	174.7
15	52.8	74.9	91.4	109.1	134.6	156.0	179.5
16	54.2	76.8	93.8	111.9	138.1	160.1	184.1
17	55.5	78.6	96.1	114.6	141.4	163.9	188.6
18	56.8	80.4	98.3	117.2	144.6	167.7	192.9
19	58.0	82.2	100.4	119.7	147.8	171.3	197.1
20	59.2	83.8	102.4	122.2	150.8	174.8	201.1
21	60.3	85.5	104.4	124.5	153.7	178.2	205.0
22	61.4	87.1	106.3	126.8	156.6	181.5	208.8
23	62.5	88.6	108.2	129.1	159.3	184.7	212.5
24	63.6	90.1	110.1	131.3	162.0	187.8	216.1

Figura 2: tabella precipitazioni breve durata e forte intensità cella ARPA scarico 2

Relativamente a tali dati, si sottolinea come, in linea generale, il dimensionamento delle reti avvenga ragionevolmente con tempi di ritorno di 20-50 anni e quindi i valori da considerare nelle verifiche e valutazioni di seguito riportate sono pari a 104-450 l/s×ha.

### 3.2. *Reticoli fognari*

Vengono riportati di seguito i dati relativi ai punti di scarico dei reticoli fognari esistenti, evidenziando per ciascuno il ricettore dello scarico stesso, sottolineando inoltre l'assenza di ambiti di trasformazione (che determinerebbero potenzialmente apporti ulteriori a quelli esistenti).

<b>SCARICO</b>	<b>RICETTORE</b>	<b>CARATTERISTICHE RICETTORE</b>
1	Fosso Moschetto	Intubato
2	Valle Maurina	A cielo aperto, regimata
3	Valle dei Cani	Intubata
4	Valle Maurina	A cielo aperto, non regimata
5	Fosso Moschetto	Intubato
6	Fosso Moschetto	A cielo aperto, non regimato
7	Canale detto "La Roggia dei Mulini"	A cielo aperto, non regimato
8	Fosso Moschetto	A cielo aperto, non regimato

**Relativamente alla situazione esistente**, i collettori fognari appaiono in grado di smaltire le portate previste per i diversi "bacini" sottesi, almeno con tempi di ritorno di 10 e 50 anni (che sono normalmente quelli utilizzati per il dimensionamento degli stessi).

Per tutti gli scarichi, le previsioni del PGT non indicano ambiti di trasformazione e la situazione risulta quindi immutata; si rammenta per altro la necessità di progetto di invarianza per gli interventi edilizi soggetti.

Per gli scarichi privati esistenti, si sottolinea come gli stessi, dei quali vengono di seguito fornite le coordinate e la tipologia, presentano le seguenti caratteristiche e corrispondenti recapiti:



SCARICO	COORDINATE	CARATTERISITCHE	RECAPITO
A	596.057,80 - 5.122.573,03	Industriale	Roggia dei Mulini
B	595.507,81 - 5.121.388,07	Domestico	Roggia dei Mulini
C	596.502,79 - 5.121.208,07	Domestico	Nessuno
D	597.014,79 - 5.121.051,07	Domestico	Nessuno

Si ritiene in ogni caso che gli stessi non presentino criticità né allo stato attuale, in relazione alle modeste portate in gioco, ne tanto meno nelle previsioni di PGT, in quanto non sono da attendersi incrementi degli apporti.

### **3.3. Reticoli ricettori**

Per ogni punto di scarico viene di seguito esaminata in dettaglio la situazione.

#### **3.3.1. Scarichi 1 e 5**

Gli scarichi 1 e 5 recapitano in un canale di fondovalle che per il primo tratto appare intubato e non pienamente idoneo a smaltire apporti derivanti da due bacini di alimentazione, per altro abbastanza significativi derivanti dall'area artigianale a nord dell'abitato (reticolo 1) e dalla porzione centrale di quest'ultimo (reticolo 5).

Anche per tale motivo in tale punto si potrebbe localizzare una vasca di laminazione; qualsiasi proposta di modifica di uso del suolo (sebbene non siano previsti ambiti di trasformazione) dovrà essere inoltre corredata da specifico progetto di invarianza idraulica.

