

Progetto di nuovi edifici residenziali  
e opere di urbanizzazione

Progetto di invarianza idraulica  
e idrologica

R.R. n. 8/2019

Relazione tecnica



**Area**  
**Studi Ambientali**

Dott. Geol. Alessandro Ciarmiello

Via Massimo D'Azeglio, 27 – 22020 Faloppio (CO)  
Tel. +39 (031) 987 222  
areastudi@gmail.com

11.2024

## SOMMARIO

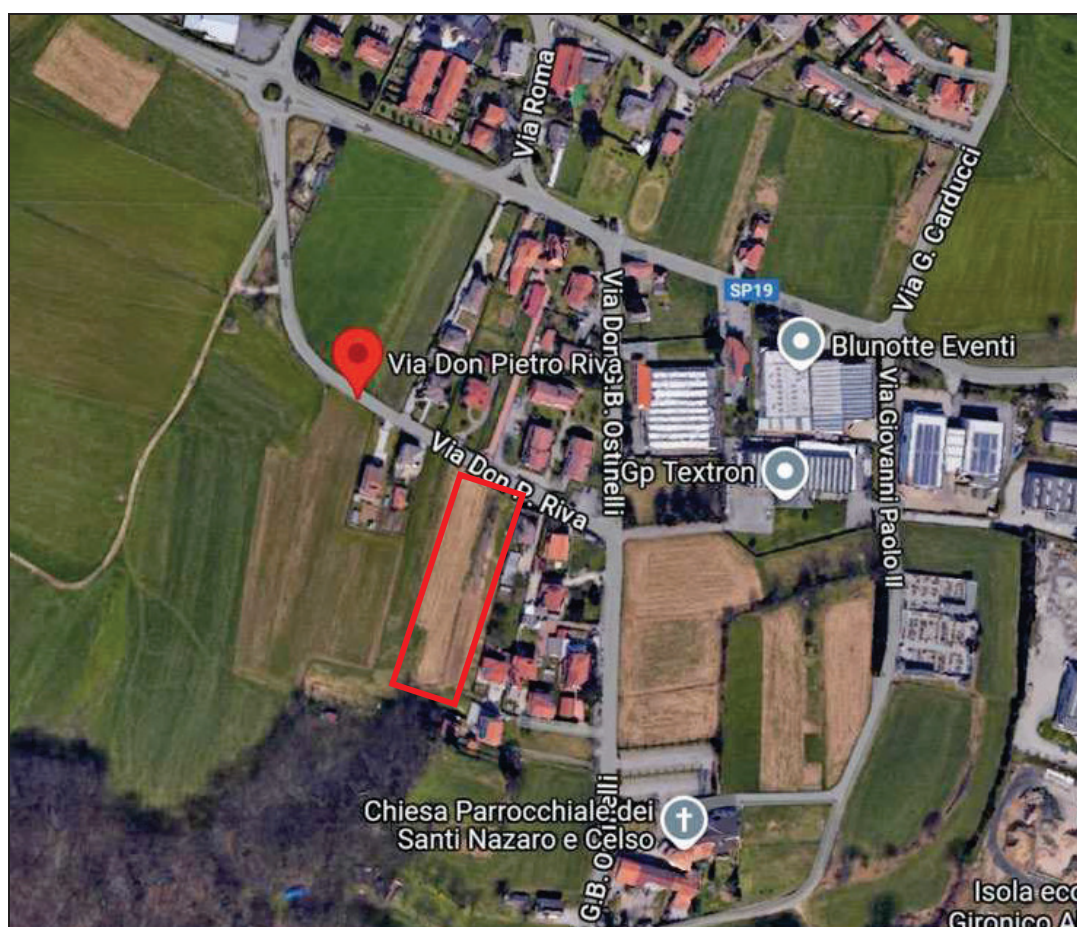
|                                                                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. INTRODUZIONE .....                                                                                                      | 2  |
| 2. ANALISI DELLE CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE E IDROGEOLOGICHE DEL SITO .....                                            | 4  |
| <i>Caratteri geologici e geomorfologici</i> .....                                                                          | 4  |
| <i>Caratteri idrologici e idrogeologici locali</i> .....                                                                   | 5  |
| <i>Vincoli di carattere geologico</i> .....                                                                                | 7  |
| 3. DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DI PERMEABILITA' DEL TERRENO .....                                                 | 9  |
| 4. CALCOLO PRECIPITAZIONI DI PROGETTO .....                                                                                | 11 |
| 5. CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO MEDIO PONDERALE .....                                                              | 12 |
| 6. CALCOLO DEL VOLUME DI LAMINAZIONE .....                                                                                 | 13 |
| <i>Metodo dettagliato</i> .....                                                                                            | 13 |
| 7. DEFINIZIONE E VERIFICA DELLE OPERE NECESSARIE ALLA LAMINAZIONE E<br>SMALTIMENTO DELL'EVENTO PLUVIOMETRICO CRITICO ..... | 16 |
| <i>Verifica dei volumi di laminazione</i> .....                                                                            | 16 |
| 8. CALCOLO DEL TEMPO DI SVUOTAMENTO DELLE OPERE DI LAMINAZIONE .....                                                       | 18 |
| <i>Stima della dispersione nel terreno- trincee</i> .....                                                                  | 18 |
| 9. PIANO DI MANUTENZIONE DELLE OPERE DI LAMINAZIONE .....                                                                  | 20 |
| <i>Manutenzione ordinaria</i> .....                                                                                        | 20 |
| <i>Manutenzione straordinaria</i> .....                                                                                    | 20 |
| <i>Programma di manutenzione ordinaria</i> .....                                                                           | 21 |

## ALLEGATI

- 1 Curve segnalatrici di possibilità pluviometrica (ARPA Lombardia) T=50 anni

## 1. INTRODUZIONE

Questo documento costituisce la relazione tecnica a supporto del Progetto di invarianza idraulica e idrologica, ai sensi del R.R. 23 novembre 2017, n.7, aggiornato con il R.R. 19 aprile 2019 n.8, a corredo del progetto delle opere di urbanizzazione dell'Ambito di riqualificazione residenziale – RFR 2G – Via Don Pietro Riva, Fraz. Gironico, Colverde (CO). Si può constatare dall'immagine aerea in Fig. 1 l'ubicazione dell'area.



