

PIANO ATTUATIVO

CAMPO DELL'ADEGUAMENTO A7_31

AREA VIA TORINO ANGOLO VIA BRESCIA

Comune di Cernusco sul Naviglio (MI)

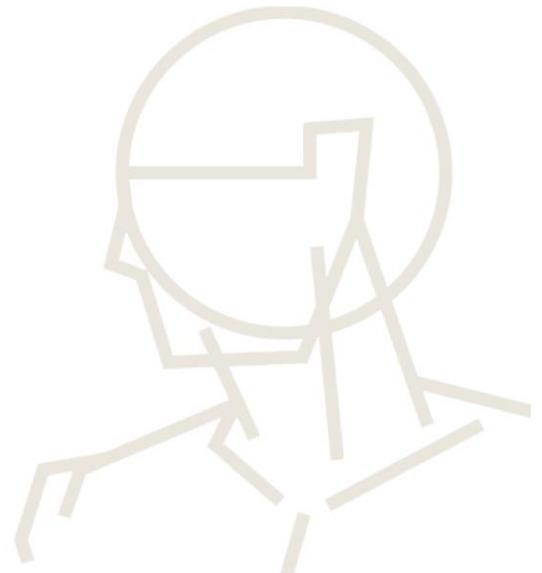
Immobiliare di Cernusco sul Naviglio srl

ALLEGATO M

PROGETTO DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA

Dott. Architetto **Silvio Recalcati**

Via Cavour, 6/c - 20063 CERNUSCO SUL NAVIGLIO (MI)
TEL. 02 92 49 565 - 02 92 40 590 - FAX 02 92 31 914 - info@studiorecalcati.it
P.IVA 03484550961 - C.F. RCLSLV62A13C523D ALBO ARCHITETTI di MILANO n° 5676



Comune CERNUSCO SUL NAVIGLIO

Provincia MILANO

Committente **Finanziaria dell'alimentazione S.r.l**

Oggetto **Piano di Lottizzazione per insediamento di
media struttura di vendita sito a Cernusco sul
Naviglio, via Torino angolo via Brescia
Relazione sull'invarianza idraulica ai sensi
del R.R. n.7/2017 e del R.R. n. 8/2019**

Data 26 gennaio 2021

A.T.E. S.r.l.
Ambiente Territorio Energia S.r.l.

Via Colletta, 10 - 26100 Cremona (CR)
Codice Fiscale e Partita IVA 01572960191
e-mail: info@atesrl.eu pec: ate_srl@pec.it
tel. (+039) 335.6785021 - fax. (+039) 0377402035

Il Direttore Tecnico
dott. ~~geol.~~ Marco Daguati

INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. UBICAZIONE DELL'AREA.....	4
3. INVARIANZA IDRAULICA AI SENSI DEL R.R. N.7/2017 E N.8/2019.....	5
3.1 Classificazione degli interventi e modalità di calcolo	5
3.2 Calcolo delle precipitazioni di progetto	6
3.3 Dimensionamento dei volumi di laminazione con il “Metodo delle sole piogge”	8
4. DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE DI INVARIANZA IDRAULICA	10
4.1 Indagine geognostica.....	12
4.2 Dimensionamento del sistema di laminazione e infiltrazione	16
4.3 Verifica del grado di sicurezza ai sensi dell'art. 11 c. 2	18
4.4 Calcolo del tempo di svuotamento.....	19
5. ALLEGATI.....	19

1. PREMESSA

La scrivente Società è stata incaricata di predisporre la relazione tecnica ai sensi dell'art. 10 del R.R. n. 7/2017 e R.R. n. 8/2019 relativamente al progetto di una media struttura di vendita sita in Comune di Cernusco sul Naviglio (MI). La presente relazione ha lo scopo di descrivere la soluzione progettuale di invarianza idraulica e idrologica e delle corrispondenti opere di raccolta, convogliamento, invaso e scarico costituenti il sistema di drenaggio delle acque meteoriche fino al punto terminale di scarico in pubblica fognatura.

Inoltre, verranno fornite le informazioni relative a:

- calcolo delle precipitazioni in progetto;
- calcoli del processo di infiltrazione nelle aree e strutture a ciò destinate e relativi dimensionamenti;
- calcolo del processo di laminazione negli invasi a ciò destinati e relativi dimensionamenti;
- calcolo del tempo di svuotamento dei volumi invasati.

La presente relazione e i relativi calcoli sono eseguiti sulla documentazione progettuale resa disponibile dallo Studio Recalcati e sulla Linea Segnalatrice di Possibilità Pluviometrica (LSPP 1 – 24 ore) riferita agli eventi di pioggia di Cernusco sul Naviglio (tratta dall'archivio informatico dell'ufficio idrografico dell'A.R.P.A. Lombardia), utilizzando un tempo di ritorno di 50 anni per i calcoli relativi al rispetto dell'invarianza idraulica e di 100 anni per la verifica.

2. UBICAZIONE DELL'AREA

L'area oggetto di intervento è ubicata nel quadrante meridionale del territorio del Comune di Cernusco sul Naviglio. Catastralmente l'area di intervento è identificata al Foglio 46, Mappale 20. Di seguito si riporta l'estratto fotogrammetrico dell'area in esame.

