

OGGETTO

Piano di Lottizzazione ATR.1 Te Brunetti  
Proposta II° stralcio

OTTOBRE 2024

16

**B.7** RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA-IDROLOGICA E GEOLOGICA

Arch. Roberto Vagni - progettista

Geom. Rodolfo Baraldi - direzione e coordinamento



RICHIEDENTE

**Tibre point s.r.l.**  
Società unipersonale

Via Sant'Eufemia n. 2 - Milano  
Codice Fiscale: 01991750207

UBICAZIONE IMMOBILE: COMUNE DI MANTOVA - Via Possevino

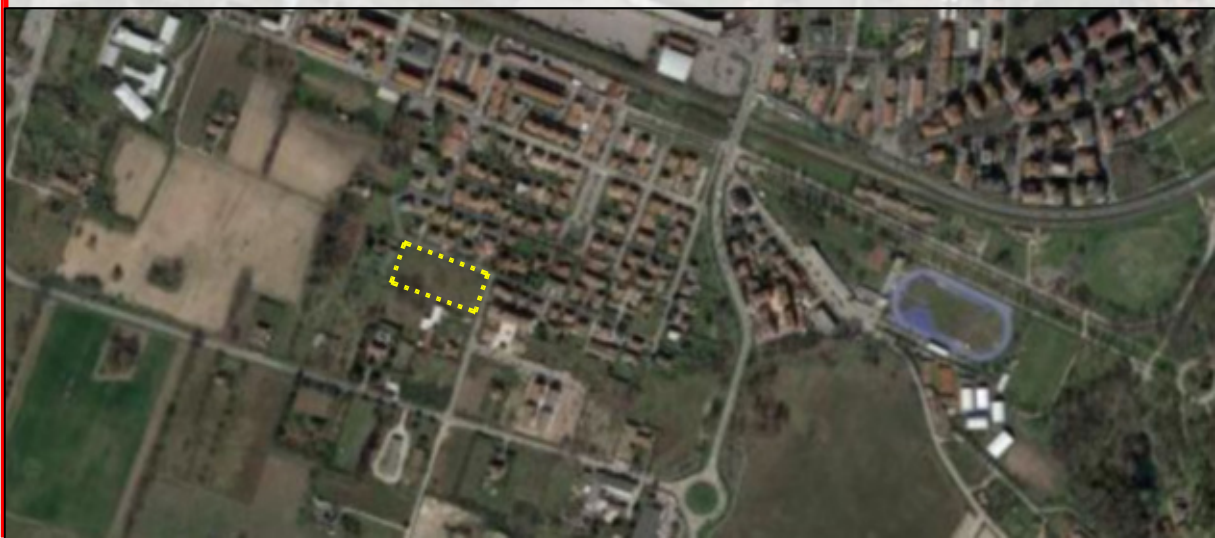
NCEU Foglio 82 | part. 321

Sede operativa:  
Via Giustiziani, 13  
46100 Mantova (MN)  
Tel.: 0376/326340  
Fax: 0376/362038

Sede legale:  
Via Imre Nagy, 58  
46100 Mantova (MN)

Recapiti mail:  
gsrl.mantova@gmail.com  
g.srl@pec.it

C.F. e P.IVA: 02592500207



COMUNE DI

**MANTOVA**

PROVINCIA DI MANTOVA



## **NUOVO PIANO DI LOTTIZZAZIONE POSSEVINO**

### **INVARIANZA IDRAULICA E IDROGEOLOGICA**

*(R.R. n.7 del 23 novembre 2017 e s.m.i.)*

#### **TECNICO**

Dott. Geol. Rosario Spagnolo

#### **COMMITTENTE**

Tibre Point srl

Dott. Geol. Rosario Salvatore Spagnolo

**GEOLOGIA TECNICA – IDROGEOLOGICA**

Via Stradella,35 – San Giorgio Bigarello (MN) 46051

46051 Tel.Fax. 0376.262759 – 338.2949637 – e-mail [studio@geologiaspagnolo.it](mailto:studio@geologiaspagnolo.it)

**San Giorgio Bigarello**

**Settembre 2024**

## INDICE DEI CAPITOLI

### Sommario

<b>A RELAZIONE TECNICA</b>	<b>1</b>
1 PREMESSA	1
2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE	4
3 VERIFICA SUPERFICIE IMPERMEABILE	5
4 STUDIO DEL PGT	6
5 VALUTAZIONE IDROLOGICHE	13
6 CONSIDERAZIONI IDRAULICHE E METODOLOGIA DI CALCOLO	16
7 CALCOLO DEL VOLUME DI LAMINAZIONE	17
8 SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE	21
9 TEMPO DI SVUOTAMENTO	23
10 CONCLUSIONI	24
<b>B. DOCUMENTAZIONE PROGETTUALE (ALLEGATO 1)</b>	<b>25</b>
<b>C. PIANO DI MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA</b>	<b>25</b>
<b>D. ALLEGATO E</b>	<b>26</b>

## **A RELAZIONE TECNICA**

---

### **1 PREMESSA**

---

La presente relazione è relativa alla definizione degli interventi atti a garantire il rispetto del principio di invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'art. 10 del R.R.7 del 23 novembre 2017 della Regione Lombardia e s.m.i., in vista del nuovo piano di lottizzazione denominato Possevino, in comune di Mantova (MN).

L'area di edificazione si trova nella sezione E7c4 della CTR ed è inserito catastalmente nell'estratto di mappa a scala 1:2.000, foglio 82 mappale 321.



La relazione descrive il dimensionamento degli elementi destinati allo smaltimento delle acque meteoriche e reflue e dei manufatti necessari alla laminazione delle portate meteoriche, al fine di rispettare l'invarianza idraulica.

Di seguito si riporta la planimetria di progetto:



Il progetto di invarianza idraulica si è articolata nelle seguenti fasi:

- Localizzazione dell'intervento con definizione area di criticità comunale ricadente
- Individuazione superficie impermeabile di copertura in progetto
- Definizione del coefficiente medio ponderale
- Verifiche idrologiche locali e stima del bilancio idrologico
- Definizione della superficie di invaso richiesta
- Proposte di dispersione delle acque all'interno della proprietà

L'indagine, ai sensi del D. M. 17.1.2018, della D.G.R. IX/2616 DEL 30.11.2011 e della D.G.R. 30.3.2016 N. X/5001, si prefigge i seguenti obiettivi:

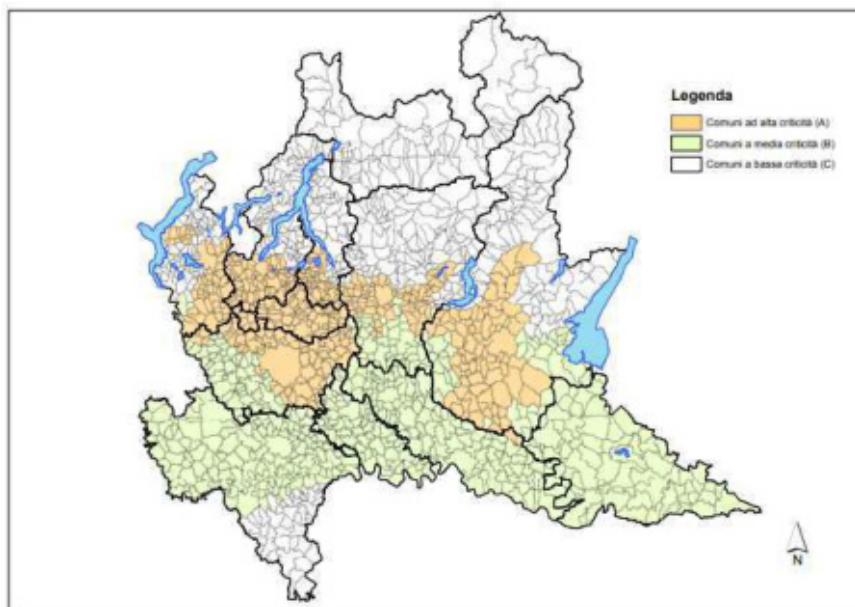
- valutare la situazione geologico-morfologica locale per verificare la stabilità dell'area;
- definire la natura e la stratigrafia dei terreni interessati dall'intervento;
- definire il livello della superficie piezometrica locale;

La verifica di compatibilità idraulica valuta l'ammissibilità degli interventi di trasformazione, considerando le interferenze con le pericolosità idrauliche presenti e la necessità di prevedere interventi per la mitigazione del rischio, indicandone l'efficacia in termini di riduzione della specifica pericolosità. Le norme contemplano altresì la previsione delle misure compensative, rivolte al perseguimento del principio dell'invarianza idraulica della trasformazione.

## 2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'intervento in progetto si trova nel Comune di Mantova. Ai sensi del R.R. del 19 aprile 2019, n. 8, il territorio Lombardo è stato suddiviso in tre ambiti in cui sono inseriti i comuni, in base alla criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua ricettori. Ad ogni comune è associata una criticità (Allegato C del R.R. del 19 aprile 2019, n.8):

- A- Alta criticità
- B- Media criticità
- C- Bassa criticità.



*Distribuzione Aree di criticità idraulica e idrologica Regione Lombardia*

L'area oggetto di studio è soggetta a trasformazione essendo un Piano di Lottizzazione pertanto, ai sensi dell'Art. 5 del R.R. 7 e s.m.i., sono da adottare i parametri utilizzati per le aree ricadenti in area di criticità A.

---

### 3 VERIFICA SUPERFICIE IMPERMEABILE

---

L'intervento in progetto prevede le seguenti nuove superfici impermeabili:

<b>Area impermeabile</b>	<b>859 mq (<math>\phi = 1</math>)</b>
<b>Area parcheggi drenanti</b>	<b>390 mq (<math>\phi = 0.7</math>)</b>
<b>Area verde area di laminazione</b>	<b>212.6 mq (<math>\phi = 0.3</math>)</b>
<b>Totale</b>	<b>1461.6 mq</b>

Ai sensi del R.R. n.8 e s.m.i. le verifiche idrauliche sono condotte attraverso diversi approcci progettuali a seconda della superficie dell'intervento:

1. Superficie fino a 300 m<sup>2</sup>
2. Superficie > 300 m<sup>2</sup> e < 1.000 m<sup>2</sup>
3. Superficie > 1.000 m<sup>2</sup> e < 10.000 m<sup>2</sup>
4. Superficie > 10.000 m<sup>2</sup> e < 100.000 m<sup>2</sup>
5. Superficie > 100.000 m<sup>2</sup>

**Nel nostro caso ci troviamo nel punto 3. Superfici comprese tra 1.000 e 10.000 m<sup>2</sup>**

Pertanto come prevede il R.R. con superfici comprese tra 1.000 e 10.000 m<sup>2</sup> si potrà utilizzare il Metodo delle sole piogge ai sensi dell'art. 11 Coma 2 del citato R.R.7.

---

## 4 STUDIO DEL PGT

---

### 4.1 RISCHIO IDRAULICO

Dall'analisi del PGT la zona interessata non presenta vincoli di carattere idraulico.



## ELEMENTI ANTROPICI E VINCOLI ALL'USO DEL TERRITORIO

	Area di tutela idrogeologica
	Attività estrattiva in essere
	Limite esterno della fascia A del PAI
	Limite esterno della fascia B del PAI
	Limite esterno della fascia C del PAI
	Limite di progetto tra la fascia B e la fascia C del PAI
	Perimetro esterno bacino del Fissero-Tartaro-Canalbianco
	Vincolo Art. 142 D.Lgs. 42/04 (ex L. 431/85)
	Fascia ad alto grado di tutela dei corsi d'acqua
	Stazione Enel
	Strada di grande traffico
	Centrale termoelettrica
	Discarica controllata per rifiuti di tipo industriale
	Area per infrastrutture portuali
Perimetrazione siti contaminati:	
	Laghi di Mantova e Polo chimico
	TEA S.p.A. - Vicolo Stretto
	Ex distributore ESSO - P.le Gramsci (Sito Bonificato)
	Chiesa S. M. d. Vittoria (Sito Bonificato)
	Villetta IES in strada Cipata
	Ex distributore ESSO - V.le Favorita
	Ex deposito idrocarburi Claipa spa (Sito Bonificato)
	Azienda Ospedaliera C. Poma (Sito Bonificato)
	Ex Scia p.le Porta Cerese (Sito Bonificato)
	AGIP - Via Legnago
	Ospedale, luogo di cura
	Cimitero con fascia di rispetto
	Manufatto idraulico
	Pozzi pubblici con zona di tutela assoluta e zona di rispetto
	Rete acquedottistica

## **4.2 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE**

Il Comune di Mantova ricade all'interno della media pianura, in un contesto territoriale in cui il paesaggio, dal punto di vista morfologico, è caratterizzato dalla presenza di forme poco evidenti. Tali forme sono essenzialmente legate a processi di origine fluvio-glaciali. Detta pianura si è formata come sandur proglaciale cioè come un'entità continua con lievi ma costanti variazioni delle caratteristiche topografiche, granulometriche, morfologiche e pedologiche (sandur prossimale, intermedio e distale).

La sua evoluzione è, pertanto, legata alla presenza di un imponente sistema glaciale che ha portato alla formazione del livello fondamentale della pianura successivamente inciso dai corsi d'acqua principali.

La pianura lombarda, in cui ricade il Comune di Mantova, rappresenta una delle maggiori riserve idriche europee. Infatti, la struttura idrogeologica del territorio è caratterizzata dalla presenza di potenti livelli acquiferi sfruttabili, in particolare nella media e nella bassa pianura.

Lo stato delle conoscenze, relativamente buono e chiaramente descritto nella Relazione Generale del Programma di Tutela e Uso delle Acque della Regione Lombardia, "Classificazione dello stato quantitativo dei corpi idrici sotterranei di pianura", consente di distinguere le seguenti aree idrogeologicamente importanti:

- Zona di ricarica delle falde: corrisponde alla parte settentrionale della pianura dove dominano le alluvioni oloceniche e sedimenti fluvioglaciali pleistocenici, a granulometria grossolana, e l'acquifero è praticamente ininterrotto da livelli poco permeabili. Detta area si estende quasi completamente a monte della fascia delle risorgive. In questa zona l'infiltrazione da piogge, nevi e irrigazioni, permette la ricarica tanto della prima falda come delle falde profonde.
- Zona di non infiltrazione alle falde: si trova sempre nella parte alta della pianura ma corrisponde alle aree in cui affiora la roccia impermeabile o dove è presente una copertura argillosa (depositi fluvioglaciali del Pleistocene medio e antico).