#### **3.3.2. Scarico n°2**

Si tratta in realtà di due recapiti, che confluiscono entrambi nella Valle Maurina, l'uno proveniente dalla strada vicinale di Prestino che immette nella piccola vasca di laminazione idraulica prima del sottopasso stradale in corrispondenza della confluenza con la Valle Campascio proveniente da destra (NE), l'altro che convoglia le acque provenienti dalla porzione

nord-est dell'abitato di Tovo e scarica dopo l'attraversamento della strada provinciale. In entrambi i casi, il corso d'acqua risulta non intubato, ma incanalato in una sezione rivestita in calcestruzzo.

La verifica idraulica effettuata in corrispondenza di tale ambito nello studio sul reticolo idrico minore ha già di per se evidenziato una criticità che ha portato alla definizione di un'area allagabile sul fondovalle del Comune di Tovo.

Si ritiene quindi che i due scarichi rappresentino una ulteriore problematica (sebbene i bacini di alimentazione e di conseguenza gli apporti siano abbastanza ridotti); si suggerisce di conseguenza la realizzazione, alla confluenza delle due valli, di una nuova vasca idraulica, di dimensioni maggiori di quella esistente, la quale potrebbe invece fungere da vasca per l'invarianza

Qualsiasi progetto di modifica di uso del suolo (sebbene non siano previsti ambiti di trasformazione) dovrà essere corredato da progetto di invarianza idraulica.

### 3.3.3. Scarico n°3

E' localizzato nel mezzo dell'abitato di Tovo e recapita nella Valle dei Cani, completamente intubata, che poco ad est confluisce nella Valle Maurina.

Pur sottendendo un bacino relativamente ridotto e quindi con afflussi altrettanto limitati, viene considerato un punto di criticità in relazione al fatto che risulta tutto intubato e non si ha la reale percezione delle condizioni esistenti.

E pur vero che finora non si sono riscontrate problematiche e per tale motivo non si è ritenuto di suggerire il posizionamento di una vasca di laminazione per l'invarianza, ma si ritiene che qualsiasi progetto di modifica di uso del suolo (sebbene non siano previsti ambiti di trasformazione) dovrà essere corredato da progetto di invarianza idraulica.

### 3.3.4. Scarico n°4

E localizzato sul fondovalle ad ovest del centro abitato, sulla Valle Maurina, in un tratto a cielo aperto privo di regimazioni in fregio all'area di espansione idraulica legata al corso d'acqua stesso. Convoglia le acque provenienti dalla porzione residenziale nord-occidentale del paese di Tovo Sant'Agata. Sebbene gli apporti non siano significativi si ritiene che il corso d'acqua possa

avere difficoltà nello smaltimento corretto, soprattutto nel caso di concomitante piena; in tale eventualità è stato infatti considerato nello studio sul reticolo idrico minore che le sezioni a monte non sono verificate e provocano allagamenti del fondovalle.

In corrispondenza dello stesso, si ritiene quindi di poter localizzare una vasca di laminazione; qualsiasi proposta di modifica di uso del suolo (sebbene non siano previsti ambiti di trasformazione) dovrà essere inoltre corredata da specifico progetto di invarianza idraulica.

### 3.3.5. Scarico n°6

Lo scarico n° 6 collette le acque provenienti dalla porzione centro-meridionale dell'abitato e recapita sul fondovalle immediatamente a ovest della porzione urbanizzata, nel Fosso Moschetto, in un tratto a cielo aperto non regimato. Questi riceve già le acque degli scarichi 1 e 5, nonché le due Valli Gradera che dal piede del versante sinistro della valle dell'Adda attraversano il fondovalle completamente intubate e si ritiene quindi che il l'alveo recettore possa avere problemi di smaltimento ed evidenziare delle criticità soprattutto in occasione di eventi eccezionali.

Nell'ambito, potrebbero essere per altro individuati siti di localizzazione di eventuali vasche di laminazione, mentre qualsiasi proposta di modifica di uso del suolo (sebbene non siano previsti ambiti di trasformazione) dovrà essere corredata da progetto di invarianza idraulica.

### 3.3.6. Scarico n°7

Collette le acque provenienti dalla Cooperativa ortofrutticola e dalla porzione centro-meridionale dell'abitato; è localizzato sul fondovalle e recapita nella Roggia dei Mulini al limite di un'area a bassa soggiacenza della falda

Pur non presentando grosse criticità, l'ambito in esame si presta infine molto bene alla realizzazione di vasche di laminazione eventualmente individuate nei progetti di invarianza idraulica che dovranno corredatare qualsiasi proposta di modifica del suolo (sebbene il PGT del Comune di Tovo Sant'Agata non prevede nuovi ambiti di trasformazione).

