

COMUNE DI PADOVA

PROGRAMMA DI RIQUALIFICAZIONE URBANA P.R.U. "IL SUPERAMENTO DEI MARGINI"

D.M. 21.12.94

Approvato con Accordo di Programma del 23.12.1998 tra Ministero dei LLPP - Regione Veneto - Comune di Padova - Ater di Padova
D.G.R. n. 214 del 15.02.1999, pubblicato nel B.U.R.V. n. 22 del 12.03.1999

COSTRUZIONE DI UN EDIFICIO AD USO STUDENTATO DENOMINATO "EDIFICIO B" NELL'UNITA' DI SPAZIO T7

COMMITTENTE AGRIFUTURA S.r.l. Via dell'Economia, 84 - 36100 Vicenza	PROGETTISTA OPERE ARCHITETTONICHE Dott. Arch. Gaetano Ingui Via dell'Economia, 90 36100 Vicenza (VI)	PROGETTISTA OPERE ARCHITETTONICHE Dott. Arch. Davide Tombolan Via Luigi Pellizzo, 39 35128 Padova (PD)
PROGETTISTA INVARIANZA IDRAULICA Ing. Mauro Paolo Benetti Via dell'Economia, 90 36100 Vicenza (VI)		

TITOLO

RETE ACQUE METEORICHE VALUTAZIONE COMPATIBILITA' IDRAULICA

CODICE PROGETTO X: \ COMMESSE \ 2021_05_UDS_T7_EDIF_B_PADOVA \ ENTI AUTORIZZAZIONI \ PROGETTO \ PROGETTO DEFINITIVO \ Progetto Luglio 2023	NOME FILE CODICE ELAB. Andrea 2022_01_Edificio B PRU T7 PD/pb281	TAV 16a	SCALA:		
		DATA:	01.07.2023		
2	Aggiornamento generale a seguito chiusura conferenza dei servizi	01.12.2023	Tretto - Rosoni	L. Tanello	G. Ingui
1	Aggiornamento generale a seguito osservazioni conferenza dei servizi	27.10.2023	N. Tonello	L. Tanello	G. Ingui
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1 PREMESSA	3
2 NORMATIVA REGIONALE SULLA COMPATIBILITÀ IDRAULICA	4
3 CARATTERISTICHE DELL'AREA OGGETTO DI STUDIO	5
3.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARATTERISTICHE DEL PROGETTO	5
4 PLUVIOMETRIA	6
5 CALCOLO DEI VOLUMI DI PIENA	6
5.1 COEFFICIENTI DI DEFLUSSO.....	6
5.2 CALCOLO COL METODO DELL'INVASO (FOGLIO DI CALCOLO MESSO A DISPOSIZIONE DAL CONSORZIO DI BONIFICA BACCHIGLIONE).....	10
5.3 CALCOLO COL METODO CINEMATICO	11
5.4 QUOTAPARTE INVASO IN COPERTURA E TETTO VERDE.....	14
5.5 DIMENSIONAMENTO INVASO PER LA PARTE DELL'UNITA' T7 RELATIVA ALL'EDIFICIO B	17
6 ALLEGATI	21

1 PREMESSA

Il presente studio di compatibilità idraulica è relativo al lotto denominato "unità di spazio T7", sito nel Comune di Padova nell'ambito del P.R.U. "Il superamento dei margini", nel quale è prevista la realizzazione di superfici a servizi su due edifici, denominati A e B, con destinazioni d'uso residenziale, commerciale, direzionale e turistico-ricettiva; viene inoltre analizzato e verificato anche il caso della realizzazione del solo edificio B, nell'ipotesi quindi che l'Edificio A venga realizzato in un secondo tempo.

Recentemente è stata prodotta una valutazione di compatibilità idraulica presentata contestualmente alla pratica protocollata ai n. 335635, 335639, 335649, 335652, 335653 in data 25/07/2023; sono state richieste delle integrazioni da alcuni enti interessati al procedimento amministrativo, con protocollo n. 409552 del 14/09/2023, che hanno comportato una revisione, decisamente non sostanziale, della precedente valutazione di compatibilità idraulica, come di seguito riportato.

