

Dr. Geol. Roberto Madesani

Via Madonna Della Neve n° 47

24121 – Bergamo

madesaniandpartners



Comune di **Monza**

Provincia di **Monza e Brianza**

P.I.I. “PIAZZALE VIRGILIO”

P.I.I in variante al Piano Di Governo Del Territorio

MONZA LIFE s.r.l.

L.R. n°12/2005; R.R. n°7/2017 R.R. n°8/2019

Dr. Roberto Madesani

BERGAMO, 2 ottobre 2019

Cod. P143a/'19

Relazione Invarianza Idraulica

Riferimenti

Progetto	P.I.I. PIAZZALE VIRGILIO
Committente:	MONZA LIFE s.r.l. Via Amedei n°6 a Milano
Progettista:	Ing. Flavio Minatta, via La Rosa n°354 Piantedo (SO)
Istruttoria	P.I.I. in variante al PGT
Riferimenti progettuali per la parte geologica	DOMUS Ing&Arch S.r.l.
Metodo di studio	Verifiche idrologiche – idrauliche; analisi granulometriche
dir. lavoro delle indagini	Dott. Roberto Madesani
Indagini geognostiche	
Riferimenti normativi	L.R. n°12/2005; R.R. n° 7/2017; R.R. n°8/2019; Del. Com Istituzionale n°180 5/12/2016 Consorzio Di Bonifica Est Ticino Canale Villoresi
Criticità idraulica	Ambito A
Limitazioni d'uso del territorio, vincoli	Nessuna
Codice lavoro	P143A/2019
Contenuti del documento: contesto territoriale, modello idrologico del progetto, studio di invarianza idraulica a livello di variante urbanistica, indicazioni sugli impianti idraulici.	

Accettazione della documentazione

- 1) La documentazione è costituita da n°1 relazione tecnica.
- 2) La validità per uso progettuale ed amministrativo della documentazione è legata al progetto come riferito allo scrivente e visionato nella documentazione fornita: Programma Integrato Di Intervento in variante al PGT "PIAZZALE VIRGILIO", Tavola D.6, Ing. Flavio Minatta, 7 ottobre 2019;
Una nuova valutazione dovrà essere eseguita in caso di modifiche al progetto, modifiche all'ubicazione delle opere, cambiamenti naturali del contesto geologico. In ogni caso il seguente documento deve essere utilizzato entro 3 anni.
- 3) Si concede al committente il pieno diritto all'utilizzo della documentazione e alla riproduzione in copia fermo restando che il Professionista Roberto Madesani non si assume nessuna responsabilità per un utilizzo diverso da quello esposto nel titolo della copertina.
- 4) L'accettazione della seguente documentazione o l'accettazione della fattura di saldo costituiscono per il professionista chiusura dell'incarico e degli impegni definiti con il relativo disciplinare.

Bergamo il 02-10-2019

Roberto Madesani



1. ELEMENTI TERRITORIALI

1.1 UBICAZIONE DEL SITO

Il sito è ubicato nella parte occidentale della Città di Monza in prossimità di Piazzale Virgilio. La zona è pianeggiante e urbanizzata a quota di circa 173m.s.l.m ed è delimitata a Sud dal Canale Villoresi. L'area ex industriale è stata oggetto di demolizione e attualmente è caratterizzata da una superficie incolta con murature perimetrali.