### 3.3.7. Scarico n°8

Colletta le acque provenienti dalla porzione più meridionale dell'abitato e recapita sul fondovalle immediatamente a sud della porzione urbanizzata, nel Fosso Moschetto, in un tratto a cielo aperto non regimato. Questi riceve già le acque degli scarichi 1 e 5, più le due Valli Gradera che dal piede del versante sinistro della valle dell'Adda attraversano il fondovalle completamente intubate, nonché della Valle Maurina che vi confluisce in destra poco più a monte

Si ritiene quindi che il l'alveo recettore possa avere problemi di smaltimento ed evidenziare delle criticità soprattutto in occasione di eventi eccezionali, ma si ritiene che l'eventuale realizzazione di vasche di laminazione a monte renda superfluo la localizzazione di una ulteriore struttura nel presente ambito poiché gli apporti del corrispondente bacino di alimentazione sono poco significativi. Resta il fatto che tali sistemi di controllo dell'invarianza idraulica possono comunque essere tenuti in considerazione, così come si ritiene indispensabile la predisposizione di un progetto specifico per ogni eventuale proposta di modifica di uso del suolo (sebbene il PGT non prevede ambiti di trasformazione)

### **3.1. Infiltrazione**

Relativamente all'infiltrazione, cioè alla portata per unità di superficie che dato un tempo  $t$  si infila nel sottosuolo misurata in mm/ora in analogia all'intensità di pioggia, si ritiene che il fondovalle del Fiume Adda sia caratterizzato da una permeabilità da media a alta (depositi comprendenti sabbie e ghiaie anche profonde).

Tali terreni presentano scarsa o moderatamente bassa potenzialità di deflusso con alte capacità di infiltrazione anche a saturazione.

L'infiltrazione decresce infatti da un valore massimo  $f_0$  legato al tipo di suolo e al suo stato di imbibizione all'inizio dell'evento ad un valore minimo  $f_c$  pari alla conduttività idraulica a saturazione a sua volta legata alla porosità del terreno, alla stratigrafia e alla presenza e distanza della falda.

Durante il processo di infiltrazione, il suolo è soggetto ad un progressivo fenomeno di saturazione che limita progressivamente il valore dell'infiltrazione. È da sottolineare che l'infiltrazione segue tale andamento quando la superficie di infiltrazione è alimentata da acqua in misura sovrabbondante rispetto all'infiltrazione stessa; in tal caso essa rappresenta propriamente

la “capacità di infiltrazione” essendo commisurata al valore massimo a cui può arrivare l’infiltrazione istante per istante. Se, invece, l’adacquamento è minore della capacità di infiltrazione, cioè il suolo presenta nell’istante considerato una capacità di infiltrazione maggiore della portata idrica in arrivo sulla superficie, l’infiltrazione non può che assorbire la portata d’acqua disponibile mantenendosi quindi ad un valore minore della capacità di infiltrazione.

Per suoli come quelli che verosimilmente sono rappresentati sul fondovalle del Comune di Tovo Sant’Agata si indicano i seguenti valori, dove:

Classe A Scarsa potenzialità di deflusso: comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla; anche ghiaie profonde, molto permeabili.

Classe B Potenzialità di deflusso moderatamente bassa: comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione.

Classe suolo	$f_0$ [mm/ora]	$f_c$ [mm/ora]
A	250	25.4
B	200	12.7

Riguardo agli ambiti di fondovalle la **soggiacenza della falda** è infine abbastanza variabile e per alcuni ambiti si attesta su valori non superiori ad una decina di metri, sino addirittura a -2 m dal piano campagna, come risulta dai dati dei pozzi esistenti sul territorio, e quindi **tale da interferire significativamente con i fenomeni di infiltrazione e ruscellamento**.

Anche i depositi di versante (morenici) interessati dagli scarichi domestici privati, sono attribuibili alla classe B ed in tali ambiti solitamente la soggiacenza della falda è tale da non interferire con i processi di infiltrazione.