- Zona ad alimentazione mista: è ubicata nella zona centrale e meridionale della pianura, in cui le falde superficiali sono alimentate da infiltrazioni locali, ma non trasmettono tale afflusso alle falde più profonde, dalle quali sono separate da diaframmi poco permeabili. Si tratta dell'area corrispondente alla massima parte della pianura.
- Zona di interscambio tra falde superficiali e profonde si rinviene in corrispondenza dei corsi d'acqua principali, soprattutto del fiume Po.

Le caratteristiche idrogeologiche risultano strettamente dipendenti dalla natura dei depositi fluviali e fluvioglaciali in quanto le caratteristiche granulometriche condizionano il grado di permeabilità e di conseguenza le modalità della circolazione idrica sotterranea.

Le principali variazioni litologiche sono contraddistinte dalla progressiva prevalenza di terreni limoso-argillosi, che si verifica sia con l'aumento della profondità sia procedendo da nord verso sud. Gli acquiferi di maggiore potenzialità si trovano entro i primi 100 metri di profondità, sede di falde libere che traggono alimentazione per lo più dall'infiltrazione superficiale delle acque meteoriche e irrigue.

Più in profondità, si hanno ulteriori acquiferi sabbiosi o, più raramente, sabbioso-ghiaiosi con falde confinate, intercalati a prevalenti limi e argille, che traggono la loro alimentazione dalle aree poste più a nord e dallo scambio con gli acquiferi soprastanti, laddove i setti argillosi di separazione sono discontinui. Secondo la ricostruzione idrostratigrafica tradizionale nella pianura lombarda, facendo riferimento alle caratteristiche di permeabilità dei litotipi e alla loro disposizione geometrica, vengono identificati i seguenti complessi acquiferi principali:

#### Acquifero tradizionale:

E' l'acquifero superiore, comunemente sfruttato dai pozzi pubblici. La base di tale acquifero è generalmente definita dai depositi superficiali Villafranchiani (Pleistocene Inferiore).

A partire dalla media pianura esso risulta suddiviso, da un livello poco permeabile di spessore variabile, comunque, in aumento verso la bassa pianura, in un

acquifero superficiale generalmente freatico e nel sottostante acquifero tradizionale s.s., semiconfinato.

**Acquifero profondo:**

E'costituito dai livelli permeabili presenti all'interno dei depositi continentali del Pleistocene inferiore ed è a sua volta suddiviso in quattro corpi acquiferi minori (acquifero multistrato), separati da banchi argillosi anche molto spessi e continui.

Differentemente, secondo gli studi effettuati dalla Regione Lombardia, il bacino padano può essere suddiviso in quattro unità idrostratigrafiche (Gruppi Acquiferi A, B, C, D) separate da barriere impermeabili che si sviluppano a scala regionale.

Come evidenziato nello studio Regione Lombardia-Eni, nel territorio del Comune di Mantova, il Gruppo Acquifero A presenta una superficie basale impermeabile ad una profondità variabile: inferiore a 100 m da piano campagna, nella zona più settentrionale, e via via maggiore verso sud, dove raggiunge una profondità di quasi 200 m.

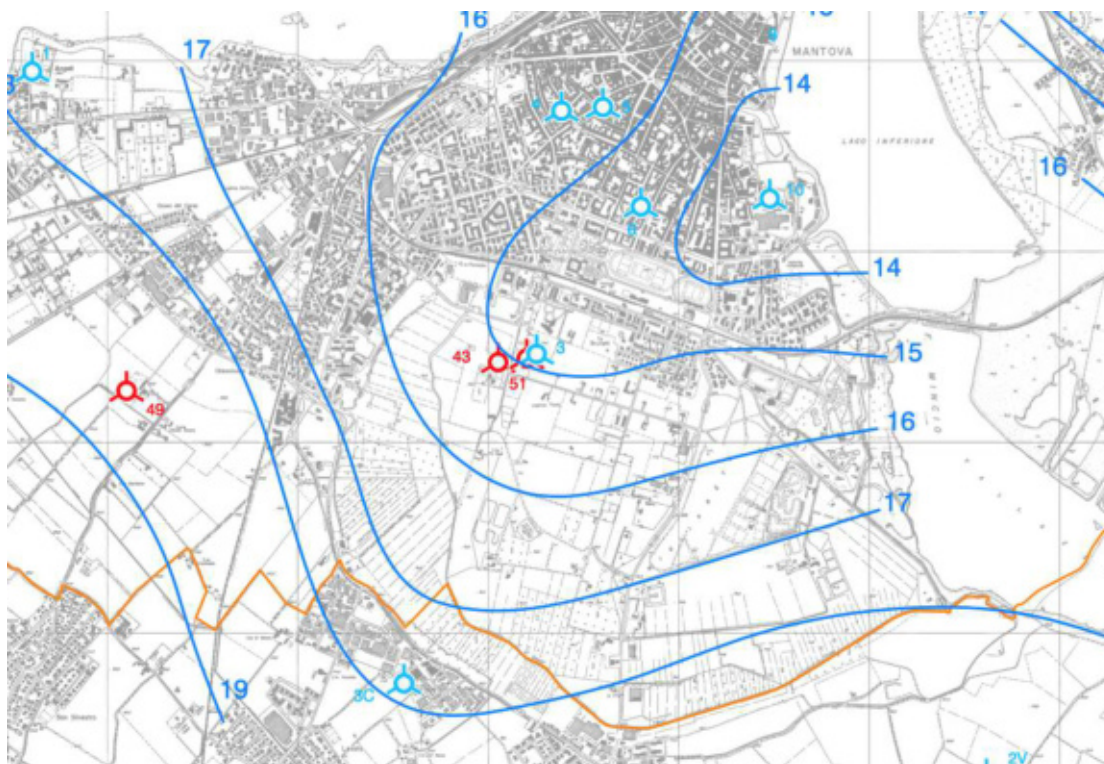
Nella stessa direzione si registra un aumento dello spessore cumulativo dei livelli poroso permeabili, il quale risulta sempre compreso tra 40 e 80 m.

Con riferimento alla ricostruzione idrostratigrafica tradizionale nella pianura lombarda, si può invece affermare che, per quanto concerne la zona in esame, l'acquifero utile è solo quello tradizionale in quanto quelli profondi risultano occupati da acque salate.




Dall'esame di tale elaborato grafico, si nota come almeno nei primi 80 m da piano campagna, siano dominanti i depositi a permeabilità elevata (depositi prevalentemente sabbioso-ghiaiosi), mentre i livelli a permeabilità bassa (depositi prevalentemente argilloso-limosi) presentino spessori modesti e risultino difficilmente correlabili tra le differenti verticali indagate.

Ne consegue che il primo acquifero si configura come un monostrato solo localmente compartimentato dagli orizzonti a minore permeabilità.