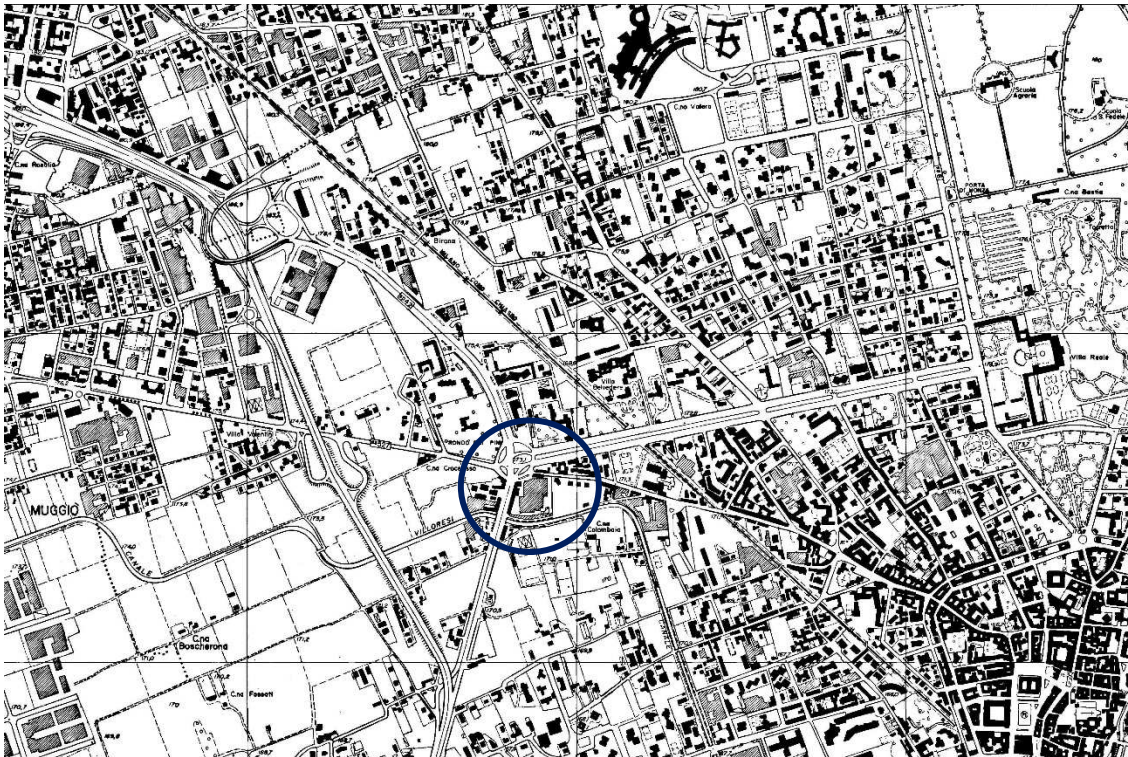


FIG.1: Corografia: estratto CTR Lombardia B5c5 non in scala.

1.2 MODELLO IDROLOGICO: PRECIPITAZIONI

Per il dimensionamento dell'apparato di dispersione sono state ricavate le precipitazioni critiche con $T_r=50$ anni. Il calcolo è stato effettuato con le curve di possibilità pluviometrica già ragguagliate come fornite da ARPA Lombardia per il Comune di Monza (**allegato.1**). Il metodo utilizza la relazione:

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

h_T = altezza di pioggia per dato tempo di ritorno

$a_l = 31,100$ coefficiente pluviometrico orario;

$\alpha=0,2951$, $K=-0,0196$, $\varepsilon=0,8236$, $n=0,3048$ parametri numerici ricavati dall'analisi statistica dei dati;



T= tempo di ritorno

Si riportano le altezze orarie di pioggia per gli eventi significativi di 10 50 e 100 anni:

Tr	W _t	H (mm)
10	1,50	46,7
50	2,02	62,8
100	2,24	69,8

Tab.1: precipitazioni;

1.3 MODELLO IDROGEOLOGICO: SUBSTRATO

Il sito interessa un'area industriale dismessa attualmente completamente demolita. Al di sotto di eventuali terreni riportati o resti di pavimentazioni, si ha substrato incoerente costituito dai depositi fluvioglaciali dell'Allogruppo Di Besnate (Pleistocene Medio Superiore). Si tratta di sabbie limose e/o sabbie ghiaiose, ghiaie a supporto clastico in matrice sabbiosa o sabbioso limosa, da massive a grossolanamente stratificate. Per poter dimensionare un apparato di dispersione di acque nel sottosuolo è necessario conoscere il coefficiente di permeabilità medio K del terreno alle quote volute. In questa fase non sono state fatte indagini in sito, tuttavia le osservazioni di terreno sugli scavi esistenti suggeriscono la presenza di abbondante matrice limoso argillosa fino alle profondità usuali per i pozzi di dispersione, con un ipotesi di permeabilità media $k < 10^{-4}$ (m/s). Ulteriori indicazioni di carattere geologico che influenzano la dispersione nel sottosuolo e riscontrate nella documentazione geologica associata al PGT (A. Uggeri, 2017, "Componente geologica idrogeologica e sismica, Piano Di Governo Del Territorio", Assessorato alle Politiche Del Territorio, Comune Di Monza), indicano due complicazioni: che il sito è interno alla zona di rispetto di pozzo ad uso idropotabile (zona dei 200m; D.lgs. n°152/2006 e D.G.R. n°VII/12693-2003); che il sito è ad alta possibilità di interazione con cavità del sottosuolo "occhi pollini".