**Fig. 1** - Estratto ortofotografia con area di indagine

Al fine di approfondire la conoscenza del sottosuolo, oltre alla consultazione della Componente geologica del PGT vigente e ai rilievi geologici nell'area di interesse e nel suo intorno, sono state realizzate due prove di infiltrazione, specificatamente dedicate alla determinazione del coefficiente di permeabilità del sottosuolo, ai fini dell'applicazione R.R. sopra citato.

Allo scopo dell'attuazione del principio di invarianza idraulica e idrologica sono stati determinati in via preliminare l'ambito territoriale di riferimento e il tipo di intervento sulla base dei criteri stabiliti dal Regolamento regionale. Con riferimento alla Tab. 1 allegata al regolamento, il settore di interesse ricade nella classe di intervento 2, corrispondente a "Impermeabilizzazione potenziale MEDIA" (superficie compresa tra 0,1 e 1 ha, coefficiente di deflusso medio ponderale qualsiasi).

In base all'Art. 7 del R.R. sopra citato (Cfr. All. C) l'intervento ricade in area A ad alta criticità idraulica.

| CLASSE DI INTERVENTO |                                       | SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO           | COEFFICIENTE DEFUSSO MEDIO PONDERALE | MODALITÀ DI CALCOLO                                      |                                      |
|----------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------|
|                      |                                       |                                                  |                                      | AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)                         |                                      |
|                      |                                       |                                                  |                                      | Aree A, B                                                | Aree C                               |
| 2                    | Impermeabilizzazione potenziale media | da > 0,03 a ≤ 0,1 ha<br>(da > 300 a ≤ 1.000 mq)  | > 0,4                                | Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11 e allegato G) | Requisiti minimi articolo 12 comma 2 |
|                      |                                       | da > 0,1 a ≤ 1 ha<br>(da > 1.000 a ≤ 10.000 mq)  | qualsiasi                            |                                                          |                                      |
|                      |                                       | da > 1 a ≤ 10 ha<br>(da > 10.000 a ≤ 100.000 mq) | ≤ 0,4                                |                                                          |                                      |
| 3                    | Impermeabilizzazione potenziale alta  | da > 1 a ≤ 10 ha<br>(da > 10.000 a ≤100.000 mq)  | > 0,4                                | Procedura dettagliata (vedi articolo 11 e allegato G)    |                                      |
|                      |                                       | > 10 ha<br>(> 100.000 mq)                        | qualsiasi                            |                                                          |                                      |

**Tab. 1 – R.R. n. 8/2019**

Nella relazione sono stati sviluppati i seguenti punti:

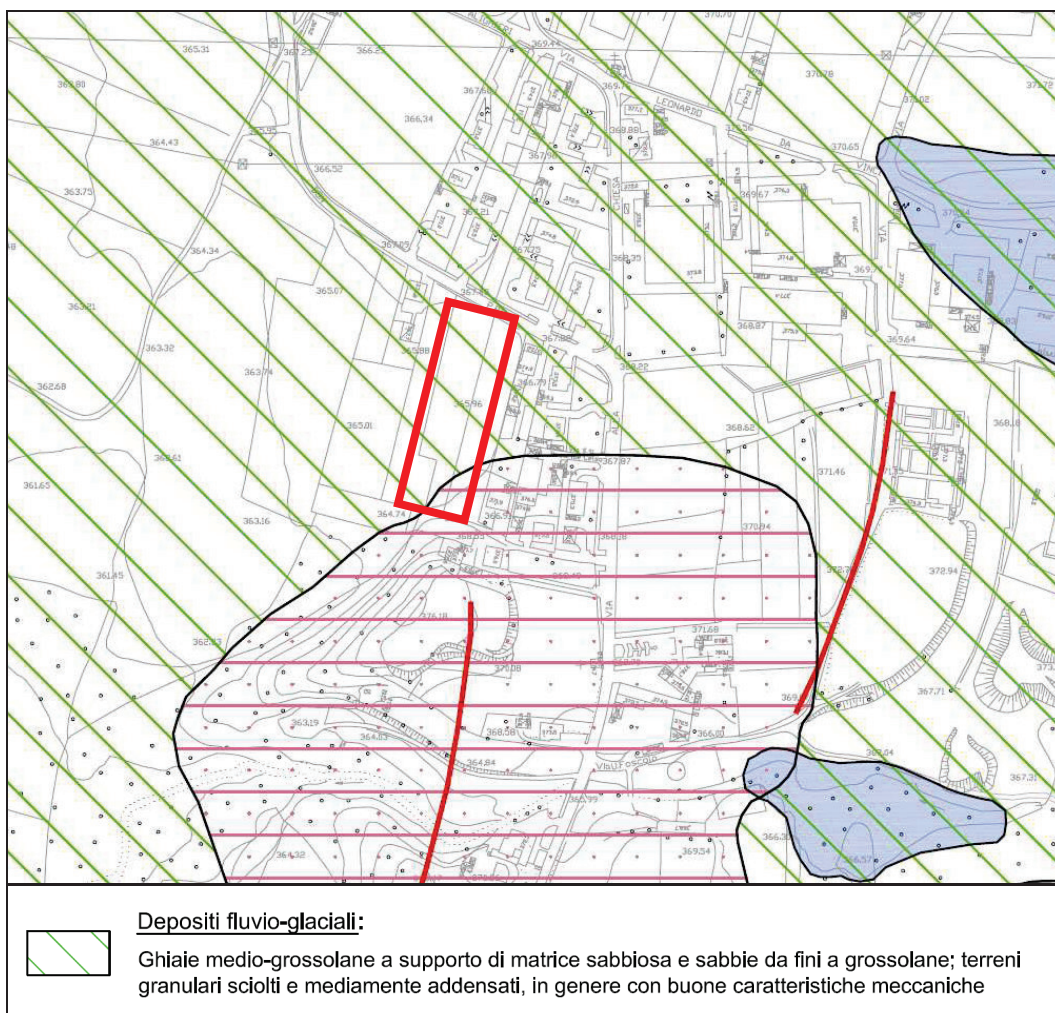
- Analisi delle caratteristiche stratigrafiche e idrogeologiche del sito;
- Descrizione delle prove di dispersione realizzate in sito e calcolo del coefficiente di permeabilità;
- Calcolo della precipitazione critica sitospecifica, corrispondente ad un evento pluviometrico con T=50 anni, in coerenza con le disposizioni del Regolamento regionale;
- Calcolo del coefficiente di deflusso medio ponderale relativo all'intervento;
- Calcolo volume idrico di progetto mediante il metodo dettagliato e confronto con il volume calcolato secondo i requisiti minimi previsti dal Regolamento.
- Definizione e progetto delle opere necessarie alla laminazione dell'evento pluviometrico considerato;
- Calcolo del tempo di svuotamento delle opere di laminazione.
- Definizione delle azioni necessarie per la manutenzione del sistema di drenaggio.