Lo scopo della presente relazione è la valutazione delle modifiche nei deflussi superficiali dell'area, derivanti da una diversa destinazione d'uso delle aree interessate dal progetto e la determinazione delle misure compensative per garantire il rispetto dell'invarianza idraulica; il tutto in accordo con la DGR n. 2948 del 06.10.2009. Il principio dell'invarianza idraulica può essere così definito: "Per trasformazione del territorio ad invarianza idraulica si intende la trasformazione di un'area che non provochi un aggravio della portata di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dall'area stessa."

Nel 2005/2006 il Comune di Padova ha commissionato il progetto esecutivo della rete acque meteoriche del PRU 1995 – PRUSST 2002, comprensivo della valutazione di invarianza idraulica, allo Studio di ingegneria idraulica, sanitaria, strutturale, stradale "IDROESSE" con progetto redatto dall'Ing. Gianmaria De Stavola. Tale progetto, parzialmente già realizzato, costituisce, assieme alle sue assunzioni di fondo, la base della presente relazione di compatibilità idraulica.

Le informazioni utili a raggiungere lo scopo prefissato sono state ricavate da:

- PAT del Comune di Padova approvato con Conferenza dei Servizi Decisoria del 21.03.2014, ratificata ai sensi dell'art. 15 comma 6 della LR 11/2004 con D.G.P. n° 142 del 04.09.2014 pubblicata nel BUR n° 91 del 19.09.2014;
- relazione tecnica Deflusso acque meteoriche del progetto esecutivo 1° stralcio riferito a "Cavalcaferrovia Sarpi e relativi raccordi viari PRU 1995 – PRUSST 2002", elaborato A.4.4.1, redatto da "IDROESSE", progettista Ing. Gianmaria De Stavola;
- planimetria delle opere Deflusso acque meteoriche del progetto esecutivo 1° stralcio riferito a "Cavalcaferrovia Sarpi e relativi raccordi viari PRU 1995 – PRUSST 2002", elaborato A.4.4.2, redatto da "IDROESSE", progettista Ing. Gianmaria De Stavola;
- curve di possibilità pluviometrica aggiornate nel 2019 dall'ANBI Veneto.
- Norme Tecniche di Attuazione del Piano degli Interventi del Comune di Padova del 15/06/2021.

2 NORMATIVA REGIONALE SULLA COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Il presente studio intende aggiornare alla normativa regionale DGR n. 2948/09 i risultati di compatibilità idraulica del progetto esecutivo dello Studio di Ingegneria "IDROESSE" sopra richiamato.

Nella D.G.R. n. 2948/09, dopo l'esperienza acquisita negli anni di applicazione della D.G.R. n. 3637/02 e delle sue modifiche e integrazioni, è recepita la necessità di garantire omogeneità di approccio agli studi di compatibilità idraulica. Questi si concretizzano sostanzialmente in elaborazioni idrogeologiche ed idrauliche finalizzate a definire progettualmente gli interventi che hanno funzione compensativa per garantire la cosiddetta "invarianza idraulica". Si tratta di un principio da osservare nelle trasformazioni del territorio che viene così definito: "Per trasformazione del territorio ed invarianza idraulica si intende la trasformazione di un'area che non provochi un aggravio della portata di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dall'area stessa".

Le modalità operative e le indicazioni tecniche per la redazione della Valutazione di Compatibilità Idraulica sono contenute nell'Allegato A alla D.G.R. 2948/09.

L'area in esame ricade all'interno del Bacino Brenta – Bacchiglione; per tale bacino è stato approvato il Piano stralcio per l'assetto idrogeologico dei bacini idrografici dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Piave, Brenta – Bacchiglione e corrispondenti misure di salvaguardia con D.P.C.M. in data 21/11/2013 G.U. serie generale n. 97 del 28/04/2014. L'area di interesse non ricade in aree a pericolosità idraulica.

Il D.P.C.M. 29/09/1998 individua per le aree a rischio idraulico tre classi di pericolosità collegate alla probabilità di accadimento (il tempo di ritorno T_r , inteso come quel lasso temporale nel quale un dato evento ha la probabilità di accadere almeno una volta):

- aree ad elevata probabilità di inondazione (con T_r compreso fra 20 e 50 anni circa);
- aree a moderata probabilità di inondazione (con T_r compreso fra 100 e 200 anni circa);
- aree a bassa probabilità di inondazione (con T_r compreso fra 300 e 500 anni circa).