2.INQUADRAMENTO DEL PROBLEMA IDROLOGICO

2.1 ELEMENTI DEL PROGETTO E USO DEL SUOLO

La variante urbanistica consiste nella riqualificazione di un'area industriale dismessa tramite la realizzazione di un nuovo edificio commerciale con posteggi interrati, e di un edificio destinato ad attività ricreative (Teatro Della Musica) con viabilità e posteggio esterno. Seguono aree verdi pavimentate ad uso pubblico, strutture minori esterne di supporto e completamento. L'edificio maggiore è quello per uso commerciale che occupa oltre il 50% della superficie e avrà due piani interrati come autorimessa. Il secondo in ordine di importanza è la struttura ricreativa. Nell'insieme e considerando le aree pavimentate l'area è quasi completamente urbanizzata. A sud il P.I.I. è delimitato dal canale Villoresi dell'omonimo consorzio.





FIG.2: caratteristiche del bacino.

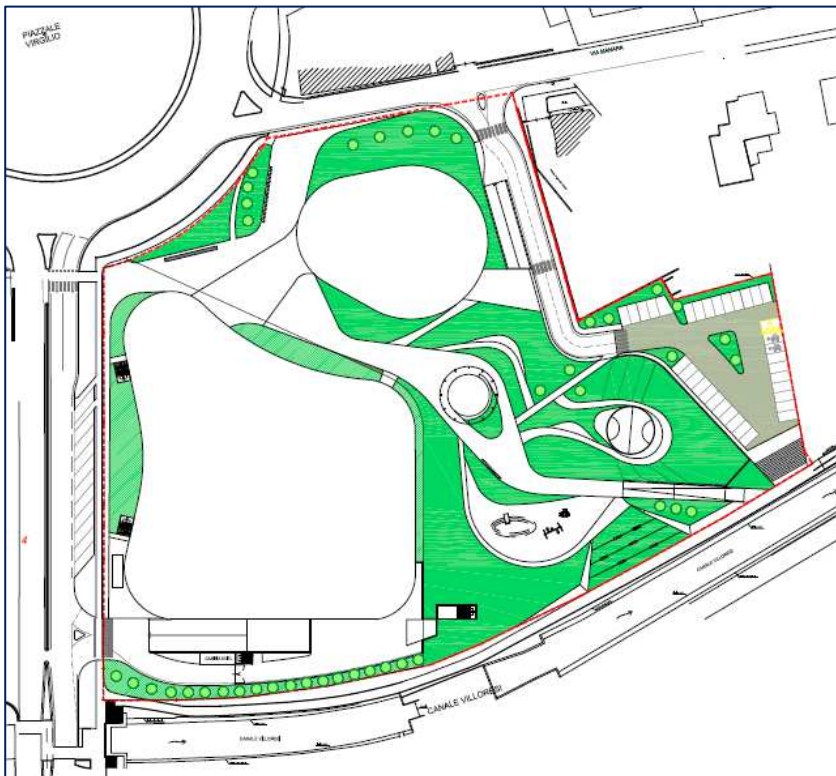


FIG.3: distribuzione di progetto delle superfici drenanti;



2.2 CARATTERISTICHE DEL BACINO

Il P.I.I. nel suo insieme ha superficie di 18.815m². Il bacino di studio è il seguente:

AREA AD USO COMMERCIALE E RICREATIVO COMPRESIVA DI PAVIMENTAZIONI CARRALI E PEDONALI

- superficie impermeabile (tetti piazzali e viabilità): 12.947m²;

AREE A VERDE PUBBLICO O PRIVATO E PARCHEGGIO ESTERNO

- aree verdi drenanti: 5.868m²

Per le limitate aree drenanti è stato utilizzato il valore di coefficiente di deflusso secondo normativa: $\varphi=0,3$. Questo è motivato dal fatto che anche per le superfici drenanti pavimentate verranno utilizzate tecnologie adeguate e certificate a garantire l'infiltrazione. Le superficie impermeabili sono state poste a $\varphi=1,0$.