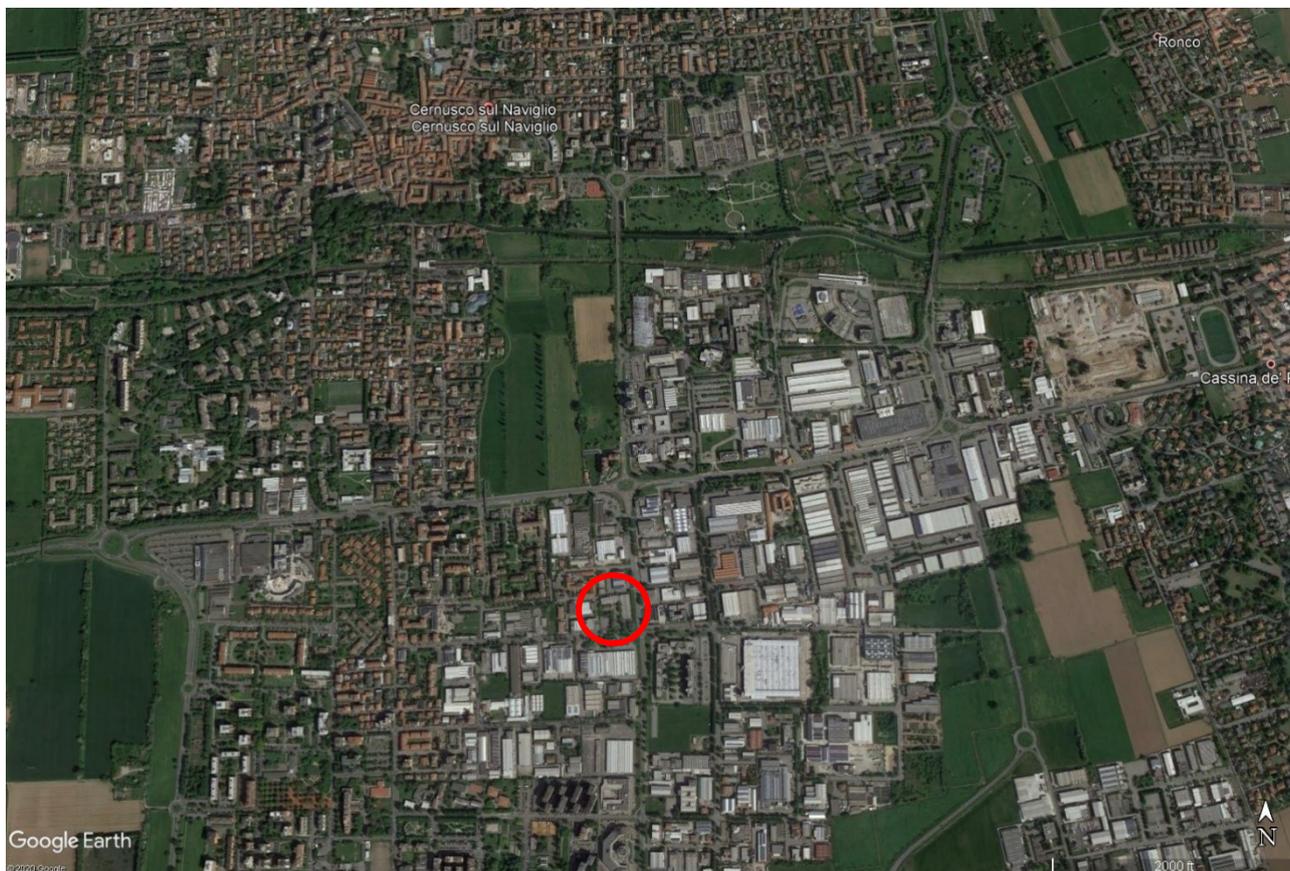


Figura 1: Ubicazione dell'area di intervento (tratta da: Google Earth).

3. INVARIANZA IDRAULICA AI SENSI DEL R.R. N.7/2017 E N.8/2019

3.1 Classificazione degli interventi e modalità di calcolo

Ai fini dell'individuazione delle modalità di calcolo definite dall'art.9 del R.R. n. 7/2017 e n. 8/2019, sono stati definiti:

- la tipologia di area: il Comune di Cernusco sul Naviglio ricade in **area A** definita “ad alta criticità idraulica” in consonanza a quanto disposto all'art. 7 c.5 del R.R. n.7/2017 e n.8/2019;
- le superfici interessate dall'intervento: riassunte in Tabella 1;
- il coefficiente d'afflusso medio ponderale: valutato suddividendo le superfici nelle tre categorie ai sensi dell'art.11 comma 2 punto d, pari a **0,95**.

tipologia superficie	superfici in progetto (m ²)	coefficiente d'afflusso
Superficie tot	8402,50	
Aree impermeabili	7474,14	1
Aree semi-drenanti	487,14	0,7
Aree verdi	441,22	0,3
Coefficiente d'afflusso medio ponderale		0,95

Tabella 1: Superfici in progetto e calcolo del coefficiente di afflusso.

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

Tabella 2: Tabella 1 art 9 del R.R. n. 8/2019.

Le modalità di calcolo da applicare sono definite nella tabella 1 dell'art.9 del R.R. n. 8/2019, da cui si evince che il caso in esame ricade in **classe di intervento 2 “impermeabilizzazione potenziale media”** per cui deve essere adottato il “Metodo delle sole piogge”.

3.2 Calcolo delle precipitazioni di progetto

I parametri caratteristici delle curve di possibilità pluviometrica per la determinazione delle precipitazioni di progetto sono stati ricavati da ARPA Lombardia (<http://idro.arpalombardia.it>) per la località in oggetto e sono riportate nelle figure seguenti.

