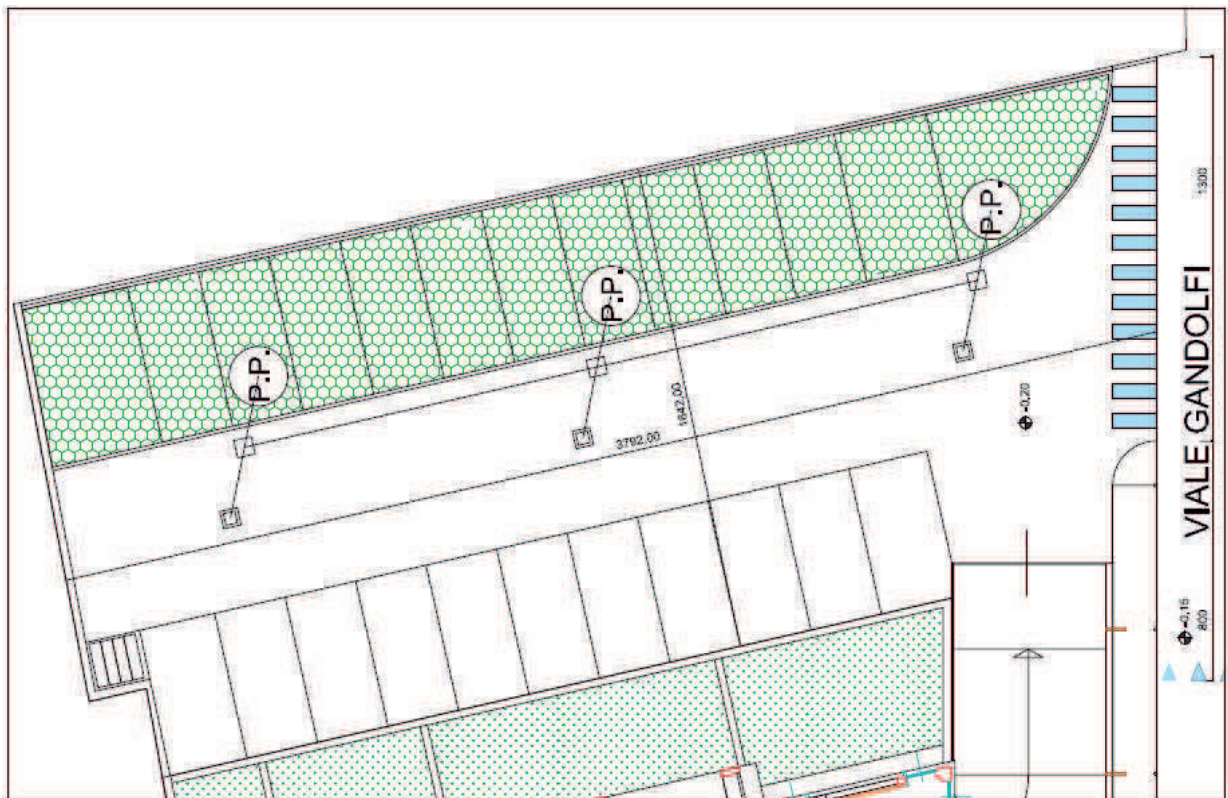
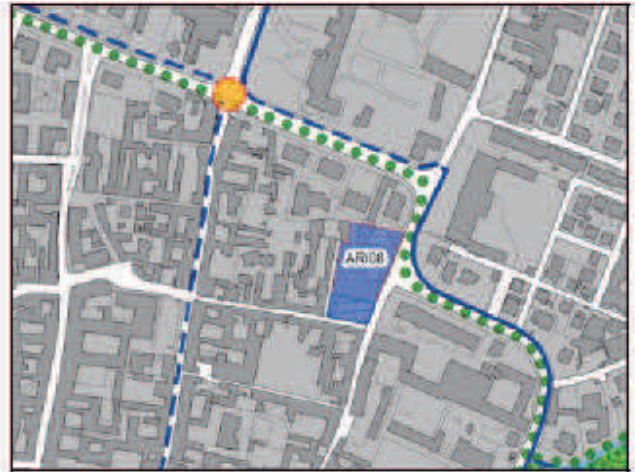


RELAZIONE TECNICA PROGETTO INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA

PK2-PARCHEGGIO SU VIALE GANDOLFI-CODOGNO (LO)



INDICE

| | | |
|---|---|----|
| 1 | PREMESSA E QUADRO NORMATIVO | 3 |
| 2 | ANALISI DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE | 5 |
| 3 | CALCOLO DELLA PRECIPITAZIONE DI PROGETTO | 6 |
| 4 | CALCOLO VOLUME DI INVASO | 10 |
| 5 | CALCOLO PROCESSO DI LAMINAZIONE/INFILTRAZIONE | 12 |
| 6 | DIMENSIONAMENTO RETI | 13 |