2.3 REQUISITI DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA

Il Comune ha criticità idraulica di AMBITO A (R.R. n°7/201/ e R.R. n°8/2019). Preso atto del contesto geologico (par.1.3) e delle caratteristiche del bacino di studio derivante dal P.I.I., si sconsiglia l'osservanza dell'invarianza idraulica tramite scarico nel sottosuolo e si richiede obbligatoriamente uno scarico delle acque meteoriche in recettore finale. Il ricettore finale individuato per il bacino costituito dal P.I.I. "Piazzale Virgilio" è il Canale Villorosi che in sito ha valenza di *canale principale*. Il Consorzio Di Bonifica Est Ticino Villorosi è autorità idraulica e attualmente gestisce gli scarichi tramite il proprio *Regolamento Di Gestione Della Polizia Idraulica*, Del. Comitato Esecutivo 5/12/2016 n°180, approvato con D.G.R. n°X/6037-2016, che all'art.10 fornisce le portate di scarico di progetto. Quale autorità idraulica in sede autorizzativa l'ente potrà fornire valori diversi di portata e prescrizioni specifiche sulle opere idrauliche.

In base al regolamento consortile art.10, considerando che il sito è provvisto di pubblica fognatura, sono prescritte portata limite di scarico nel ricettore di **Q_{LIMITE}=40 l/sxha** di superficie scolante impermeabile e invaso di laminazione conseguente. Con i dati citati risulta:

- P.I.I.: 18.815m³
- AREA SCOLANTE: 14.707m²;
- COEFFICIENTE DI DEFLUSSO: $\varphi=0,78$;
- PORTATA LIMITE DI SCARICO: $Q_{(LIMITE)}=58,8 \text{ l/s} \approx 59 \text{ l/s}$;



3. ANALISI

3.1 EVENTO METEORICO DI PROGETTO

Lo studio è stato effettuato con metodologia analitica. Dai dati della curva di possibilità pluviometrica è stato ricavato lo ietogramma netto con il metodo "Chicago" per massimo a $r=0,4$ e tempo $t=1h$. I parametri della precipitazione corrispondono ad un tempo di ritorno $Tr=50$ anni (vedi paragrafo 1.2)

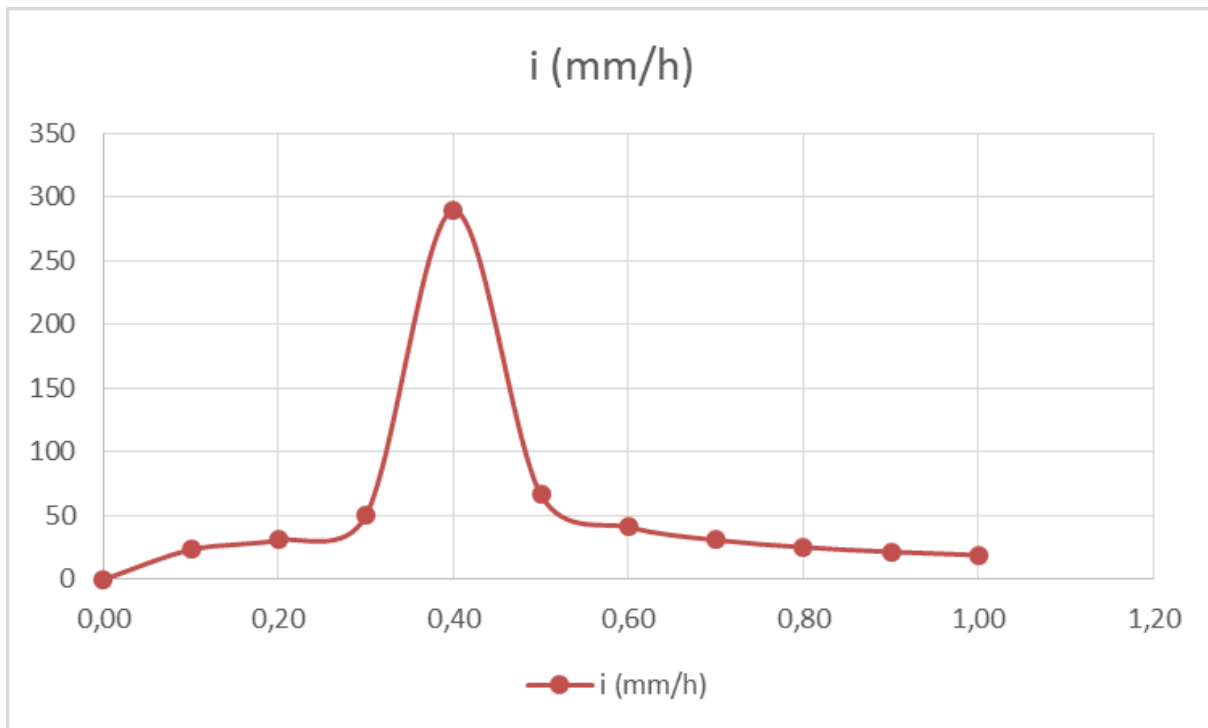


FIG.4: ietogramma di progetto;