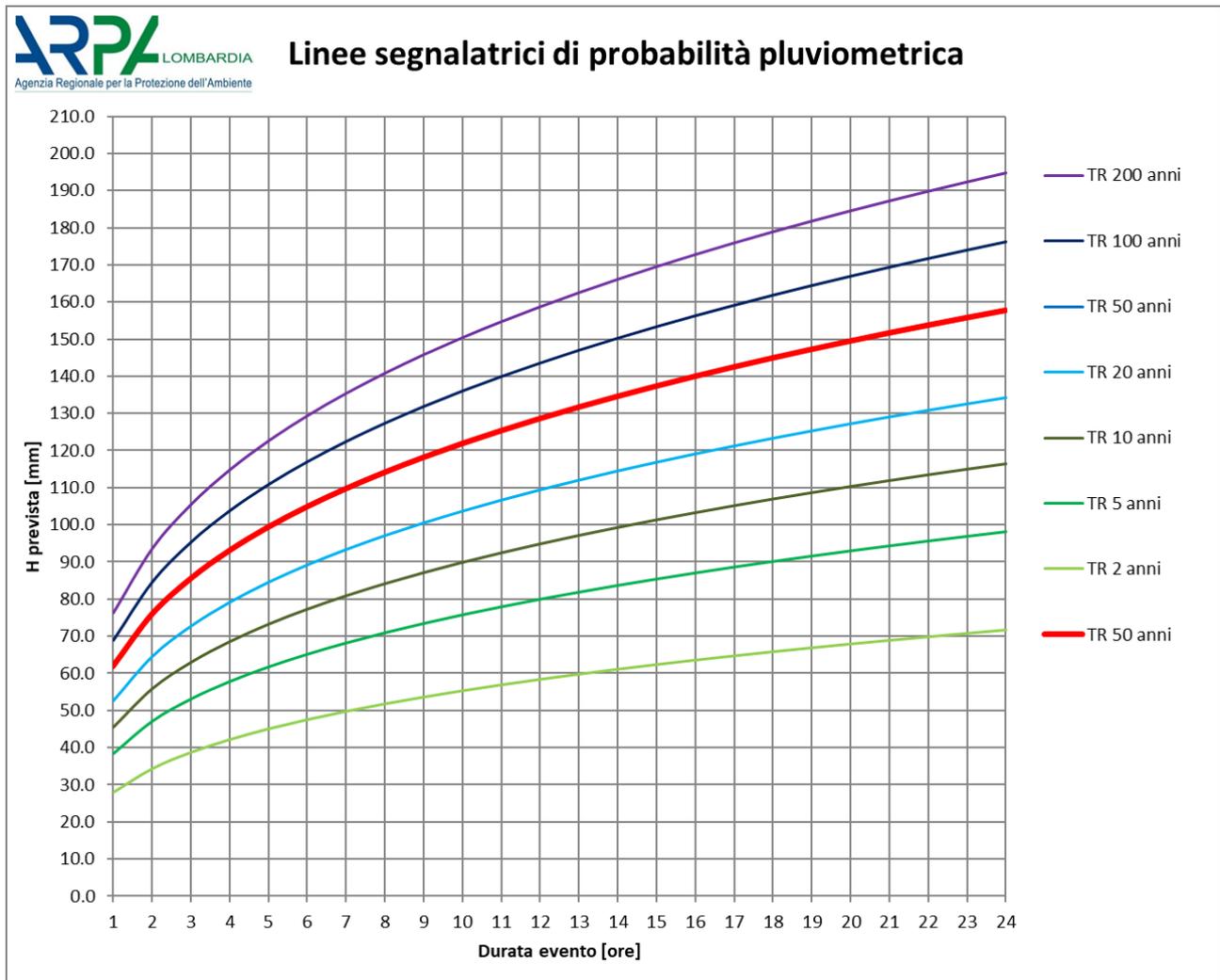


Figura 2: Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica 1-24 h, parametri ricavati da <http://idro.arpalombardia.it>.