## 2. ANALISI DELLE CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE E IDROGEOLOGICHE DEL SITO

Coerentemente con i principi della legislazione regionale, è stata valutata la situazione geologica e stratigrafica, oltre che idrogeologica del sito, al fine di verificare prima di tutto la possibilità di dispersione delle acque meteoriche nel sottosuolo.

### *Caratteri geologici e geomorfologici*

La conformazione del territorio è sub-pianeggiante. I rilievi eseguiti in sito non hanno evidenziato elementi di criticità e/o problematiche di carattere geomorfologico.



**Fig. 2** - Estratto Carta d'inquadramento geologico (Componente geologica del PGT)

Il sito, dal punto di vista litologico, è caratterizzato da depositi fluvioglaciali, ossia ghiaie medie o grossolane, stratificate, a supporto di matrice sabbiosa o in lenti alternate a diversa granulometria. Si tratta di terreni granulari sciolti o mediamente addensati, con buone caratteristiche geotecniche. Il drenaggio delle acque è buono o discreto anche in superficie. Di seguito viene riportata la stratigrafia di un pozzo idrico trivellato in una zona poco a sud dell'area di indagine:



**Fig. 3 – Stratigrafia pozzo idrico**

Questa stratigrafia, che in profondità rispecchia presumibilmente anche quella del sottosuolo nell'area di interesse, evidenzia la presenza di ghiaia con grossi ciottoli (fino a circa 3.3 m dal p.c.), in seguito sabbia grigia con ghiaietto fino a 12.5 m.

Nelle trincee eseguite in sito con escavatore meccanico (Cfr. Foto 1-2) fino alla profondità di circa 1,7 m è stata riscontrata la presenza di sabbia fine debolmente limosa con pochi ciottoli.

Si tratta di terreni con parametri geotecnici generalmente discreti e con permeabilità media.

#### *Caratteri idrologici e idrogeologici locali*

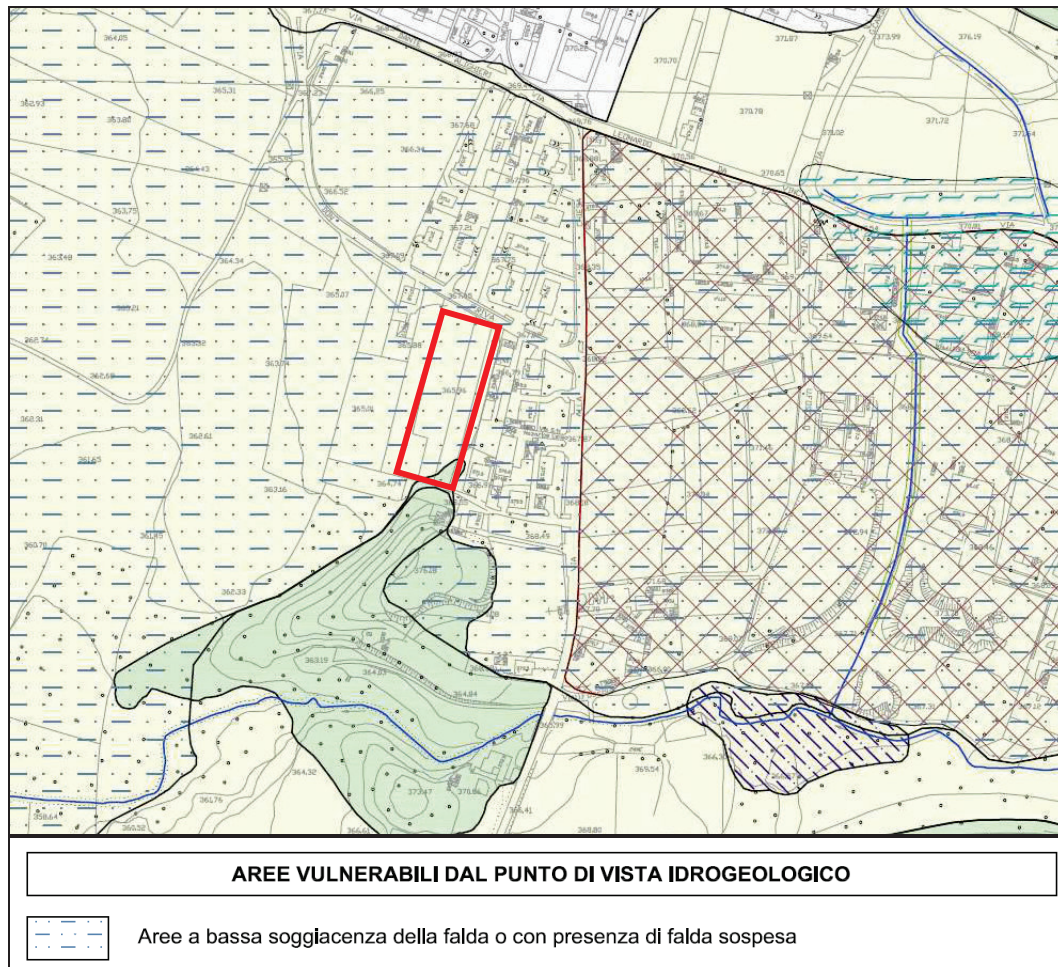
Nella Carta di sintesi del PGT (Fig.5) l'area è classificata come vulnerabile dal punto di vista idrogeologico. Questa vulnerabilità è legata alla scarsa profondità della falda freatica e alla presenza di falda sospesa.