1 PREMESSA E QUADRO NORMATIVO

Il sottoscritto Arch. Giuseppe Bonelli, nato a Maleo il 18/04/1957, C.F. BNLGPP57D18E852R Iscritto al n. 94 dell'Ordine degli Architetti Pianificatori Paesaggisti e Conservatori della Provincia di Lodi,

in esecuzione dell'incarico conferito

dal Sig. Rasmi Augusto, nato a Guardamiglio (LO) il 09/10/1951, C.F. RSMGST51R09E238Z residente a Codogno in via Garibaldi n. 30, in qualità di Liquidatore della società "Biffi e Premoli di Premoli Lucia e Belloni Giuseppina e C. Sas in liquidazione", con sede legale a Codogno viale Gandolfi n. 19, con CF e P. Iva 00676230154, Proprietaria degli immobili siti nel comune di Codogno (LO), in viale Gandolfi n. 19, censiti catastalmente al N.C.E.U al Foglio n. 25 mapp. 97 sub 12 categoria catastale F/2,

in ottemperanza agli accordi di cui al "Preliminare di Compravendita" con il Sig. Bonelli Giuseppe, nato a Maleo (LO) il 18/04/1957, C.F. BNLGPP57D18E852R residente in piazza F.lli Cairoli n. 38, 26845 Codogno (LO), in qualità di Legale Rappresentante della società "AB ONE & C. SRL" CF e P. Iva 11699760960 con sede in via Tertulliano n. 58, 20137 Milano, Promissaria Acquirente,

redige

"Progetto di Invarianza Idraulica e Idrologica" del parcheggio denominato PK2 Parcheggio su viale Gandolfi - Codogno (LO) ai sensi del art. 6 e art. 10 del R.R. 07/2017.



L'area oggetto del Piano di Rigenerazione Urbana, identificata catastalmente al NCEU del Comune di Codogno con il foglio 25 mappale 97 sub 712, categoria F02 a seguito di variazione del 27/10/2015 per fusione e cambio di destinazione delle precedenti unità immobiliari censite al foglio 25 mappali 97 sub 701 (cat. D/1) - sub 501 (cat. A/2) - sub 502 (cat. A/2), ricade nel Piano Attuativo Ari08 del PGT corrente ed è stata edificata attorno al 1957, in adiacenza alla perimetrazione del centro storico, circoscritta da viale Gandolfi, le vie Bassi-Costa e vicolo Monte Cucco. Si tratta di fabbricati artigianali/industriali il cui stato di conservazione risulta compromesso da estesi fenomeni di umidità di risalita, da infiltrazioni dalle coperture in gran parte in lastre di cemento-amianto, in avanzato stato di degrado igienico-ambientale, in cui l'attività lavorativa è stata interrotta dal 2010.

Trattandosi di un Piano di Rigenerazione Urbana con l'individuazione di superfici a parcheggio funzionali allo stesso, con demolizione totale dei fabbricati esistenti e ricostruzione di un complesso residenziale, pur con volumetria inferiore del 38,60% rispetto allo stato di fatto, si è ritenuto di dover redigere il Progetto di Invarianza Idraulica e Idrologica" del parcheggio di cui sopra ai sensi del art. 6 e art. 10 del R.R. 07/2017.

Lo scrivente ai fini della verifica dei requisiti professionali per poter redigere il presente progetto dichiara:

di essere laureato in Architettura presso il Politecnico di Milano e di essere iscritto all'Ordine degli Architetti di Milano prima e successivamente di Lodi dal 1987 al n. 94;

di aver progettato e diretto numerosi Piani di Lottizzazione con reti di fognatura tra cui:

Piano di lottizzazione di via Brennero – Legnano;

Piano di lottizzazione di via Ferraris – Binasco;

Piano Integrato di via dei Mulini – S. Vittore Olona;

Piano di Lottizzazione di via del Cavo – Motta Visconti.

Piano di lottizzazione di via Ghidina – Sirmione.

2 ANALISI DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE

L'intervento in progetto, volto alla definizione delle modalità di drenaggio, accumulo, e smaltimento delle acque meteoriche del parcheggio PK2 accessibile da viale Gandolfi, prevede un sistema di volanizzazione costituito da una parte di superficie in autobloccanti drenanti e un sistema di infiltrazione in n. 3 pozzi perdenti. Le acque di dilavamento della parte del parcheggio in asfalto confluiranno nella rete di raccolta realizzata con tubazioni in PVC a tenuta, dotate di pozzetti di ispezione, e recapitate nei pozzi perdenti.