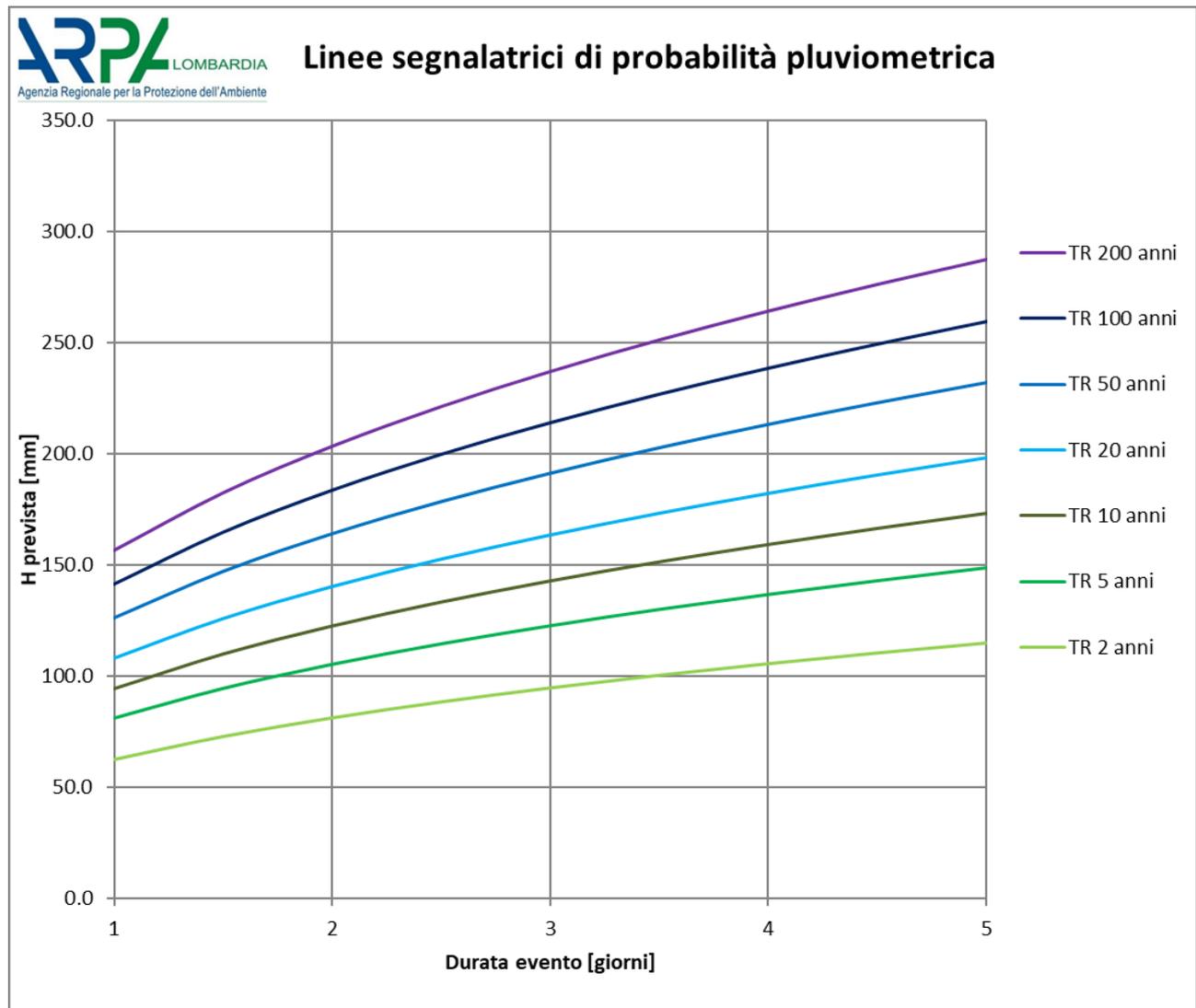


Figura 3: Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica 1-5 giorni, parametri ricavati da <http://idro.arpalombardia.it>.

Le curve sono espresse nella forma:

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

con

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

In cui h è l'altezza di pioggia, D è la durata, a_1 è il coefficiente pluviometrico orario, w_T è il coefficiente probabilistico legato al tempo di ritorno T , n è l'esponente della curva (parametro di scala), α , ε , k sono parametri delle leggi probabilistiche GEV adottate.

Di seguito si riportano i parametri delle curve poste a base del calcolo:

curva 1-24 h		curva 1-5 g	
A1 – Coefficiente pluviometrico orario	30,22	A1 – Coefficiente pluviometrico orario	20,13
N – Coefficiente di scala	0,2949	N – Coefficiente di scala	0,3775
W50 – Tempo di ritorno 50 anni	2,04618	W50 – Tempo di ritorno 50 anni	1,89148
W100 – Tempo di ritorno 100 anni	2,28264	W100 – Tempo di ritorno 100 anni	2,11734
GEV – parametro alpha	0,2947		
GEV – parametro kappa	-0,0327		
GEV – parametro epsilon	0,8197		

Tabella 3: Parametri delle curve ricavati da <http://idro.arpalombardia.it>.

3.3 Dimensionamento dei volumi di laminazione con il “Metodo delle sole piogge”

Nel caso di “impermeabilizzazione potenziale media”, come nel caso in esame, è stato adottato il “Metodo delle sole piogge”, il quale 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:

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

e il volume di pioggia complessivamente entrante è pari a:

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

in cui S è la superficie scolante del bacino complessivamente afferente all’invaso, φ è il coefficiente di deflusso medio ponderale del bacino medesimo calcolabile con i valori standard esposti nell’articolo 11, comma 2, lettera d) del R.R. 8/2019 riportati nel paragrafo precedente (quindi $S \cdot \varphi$ è la superficie scolante impermeabile dell’intervento), D è la durata di pioggia, $a = a_{1WT}$ e n sono i parametri della curva di possibilità pluviometrica.

- 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 R.R. 8/2019 o alla portata

infiltrabile, qualora si optasse per sistemi di dispersione al suolo. La portata costante uscente è quindi pari a:

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

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

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

in cui u_{lim} è la portata specifica limite ammissibile allo scarico o la portata specifica infiltrabile.

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 dell'invaso 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 ΔW che deve essere trattenuto nell'invaso di laminazione al termine dell'evento di durata generica D (invaso di laminazione) è pari a:

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

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 ΔW tra tali curve ammetta una condizione di massimo che individua così l'evento di durata D_w critica per la laminazione.

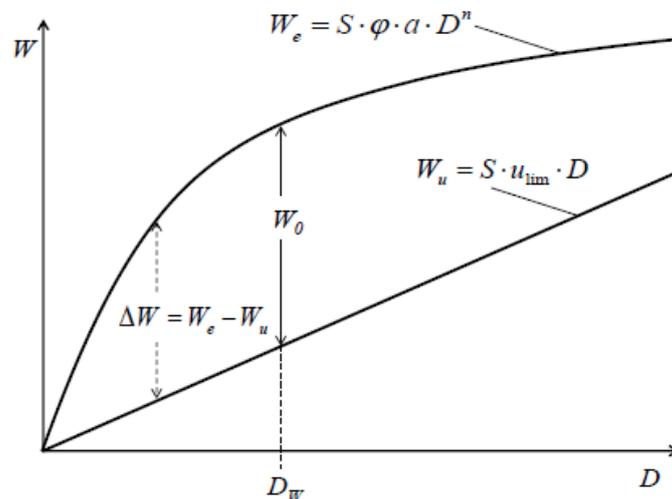


Figura 4: Individuazione con il metodo delle sole piogge dell'evento critico D_w e del corrispondente volume critico W_0 di laminazione, ovvero quello che massimizza il volume invasato.