Quest'ultima può causare ristagni d'acqua a ridosso delle fondazioni nei periodi di pioggia intensa, aumentando il rischio di saturazione dei terreni e di piccoli allagamenti. Tale situazione richiede misure di prevenzione e gestione per evitare impatti negativi sulle nuove costruzioni in progetto.

Nelle due trincee realizzate con escavatore meccanico in occasione di questo lavoro, spinte fino a 1,7 m di profondità, non è stata rilevata la presenza di falda, non si può escludere tuttavia la presenza dell'acquifero alla profondità prevista per eventuali piani interrati degli edifici.



**Fig. 4.** Trincee esplorative e prova di invarianza idraulica



**Fig. 5** – Estratto Carta di sintesi (Componente geologica del PGT)

### *Vincoli di carattere geologico*

Con riferimento alla carta dei vincoli della componente geologica del PGT (Fig.6), non si rileva alcun tipo di vincolo geologico o idrogeologico nell'area interessata dal progetto.



**Fig. 6-** Estratto Carta dei Vincoli (Componente geologica del PGT comunale)

### 3. DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DI PERMEABILITA' DEL TERRENO

La permeabilità del sottosuolo, in corrispondenza dell'area oggetto di indagine, è stata determinata mediante due prove di infiltrazione a carico variabile.

Le prove sono state realizzate tramite una trincea, realizzata con escavatore meccanico, di forma regolare.

L'immissione d'acqua all'interno delle tubazioni è stata realizzata da apposita cisterna è avvenuta in breve tempo. Successivamente si è proceduto al calcolo mediante la misura degli abbassamenti nel tempo (prova a carico variabile).

Il valore della permeabilità è stato calcolato con la formula:

$$k = \frac{h_1 - h_2}{t_2 - t_1} \cdot \frac{1 + \left(\frac{2 \cdot h_m}{b}\right)}{\left(\frac{27 \cdot h_m}{b}\right) + 3}$$

dove :

$h_2 - h_1$  = variazione del livello dell'acqua nell'intervallo di tempo considerato

$t_2 - t_1$  = intervallo di tempo

$h_m$  = altezza media dell'acqua nel pozzetto

$b$  = base del pozzetto

Nelle tabelle sono riportati i risultati ottenuti nelle due prove:

#### Prova n.1

Tipologia prova: prova di permeabilità a carico variabile in scavo. Profondità di esecuzione 1.7 m da p.c.

|                  | unità |       |           |
|------------------|-------|-------|-----------|
| altezza iniziale | m     | $h_1$ | 1,6       |
| altezza finale   | m     | $h_2$ | 1,17      |
| tempo iniziale   | s     | $t_1$ | 0         |
| tempo finale     | s     | $t_2$ | 2431      |
| lato scavo       | m     | $b$   | 1,5       |
| permeabilità     | m/s   | $K$   | 1,80 E-05 |

#### Prova n.2

Tipologia prova: prova di permeabilità a carico variabile in scavo. Profondità di esecuzione 1.4 m da p.c.

|                  | unità |    |          |
|------------------|-------|----|----------|
| altezza iniziale | m     | h1 | 1,2      |
| altezza finale   | m     | h2 | 0,7      |
| tempo iniziale   | s     | t1 | 0        |
| tempo finale     | s     | t2 | 5880     |
| lato scavo       | m     | d  | 1,425    |
| permeabilità     | m/s   | K  | 9,4 E-06 |

I valori ottenuti consentono di progettare un sistema di drenaggio basato sull'infiltrazione nel sottosuolo mediante trincee drenanti.

#### 4. CALCOLO PRECIPITAZIONI DI PROGETTO

Per determinare la precipitazione critica sulla superficie scolante è stato applicato il Modello di previsione statistica delle precipitazioni di forte intensità e breve durata messo a punto da ARPA Lombardia.

Il modello permette di calcolare le linee segnalatrici di probabilità pluviometrica in ogni punto del territorio utilizzando lo specifico software GIS messo a punto dall'Agenzia.