**Mentre per questi ultimi si ritiene quindi che i depositi superficiali siano in grado di garantire l’infiltrazione degli apporti previsti senza arrivare a saturazione, per quelli di fondovalle ciò accade solo per gli ambiti nei quali la falda presenta soggiacenze maggiori (dell’ordine di almeno una decina di metri)**

CARATTERISTICHE PERFORAZIONE POZZI												
COMUNE DI TOVO DI SANT'AGATA	COORDINATE		PIANO CAMPAGNA		PERFORAZIONE POZZO			QUOTA LIVELLO FALDA			COLONNA	
	Gauss X	Gauss Y	quota (m)	profondità (m)	diametro (cm)	statico (m)	dinamico (m)	n. colonna	n. filtri	profondità 1° filtro (m)	profondità ultimo filtro (m)	
Id_pratica	SO039832007											
	<b>POZ</b>											
		1596110	5122590	531,1	40	80	10,84	11,80	1	1	26,5	38,5
Id_pratica	SO016381995											
	<b>POZ</b>											
		1595445	5121476	513,4	14	40	1,45	1,91	1	3	8	14
Id_pratica	SO03205982012											
	<b>POZ</b>											
		1595995	5122462	530	40	17	11,56	11,60	1	1	3	37
Id_pratica	SO03161972010											
	<b>POZ</b>											
		1595670	5121564	518	21	25	2,17	2,58	1	1	9	21



**Figura 3: ubicazione pozzi esistenti sul territorio comunale e limitrofi**

I dati sopra riportati potranno essere utilizzati nei singoli progetti di invarianza idraulica che dovranno corredare l'attuazione degli interventi di trasformazione del suolo.

Prudenzialmente, nei calcoli di dimensionamento delle eventuali opere di infiltrazione è comunque opportuno riferirsi al valore minimo asintotico  $f_c$  che residua dopo che sia sostanzialmente terminato il processo di saturazione del suolo. Tanto più che l'evento meteorico intenso può avvenire dopo piogge che hanno già contribuito a saturarlo.

### **3.2. *Punti critici e aree allagabili***

Si sottolinea anzitutto come le criticità legate alle problematiche di invarianza derivano da eventi meteorici di breve durata e forte intensità che poco o nulla hanno a che vedere con quelli che determinano la portata di massima piena sui corsi d'acqua recettori.

Si ritiene quindi poco probabile, sebbene da non escludere a priori, che l'eventuale crisi della rete fognaria e dei recapiti collettori possa essere concomitante con la portata di massima piena del corpo idrico ricettore.

Si riassumono nella tabella seguente i punti considerati critici in caso di eventi meteorici eccezionali con tempi di ritorno ultracentenari.

<b>N° SCARICO</b>	<b>CRITICITA'</b>
1 fosso Moschetto	SI
2 Valle Maurina	SI
3 Valle dei Cani	SI
4 Valle Maurina	SI
5 fosso Moschetto	SI
6 fosso Moschetto	SI
7 nella Roggia dei Mulini	NO
8 fosso Moschetto	NO

I motivi di criticità rilevati risultano essere:

- Nel punto di scarico n° 1 e 5 la sezione del corpo ricettore appare di dimensioni limitate
- Punto di scarico n° 3 non si hanno informazioni certe sulla sezione di deflusso in ambito urbanizzato di un corso d'acqua intubato avente un discreto bacino di alimentazione
- Nei punti di scarico n° 2 e 4, la criticità che si rileva è legata al fatto che la Valle Maurina presenta già di per se una sezione di deflusso che non garantisce le verifiche idrauliche ed ulteriori apporti non fanno che aggravare la situazione
- Punto di scarico n° 6 a causa della sezione del reticolo recettore, il quale colletta inoltre due vallecole dal versante sinistro e riceve già gli scarichi del reticolo 1 e 5.

Le aree potenzialmente allagabili in caso di eventi eccezionali, risultano essere nell'immediato intorno dei suddetti punti, oltre a quella rappresentata dalla criticità idraulica sulla valle Maurina.



## **4. MISURE STRUTTURALI E NON STRUTTURALI**

Si premette anzitutto che le misure da individuare al fine dell'attuazione delle politiche di invarianza idraulica ed idrologica possono essere strutturali e non strutturali, come di seguito riassunto.