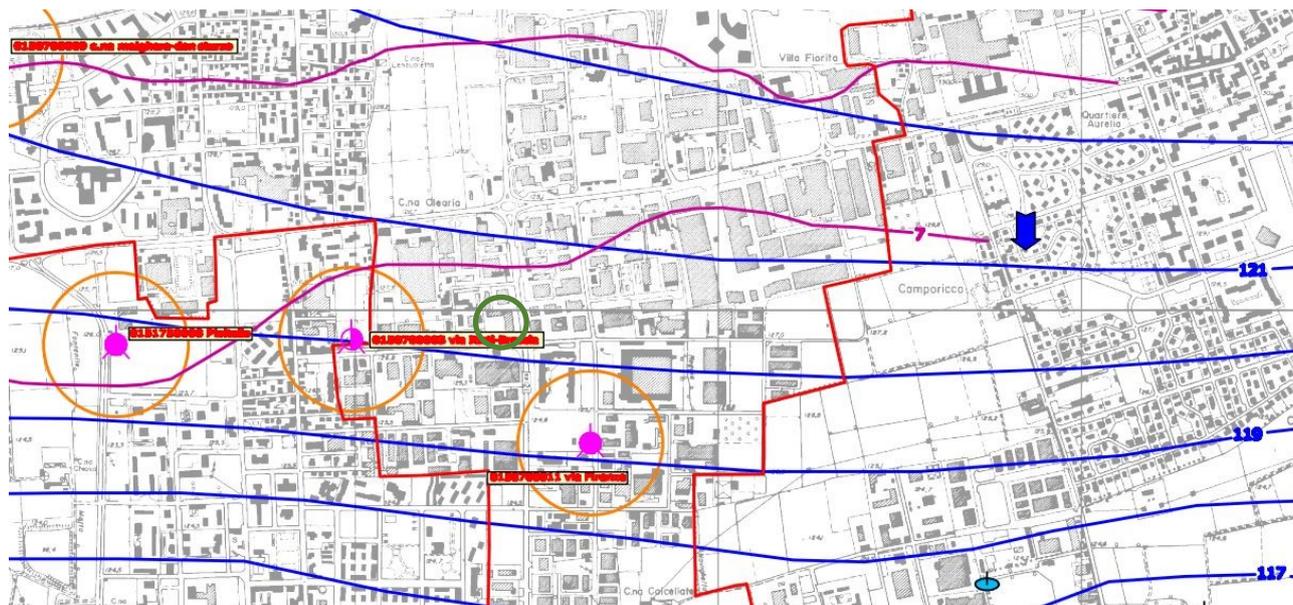
Esprimendo matematicamente la condizione di massimo e considerano per le varie grandezze le unità di misura solitamente utilizzate nella pratica, si ottengono le seguenti formule che sono state utilizzate per il calcolo del massimo volume di laminazione:

$$D_w = \left(\frac{Q_{u,\text{lim}}}{2.78 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$
$$W_0 = 10 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - 3.6 \cdot Q_{u,\text{lim}} \cdot D_w$$

4. DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE DI INVARIANZA IDRAULICA

In ottemperanza alle disposizioni contenute all'art. 5 punto 1, e perseguendo l'obiettivo di favorire il controllo e la gestione delle acque meteoriche mediante sistemi che garantiscano l'infiltrazione, l'evapotraspirazione e il riuso, si è proceduto in prima battuta a verificare la possibilità di infiltrare le acque meteoriche nei primi strati del sottosuolo.

La componente geologica del PGT del Comune di Cernusco sul Naviglio riporta la direzione di flusso della falda orientata verso sud ed un livello della falda di circa 120 m s.l.m.; il livello del piano campagna di circa 126 m s.l.m. garantisce una soggiacenza della falda adeguata alla realizzazione di sistemi di dispersione al suolo delle acque meteoriche.



LEGENDA

 **Limite comunale**

 **Area urbanizzata**

Pozzi pubblici e relative fasce di rispetto

 **Pozzo pubblico attivo**

 **Pozzo pubblico in disuso**

 **Pozzo pubblico cementato**

 **Fascia di rispetto delle captazioni idropotabili, individuata mediante criterio geometrico - raggio 200 m**

 **Fascia di rispetto delle captazioni idropotabili, individuata mediante criterio temporale**

 **Piezometro**

Caratteristiche dell'acquifero freatico

 **Isoipnometriche in m. s.l.m., passo: 1 metro
Dati riferiti al mese di settembre 2008**

 **Direzione di flusso dell'acquifero freatico**

 **Isooggecenza in m. s.l.m., passo 1 metro
Dati riferiti al mese di settembre 2008 (massima escursione della falda freatica)**

 **Emergenze puntuali della falda freatica: testate dei fontanili attivi**

 **Emergenze puntuali della falda freatica: testate dei fontanili non attivi**

 **Specchi d'acqua di matrice antropica: laghi di cava attiva / dismessa**



Figura 5: Estratto della Tav. 03 - Carta Idrogeologica del P.G.T. del Comune di Cernusco sul Naviglio. Nel cerchio rosso è indicata l'area interessata dall'intervento.

Si è optato pertanto per l'infiltrazione delle acque meteoriche mediante l'impiego pozzi perdenti, con duplice valenza di volumi di laminazione e opere di dispersione delle acque nei primi strati del sottosuolo.