Tra i vantaggi dell'applicazione del metodo vi è l'aggiornamento continuo dei dati pluviometrici mediante la rete di stazioni idro-termo-pluviometriche gestite da ARPA. I dati tengono conto delle serie storiche aggiornate alla data attuale.

Il modello si basa sull'applicazione della seguente equazione:

$$ht(D) = a1wt D^N$$

con:

$$wt = \varepsilon + \alpha/k (1 - (\ln(T/T-1))^k)$$

dove:

a1= coefficiente pluviometrico orario

N= coefficiente di scala

GEV – parametro alpha

Gev – parametro kappa

GEV – parametro epsilon

I parametri sono stati ricavati dalla consultazione della banca dati di ARPA.

| Parametri 1-24 ore                     |         |
|----------------------------------------|---------|
| Parametro                              | Valore  |
| A1 - Coefficiente pluviometrico orario | 32,14   |
| N - Coefficiente di scala              | 0,3417  |
| GEV - parametro alpha                  | 0,283   |
| GEV - parametro kappa                  | -0,0096 |
| GEV - parametro epsilon                | 0,8339  |

Si ha pertanto  **$h(D) = 62,95 t^{0.34}$**

L'elaborazione con foglio di calcolo predisposto da ARPA Lombardia è riportata in Allegato 1.

## 5. CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO MEDIO PONDERALE

L'analisi del progetto del P.A., elaborato dallo Studio Ing. Paolo Della Bosca, ha permesso di calcolare le superfici impermeabili e filtranti di seguito descritte in dettaglio.

| <b>Tipo di superficie</b> | <b>Coeff. defl.</b> | <b>Sup.(mq)</b> |
|---------------------------|---------------------|-----------------|
| Strade e parcheggi        | 1                   | 1533            |

Le aree verdi non sono state considerate in quanto le acque non vengono convogliate verso i sistemi di raccolta e si infiltrano direttamente nel sottosuolo.

## 6. CALCOLO DEL VOLUME DI LAMINAZIONE

Il calcolo è stato eseguito sulla base delle indicazioni riportate nell'All. G al Regolamento Regionale mediante il metodo dettagliato. I risultati dell'applicazione sono stati confrontati con il volume determinato con i requisiti minimi previsti dal Regolamento (800 m3/ettaro di superficie scolante impermeabile).

### *Metodo dettagliato*

L'analisi dell'evento pluviometrico con T=50 anni è stata sviluppata con appositi modelli software per calcoli di idrologia.

La durata dell'evento pluviometrico critico è stata scelta simulando uno ietogramma con tempo considerato sicuramente maggiore di quello di corrivazione del bacino e pari a 60 minuti.

Il tempo di corrivazione è infatti assai modesto, può essere stimato tra 5 e 10 minuti.

La curva di possibilità pluviometrica utilizzata è la seguente:

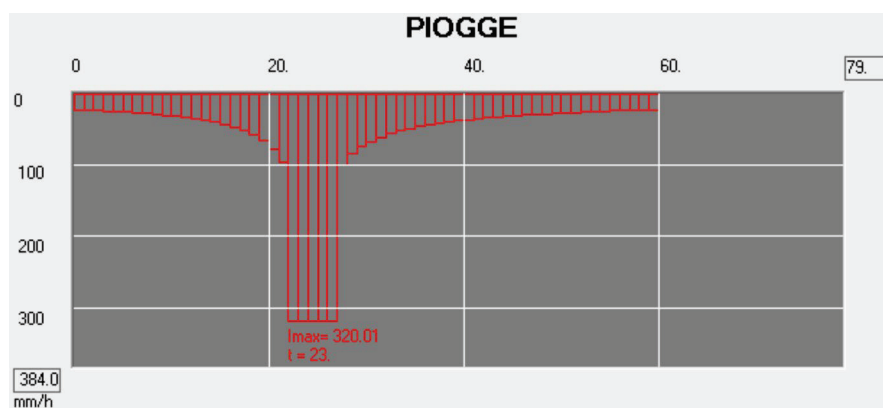
$$h=62,96 t^{0.34}$$

Sono state eseguite le seguenti elaborazioni:

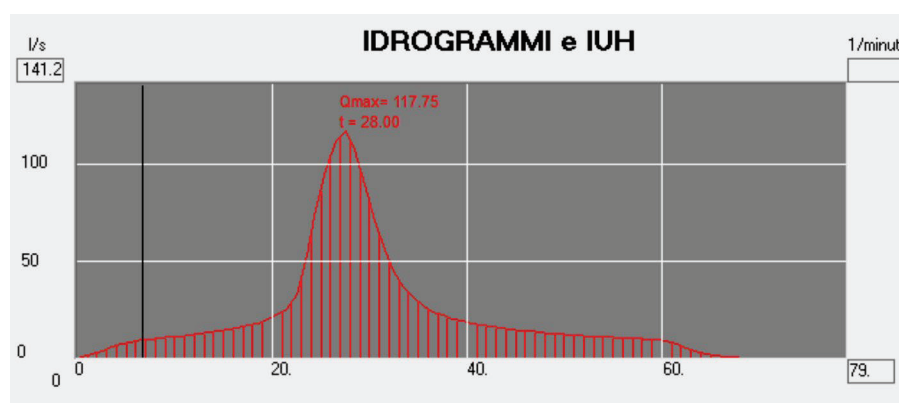
- Introduzione curva di possibilità pluviometrica;
- Formazione ietogramma di progetto: è stato utilizzato lo ietogramma tipo "Chicago" in forma monomia a due parametri. Tale ietogramma presenta un andamento temporale variabile, tale per cui l'intensità media della precipitazione per ogni durata è congruente con quella definita dalla curva di possibilità pluviometrica;
- Ragguaglio all'area mediante la procedura di Wallingford;
- Depurazione delle perdite idrologiche: è stata effettuata con il coefficiente di afflusso calcolato per i diversi settori dell'area interessata;
- Formazione idrogramma unitario istantaneo IUH mediante il metodo di Nash;
- Formazione idrogramma di piena.