Previa definizione di entrambe, per ciascuno degli ambiti di criticità individuati vengono di seguito fornite le indicazioni di massima per l'applicazione delle necessarie misure.

Lo stesso dicasi per i nuovi ambiti di trasformazione previsti nel PGT.

Tutto ciò tenendo conto che il controllo e la gestione delle acque pluviali deve essere effettuato, ove possibile, mediante sistemi che garantiscono l'infiltrazione, l'evapotraspirazione e il riuso e che lo smaltimento dei volumi invasati deve avvenire secondo il seguente ordine decrescente di priorità:

- a) mediante il riuso 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 del regolamento regionale del 23/11/017, n° 7;
- d) scarico in fognatura, con i limiti di portata di cui all'articolo 8 del suddetto regolamento.

### ***4.1. Misure strutturali e non strutturali***

Le misure strutturali da prevedere per il controllo dell'invarianza idraulica sono configurabili in:

- Opere di laminazione superficiali o sotterranee
- Opere di infiltrazione (trincee, pozzi, bacini, pavimentazioni permeabili, caditoie filtranti)
- Tetti e pareti verdi

Tra le misure non strutturali si ricordano:

- L'incentivazione delle misure di invarianza anche sul tessuto edilizio esistente
- Controllo e riduzione delle condizioni di rischio, quali misure di protezione civile e difese passive attivabili in tempo reale

## 4.2. *Misure relative agli ambiti di criticità*

Per ciascun ambito di criticità individuato vengono di seguito fornite le indicazioni preliminari per il controllo del principio di invarianza, relativamente alla situazione attuale, non essendo previsti nel PGT di Tovo Sant'Agata nuovi ambiti di trasformazione.

Si sottolinea come quanto segue deve essere considerato unicamente come suggerimento per i necessari studi di approfondimento e che i siti individuati per la localizzazione delle eventuali vasche di laminazione sono da considerare puramente indicativi, contemporanei o alternativi l'uno all'altro, sulla base dei progetti di invarianza dei singoli interventi

### 4.2.1. Punto 1-5

Per tale punto, sebbene non siano previsti nuovi ambiti di trasformazione, si suggerisce la creazione di una vasca di laminazione o interrata o superficiale, con tecniche di ingegneria naturalistica.

### 4.2.2. Punto 2

La prima misura che si suggerisce in via del tutto preliminare è l'adozione di misure strutturali configurabili nella riconversione dell'esistente vasca idraulica sulla Valle Maurina (che risulta essere sottodimensionata) come struttura di laminazione per il rispetto di invarianza idraulica e la contestuale realizzazione di una nuova vasca sul corso d'acqua a scopo di regimazione delle piene, anche al fine di eliminare l'area allagabile individuata sul fodnovalle

### 4.2.3. Punto n°3

Per il punto 3, sebbene le portate in gioco non siano significative e non siano previsti nuovi ambiti di trasformazione, si suggerisce la creazione di una vasca di laminazione preferibilmente interrata oppure la dismissione del punto di scarico ed il convogliamento nel recapito 4.

#### 4.2.4. Punto n°4

Per tale punto, anche in previsione del convogliamento del recapito 3, si suggerisce la creazione di una vasca di laminazione o interrata o superficiale, con tecniche di ingegneria naturalistica, tenendo per altro conto della presenza dell'area allagabile legata alla Valle Maurina

#### 4.2.5. Punto n°6

Per tale punto, si suggerisce l'eventuale localizzazione di una vasca di laminazione per il rispetto del principio di invarianza, la quale potrebbe essere dimensionata anche per il controllo dei deflussi sulle due valli di Gradera che recapitano nello stesso collettore.

## 5. **NORME**

Le Norme legate al principio di invarianza idraulica ed idrologica derivano dal 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), modificato dal Regolamento n° 8 del 19 aprile 2019.

Dallo stesso si riportano nelle Norme Geologiche di PGT lo stralcio degli articoli utili alla gestione del territorio.

Grosotto, luglio 2020

Dott. Geol. Da Prada Tiziana



The image shows a handwritten signature in black ink, which appears to be 'Tiziana Da Prada'. To the right of the signature is a blue circular professional stamp. The stamp contains the text 'ORDINE DEI GEOLOGI LOMBARDA' around the perimeter, 'DA PRADA TIZIANA' in the center, and 'n° 772' at the bottom.