4.1 Indagine geognostica

L'indagine si è concretizzata attraverso la realizzazione di n. 1 pozzetto esplorativo con pala meccanica; all'interno della trincea è stata eseguita, alla profondità di 1.80 m dal piano campagna, una prova di permeabilità per caratterizzare i terreni di substrato. Lo scavo eseguito, inoltre, ha consentito l'osservazione diretta del profilo stratigrafico fino alla profondità massima di circa 2.60 m dal piano campagna. Il profilo stratigrafico osservato è il seguente:

T1:					
<u>profondità (m. da p.c.)</u>				<u>Classificazione</u>	<u>Natura dei terreni</u>
				<u>USCS</u>	
Da	0.00	a	0.40		Terreno vegetale
Da	0.40	a	1.40	SM	Sabbia fine limosa ghiaiosa con sporadici frammenti di laterizio qualche pezzo in plastica di colore nocciola
Da	1.40	a	2.20	SM	Sabbia fine limosa con ghiaia di colore nocciola
Da	2.20	a	2.60	GW	ghiaia sabbiosa (ciottoli da millimetrici a centimetrici) di colore grigio
<i>falda: assente</i>					

Tabella 4: Stratigrafia della trincea di indagine.



Figura 6: Trincea di indagine.

Nella tabella seguente si riportano le misure registrate durante l'esecuzione della prova di permeabilità a carico variabile ed i relativi grafici "abbassamenti/tempi":

PROVA T (-1,00 m da piano stradale)			
Tempo (secondi)	Tempo (minuti)	Livello (cm)	Abbassamento (cm)
0	0,00	10,00	0,00
60	1,00	9,80	0,20
120	2,00	9,50	0,50
180	3,00	9,30	0,70
240	4,00	9,00	1,00
300	5,00	8,70	1,30
600	10,0	7,90	2,10
900	15,0	7,10	2,90
1200	20,0	6,50	3,50
1500	25,0	6,10	3,90
1800	30,0	5,40	4,60

Tabella 5: Prova di permeabilità a carico variabile.

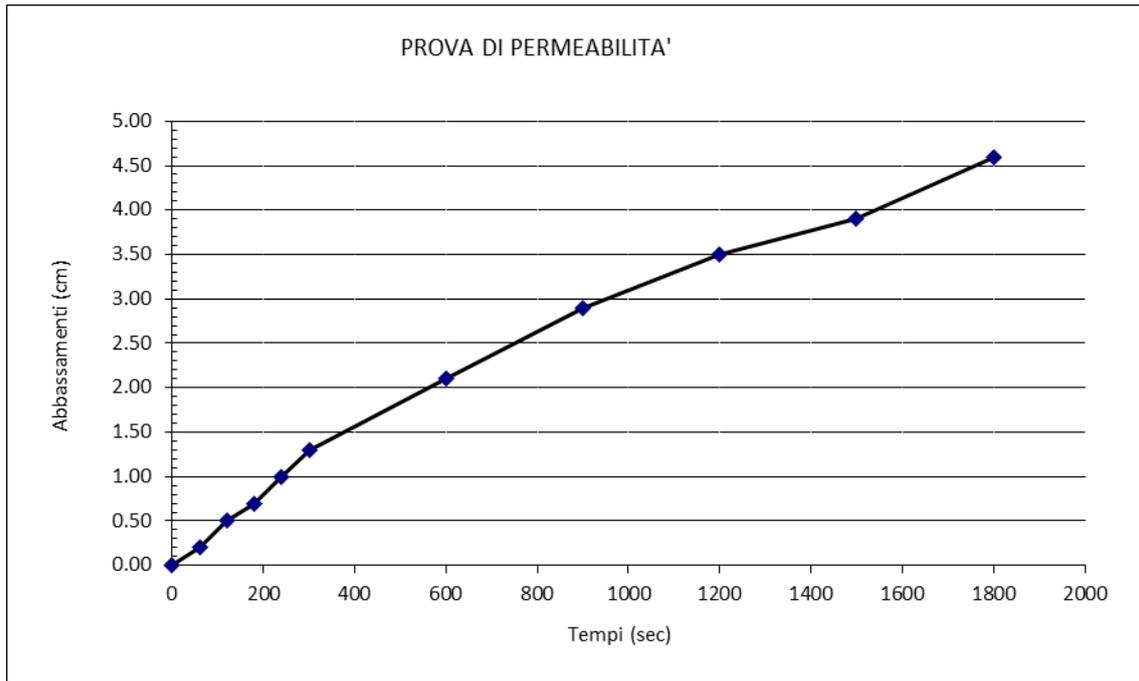


Figura 7: Prova di permeabilità a carico variabile.

Attraverso la prova è stato possibile ricavare la capacità di assorbimento del terreno, definendo il coefficiente di permeabilità-filtrazione K [m/s] con la seguente espressione (Civita M., 2005):

$$K = \frac{h_1 - h_2}{t_2 - t_1} \cdot \left[1 + \frac{2h_m}{b} \right] + \frac{2h_m}{b} + 3$$

dove

h_1, h_2 = altezze dell'acqua in due istanti di tempo differenti, rispettivamente t_1 e t_2 ;

b = lato della trincea;

h_m = altezza dell'acqua (media tra h_1 e h_2)

Svolgendo opportunamente i calcoli si ottiene il seguente valore di permeabilità:

$$K = 2.94 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$$

Il valore calcolato per la prova di permeabilità viene confermato da quelli noti in letteratura per depositi caratterizzati da una matrice sabbiosa e sabbioso-limosa, come indicato nella seguente tabella:

k (cm/s)	10 ²	10	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹
k (m/s)	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴		10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹	10 ⁻¹⁰	10 ⁻¹¹
Classi di permeabilità	EE	Elevata	Buona	Discreta			Bassa	BB	Impermeabile			
Tipi di terreno	Ghiaie pulite		Sabbie grossolane pulite e miscele di sabbie e ghiaie				Miscele di sabbie e limi	Limi argillosi e argille limose, fanghi argillosi	Argille omogenee e compatte			

Tabella 6: Classi di permeabilità (Casadio & Elmi, 1995).