Da questo si sono sviluppati gli idrogrammi tramite un modello di piena di tipo concettuale lineare stazionario (modello cinematico) che utilizza il metodo razionale.

$$Q_{c,T} = \varphi ARFi_T(t_c)A_b$$

$Q_{c,T}$ = portata al colmo con tempo di ritorno T;

φ = coefficiente di deflusso;

ARF= coefficiente di ragguaglio all'area;

$i_T(t_c)$ = intensità media di precipitazione di durata t_c e tempo di ritorno T;

t_c = tempo di corrivazione;

A_b = area del bacino;



Il bacino è caratterizzato da limitato sviluppo areale e da una geometria equimediana, che implica di valutare le precipitazioni per tempi di corrivazione stimabili in $T_c=12$ minuti dati da:

$$T_c = T_i + T_s \text{ con}$$

T_i = tempo di ingresso in rete (usuale 5 minuti);

T_s = tempo di scorrimento nella rete (5=7 minuti stimati in base alla geometria del bacino);

L'idrogramma $Q(t)$ si ottiene dall'integrale dei contributi di tutti i canali ideali lineari in parallelo fra loro che convogliano le acque:

$$Q(t) = \iint_A i_{r,n}[x, y, t - t_c(x, y,)] dx dy$$

i = intensità pioggia;

t = tempo;

A = area bacino;

Sempre per la geometria e dimensioni del bacino l'effetto della conversione afflussi deflussi non è rilevante. Fatto questo la risoluzione generale del problema è data dalle tre equazioni:

$$(Q_p(t) - Q_u(t)) = \frac{dW(t)}{dt}$$

Q_p = portata fluente; Q_u = portata in uscita;

dW/dt = variazione del volume immagazzinato nel tempo dt ;

$$Q_u = Q_u[H(t)]$$

Q_u = portata di scarico;

$$W = W [H(t)]$$

W = volume invasato;

$H(t)$ = battente idrico;

e, qualora vi siano dei contributi per dispersione nel sottosuolo tramite apparati predisposti, dalla relazione non rigorosa valida nell'ipotesi di assenza di interazione con la falda e tirante idrico molto minore dell'altezza dello strato filtrante:

$$Q_f = K J A_f$$

Q_f = portata di infiltrazione;

k = coefficiente di permeabilità;

A_f = superficie disperdente;

J = gradiente idraulico in questo caso posto =1;



L'ipotesi progettuale prevede uno scarico costante in un ricettore finale preceduto da un invaso di laminazione con laghetto superficiale. La risoluzione tramite foglio di calcolo e metodo iterativo per ottimizzare il tutto vede i seguenti idrogrammi descriventi il comportamento del bacino:

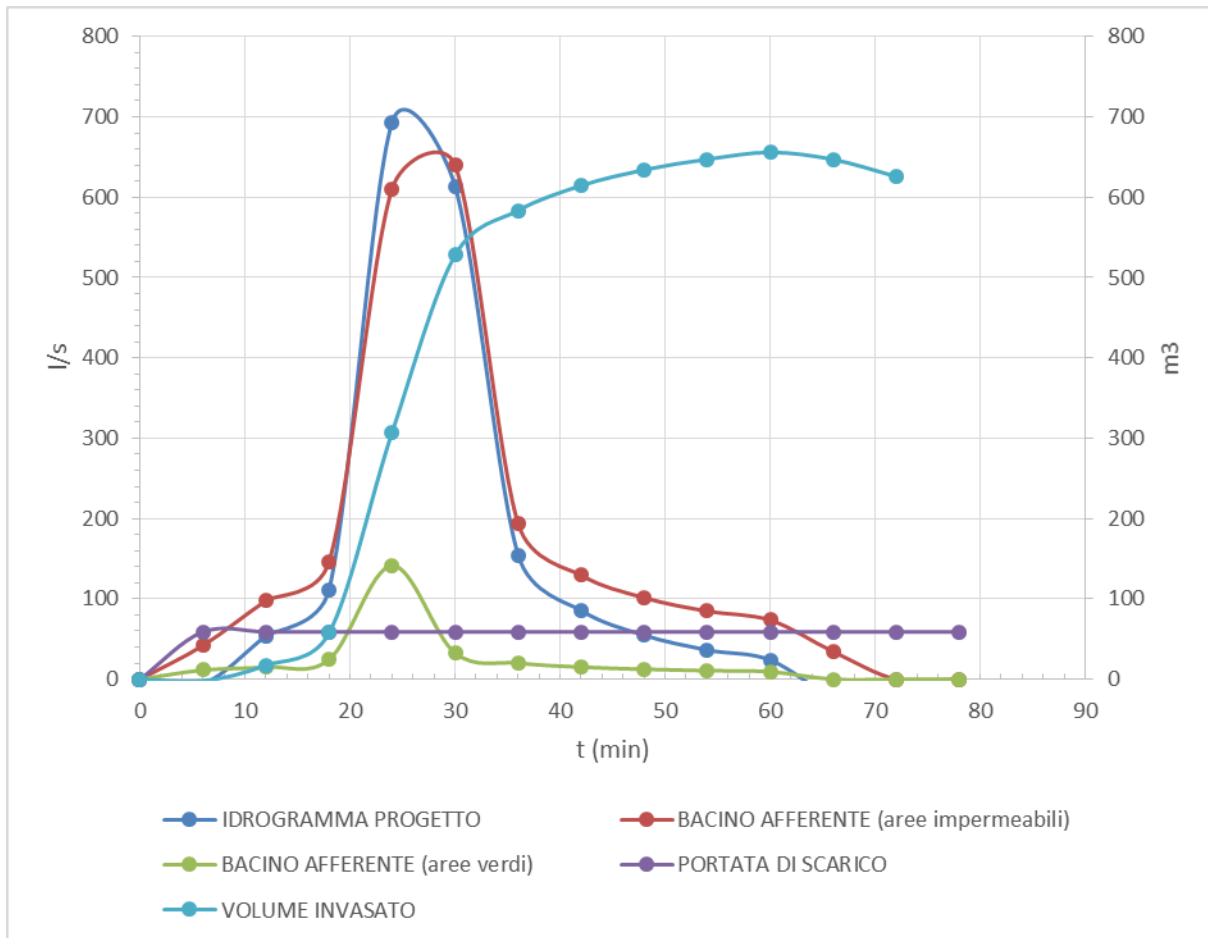


FIG.5: idrogrammi risultanti;

La massima portata di invaso richiesta corrisponde a $W=656\text{m}^3\approx 660\text{m}^3$. Il tempo di svuotamento è $T_{(\text{SVUOTAMENTO})}=3,1$ ore.

3.2 PORTATA PER LO SCROSCIO CRITICO

Secondo la teoria della corivazione si può avere lo scroscio critico per $T_C=12\text{min}$. In questo caso dalle linee segnalatrici di pioggia (**all.1**) si ha $h_{(12)}=28,3\text{mm}$, che applicando il metodo razionale fornisce una portata $Q_{(12)}=114\text{ l/s}$ e un volume di $V=82\text{m}^3$.



4. INVARIANZA IDRAULICA

4.1 INVARIANZA IDRAULICA

Preso atto che non è possibile procedere allo smaltimento delle acque nel sottosuolo, l'invarianza idraulica è ottenuta scaricando le acque meteoriche provenienti dal bacino nel suo insieme nel recettore finale Canale Villoresi con portata limite di $Q_u=59 \text{ l/s}$, previa presenza di un apparato di laminazione di $W_{\text{(laminazione)}}=660\text{m}^3$. Tale apparato di laminazione sarà costituito da un sistema di invasamento con laghetto come da predisposizione del progettista. Lo smaltimento delle acque meteoriche delle aree verdi sopra soletta, previa verifica delle condizioni geologiche locali durante le indagini geognostiche per il Permesso Di Costruire, potrà avvenire tramite la realizzazione di pozzi perdenti. Il Consorzio Di Bonifica Est Ticino Villoresi è autorità idraulica ai sensi di legge, pertanto in sede autorizzativa potrà determinare valori diversi di portata e prescrizioni specifiche sulle opere idrauliche.