Le superfici scolanti sono così definibili, in rapporto al coefficiente di deflusso applicabile:

| | | |
|------------------------------|------------|-------------------|
| sup. totale del parcheggio | mq. 578,00 | |
| sup. impermeabile | mq. 390,00 | coeff. ϕ 1,0 |
| sup. semipermeabile drenante | mq. 188,00 | coeff. ϕ 0,5 |

La superficie scolante ragguagliata in ragione dei coefficienti di deflusso è quindi pari a:

$$S = 390,00 \cdot 1 + 118,00 \cdot 0,5 = \text{mq. } 484,00$$

Il coefficiente di deflusso medio ponderale ϕ_m è pari a:

$$\phi_m = 484,00 / 578,00 = 0,83737$$

In considerazione del valore del coefficiente di deflusso medio ponderale e della superficie interessata dall'intervento, applicando i criteri della Tabella 1 dell'art. 8, l'intervento ricade nella classe 2 e si applica di conseguenza il metodo delle sole piogge.

| CLASSE DI INTERVENTO | | SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO | COEFFICIENTE DEFUSSO MEDIO PONDERALE | MODALITÀ DI CALCOLO | |
|----------------------|---|--|--------------------------------------|---|--------------------------------------|
| | | | | AMBITI TERRITORIALI (articolo 7) | |
| | | | | Aree A, B | Aree C |
| 0 | Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi | $\leq 0,01 \text{ ha } (\leq 100 \text{ mq})$ | qualsiasi | Requisiti minimi articolo 12 comma 1 | |
| 1 | Impermeabilizzazione potenziale bassa | $da > 0,01 \text{ a } \leq 0,1 \text{ ha } (\leq 1.000 \text{ mq})$ | $\leq 0,4$ | Requisiti minimi articolo 12 comma 2 | |
| 2 | Impermeabilizzazione potenziale media | $da > 0,01 \text{ a } \leq 0,1 \text{ ha } (\leq 1.000 \text{ mq})$ | $> 0,4$ | Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11, comma 2, lettera d) | Requisiti minimi articolo 12 comma 2 |
| | | $da > 0,1 \text{ a } \leq 1 \text{ ha } (da > 1.000 \text{ a } \leq 10.000 \text{ mq})$ | qualsiasi | | |
| | | $da > 1 \text{ a } \leq 10 \text{ ha } (da > 10.000 \text{ a } \leq 100.000 \text{ mq})$ | $\leq 0,4$ | | |
| 3 | Impermeabilizzazione potenziale alta | $da > 1 \text{ a } \leq 10 \text{ ha } (da > 10.000 \text{ a } \leq 100.000 \text{ mq})$ | $> 0,4$ | Procedura dettagliata (vedi articolo 11, comma 2, lettera d) | |
| | | $> 10 \text{ ha } (> 100.000 \text{ mq})$ | qualsiasi | | |

3 CALCOLO DELLA PRECIPITAZIONE DI PROGETTO

Il comune di Codogno viene a trovarsi in Area B (Allegato 2 al R.R. 7/2017), media criticità idraulica, ma trattandosi di Piano Attuativo (Art.7 comma 5 del Regolamento) dovrà comunque venir garantito un volume minimo di laminazione pari a mc. 800 per ettaro di superficie scolante (Art.12 comma 2 lett. a) del Regolamento), indipendentemente dal risultato derivante dal calcolo col metodo delle sole piogge per un tempo di ritorno di 50 anni, ridotto del 30% come da Art.11 comma 2 lett. e) punto 3 se è prevista la sola dispersione nel terreno in loco. Il volume minimo dovrà quindi essere pari a:

$$V_{\min} = S \cdot 800 / 10.000 \cdot 70\% = 484,00 \cdot 0,08 \cdot 70\% = \text{mc. } 27,15$$

Per il calcolo del Volume di laminazione di progetto, è necessario valutare l'interazione dinamica tra il volume di pioggia in ingresso al sistema disperdente e il volume di acqua che, in assenza di scarichi in fognatura o in un corpo ricettore, viene immesso nel sottosuolo attraverso il meccanismo di filtrazione per l'intervallo di tempo considerato.

Ad ogni durata della precipitazione corrisponde infatti un diverso "volume di piena entrante" (V_e), mentre il "volume uscente" (V_u) come detto, è legato alla sola capacità d'infiltrazione nel terreno ($Q_{\text{filtraz.}}$ e $V_{\text{filtraz.}}$), pertanto il "volume di invaso" ($V_{\text{laminaz.}}$) necessario per il dimensionamento del sistema si può calcolare attraverso il bilancio rappresentato dalla seguente espressione:

$$V_{\text{laminaz.}} = V_e - V_u = V_{\text{entrata}} - V_{\text{infiltrato}}$$

Più precisamente sino a quando il volume di acque meteoriche in entrata al sistema è superiore a quello uscente (processo di filtrazione), con il trascorrere del tempo si ha l'incremento del volume di acqua ($V_{\text{laminaz.}}$) all'interno dell'opera di laminazione. Il processo una volta raggiunto il volume critico di laminazione (volume massimo) relativo all'evento studiato, inizierà a ridursi nel tempo con il progressivo diminuire d'intensità della precipitazione, fino ad azzerarsi ad una certa distanza temporale dal termine della precipitazione. L'onda entrante nell'invaso coincide con la precipitazione piovosa sulla superficie scolante impermeabile dell'intervento.