**La falda freatica viene intercettata a 3.5 m da p.c.**



#### LEGENDA IDROGEOLOGICA

	Pozzo della rete di controllo del chimismo delle acque sotterranee con numero d'ordine
	Pozzo della rete di controllo della piezometria con numero d'ordine (il simbolo * indica che il pozzo è utilizzato anche per il controllo del chimismo)
10	Numerazione progressiva di pozzi esistenti nel Comune di Mantova
2B	Numerazione progressiva di pozzi esistenti nei Comuni di Bagnolo San Vito (B), Borgoforte (Bo), Curtatone (C), Marmirolo (M), Porto Mantovano (P) e Virgilio (V)
	Isopieze riferite al l.m. con equidistanza di 1 m; rilievo luglio 2003

## 4.2 CARATTERISTICHE DI PERMEABILITA' DEL SITO

Al fine di determinare le caratteristiche della permeabilità dei terreni studiati è stata ricostruita la stratigrafia a seguito di studi pregressi realizzati in occasione della redazione della relazione geologica per la costruzione di detti edifici.

La successione litostratigrafia dell'area in esame è la seguente:

0.00 – 0.30        m    terreno vegetale  
0.30 – 8.00        m    deposito sabbioso

La falda la si rinviene a 3.50 m da p.c..

La determinazione del coefficiente di permeabilità K è stata effettuata tramite una prova di permeabilità tipo Lefranc a livello variabile, secondo le norme AGI 1977. Essa è stata realizzata durante l'esecuzione del sondaggio geognostico.

Si tratta di una prova puntuale la quale ha interessato lo strato di terreno compreso tra 0.40 m da p.c. fino al fondo scavo. Tra 0.4 e 3 m da p.c. si è costruita la lanterna entro la quale si è calcolata K, mentre la parte rimanente del foro è stata rivestita con tubo in PVC. L'esecuzione della prova consiste nel riempire con acqua pulita la parte vuota del tubo, ovvero la parte sopra falda. Quindi, all'istante in cui si sospende l'immissione dell'acqua si misura l'altezza del livello e si fa partire il contasecondi annotando ora e minuti di partenza. Poi successivamente, si eseguono le letture del livello a intervalli di tempo annotando sia il livello dell'acqua che il tempo di ciascuna lettura.

Il valore di K trovato è:

Sondaggio	Intervallo di prova (m dal p.c.)	Litozona	K (m/s)
S1	0.4-3.00	Deposito sabbioso	$0.5 \times 10^{-3}$

## 5 VALUTAZIONE IDROLOGICHE

Utilizzando il programma idrologico della Regione Lombardia (dati idrologici ARPA) sono stati calcolati i valori di pioggia intensa in mm/h utilizzando il coefficiente pluviometrico orario considerando l'area oggetto in studio.

*Valutazione Idrologiche con programma ARPA – Individuazione area in esame*



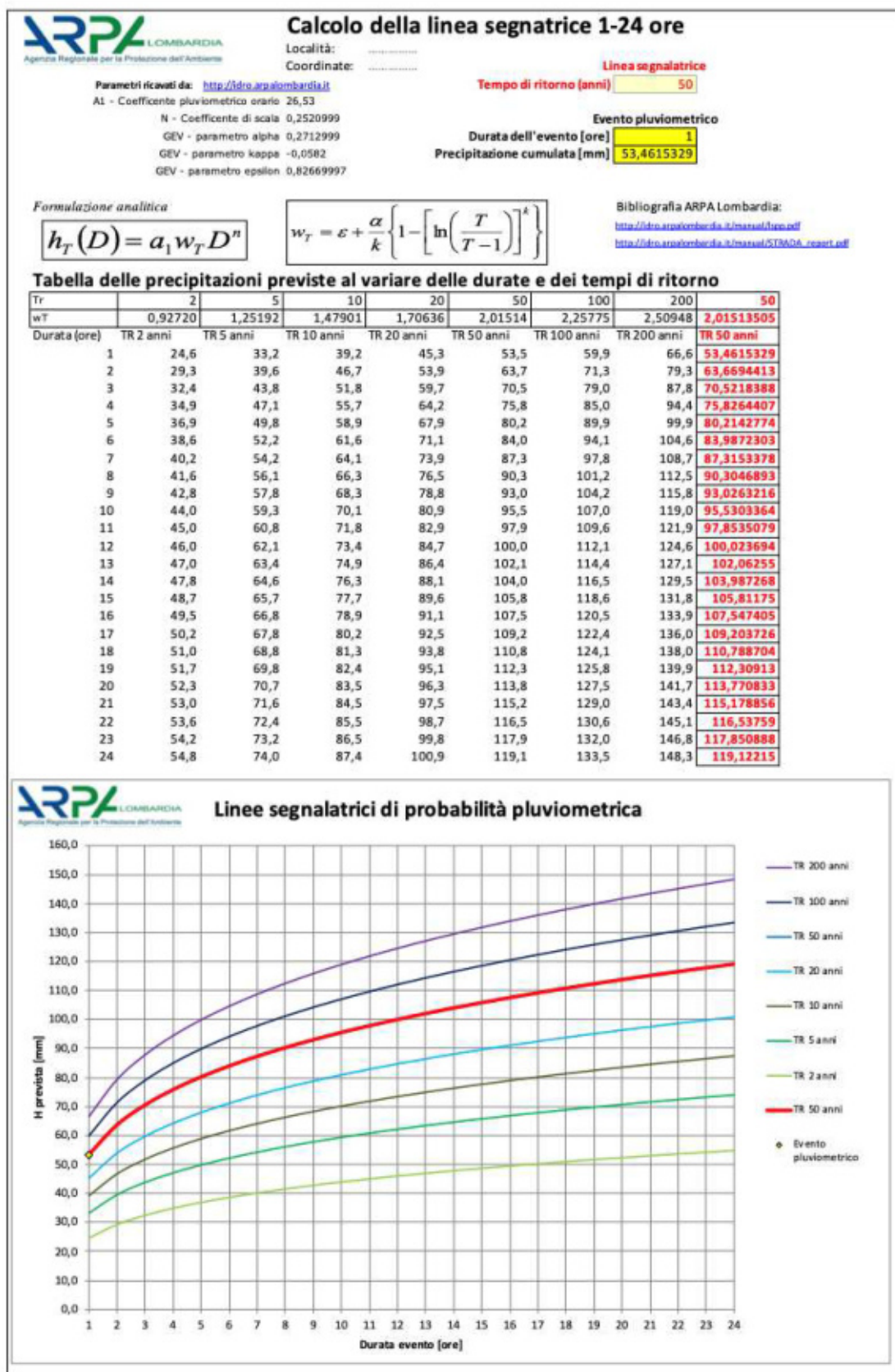
Livello: Parametri 1-24 ore	
A1 - Coefficiente pluviometrico orario	26.53
N - Coefficiente di scala	0.252
GEV - parametro alpha	0.2712
GEV - parametro kappa	-0.0582
GEV - parametro epsilon	0.826