5. OPERE IDRAULICHE E MANUTENZIONE

5.1 OPERE DI FUTURA PROGETTAZIONE

Le opere idrauliche saranno oggetto di permesso di costruire e progettate in funzione degli edifici e degli altri manufatti. Si consigliano due apparati distinti di raccolta e trasferimento delle acque: uno dedicato alle acque meteoriche provenienti da superfici pulite; uno dedicato alle acque meteoriche provenienti da superfici carrali dotato di apparato di dissabbiatura disoleazione. Entrambi gli apparati drenanti avranno come destinazione un vaso di laminazione che precede il ricettore finale. I componenti dell'apparato di drenaggio sono:

- ✓ gronde e caditoie di prima raccolta;
- ✓ tubature di convogliamento;
- ✓ apparato/i di dissabbiatura disoleazione;
- ✓ pozzi di carico e cacciata;
- ✓ vaso di laminazione a cielo aperto;
- ✓ pozzo piezometrico con limitatore di portata;
- ✓ tubo di scarico e manufatto di immissione nel canale;
- ✓ eventuali pozzi di dispersione.

5.2 RACCOLTA E TRASPORTO DELLE ACQUE

Le caditoie, le gronde, i pozzetti di ispezione e le condotte avranno caratteristiche di tipo ordinario secondo le esigenze del progettista. Le dimensioni saranno definite in funzione delle superfici drenanti sulla base delle indicazioni idrologiche definite nella seguente relazione.

5.3 POZZETTI DISOLEATORI/DISSABBIATORI

Le condutture di convogliamento delle acque della viabilità, dei posteggi e delle aree di carico e scarico, prima di inserirsi nella vasca di laminazione dovranno essere munite di impianto dissabbiatore/disoleatore scelto dal progettista o dal costruttore fra le tipologie a disposizione sul mercato. I sistemi di separazione dovranno essere di classe 1 (EN-858-1) con NG in funzione dei volumi drenati. Lo schema progettuale generale vede: 1) pozzetto divisore/ripartitore; 2) vasca di accumulo e sedimentazione con separatore a coalescenza di classe 1; 3) uscita e ispezione.

5.4 VASO DI LAMINAZIONE E OPERE ACCESSORIE

L'vaso di laminazione costituisce l'opera principale per il rispetto dell'invarianza idraulica. In questa fase è stato previsto un laghetto a cielo aperto le cui caratteristiche sono visibili nel progetto, combinato eventualmente con ulteriori apparati interrati che verranno definiti in sede di permesso di costruire. Gli aspetti idraulici, costruttivi e relativi al



verde, così come quelli manutentivi e di gestione, saranno sviluppati in sede di permesso di costruire. Oltre all'invase, sono opere accessorie: pozzi di cacciata prima dell'emissione, un pozzo di raccolta in uscita dove potrà essere posizionato un eventuale limitatore di portata.

5.6 SCARICO FINALE

Lo scarico finale partirà dal pozzo di raccolta e avrà dimensioni idonee alla limitazione delle portate. Questo passerà al di sotto della pista ciclabile verso l'argine ed entrerà nel canale al di sotto del pelo libero. Il tutto per non lasciare tubature a vista sul muro spondale. I particolari costruttivi saranno quelli recepiti dalle indicazioni del Consorzio Canale Villoresi.


5.7 EVENTUALI POZZI PERDENTI

Le aree verdi ricoprenti le solette delle strutture interrato, qualora abbiano le caratteristiche per essere definite drenanti (NTA art.8 lett. O), viste le limitate superfici potranno essere oggetto di verifica idrogeologica per lo smaltimento in sottosuolo. In caso di esito positivo saranno previsti pozzi di dispersione.

6. ALLEGATI

6.1 CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA PER IL COMUNE DI MONZA DA ARPA LOMBARDIA





ARPA LOMBARDIA
Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente

Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località: **MONZA**
Coordinate: x 1519881 Y 5048506

Linea segnatrice
Tempo di ritorno (anni) **50**

Parametri ricavati da: <http://idro.arpa.lombardia.it>

A1 - Coefficiente pluviometrico orario 31,1
N - Coefficiente di scala 0,3048
GEV - parametro alpha 0,2951
GEV - parametro kappa -0,0196
GEV - parametro epsilon 0,8236