Le operazioni sono state ripetute per ogni settore preso in considerazione in precedenza; i valori sono stati comunque confrontati con una elaborazione eseguita sull'intero comparto.

I grafici riportati di seguito si riferiscono allo ietogramma e all'idrogramma calcolati.



**Fig. 10** - Ietogramma di progetto edificio principale



**Fig. 11** - Idrogramma di progetto edificio principale

Con riferimento ai settori indicati nella sezione 5 della relazione si specificano di seguito i volumi calcolati con i due metodi ( $V_d$ = metodo dettagliato e  $W_m$ =requisiti minimi).

$$V_d = 95,7 \text{ m}^3$$

Il volume corrispondente al requisito minimo di 800 m<sup>3</sup>/ha, definito dall'Art. 12, comma 2 del regolamento per le aree ad alta criticità è invece

$$W_m = 0,1533 \times 800 \times 1,0 = 122,64 \text{ m}^3$$

Dato che risulta possibile, viste le condizioni idrogeologiche del sito, lo smaltimento dei volumi idrici laminati mediante infiltrazione, è stato applicato l'Art. 11, comma 2, lettera e) del Regolamento, che consente la riduzione del volume corrispondente al requisito minimo qualora l'invarianza idraulica sia realizzata solo mediante infiltrazione nel sottosuolo, quindi senza scarichi verso i ricettori.

Ai sensi del Regolamento Regionale è stato quindi adottato il maggiore tra i due volumi sopra calcolati.

| <b>Urbanizzazio<br/>-ni P.A.<br/>(Strade e<br/>parcheggi)</b> | <b>V metodo<br/>dettagliato</b> | <b>Wm<br/>(requisiti<br/>minimi)</b> | <b>Wm<br/>(ridotto del 30% Art. 11<br/>comma 2)</b> | <b>Volume<br/>adottato</b> |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------|
|                                                               | m3                              | m3                                   | m3                                                  | m3                         |
| Sup. totale                                                   | 95,7                            | 122,64                               | 85,84                                               | 95,7                       |

## 7. DEFINIZIONE E VERIFICA DELLE OPERE NECESSARIE ALLA LAMINAZIONE E SMALTIMENTO DELL'EVENTO PLUVIOMETRICO CRITICO

Sulla base delle analisi svolte e della situazione litostratigrafica e idrogeologica locale è possibile la realizzazione di un sistema di laminazione e drenaggio delle acque meteoriche misto, basato su trincee filtranti.

E' stata eseguita la verifica delle trincee in progetto aventi le seguenti caratteristiche dimensionali:

Lunghezza totale=130 m

Larghezza=3 m

Altezza=1,5 m

Nella trincea sarà posizionato un tubo in PVC drenante microfessurato avente diametro  $d=50$  cm

Il riempimento sarà effettuato con ghiaia avente porosità efficace=0,25

I dettagli del progetto (pozzetti di raccolta, tubazioni di raccordo, ecc.) sono riportati nelle tavole grafiche delle opere di invarianza idraulica, redatte dal Progettista.

### *Verifica dei volumi di laminazione*

Volume di laminazione necessario  $V_d=96,7$  m<sup>3</sup>

|                                                |                         |
|------------------------------------------------|-------------------------|
| LUNGHEZZA TRINCEA DRENANTE                     | 130 m                   |
| altezza trincea drenante                       | 1,5 m                   |
| larghezza trincea drenante                     | 3 m                     |
| diametro tubazione drenante                    | 0,5 m                   |
| dispersione da fondo<br>(da programma trincee) | 0 m <sup>3</sup> /s     |
| Totale volume immagazzinato                    | 120,7375 m <sup>3</sup> |

|                                       |          |    |
|---------------------------------------|----------|----|
| VOLUME TOTALE TRINCEA                 | 120,7375 | m3 |
| volume vasche di laminazione          | 0        | m3 |
| volume tubo entro trincea             | 25,5125  | m3 |
| SOMMA volumi                          | 146,25   | m3 |
| coefficiente di sicurezza laminazione | 1,53     |    |

Il sistema è quindi ampiamente verificato.

Si noti che, nel computo, sono stati trascurati i volumi stoccati nelle tubazioni di raccolta, raccordo, ecc., a favore di sicurezza.

## 8. CALCOLO DEL TEMPO DI SVUOTAMENTO DELLE OPERE DI LAMINAZIONE

### *Stima della dispersione nel terreno- trincee*

La legge base, formulata da H. Darcy nel 1856 lega la velocità media del fluido alla pendenza della piezometrica (i) secondo la seguente relazione:

$$V = K \cdot i$$

nella quale il coefficiente K, dipende dal materiale e prende il nome di coefficiente di permeabilità.