Il legame tra altezza di pioggia (h) e la durata della precipitazione (D) al variare del tempo di ritorno del fenomeno meteo considerato, è legato alla seguente formula generale:

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

dove:

- h è l'altezza di pioggia ricavabile da Linee Segnatrici Probabilità Pluviometrica (LSPP);
- D è la durata dell'evento (ore);
- a_1 è il coefficiente pluviometrico orario ;
- n è l'esponente della curva (parametro di scala) ;
- W_T è il coefficiente probabilistico legato al tempo di ritorno (T_r);
- α, ϵ, k sono i parametri delle leggi probabilistiche GEV adottate.

Secondo quanto riportato nella normativa, poiché i parametri caratteristici delle curve di possibilità pluviometrica riportati da ARPA Lombardia si riferiscono a precipitazioni con durata superiore all'ora (1-24 ore); per durate inferiori all'ora, la normativa regionale dà la possibilità di utilizzare, in carenza di dati sito specifici, tutti i parametri indicati da ARPA tranne il parametro "n" per il quale si indica l'utilizzo del valore $n = 0,5$ in aderenza agli standard suggeriti dalla letteratura tecnica idrologica (Allegato G, paragrafo 1 "Metodologie di calcolo dei volumi di laminazione" del R.R. n.7 del 23-11-2017).

Per il sito di studio, i parametri pluviometrici sono i seguenti:

Parametri per piogge di durata da 1 a 24 ore

a_1 - Coefficiente pluviometrico orario 26,06

n - Coefficiente di scala 0,2871


GEV - parametro alpha 0,2747

GEV - parametro kappa -0,0728

GEV - parametro epsilon 0,8199

Ne consegue che $a = a_1 * W_T = 26,06 * 2,0595 = \text{mm. } 53,67$

Di seguito si riporta la tabella e le curve di probabilità pluviometrica fornite per il sito.



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

A1 - Coefficiente pluviometrico orario 26,06

N - Coefficiente di scala 0,2871

GEV - parametro alpha 0,2747

GEV - parametro kappa -0,0728

GEV - parametro epsilon 0,8199

Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località: **CODOGNO**

Coordinate: 555793.06, 5000763.70

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/lspg.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 | 0,92194 | 1,25527 | 1,49160 | 1,73074 | 2,05950 | 2,32089 | 2,59489 | 2,05949939 |
| 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 | 24,0 | 32,7 | 38,9 | 45,1 | 53,7 | 60,5 | 67,6 | 53,6705542 |
| 2 | 29,3 | 39,9 | 47,4 | 55,0 | 65,5 | 73,8 | 82,5 | 65,4880097 |
| 3 | 32,9 | 44,8 | 53,3 | 61,8 | 73,6 | 82,9 | 92,7 | 73,5728521 |
| 4 | 35,8 | 48,7 | 57,9 | 67,2 | 79,9 | 90,0 | 100,7 | 79,9074926 |
| 5 | 38,1 | 51,9 | 61,7 | 71,6 | 85,2 | 96,0 | 107,3 | 85,1942665 |
| 6 | 40,2 | 54,7 | 65,0 | 75,4 | 89,8 | 101,2 | 113,1 | 89,7724968 |
| 7 | 42,0 | 57,2 | 68,0 | 78,9 | 93,8 | 105,7 | 118,2 | 93,8347556 |
| 8 | 43,6 | 59,4 | 70,6 | 81,9 | 97,5 | 109,9 | 122,8 | 97,5019306 |
| 9 | 45,1 | 61,5 | 73,0 | 84,8 | 100,9 | 113,7 | 127,1 | 100,855388 |
| 10 | 46,5 | 63,4 | 75,3 | 87,4 | 104,0 | 117,1 | 131,0 | 103,952773 |
| 11 | 47,8 | 65,1 | 77,4 | 89,8 | 106,8 | 120,4 | 134,6 | 106,836566 |
| 12 | 49,0 | 66,8 | 79,3 | 92,1 | 109,5 | 123,4 | 138,0 | 109,539062 |
| 13 | 50,2 | 68,3 | 81,2 | 94,2 | 112,1 | 126,3 | 141,2 | 112,085444 |
| 14 | 51,3 | 69,8 | 82,9 | 96,2 | 114,5 | 129,0 | 144,3 | 114,495769 |
| 15 | 52,3 | 71,2 | 84,6 | 98,1 | 116,8 | 131,6 | 147,1 | 116,786295 |
| 16 | 53,3 | 72,5 | 86,2 | 100,0 | 119,0 | 134,1 | 149,9 | 118,970401 |
| 17 | 54,2 | 73,8 | 87,7 | 101,7 | 121,1 | 136,4 | 152,5 | 121,059246 |
| 18 | 55,1 | 75,0 | 89,1 | 103,4 | 123,1 | 138,7 | 155,1 | 123,06224 |
| 19 | 56,0 | 76,2 | 90,5 | 105,0 | 125,0 | 140,9 | 157,5 | 124,987401 |
| 20 | 56,8 | 77,3 | 91,9 | 106,6 | 126,8 | 142,9 | 159,8 | 126,841623 |
| 21 | 57,6 | 78,4 | 93,2 | 108,1 | 128,6 | 145,0 | 162,1 | 128,63088 |
| 22 | 58,4 | 79,5 | 94,4 | 109,6 | 130,4 | 146,9 | 164,2 | 130,360384 |
| 23 | 59,1 | 80,5 | 95,6 | 111,0 | 132,0 | 148,8 | 166,4 | 132,034718 |
| 24 | 59,8 | 81,5 | 96,8 | 112,3 | 133,7 | 150,6 | 168,4 | 133,657929 |