Figura 8: Particolare della prova di permeabilità eseguita.

Concludendo, sulla base dell'indagine eseguita e della prova di infiltrazione si evince la presenza (al di sotto di un terreno vegetale avente uno spessore di 0.4 m) di substrati con matrice sabbioso-limosa a permeabilità bassa. Si evidenzia inoltre l'assenza della falda fino alla profondità indagata di 2.60 m da p.c.; secondo lo studio geologico comunale, infatti, la soggiacenza in questa zona si attesta mediamente a circa 6 m di profondità da piano campagna.

4.2 Dimensionamento del sistema di laminazione e infiltrazione

Il criterio adottato per il dimensionamento dei volumi di infiltrazione disperdenti è il già esposto metodo delle sole piogge, che considera come portata in uscita Q_u la portata infiltrabile dal sistema disperdente di progetto, ovvero la batteria di pozzi perdenti.

La capacità di infiltrazione può essere quindi stimata con buona approssimazione con la legge di Darcy, impiegabile per un generico sistema di dispersione:

$$Q_F = \frac{K}{2} \cdot J \cdot A_f$$

dove:

- Q_F portata di infiltrazione [l/s];
- K [m/s] rappresenta la permeabilità del terreno a partire dalla quota -1,80 m dal piano campagna, che dai valori della prova in sito è stata assunta pari a **2,94 E-05 m/s**;
- Il fattore di dimezzamento della permeabilità del terreno rappresenta l'assunzione cautelativa di terreno insaturo;
- J [m/m] è la cadente piezometrica posta unitaria nelle ipotesi che il tirante idrico sulla superficie filtrante sia molto minore dell'altezza dello strato filtrante e che la superficie piezometrica della falda sia convenientemente al di sotto del fondo disperdente;
- A [m²] superficie netta di infiltrazione;

Fissate le dimensioni geometriche del pozzo è possibile ricavare la superficie filtrante e quindi la capacità di filtrazione mediante l'applicazione della legge di Darcy. Facendo riferimento allo schema costruttivo riportato in *Figura 9*, nella seguente *Tabella 7* si riportano le caratteristiche geometriche di un singolo pozzo perdente.

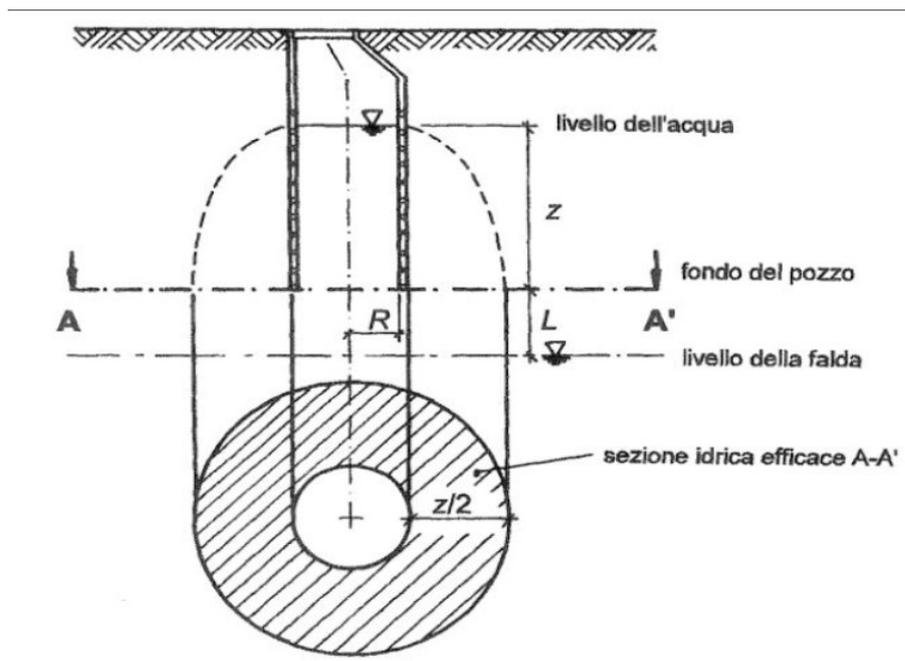


Figura 9: Schema pozzo perdente ad anelli prefabbricati.

Anello prefabbricato – Diametro 200 cm – Altezza 50 cm	
z (altezza utile del pozzo) [m]	3
R (raggio del pozzo) [m]	1,0
C (coronamento in ghiaia del pozzo) [m]	0,5
Af (area filtrante o sezione idrica efficace) [m ²]	16,49
k [m/s]	2,94E-05
Portata infiltrata [l/s]	0,24

Tabella 7: caratteristiche geometriche dei singoli pozzi perdenti.

La determinazione del numero di pozzi necessario è una procedura iterativa. In ragione del numero di pozzi scelto in prima istanza, si va a determinare l'area filtrante totale e dunque la portata infiltrabile totale. Applicando il sopra esposto metodo delle sole piogge avendo come riferimento la portata totale infiltrabile in uscita dal sistema di laminazione e dispersione, si ricava la durata critica di pioggia D_w e il volume critico di laminazione W_0 . Confrontando il volume W_0 ottenuto con il volume da requisito minimo imposto dalla normativa si opta per il maggiore tra i due. Tale volume, diviso per il volume generato dal singolo pozzo, fornisce il numero di pozzi necessario al rispetto della normativa.