Per i moti di filtrazione, in un sistema di riferimento cartesiano è possibile esprimere le componenti della velocità come:

$$V_x = -k \cdot \frac{\partial h}{\partial x} \quad V_y = -k \cdot \frac{\partial h}{\partial y} \quad V_z = -k \cdot \frac{\partial h}{\partial z}$$

che associata all'equazione di continuità, è possibile riscrivere come:

$$\frac{\partial V_x}{\partial x} + \frac{\partial V_y}{\partial y} + \frac{\partial V_z}{\partial z} = 0$$

che soddisfa l'equazione di Laplace:

$$\frac{\partial^2 h^*}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h^*}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 h^*}{\partial z^2} = \nabla^2 h = 0$$

Nel caso di trincee drenanti di forma rettangolare come quelle in progetto è necessario risolvere il moto bidimensionale di filtrazione che si riconduce all'equazione:

$$\frac{q}{K \cdot H} = \frac{b}{H} + C$$

nella quale C rappresenta il contributo alla formazione della portata dovuta all'infiltrazione dalle sponde della trincea.

Il valore del coefficiente di permeabilità ottenuto dalle prove di infiltrazione è stato cautelativamente ridotto del 30% per tenere conto della riduzione di efficienza per depositi, ecc.

E' stato quindi adottato un valore del coefficiente di permeabilità **K=6,6 x 10<sup>-6</sup> m/s**

La risoluzione delle equazioni sopra riportate applicate al caso specifico, mediante apposito software, consente di ottenere i seguenti dati:

*Trincea filtrante*

Coefficiente di permeabilità del terreno K (m/s): 0,0000066

Larghezza della trincea drenante b(m): 3

Altezza trincea drenante H (m): 1,5

Q portata smaltita per metro di trincea (l/s/m): 0,04

L lunghezza complessivo trincea drenante (m): 130

Qtot portata totale smaltita dalla trincea (l/s): 5,15

Volume immagazzinato nella trincea: 95,7 m<sup>3</sup>

$T=V/Q = 95700/5,15 = 5,16 \text{ h} < 48 \text{ h}$

## 9. PIANO DI MANUTENZIONE DELLE OPERE DI LAMINAZIONE

Vengono di seguito illustrate le tipologie di interventi di manutenzione da eseguire sulle opere idrauliche da parte del personale qualificato e nominato dai lottizzanti, oppure da parte del personale specializzato di ditte esterne.

Gli interventi di manutenzione previsti sono di tipo "ordinario" e "straordinario".

### *Manutenzione ordinaria*

Per manutenzione ordinaria si intendono gli interventi finalizzati a ridurre l'usura del normale utilizzo e le rotture accidentali che comportino la necessità di primi interventi, che comunque non modifichino la struttura essenziale dell'impianto/opera idraulica e la sua destinazione d'uso.

Si tratta di interventi che possono essere affidati a personale tecnicamente preparato, anche interno alla struttura in progetto. Per questi interventi non è necessario il rilascio della certificazione dell'intervento. In parti

colare la manutenzione preventiva riguarda gli *interventi programmati* con cadenze temporali stabilite nel programma di manutenzione e gli *interventi a richiesta*. I primi sono quelli programmati e definiti in questa sezione della relazione.

Gli interventi a richiesta sono quelli conseguenti ad eventi o a segnalazioni particolari che, pur senza la presenza di guasti, possono dar luogo a malfunzionamenti.

La *manutenzione correttiva* riguarda gli interventi da effettuare a causa di guasti e/o interruzioni accidentali del servizio. Gli interventi urgenti devono essere effettuati entro un intervallo di tempo prefissato dalla struttura e riguardano problemi che possono provocare situazioni di pericolo per le persone e/o gli impianti/opere della struttura in progetto e/o la tutela dell'ambiente esterno.

Gli interventi "non urgenti" sono quelli causati da guasto di un impianto/opera idraulica che non pregiudica l'operatività della gestione delle acque meteoriche.

Le tempistiche degli interventi di manutenzione "non urgente" sono stabiliti dai Responsabili incaricati dalla struttura in progetto.

### *Manutenzione straordinaria*

Si tratta di interventi che pur senza obbligo di redazione di progetto, richiedono una specifica competenza tecnico-professionale e la redazione da parte dell'Installatore della documentazione di certificazione degli interventi.

Questa attività si effettuerà tramite interventi su chiamata, ogni qual volta si renda necessario, in conseguenza di guasti di qualunque natura relativi all'impianto/opera idraulica, con possibilità di eseguire le riparazioni sia sul posto, sia presso un'officina specializzata.

#### *Programma di manutenzione ordinaria*

Le operazioni da svolgere riguardano essenzialmente il costante controllo delle opere idrauliche installate nella rete di gestione delle acque meteoriche come il controllo dei collettori fognari, delle opere civili (calcestruzzi), e della condotta disperdente, il controllo della corretta funzionalità del sistema.

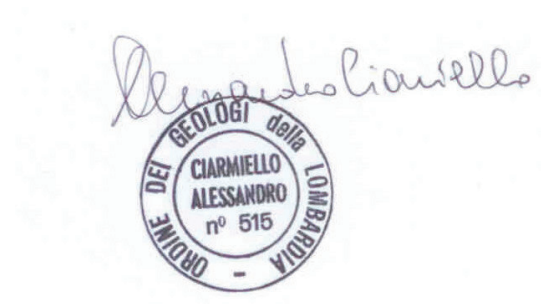
In particolare si rendono necessari i seguenti controlli ed interventi:

- Pulizia manufatti (collettori, condotta di scarico, pozzetti, trincea di dispersione) da materiale estraneo;
- Controllo integrità di tutte le opere idrauliche;
- Derattizzazione delle aree.