Tabella - Altezze di pioggia cumulate calcolate per vari tempi di ritorno e di durata dell'evento meteorico riferite al sito in esame ed ottenute dall'elaborazione ed interpolazione di serie storiche di dati di precipitazione relativi alle stazioni pluviometriche più vicine.

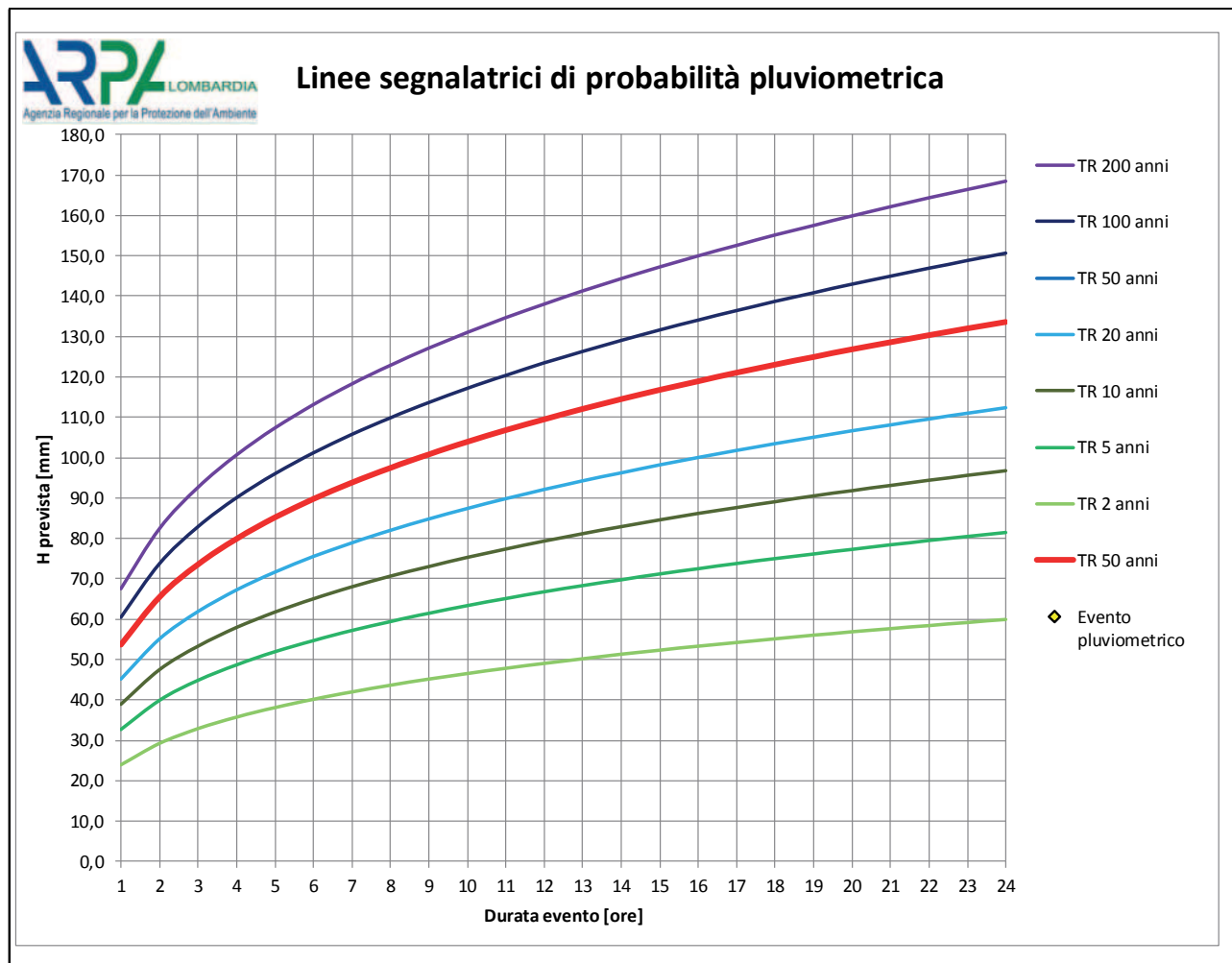


Figura - Curve di probabilità pluviometrica specifiche del sito.