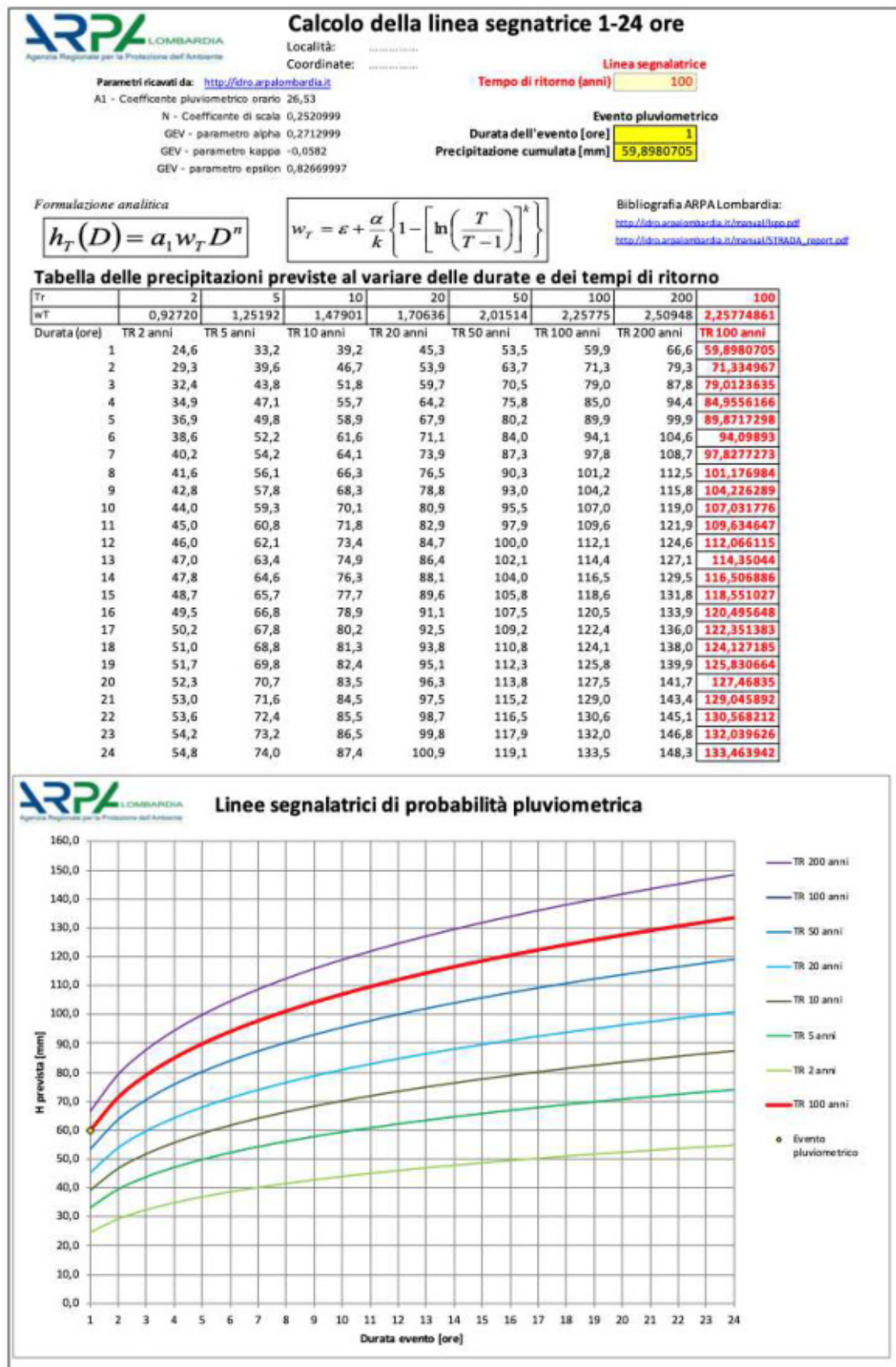
Di seguito si riportano i coefficienti ricavati con tempi di ritorno 50, 100 e 200 anni:

PIOGGIA INTENSA IN mm/h	
TEMPO DI RITORNO	
50	53.46
100	59.89
200	66.57

Di seguito si riportano la tabella di calcolo della linea segnalatrice 1-24 ore e il diagramma delle Linee Segnalatrici di probabilità pluviometrica tratto dal

programma idrologico di ARPA Lombardia per tempi di ritorno di 5-10-20-50-100 e 200 anni.





## 6 CONSIDERAZIONI IDRAULICHE E METODOLOGIA DI CALCOLO

Il calcolo del coefficiente di deflusso medio ponderale è il risultato della somma delle superfici scolanti impermeabili moltiplicate per il proprio coefficiente di deflusso.

$$\varphi = \frac{\varphi_{verde} \cdot A_{verde} + \varphi_{copertura} \cdot A_{copertura} + \varphi_{passaggi} \cdot A_{passaggi}}{A_{tot.}}$$

Coefficienti di deflusso:

$\Phi = 1$  per le superfici impermeabili

$\Phi = 0.7$  per pavimentazioni drenanti o semipermeabili

$\Phi = 0.3$  per aree permeabili di qualsiasi tipo

$\Phi = 0$  per superfici incolte o di uso agricolo

Coefficiente di deflusso medio ponderale:

	SUPERFICIE IMPERMEABILE MQ (Φ=1)	SUPERFICIE PERMEABILE MQ (Φ=0.7)	SUPERFICIE PERMEABILE* MQ (Φ=0.7)	Φ	SUPERFICIE TOTALE
P.L.	859	390	212.6	0,87	1461.6
P.L.	859	273	148.82		1280.82
					SUP.EQUIVALENTE

\*Area utilizzata come vasca di laminazione / infiltrazione

Confrontando i dati pluviometrici locali e le valutazioni idrologiche di Arpa Lombardia sono state calcolate le portate massime di accumulo dell'acqua derivante dalla superficie impermeabile in progetto considerando le superfici delle diverse unità.

Si può determinare la classe di intervento e la metodologia di calcolo da applicare al nostro progetto.

Classe d'intervento: 2 impermeabilizzazione potenziale media

Modalità di calcolo: Metodo delle sole piogge

## 7 CALCOLO DEL VOLUME DI LAMINAZIONE

### RICHIAMI TEORICI

Nel caso di “Impermeabilizzazione potenziale media” in ambiti territoriali a criticità alta o media si può adottare il metodo delle sole piogge.

Il “Metodo delle sole piogge” si basa sulle seguenti assunzioni:

□ l'onda entrante dovuta alla precipitazione piovosa  $Q_e(t)$  nell'invaso di laminazione è un'onda rettangolare avente durata  $D$  e portata costante  $Q_e$  pari al prodotto dell'intensità media di pioggia, dedotta dalla curva di possibilità pluviometrica valida per l'area oggetto di calcolo in funzione della durata di pioggia, per la superficie scolante impermeabile dell'intervento afferente all'invaso; con questa assunzione si ammette che, data la limitata estensione del bacino scolante, sia trascurabile l'effetto della trasformazione afflussi-deflussi operata dal bacino e dalla rete drenante afferente all'invaso. Conseguentemente l'onda entrante nell'invaso coincide con la precipitazione piovosa sulla superficie scolante impermeabile dell'intervento. La portata costante entrante è quindi pari a:

$$Q_e = S \cdot \phi \cdot a \cdot D^{n-1}$$

e il volume di pioggia complessivamente entrante è pari a:

$$W_e = S \cdot \phi \cdot a \cdot D^n$$

in cui  $S$  è la superficie scolante del bacino complessivamente afferente all'invaso, è il coefficiente di deflusso medio ponderale del bacino medesimo calcolabile con i valori standard esposti nell'articolo 11, comma 2, lettera d) del regolamento (quindi  $S \cdot \phi$  è la superficie scolante impermeabile dell'intervento),  $D$  è la durata di pioggia,  $a = a_1 w_T$  e  $n$  sono i parametri della curva di possibilità pluviometrica (desunti da ARPA Lombardia) espressa nella forma:

$$h = a \cdot D^n = a_1 \cdot w_T \cdot D^n$$

□ l'onda uscente  $Q_u(t)$  è anch'essa un'onda rettangolare caratterizzata da una portata costante  $Q_{u,lim}$  (laminazione ottimale) e commisurata al limite prefissato in aderenza alle indicazioni sulle portate massime ammissibili di cui all'articolo 8 del regolamento. La portata costante uscente è quindi pari a:

$$Q_{u,\text{lim}} = S \cdot u_{\text{lim}}$$

e il volume complessivamente uscito nel corso della durata  $D$  dell'evento è pari a:

$$W_u = S \cdot u_{\text{lim}} \cdot D$$

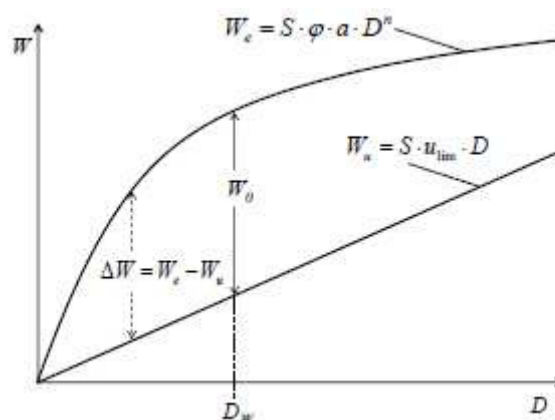
in cui  $u_{\text{lim}}$  è la portata specifica limite ammissibile allo scarico, di cui all'articolo 8 comma 1 del regolamento.

Sulla base di tali ipotesi semplificative il volume di laminazione è dato, per ogni durata di pioggia considerata, dalla differenza tra i volumi dell'onda entrante e dell'onda uscente calcolati al termine della durata di pioggia. Conseguentemente, il volume di dimensionamento della vasca è pari al volume critico di laminazione, cioè quello calcolato per l'evento di durata critica che rende massimo il volume di laminazione.

Quindi, il volume massimo  $\Delta W$  che deve essere trattenuto nell'invaso di laminazione al termine dell'evento di durata generica  $D$  (invaso di laminazione) è pari a:

$$\Delta W = W_e - W_u = S \cdot \varphi \cdot a \cdot D^n - S \cdot u_{\text{lim}} \cdot D$$

La figura seguente mostra graficamente la curva  $W_e(D)$ , concava verso l'asse delle ascisse, in aderenza alla curva di possibilità pluviometrica, e la retta  $W_u(D)$  e indica come la distanza verticale  $\Delta W$  tra tali due curve ammetta una condizione di massimo che individua così l'evento di durata  $D_W$  critica per la laminazione.



Esprimendo matematicamente la condizione di massimo, ossia derivando rispetto alla durata  $D$  la differenza  $\Delta W = W_e - W_u$ , si ricava la durata critica  $D_w$  per l'invaso di laminazione e di conseguenza il volume di laminazione  $W_0$ :

$$D_w = \left( \frac{Q_{u,lim}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$W_0 = S \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - Q_{u,lim} \cdot D_w$$

Se si considerano per le varie grandezze le unità di misura solitamente utilizzate nella pratica:

$W_0$	in [m <sup>3</sup> ]
$S$	in [ha]
$a$	in [mm/ora <sup>n</sup> ]
$\theta$	in [ore]
$D_w$	in [ore]
$Q_{u,lim}$	in [l/s]

le equazioni diventano:

$$D_w = \left( \frac{Q_{u,lim}}{2.78 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$W_0 = 10 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - 3.6 \cdot Q_{u,lim} \cdot D_w$$

Introducendo in esse la portata specifica di scarico  $u_{lim} = Q_{u,lim}/S$  (in l/s per ettaro) e il volume specifico di invaso  $w_0 = W_0/S$  (in m<sup>3</sup>/ha) si ha:

$$D_w = \left( \frac{u_{lim}}{2.78 \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$w_0 = 10 \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - 3.6 \cdot u_{lim} \cdot D_w$$

Si osservi che il parametro  $n$  (esponente della curva di possibilità pluviometrica) da utilizzare nelle equazioni precedenti deve essere congruente con la durata  $D_w$  risultante dal calcolo, tenendo conto che il valore di  $n$  è generalmente diverso per le durate inferiori all'ora, per le durate tra 1 e 24 ore e per le durate maggiori di 24 ore.

---

Calcolo del volume  $W_0$ : Metodo delle sole piogge

**Piano di lottizzazione**

$S = 0,1462 \text{ ha}$     $A_1 = 26.53 \text{ mm/ora}^n$     $n = 0,252$     $\phi = 0.87$     $u_{\text{lim}} = 10 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$  (limite per Area A)

$$W_t = 2.01$$

$$a = W_t \times A_1 = 53.46 \text{ mm/h}$$

$$Q_{u,\text{lim}} = S \cdot \phi \cdot u_{\text{lim}} = 1.28 \text{ l/s}$$

$$D_w = Q_{u,\text{lim}} / (2,78 \cdot S \cdot \phi \cdot a \cdot n)^{(1/n-1)} = 5.84 \text{ h}$$

**Volume invaso**

$$W_0 = 10 \cdot S \cdot \phi \cdot a \cdot D_w^n - 3,6 \cdot Q_{u,\text{lim}} \cdot D_w = \underline{\underline{80 \text{ mc}}}$$

Verifica del requisito minimo:

Occorre infine confrontare il valore di laminazione ottenuto dal calcolo con i volumi minimi definiti dall'art. 12 del Regolamento (800 mc per aree A)

Requisito minimo per l'ambito territoriale A = 800 mc/ha<sub>imp</sub>

Volume specifico per il caso in esame  $w_0 = W_0 / S \cdot \phi = \mathbf{623 \text{ mc} / \text{ha}_{\text{imp}} < 800}$

Il volume del invaso è inferiore al volume derivante dal parametro di requisito minimo (articolo 12 del regolamento) pari a 800 m<sup>3</sup>/ha<sub>imp</sub> per aree di alta criticità; è quindi necessario adottare il seguente volume per il progetto:

$$w_0 = 800 \times 0.1281 = 102.5 \text{ mc}$$

**Verifica franchi di sicurezza**

**Volume Tr 100 anni: 92 mc < 102.5 mc**

## 8 SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE

Si è proceduto ad analizzare l'intervento nella propria globalità identificando la posizione in cui realizzare le opere di laminazione delle portate meteoriche. La soluzione adottata prevede la costruzione di un sistema misto composto da n.3 pozzi perdenti ed una vasca di laminazione / infiltrazione naturale di tipo verde.

Pozzi perdenti:

- Diametro  $\varnothing = 1.5$  m;
- Altezza pozzo: 2 m;
- Altezza totale scavo 2.5 m;
- Diametro  $\varnothing$  scavo per pozzo = 2.5 m;
- Spessore ghiaione esterno al perdente 0.5m;
- Spessore ghiaione sottostante al perdente 0.5m.