Per quanto riguarda il PGRA (Piano di Gestione del Rischio Alluvioni), l'Unità di Spazio T7 non rientra in alcuna delle aree con "rischio idraulico" o "pericolosità idraulica" di qualsiasi livello, come si può evincere dalla cartografia PGRA del sito web della "Autorità di Bacino Distrettuale delle Alpi Orientali" – "Sistema Informativo per la Gestione ed il Monitoraggio delle informazioni e dei procedimenti Ambientali della Direttiva Alluvioni".

La Convenzione Urbanistica tra Comune di Padova, Agrifutura S.r.l. e Incos Italia S.p.A. (che regola, tra gli altri, anche l'intervento sull'Unità di Spazio T7) è stata sottoscritta e registrata in data 04/03/2022.

Per quanto concerne il Piano degli Interventi, valgono le relative Norme Tecniche di Attuazione in vigore al momento della sottoscrizione della Convenzione Urbanistica di cui sopra, ovvero quelle del 15/06/2021.

RIPARTIZIONE E DESTINAZIONE AREE	
Tipologia di superficie	Superficie [m ²]
Superficie di copertura/terrazze edifici, viabilità e rampe con pavimentazione in asfalto/calcestruzzo, marciapiedi (superfici impermeabili)	2.178
Area betonelle drenanti per parcheggi	250
Area tetto verde	3.332
Area a verde	1.644
Totale aree	7.404

Tabella 1 - Ripartizione di progetto delle aree oggetto dello studio

4 PLUVIOMETRIA

Al fine di effettuare delle considerazioni sull'invarianza idraulica, è necessario analizzare le precipitazioni per individuare l'equazione di possibilità pluviometrica più rappresentativa per l'area oggetto di intervento; si tratta dell'equazione che stabilisce l'altezza di precipitazione h dovuta ad un evento di durata ipotetica t in funzione della probabilità che esso ha di verificarsi, espressa, quest'ultima, dal tempo di ritorno T_r (numero di anni durante i quali mediamente un determinato evento può essere superato o eguagliato una volta).

Si utilizzano nel seguito, come richiesto dal Consorzio di Bonifica Bacchiglione, le curve di possibilità pluviometrica aggiornate nel 2019 dall'ANBI Veneto.

Si tratta di curve che esprimono l'altezza di pioggia (espressa in mm) in funzione del tempo di precipitazione (espresso in min) e di 3 parametri a , b , c :

$$h = a \cdot t / (t+b)^c$$

dove, per un tempo di ritorno pari a 50 anni e la localizzazione nel Comune di Padova, i 3 parametri sopracitati assumono i valori:

$$a = 47,9 \text{ [mm min}^{-c}\text{]}$$

$$b = 15,9 \text{ [min]}$$

$$c = 0,841 \text{ [-]}$$

5 CALCOLO DEI VOLUMI DI PIENA

5.1 Coefficienti di deflusso

Il coefficiente di deflusso ϕ è il parametro che determina la trasformazione degli afflussi in deflussi.

Nell'allegato A alla D.G.R. 2948 del 06/10/2009 si riportano i seguenti valori dei coefficienti di deflusso relativi

alle diverse superfici:

Tipo di area	Coefficiente di deflusso
Area agricola	0,1
Superfici permeabili (aree verdi)	0,2
Superfici semi-permeabili (grigliati drenanti, strade in terra battuta...)	0,6
Superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali...)	0,9

Figura 2 Valori dei coefficienti di deflusso contenuti nell'Allegato A del Dgr. 2948.

Nel presente studio si procede alla determinazione del volume di invaso della superficie scolante di m² 7.404 relativa all'unità di spazio T7. Secondo quanto previsto nella Planimetria delle opere Deflusso acque meteoriche del progetto esecutivo 1° stralcio riferito a "Cavalcaferrovia Sarpi e relativi raccordi viari PRU 1995 – PRUSST 2002", elaborato A.4.4.2, redatto da "IDROESSE", progettista Ing. Gianmaria De Stavola (vedasi stralcio Allegato C), il recapito del lotto in esame, denominato "7", è stato già realizzato in corrispondenza del percorso ciclabile esistente ad ovest del lotto, su un pozzetto denominato "H1" (quota scorrimento rilevata m 11,14) da cui parte una tubazione in calcestruzzo di diametro pari a 600 mm che si immette sul pozzetto "D3" della dorsale del cavalca ferrovia Dalmazia, con scarico finale in Fossa Bastioni 1.