Conoscendo la superficie scolante impermeabile equivalente dell'area di studio e l'altezza di pioggia della zona, in funzione della sua durata, si effettua la trasformazione delle precipitazioni meteoriche (afflussi) in volumi d'acqua raccolti dal bacino scolante in esame (deflussi cumulati) per vari tempi di ritorno (acque meteoriche di dilavamento dai cortili o piazzali pavimentati, etc..) tenendo in considerazione le perdite idrologiche.

4 CALCOLO VOLUME DI INVASO

Sulla scorta dei dati pluviometrici e del calcolo della durata critica si calcola il volume massimo di pioggia (volume critico) che deve essere raccolto e disperso nei primi strati del sottosuolo. Conoscendo il volume massimo di acque meteoriche da laminare/infiltrare, calcolato per un tempo di ritorno di 50 anni (Tr_{50}), si progetta un sistema, il più idoneo possibile per il sito in questione, le cui dimensioni e capacità complessiva d'invaso/d'infiltrazione siano tali da contenere completamente il volume critico di laminazione (V_{max} in entrata). La disponibilità di tale volume deve essere ripristinata entro le 48 ore successive (Art.11 Comma 2 lettera f) punto 2) attuando lo svuotamento dell'opera. L'opera in progetto deve inoltre possedere un franco di sicurezza adeguato per contenere anche l'evento con tempo di ritorno di 100 anni (Tr_{100}), così come richiesto dall'Art.11 Comma 2 lett. a) Punto 2 del Regolamento Regionale.

Per il calcolo della durata critica dell'evento meteorico, nell'impossibilità di scaricare in rete fognaria o corso d'acqua, abbiamo stimato la quantità d'acqua da infiltrare nel sottosuolo per mezzo di n. 3 pozzi perdenti, derivando il coefficiente di permeabilità dalla relazione geologica del Dott. Lupi Davide.

A m. – 3,50 dalla quota del parcheggio, il coefficiente di permeabilità, in ragione di sicurezza ed ai fini del predimensionamento dei pozzi perdenti, risulta pari a:

$$K_{min} = 5,3 \cdot 10^{-5} \text{ m/sec}$$

Parimenti, per sicurezza, si considera il solo apporto di filtrazione verticale del fondo dei pozzi perdenti rappresentato da un diametro di m. 3,00 (anello forato di diametro m. 2,00 e corona di intasamento con ghiaia di m. 0,50). Ne consegue che la portata in uscita pari a:

$$Q_u = K_{min} \cdot j \cdot A$$

Dove

$$K_{min} = 5,3 \cdot 10^{-5} \text{ m/sec}$$

$j = 1 \text{ m/m}$ (caduta pieziometrica in ragione del filtrante idrico trascurabile per grande profondità della falda acquifera rispetto alla quota di imposta dei pozzi perdenti).

$$A = \text{m. } 1,50^2 \cdot \pi \cdot 3 = 21,195 \text{ (Superficie filtrante di n. 3 pozzi perdenti).}$$

$$Q_u = K_{min} \cdot j \cdot A = 5,3 \cdot 10^{-5} \cdot 1 \cdot 21,195 = \text{l/sec } 1,123335$$

Nel caso specifico per poter stimare la durata dell'evento "critico" (cioè quella in cui con la portata massima in uscita si ottiene il volume minimo di laminazione) si è utilizzato la seguente espressione (formula n.12 Allegato G del R.R. n.8/2019):

$$D_w = [Q_{lim}/(2.78 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot n)]^{1/n-1}$$

dove:

D_w = durata evento critico (ore);

Q_{lim} = portata massima scaricabile/infiltrabile (l/s)

S = superficie totale dell'intervento (ha)

φ = coefficiente di deflusso medio ponderale (-)

a, n = parametri delle LSPP per il tempo di ritorno considerato.