Volume pozzo = 3.53 mc

**Volume per 3 pozzi: 10.5 mc**

**Volume restante: 92 mc**

**Vasca di laminazione infiltrazione naturale**

**Area: 212 mq**

**Profondità media utile (dal fondo tubo): 45 cm**

**Volume invaso in progetto: 95 mc > 92 mc da laminare**

Tipo invaso	mc
n. 3 pozzi perdenti	10.50
Vasca di laminazione/infiltrazione	95
Mc invasi in progetto	105.5
Mc volume calcolato con tr 100 anni verificato con i requisiti minimi	102.5 < 105.5 mc invaso in progetto

**VERIFICA IDRAULICA DELLA RETE DI DRENAGGIO**

Si procede alla verifica idraulica delle tubazioni di raccolta delle acque meteoriche da recapitare nei pozzi perdenti e nella vasca di laminazione / infiltrazione, ai fini della quantificazione della portata massima transitante nelle medesime.

In particolare verrà considerato solamente il tratto interessato dalla massima portata in quanto è previsto che l'intera rete di raccolta sia realizzata con tubazioni in PVC di diametro nominale 150 mm e pendenza 0.1%.

**Tratto interessato dalla portata maggiore**

Le tubazioni sono caratterizzate dalle seguenti caratteristiche:

Superficie impermeabile afferente	1462
Diametro netto interno	150 mm
Diametro netto interno	140 mm
materiale	PVC
pendenza	1 ‰
K <sub>Strickler</sub>	120 m/s <sup>1/3</sup>

Considerando la sezione di chiusura della porzione di rete di drenaggio afferente alla tubazione oggetto di verifica e considerando, a titolo cautelativo, la curva di possibilità pluviometrica definita dal R.R. n. 7/2017 e s.m.i., associata ad un tempo di ritorno T= 100 anno, si ottiene quanto segue:

$$h' = a \cdot D^{(n-1)} = a1 \cdot D^{(n-1)} = 59.89 \cdot 0.266 \text{ ora} = 15.93 \text{ mm/ora}$$

Quindi la portata massima risulta (T= 100 anni)

$$Q = 1462 \times 15.93 = 6.46 \text{ l/s}$$

**RISULTATI DELLA VERIFICA IDRAULICA DELLE TUBAZIONI**

In funzione della portata massima di progetto è stata eseguita la verifica idraulica delle tubazioni, considerando il rapporto di riempimento della condotta al 50% e con una pendenza dello 0.1% le caratteristiche di moto nei tratti di tubazione sono state calcolate mediante la formula Chezy e coefficiente di scabrezza secondo Strickler pari a 120 m<sup>1/3</sup>/s per il PVC: 11.87 l/s

Pertanto:

$$Q = 6.46 \text{ l/s} < 11.87 \text{ l/s}$$

## 9 TEMPO DI SVUOTAMENTO

Considerato il tipo di suolo facendo riferimento alla seguente tabella:

tipo di terreno	$f_0$ [mm/h]	$f_\infty$ [mm/h]	$k$ [h <sup>-1</sup> ]
<b>A) Terreno con scarsa potenzialità di deflusso.</b> Comprende forti spessori di sabbie con scarsissimo limo e argilla; anche forti spessori di ghiaie profonde, molto permeabili	250	25.4	2
<b>B) Terreno con potenzialità di deflusso moderatamente bassa</b> 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.	200	12.7	2
<b>C) Potenzialità di deflusso moderatamente alta.</b> Comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali, anche se meno che nel gruppo D. Il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.	125	6.3	2
<b>D) Potenzialità di deflusso molto alta.</b> Comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza della superficie.	76	2.5	2

Si valuta la portata d'infiltrazione dell'area della trincea, considerando una capacità d'infiltrazione asintotica stimata in base alla natura del suolo sottostante, quindi con una portata d'infiltrazione di:

**Area vasca di laminazione/infiltrazione: 212 mq**

**$Q_{inf} = 1.49$  l/s per una superficie pari a 212 mq**

**$T_{svuot} = (92 \cdot 1000) / 1.49 = 18$  ore < 48 ore** (limite di 48 ore fissato nell'articolo 11, comma 2, lettera f) dal R.R. n.7 del 23 novembre 2017).

### **Pozzi perdenti**

Portata infiltrata di 1 pozzo perdente:

$$Q_i = 10^{-3} / 2 \cdot [(1.5 + 2)^2 - 1.5^2] \cdot 3.14 / 4 = 3.92 \text{ l/s}$$

**$T_{svuot} = (3.5 \cdot 1000) / 3.92 = < 1$  ora < 48 ore** (limite di 48 ore fissato nell'articolo 11, comma 2, lettera f) dal R.R. n.7 del 23 novembre 2017 e s.m.i.)

## **10 CONCLUSIONI**

---

Considerando la situazione litostratigrafica locale con la presenza del substrato prevalentemente sabbioso con un'alta capacità drenante e una piezometrica di 3.50 m da p.c. si potrà prevedere la realizzazione di un sistema misto di raccolta composto da n.3 pozzi perdenti ed una vasca di laminazione/infiltrazione naturale. Attraverso una rete di drenaggio le acque dei pluviali delle superfici impermeabili e della viabilità interna saranno convogliate verso i pozzi perdenti e la vasca di laminazione/infiltrazione.

Il volume di laminazione risulta superiore al volume di laminazione derivante dal calcolo con un tempo di ritorno pari a 100 anni e rispetta il volume minimo di cui l'art. 12 del regolamento.

Seguendo le indicazioni del R.R. 7/2017 e s.m.i. della Regione Lombardia, sono stati calcolati:

- le superfici impermeabili;
- le precipitazioni di progetto;
- i volumi di laminazione;
- le portate di infiltrazione dell'opera disperdente;
- i tempi di svuotamento
- i franchi di sicurezza con tempo di ritorno 100 anni

Tutti gli elementi esaminati sono risultati conformi ai requisiti previsti dal regolamento.

San Giorgio Bigarello, Settembre 2024

IL TECNICO

Dott. Geol. Rosario Spagnolo

## **B. DOCUMENTAZIONE PROGETTUALE (ALLEGATO 1)**

---

### **ALLEGATO 1**

## **C. PIANO DI MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA**

---

Il presente allegato definisce l'insieme delle informazioni atte a permettere la manutenzione dell'intervento da realizzare nonché a fornire elementi utili a limitare i danni da un utilizzo improprio consentendo di eseguire le operazioni atte alla conservazione.

Le procedure e le indicazioni fornite nel presente documento sono redatte per portare a conoscenza del servizio di gestione quegli aspetti particolari e specifici, caratteristici dell'intervento progettato.

Il presente manuale di manutenzione andrà integrato dall'impresa esecutrice dei lavori con i manuali di manutenzione specifici di ogni sua parte.

#### Attività di manutenzione per la trincea di laminazione/infiltrazione

- Pulizia scorrimento
- Rimozione di eventuali accumuli di sedimenti o fanghi dal fondo

#### Per le altre componenti dell'impianto:

- pulizia rifiuti;
- rimozione detriti;
- taglio selettivo delle specie vegetali;
- controllo di eventuali specie infestanti;
- eliminazione di problemi di scorrimento e/o intasamento;
- ispezione. controllo dell'efficienza

Gli interventi di manutenzione straordinaria da svolgere successivamente al riscontro di malfunzionamenti e sempre successivamente al verificarsi di eventi straordinari che abbiano danneggiato in tutto o in parte gli impianti di drenaggio.