Il volume del singolo pozzo è calcolato considerando anche il volume dei vuoti del coronamento circolare C con spessore di 50 cm e porosità n pari a 0,3.

$$W_p = \pi \cdot R^2 \cdot z + \pi \cdot [(R + C)^2 - C^2] \cdot z \cdot n = 12,96 \text{ m}^3$$

Il nuovo numero di pozzi ottenuto fornisce a sua volta un'area filtrante totale e una portata infiltrabile totale; riapplicando il metodo delle sole piogge con la nuova portata in uscita e confrontando il nuovo W_0 con il volume da requisito minimo si può dunque procedere alla seconda iterazione della procedura di calcolo. Quando il numero di pozzi forniti dalla procedura sarà pressoché uguale tra un'iterazione e quella successiva, il processo si arresta e il numero di pozzi effettivamente adottato è l'arrotondamento in eccesso del numero fornito dall'ultima iterazione.

Dopo poche iterazioni il numero di pozzi N pari a 45,81 fornisce:

- Un volume totale dei pozzi W_{pt} pari a 593,70 m³

$$W_{pt} = 12,96 \text{ m}^3 * 45,81 = 593,70 \text{ m}^3$$

- Una portata infiltrata totale Q_{Ftot} pari a 0,15 l/s

$$Q_{Ftot} = 0,24 \text{ l/s} * 45,81 = 11,11 \text{ l/s}$$

Adottando come portata in uscita Q_{Ftot} pari a 11,11 l/s, il metodo delle sole piogge fornisce un volume di 593,70 m³. Il requisito minimo, dettato dall'art. 12, commi 2 e 3 corrisponde a 445,10 m³, ovvero 800 m³/ha_{imp} i quali vanno ridotti del 30% in osservanza dell'art. 11 comma 2, lettera e) punto 3. Pertanto, il volume da garantire attraverso i pozzi è quello determinato dal metodo delle sole piogge, ossia 593,70 m³.

Poiché dopo poche iterazioni si è giunti ad un numero di pozzi pari a 45,81, il quale garantisce un volume di laminazione appunto di 593,70 m³, arrotondando per eccesso, **ne consegue che il numero totale dei pozzi disperdenti dovrà essere pari a 46.**

I pozzi dovranno essere corredati da una corona circolare dello spessore di 50 cm costituita da materiale drenante con lo scopo di favorire il fenomeno di infiltrazione; così come il fondo e le pareti degli elementi in cls dovrà essere incamiciata con geotessuto in modo da impedire fenomeni di interrimento e la riduzione della capacità filtrante.

A monte della batteria di pozzi si dovrà provvedere all'installazione di un dissabbiatore/disoleatore, con il duplice vantaggio di prevenire l'intasamento dei pozzi e depurare le acque di prima pioggia più inquinate.

4.3 Verifica del grado di sicurezza ai sensi dell'art. 11 c. 2

Ai fini della verifica del grado di sicurezza ai sensi dell'art. 11 c. 2 del R.R. n. 8/2019, di seguito si riporta la verifica del grado di riempimento del sistema di invaso per evento di pioggia con tempo di ritorno $T = 100$ anni.

Come in sede di dimensionamento si è adottato il metodo delle sole piogge, in questo caso però il tempo di ritorno delle piogge è stato assunto di 100 anni.

$$a(T = 100) = A_1 W_{100} = 68,98 \text{ (mm)}$$

La durata critica dell'evento è in questo caso pari a 11,7 ore, mentre il volume critico ΔW risulta pari a 662,3 m³. Essendo 662,3 m³ il volume necessario per far fronte ad un evento meteorico con T = 100 anni, e avendo previsto in sede di dimensionamento un volume di circa 593,7 m³, si ritiene che il sistema di laminazione non sia verificato per eventi pluviometrici con T = 100 anni.

4.4 Calcolo del tempo di svuotamento

In funzione della portata limite allontanata dal sistema Q_{lim} , il tempo di svuotamento dopo il termine dell'evento a partire dal volume calcolato per rispettare il regolamento (W_{acc}) è dato dalla seguente formula:

$$t_{svuotamento} = \frac{W_{acc}}{Q_{lim}}$$

Nel caso in esame: $W_{acc} = 593,7 \text{ m}^3$ $Q_{lim} \approx 11,1 \text{ l/s} = 0,001111 \text{ m}^3/\text{s}$

Il tempo di svuotamento risulta di circa **23,9 h** < delle 48 h imposte dall'art.11 c. 2 lettera f) del R.R. 8/2019.

5. ALLEGATI

- Allegato 01: Asseverazione del professionista in merito alla conformità del progetto ai contenuti del regolamento (Allegato E).

Ing. Laura Pezzoni

F.to digitalmente ex art. 24, D.Lgs. n. 82/05

ALLEGATO 01

Asseverazione del professionista in merito alla conformità del progetto ai contenuti del regolamento.

Dichiarazione sostitutiva dell'atto di notorietà

(art. 47 DPR 28 dicembre 2000 n. 445)

La sottoscritta Laura Pezzoni, nata a Codogno (LO), il 21/02/1977, residente a Orio Litta (LO), Via G. Leopardi n. 1, iscritta all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Lodi al n. 434, incaricata da ATE S.r.l. per Finanziaria dell'Alimentazione S.r.l. a redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica per la realizzazione di un nuovo edificio residenziale, Comune di Cernusco sul Naviglio (MI), catastalmente identificato al Foglio 46, mappale 20, 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 Cernusco sul Naviglio, in cui è sito l'intervento, ricade all'interno dell'area: A ad alta criticità idraulica;
- che per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica e idrologica è stata considerata la portata massima ammissibile per l'area A, 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, 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.

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.

Codogno, 26/01/2021

Il dichiarante

F.to digitalmente ex art. 24, D.Lgs. n. 82/05

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. 445/2000). Esente da imposta di bollo ai sensi dell'articolo 37 D.P.R. 445/2000.