$$D_w = [1,12335/(2.78 \cdot 0,0578 \cdot 0.83737 \cdot 53,67 \cdot 0,2871)]^{1/n-1}$$

$$D_w = [1,12335/2,073265]^{1/n-1} = [0,54183]^{-1,4027} = 2,36217 \text{ ore}$$

Per poter dimensionare ora il volume di laminazione che deve essere trattenuto dall'opera in progetto e che sarà uguale o superiore al volume critico di laminazione calcolato per l'evento di durata critica, si utilizza l'espressione n.13 (Allegato G del R.R. n.8/2019):

$$\text{Volume laminazione} = DV = 10 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - 3.6 \cdot Q_{lim} \cdot D_w$$

$$DV = 10 \cdot 0,0578 \cdot 0.83737 \cdot 53,67 \cdot 2,36217^{0,2871} - 3.6 \cdot 1,12335 \cdot 2,36217 =$$

$$DV = 25,97627 \cdot 2,36217^{0,2871} - 9,5528 = 25,97627 \cdot 1,2799 - 9,5528 = \text{mc. } 23,70$$

Tale valore è inferiore a quello sopra calcolato, con riferimento ai requisiti minimi di cui all' art. 12 comma 2, pari a mc. 27,15.

Procedendo alla ulteriore verifica con un tempo di ritorno di 100 anni ne consegue che:

$$a = a_1 \cdot w_T = 26,06 \cdot 2,32089 = \text{mm. } 60,48$$

$$D_w = [1,12335/(2.78 \cdot 0,0578 \cdot 0.83737 \cdot 60,48 \cdot 0,2871)]^{1/n-1}$$

$$D_w = [1,12335/2,33633]^{1/n-1} = [0,48082]^{-1,4027} = 2.79308 \text{ ore}$$

$$DV = 10 \cdot 0,0578 \cdot 0.83737 \cdot 60,48 \cdot 2.79308^{0,2871} - 3.6 \cdot 1,12335 \cdot 2.79308 =$$

$$DV = 29,2723 \cdot 2.79308^{0,2871} - 11,30 = 29,2723 \cdot 1,34298 - 11,30 = \text{mc. } 28,02$$

Tale valore è superiore a quello sopra calcolato, con riferimento ai requisiti minimi di cui all' art. 12 comma 2 pari a mc. 27,15, quindi si assume mc. 28,02 = volume di laminazione.

5 CALCOLO PROCESSO DI LAMINAZIONE/INFILTRAZIONE

In relazione al contesto locale si propone come soluzione progettuale un sistema misto di laminazione/dispersione così costituito:

- Volume di laminazione. Il volume di laminazione è costituito dai vuoti intergranulari del pacchetto drenante in autobloccanti a verde, "massicciata + cassonetto in ghiaia", così come previsto per la realizzazione di parte della pavimentazione del parcheggio. Il calcolo ha considerato una porosità minima del 20-25%;
- Superficie disperdente del sottosuolo. Il riempimento con ghiaia della corona dei pozzi perdenti con percentuale dei vuoti intergranulari garantita non inferiore al 20-25% (porosità efficace) ed il volume dei pozzi stessi;
- Volume della condotta in PVC diametro 160 mm e relativi pozzetti di ispezione 0,5 x 0,5.

$$W_{Tot} = W_{dr} + W_{pp} + W_{tu} + W_{pz}$$

$$W_{dr} = [(188,00 - 1,50^2 \cdot \pi \cdot 3) \cdot 0,50 + (1,50^2 \cdot \pi \cdot 3 - 1,00^2 \cdot \pi \cdot 3) \cdot 2,50] \cdot 20\% = \text{mc. } 18,57$$

$$W_{pp} = 1,00^2 \cdot \pi \cdot 3 \cdot 2,50 = \text{mc. } 23,55$$

$$W_{tu} = 0,08^2 \cdot \pi \cdot 37,0 = \text{mc. } 0,74$$

$$W_{pz} = 0,50^2 \cdot 0,50 \cdot 3 = \text{mc. } 0,38$$

Il volume totale di laminazione risulta maggiore del volume minimo di laminazione.

$$W_{Tot} = 18,57 + 23,55 + 0,74 + 0,38 = \text{mc. } 43,24 > \text{mc. } 28,02$$

Il tempo di svuotamento dell'invaso risulta pari a:

I. $28.020 / 1,123335 = \text{sec. } 24.944 = \text{ore } 6,93 < \text{ore } 48$, di gran lunga inferiore al tempo massimo stabilito dal R.R. 7/2107.

Ai sensi dell'art. 11 comma 2 si ritiene compatibile il processo di smaltimento per infiltrazione in quanto non vi è falda a bassa soggiacenza, la permeabilità dei terreni a quota – m. 3,50 è buona e non vi è pericolo di inquinamento della falda da parte delle acque pluviali immesse nel sottosuolo.

Per la verifica prevista dall'art. 11 comma 2.2 circa il rispetto del tempo di ritorno T_{100} a 100 anni, da adottare per la verifica dei franchi di sicurezza delle opere sopra dimensionate, si precisa che lo stesso è stato assunto per la verifica ed il progetto delle reti di collettamento

e drenaggio, pertanto non vi sono modifiche al sistema di accumulo e dispersione per infiltrazione in quanto dimensionato per il volume minimo di laminazione $T_{100} = \text{mc. } 28,02$.