Formulazione analitica

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

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

Evento pluviometrico

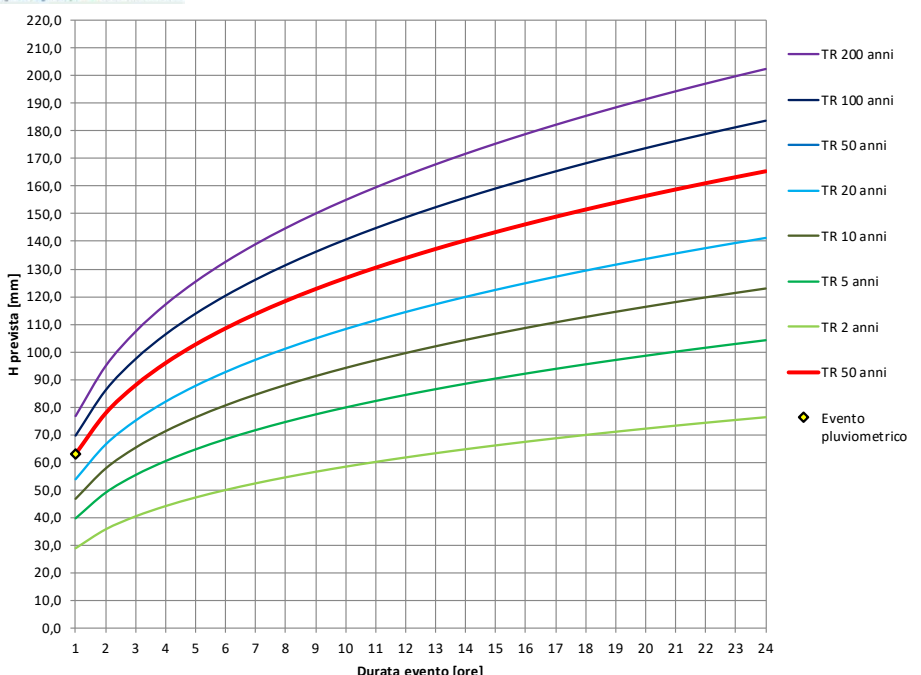
Durata dell'evento [ore] **1**
Precipitazione cumulata [mm] **62,8**

Bibliografia ARPA Lombardia:
<http://idro.arpa.lombardia.it/manual/isp.pdf>
http://idro.arpa.lombardia.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	0,93215	1,27280	1,50255	1,72612	2,02024	2,24418	2,47038	2,02023711
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	29,0	39,6	46,7	53,7	62,8	69,8	76,8	62,8293741
2	35,8	48,9	57,7	66,3	77,6	86,2	94,9	77,60982
3	40,5	55,3	65,3	75,0	87,8	97,6	107,4	87,8191627
4	44,2	60,4	71,3	81,9	95,9	106,5	117,2	95,8673271
5	47,3	64,6	76,3	87,7	102,6	114,0	125,5	102,614514
6	50,1	68,3	80,7	92,7	108,5	120,5	132,6	108,478391
7	52,5	71,6	84,6	97,1	113,7	126,3	139,0	113,696898
8	54,6	74,6	88,1	101,2	118,4	131,5	144,8	118,419865
9	56,6	77,3	91,3	104,9	122,7	136,4	150,1	122,748403
10	58,5	79,9	94,3	108,3	126,8	140,8	155,0	126,754309
11	60,2	82,2	97,1	111,5	130,5	145,0	159,6	130,490599
12	61,8	84,4	99,7	114,5	134,0	148,9	163,9	133,997649
13	63,4	86,5	102,1	117,3	137,3	152,5	167,9	137,306997
14	64,8	88,5	104,5	120,0	140,4	156,0	171,7	140,443796
15	66,2	90,4	106,7	122,5	143,4	159,3	175,4	143,428465
16	67,5	92,2	108,8	125,0	146,3	162,5	178,9	146,277828
17	68,8	93,9	110,8	127,3	149,0	165,5	182,2	149,005934
18	70,0	95,5	112,8	129,6	151,6	168,4	185,4	151,624644
19	71,1	97,1	114,6	131,7	154,1	171,2	188,5	154,144073
20	72,2	98,6	116,5	133,8	156,6	173,9	191,5	156,572929
21	73,3	100,1	118,2	135,8	158,9	176,5	194,3	158,918763
22	74,4	101,6	119,9	137,7	161,2	179,1	197,1	161,188171
23	75,4	102,9	121,5	139,6	163,4	181,5	199,8	163,386955
24	76,4	104,3	123,1	141,4	165,5	183,9	202,4	165,520245

Linee segnatrici di probabilità pluviometrica





Roberto Madesani

geologo tecnico

Via Madonna Della Neve n° 47

24121 Bergamo

P.I. 03182370167

Tel./Fax.035/0744087

www.madesaniandpartners.it