Sarà necessario adottare il seguente schema di manutenzione:

- Controllo semestrale delle ispezioni della trincea, con apertura di questi ultimi e verifica della presenza di eventuali depositi sabbioso-limosi, terriccio, materiale organico, ecc. sul fondo;
- Nel caso della presenza di depositi, sarà necessario procedere alla loro rimozione, al fine di non ridurre la capacità di invaso e soprattutto l'infiltrazione;
- Verifica semestrale della capacità di smaltimento delle trincee.
- Controllo delle tubazioni di recapito, al fine di verificarne l'efficienza (ogni 6 mesi);
- Controllo periodico (ogni 3 mesi) ed eventuale pulizia se necessaria, con frequenza trimestrale, delle griglie di raccolta, dei pozzetti di raccordo, ecc.;
- Controllo successivo ad eventi pluviometrici particolarmente intensi al fine di verificare la funzionalità del sistema.

\*\*\*

| AGGIORNAMENTO -<br>VERSIONE | IL PROFESSIONISTA                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>V1<br/>08.11.2024</p>    | <p>Dott. geol. Alessandro Ciarmiello<br/>Iscr. Ordine dei Geologi della Lombardia<br/>n. 515 Sez. A</p>  |

**ALLEGATO 1**  
**Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica – ARPA**  
**Lombardia**

## Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località: .....

Coordinate: .....

Parametri ricavati da: <http://idro.arpalombardia.it>

A1 - Coefficiente pluviometrico orario 32,14

N - Coefficiente di scala 0,3417

GEV - parametro alpha 0,283

GEV - parametro kappa -0,0096

GEV - parametro epsilon 0,8339

Linea segnatrice

Tempo di ritorno (anni) **50**

Evento pluviometrico

Durata dell'evento [ore]

Precipitazione cumulata [mm]

Formulazione analitica

$$h_T(D) = a_1 w_T D^n$$

$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left\{ 1 - \left[ \ln \left( \frac{T}{T-1} \right) \right]^k \right\}$$

Bibliografia ARPA Lombardia:

<http://idro.arpalombardia.it/manual/lsp.pdf>

[http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA\\_report.pdf](http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA_report.pdf)

### Tabella delle precipitazioni previste al variare delle durate e dei tempi di ritorno

| Tr           | 2         | 5         | 10         | 20         | 50         | 100         | 200         | 50         |
|--------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|-------------|------------|
| wT           | 0,93781   | 1,26145   | 1,47768    | 1,68656    | 1,95909    | 2,16492     | 2,37137     | 1,95909112 |
| Durata (ore) | TR 2 anni | TR 5 anni | TR 10 anni | TR 20 anni | TR 50 anni | TR 100 anni | TR 200 anni | TR 50 anni |
| 1            | 30,1      | 40,5      | 47,5       | 54,2       | 63,0       | 69,6        | 76,2        | 62,9651887 |
| 2            | 38,2      | 51,4      | 60,2       | 68,7       | 79,8       | 88,2        | 96,6        | 79,792571  |
| 3            | 43,9      | 59,0      | 69,1       | 78,9       | 91,7       | 101,3       | 110,9       | 91,6500787 |
| 4            | 48,4      | 65,1      | 76,3       | 87,1       | 101,1      | 111,7       | 122,4       | 101,117054 |
| 5            | 52,2      | 70,3      | 82,3       | 93,9       | 109,1      | 120,6       | 132,1       | 109,128594 |
| 6            | 55,6      | 74,8      | 87,6       | 100,0      | 116,1      | 128,3       | 140,6       | 116,143469 |
| 7            | 58,6      | 78,8      | 92,3       | 105,4      | 122,4      | 135,3       | 148,2       | 122,425112 |
| 8            | 61,3      | 82,5      | 96,7       | 110,3      | 128,1      | 141,6       | 155,1       | 128,140483 |
| 9            | 63,9      | 85,9      | 100,6      | 114,8      | 133,4      | 147,4       | 161,5       | 133,402871 |
| 10           | 66,2      | 89,0      | 104,3      | 119,1      | 138,3      | 152,8       | 167,4       | 138,293099 |
| 11           | 68,4      | 92,0      | 107,8      | 123,0      | 142,9      | 157,9       | 172,9       | 142,8711   |
| 12           | 70,5      | 94,8      | 111,0      | 126,7      | 147,2      | 162,6       | 178,2       | 147,182692 |
| 13           | 72,4      | 97,4      | 114,1      | 130,2      | 151,3      | 167,2       | 183,1       | 151,263781 |
| 14           | 74,3      | 99,9      | 117,0      | 133,6      | 155,1      | 171,4       | 187,8       | 155,143098 |
| 15           | 76,0      | 102,3     | 119,8      | 136,7      | 158,8      | 175,5       | 192,3       | 158,844028 |
| 16           | 77,7      | 104,6     | 122,5      | 139,8      | 162,4      | 179,4       | 196,6       | 162,385897 |
| 17           | 79,4      | 106,7     | 125,0      | 142,7      | 165,8      | 183,2       | 200,7       | 165,784875 |
| 18           | 80,9      | 108,9     | 127,5      | 145,5      | 169,1      | 186,8       | 204,6       | 169,054651 |
| 19           | 82,4      | 110,9     | 129,9      | 148,3      | 172,2      | 190,3       | 208,4       | 172,206926 |
| 20           | 83,9      | 112,8     | 132,2      | 150,9      | 175,3      | 193,7       | 212,1       | 175,251789 |
| 21           | 85,3      | 114,7     | 134,4      | 153,4      | 178,2      | 196,9       | 215,7       | 178,198007 |
| 22           | 86,7      | 116,6     | 136,6      | 155,9      | 181,1      | 200,1       | 219,2       | 181,053256 |
| 23           | 88,0      | 118,4     | 138,7      | 158,3      | 183,8      | 203,1       | 222,5       | 183,824296 |
| 24           | 89,3      | 120,1     | 140,7      | 160,6      | 186,5      | 206,1       | 225,8       | 186,517116 |

### Linee segnatrici di probabilità pluviometrica