6 DIMENSIONAMENTO RETI

Si è assunto di sovradimensionare la condotta, corrispondente a una tubazione ϕ 160 mm in PVC, al fine di agevolare le future manutenzioni.

Come sopra precisato si è considerato per il dimensionamento delle tubazioni un evento meteorico con tempo di ritorno $T_r = 100$ anni.

Per la sezione idraulica della condotta, tubo PVC-U UNI EN 1401 - SN8, la portata da smaltire, accumulata nella prima ora di pioggia (vedi dati tabella Arpa) è pari a:

$$Q_{T100} = S \cdot a/3,6 = 484 \cdot 60,48/3.600 = 8,13 \text{ l/sec}$$

TABELLA DI CALCOLO SEZIONE TUBAZIONE DI DRENAGGIO

Dati tubazione Diametro netto interno mm. 151 Area sezione mq.0,0179 Pendenza 1%
Materiale PVC Coefficiente di scabrezza 120
Portata 8,13 l/sec

| % riempimento | gradi (°) | rad. | Area defl. (mq) | Cont. Bagn. (m) | R idr. (m) | Portata (l/s) | H riemp. (mm) | Velocità (m/s) |
|---------------|-----------|------|-----------------|-----------------|------------|---------------|---------------|----------------|
| 5% | 51,68 | 0,90 | 0,00033 | 0,0679 | 0,0049 | 0,1153 | 7,53 | 0,346 |
| 10% | 73,74 | 1,29 | 0,00093 | 0,0969 | 0,0096 | 0,5013 | 15,06 | 0,541 |
| 15% | 91,15 | 1,59 | 0,00168 | 0,1198 | 0,0140 | 1,1672 | 22,59 | 0,697 |
| 20% | 106,26 | 1,85 | 0,00254 | 0,1397 | 0,0182 | 2,1028 | 30,12 | 0,829 |
| 25% | 120,00 | 2,09 | 0,00348 | 0,1577 | 0,0221 | 3,2892 | 37,65 | 0,945 |
| 30% | 132,84 | 2,32 | 0,00449 | 0,1746 | 0,0257 | 4,7023 | 45,18 | 1,046 |
| 35% | 145,08 | 2,53 | 0,00556 | 0,1907 | 0,0291 | 6,3138 | 52,71 | 1,136 |
| 40% | 156,93 | 2,74 | 0,00665 | 0,2062 | 0,0323 | 8,0918 | 60,24 | 1,216 |
| 45% | 168,52 | 2,94 | 0,00777 | 0,2215 | 0,0351 | 10,0018 | 67,77 | 1,286 |
| 50% | 180,00 | 3,14 | 0,00891 | 0,2366 | 0,0377 | 12,0061 | 75,30 | 1,348 |
| 55% | 191,48 | 3,34 | 0,01004 | 0,2516 | 0,0399 | 14,0542 | 82,83 | 1,401 |
| 60% | 203,07 | 3,54 | 0,01116 | 0,2669 | 0,0418 | 16,1323 | 90,36 | 1,446 |
| 65% | 214,92 | 3,75 | 0,01226 | 0,2824 | 0,0434 | 18,1630 | 97,89 | 1,482 |
| 70% | 227,16 | 3,96 | 0,01332 | 0,2985 | 0,0446 | 20,1039 | 105,42 | 1,509 |
| 75% | 240,00 | 4,19 | 0,01433 | 0,3154 | 0,0454 | 21,8961 | 112,95 | 1,528 |
| 80% | 253,74 | 4,43 | 0,01528 | 0,3335 | 0,0458 | 23,4711 | 120,48 | 1,536 |
| 85% | 268,85 | 4,69 | 0,01614 | 0,3533 | 0,0457 | 24,7431 | 128,01 | 1,533 |
| 90% | 286,26 | 5,00 | 0,01689 | 0,3762 | 0,0449 | 25,5921 | 135,54 | 1,516 |
| 95% | 308,32 | 5,38 | 0,01748 | 0,4032 | 0,0431 | 25,8014 | 143,07 | 1,476 |
| 100% | 360,00 | 6,28 | 0,01781 | 0,4731 | 0,0377 | 24,0122 | 150,60 | 1,348 |

Dati di deflusso della portata di progetto

40% 156,93 2,74 0,00665 0,2062 0,0323 8,13 60,24 1,216

La portata massima defluisce con un riempimento pari al 40%, un'altezza da direttrice inferiore scorrimento di 60 mm e una velocità di 1,22 m/sec, compatibile con il regime idraulico della condotta.

Codogno, 10/07/2025

Arch. Giuseppe Bonelli

Documento firmato da: bonelli giuseppe In data: 13/07/2025

Codogno P.zza F.lli Cairoli n° 38 tel. 02-48712452 cell. 348-4580640
Ordine degli Architetti di Lodi n° 94