- pulizia e smaltimento rifiuti;
- rimozione e smaltimento detriti;
- risoluzione di problemi di intasamento;

- ispezione, controllo dell'efficienza e sostituzione di eventuali componenti.

## **D. ALLEGATO E**

---

Asseverazione in merito alla conformità del progetto ai contenuti del R.R. 8 del 2019.

La presente asseverazione è in allegato alla relazione con firma digitale.

**ASSEVERAZIONE DEL PROFESSIONISTA IN MERITO ALLA CONFORMITÀ DEL PROGETTO AI CONTENUTI DEL REGOLAMENTO**
**DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DELL'ATTO DI NOTORIETÀ**
**(Articolo 47 d.p.r. 28 dicembre 2000, n. 445)**

La/Il sottoscritta/o ROSARIO SALVATORE SPAGNOLO.....  
 nata/o a CATTOLICA ERACLEA (AG)..... il 12/09/1967.....  
 residente a SAN GIORGIO BIGARELLO (MN).....  
 in via STRADELLA..... n. 35.....  
 iscritta/all' [ ] Ordine [ ] Collegio dei ...GEOLOGI..... della Provincia di .....  
 Regione LOMBARDIA..... n. 1174.....  
 incaricata/o dal/i signor/i TIBRE POINT SRL.....in qualità di  
 [ ] proprietario, [ ] utilizzatore [ ] legale rappresentante del .....  
 di redigere il *Progetto di invarianza idraulica e idrologica* per l'intervento di NUOVO PIANO DI LOTTIZZAZIONE POSSEVINO  
 sito in Provincia di MANTOVA  
 Comune di MANTOVA  
 in via/piazza POSSEVINO  
 Foglio n. 82 Mappale n. 321

**In qualità di tecnico abilitato, qualificato e di esperienza nell'esecuzione di stime idrologiche e calcoli idraulici**

**Consapevole che in caso di dichiarazione mendace sarà punito ai sensi del Codice Penale secondo quanto prescritto dall'articolo 76 del succitato D.P.R. 445/2000 e che, inoltre, qualora dal controllo effettuato emerga la non veridicità del contenuto di taluna delle dichiarazioni rese, decadrà dai benefici conseguenti al provvedimento eventualmente emanato sulla base della dichiarazione non veritiera (articolo 75 D.P.R. 445/2000);**

**DICHIARA**

- ☐ che il comune di MANTOVA (MN), in cui è sito l'intervento, ricade all'interno dell'area:  
☐ A: ad alta criticità idraulica  
☐ B: a media criticità idraulica  
☐ C: a bassa criticità idraulica

oppure

- ☒ che l'intervento ricade in un'area inserita nel PGT comunale come ambito di trasformazione e/o come piano attuativo previsto nel piano delle regole e pertanto di applicano i limiti delle aree A ad alta criticità  
☐ che la superficie interessata dall'intervento è minore o uguale a 300 m<sup>2</sup> e che si è adottato un sistema di scarico sul suolo, purché non pavimentato, o negli strati superficiali del sottosuolo e non in un ricettore, salvo il caso in cui questo sia costituito da laghi o dai fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio, Chiese e Mincio (art. 12, comma 1, lettera a)  
☒ che per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica e idrologica è stata considerato la portata massima ammissibile per l'area (A/B/C/ambito di trasformazione/piano attuativo)....., pari a:  
☒ 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento  
☐ 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento  
☐ ..... l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento, derivante da limite imposto dall'Ente gestore del ricettore .....  
☒ che l'intervento prevede l'infiltrazione come mezzo per gestire le acque pluviali (in alternativa o in aggiunta all'allontanamento delle acque verso un ricettore), e che la portata massima infiltrata dai sistemi di infiltrazione realizzati è pari a 1.4 - 3.92 l/s, che equivale ad una portata infiltrata pari a 70.5 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento  
☐ che, in relazione all'effetto potenziale dell'intervento e alla criticità dell'ambito territoriale (rif. articolo 9 del regolamento), l'intervento ricade nella classe di intervento:  
☐ Classe «0»  
☐ Classe «1» Impermeabilizzazione potenziale bassa  
☒ Classe «2» Impermeabilizzazione potenziale media  
☐ Classe «3» Impermeabilizzazione potenziale alta  
☐ che l'intervento ricade nelle tipologie di applicazione dei requisiti minimi di cui:  
☐ all'articolo 12, comma 1 del regolamento  
☐ all'articolo 12, comma 2 del regolamento  
☒ di aver redatto il *Progetto di invarianza idraulica e idrologica* con i contenuti di cui:  
☒ all'articolo 10, comma 1 del regolamento (casi in cui non si applicano i requisiti minimi)  
☐ all'articolo 10, comma 2 e comma 3, lettera a) del regolamento (casi in cui si applicano i requisiti minimi)  
☒ di aver redatto il *Progetto di invarianza idraulica e idrologica* conformemente ai contenuti del regolamento, con particolare riferimento alle metodologie di calcolo di cui all'articolo 11 del regolamento;

**ASSEVERA**

- ☒ che il *Progetto di invarianza idraulica e idrologica* previsto dal regolamento (articoli 6 e 10 del regolamento) è stato redatto nel rispetto dei principi di invarianza idraulica e idrologica, secondo quanto disposto dal piano di governo del territorio, dal regolamento edilizio e dal regolamento;
- ☐ che le opere di invarianza idraulica e idrologica progettate garantiscono il rispetto della portata massima ammissibile nel ricettore prevista per l'area in cui ricade il Comune ove è ubicato l'intervento;
- ☒ che la portata massima scaricata su suolo dalle opere realizzate è compatibile con le condizioni idrogeologiche locali;
- ☐ che l'intervento ricade nell'ambito di applicazione dell'art. 12, comma 1, lettera a) del regolamento;
- ☐ che l'intervento ricade nell'ambito di applicazione della monetizzazione (art. 16 del regolamento), e che pertanto è stata redatta la dichiarazione motivata di impossibilità di cui all'art. 6, comma 1, lettera d) del regolamento, ed è stato versato al comune l'importo di € .....

**Dichiara infine di essere informato, ai sensi e per gli effetti di cui all'articolo 13 del Dlgs 196 del 30 giugno 2003, che i dati personali raccolti saranno trattati, anche con strumenti informatici, esclusivamente nell'ambito del procedimento per il quale la presente dichiarazione viene resa.**

SAN GIORGIO BIGARELLO 19/09/2024

**Il Dichiarante**

.....

Ai sensi dell'articolo 38, D.P.R. 445 del 28 dicembre 2000, così come modificato dall'articolo 47 del d. lgs. 235 del 2010, la dichiarazione è sottoscritta dall'interessato in presenza del dipendente addetto ovvero sottoscritta e presentata unitamente a copia fotostatica non autenticata di un documento di identità del sottoscrittore. La copia fotostatica del documento è inserita nel fascicolo. La copia dell'istanza sottoscritta dall'interessato e la copia del documento di identità possono essere inviate per via telematica.

La mancata accettazione della presente dichiarazione costituisce violazione dei doveri d'ufficio (articolo 74 comma D.P.R. ).