Per calcolare le portate defluenti sull'area e quindi i volumi come sopra esposto, si fa riferimento ad un coefficiente di deflusso medio, pesato a seconda dell'estensione (S_i) e della tipologia di superfici (φ_i) che costituiscono il bacino scolante oggetto di studio.

$$\varphi_{medio} = \frac{\sum S_i \cdot \varphi_i}{S}$$

Di seguito si riporta, un confronto tra i coefficienti di deflusso precedenti e successivi all'intervento:

Per lo stato di fatto si riporta il seguente estratto catastale:



Figura 4 – Planimetria catastale stato di fatto

Sentiti il settore Infrastrutture del Comune di Padova ed il Consorzio di Bonifica Bacchiglione, si esegue lo studio dello stato di fatto del sito U.d.S. T7 all'epoca edificato e, in considerazione del fatto che l'intera area è stata ed è soggetta a bonifica, anziché considerare per tale area un coefficiente di deflusso φ pari a 0.2, si attribuisce alle superfici impermeabili un coefficiente φ_i pari a 0.6 e alle superfici permeabili un coefficiente φ_p pari a 0.2, il tutto finalizzato ad ottenere il coefficiente di deflusso medio $\varphi = \varphi_{\text{medio}}$ come media pesata. Si sottolinea inoltre, a riprova dell'adeguatezza dell'intervento, quanto evidenziato al paragrafo 3.1, ovvero che la trasformazione complessiva, costituita dall'intervento unitario P1 + T7, comporta un aumento della permeabilità complessiva e quindi uno sgravio del deflusso nella rete di bacino.

La situazione ante intervento è stata analizzata a partire da una foto storica del 1987, scaricata via web dalla "Aerofototeca" del "Geoportale dei dati territoriali" della "Regione del Veneto". Si è sovrapposto a tale foto il perimetro della Unità di Spazio T7 e si sono individuate le aree impermeabili e le aree permeabili. Ai fini del calcolo, a favore della sicurezza e secondo le indicazioni di cui sopra, si è attribuito alle superfici impermeabili (copertura edifici artigianali/industriali, viabilità e piazzali con pavimentazione in asfalto/calcestruzzo) un coefficiente di deflusso φ_i pari a 0.6, anziché il consueto 0.9 previsto in Figura 2, mentre alle superfici con terreno permeabile, si è attribuito il consueto valore del coefficiente di deflusso φ_p pari a 0.2.



Figura 5 – Foto storica (stato attuale) con evidenziate aree impermeabili e permeabili (Allegato D)

Le superfici della figura 5 risultano dunque:

Sup. impermeabile:	$2.111 + 69 + 36 + 950 + 44 + 1.110 =$	4.320 m^2
Sup. permeabile:	$7.404 - 4.320 =$	<u>3.084 m^2</u>
Sup. totale:		7.404 m^2

Da cui:

STATO DI FATTO		
Tipologia di superficie	Superficie [m ²]	Coefficiente di deflusso ϕ
Superficie di copertura edifici artigianali/industriali, viabilità e piazzali con pavimentazione in asfalto/calcestruzzo marciapiedi (superfici impermeabili)	4.320	0.6
Area terreno permeabile	3.084	0.2
Totale aree	7.404	0.433

Tabella 2 - Coefficienti di deflusso allo stato di fatto

Il coefficiente di deflusso medio allo stato di fatto risulta dunque pari a 0,433.

La situazione allo stato di progetto è invece la seguente (vedasi Allegato A):

STATO DI PROGETTO		
Tipologia di superficie	Superficie [m ²]	Coefficiente di deflusso ϕ
Superficie di copertura/terrazze edifici, viabilità e rampe con pavimentazione in asfalto/calcestruzzo, marciapiedi (superfici impermeabili)	2.178	0.9
Area betonelle drenanti per parcheggi	250	0.6
Area tetto verde	3.332	0.47
Area a verde	1.644	0.2
Totale aree	7.404	0.541

Tabella 3 - Coefficienti di deflusso allo stato di progetto relativi al lotto T7

Si fa notare che l'area a tetto verde presenta zone realizzate con diversi pacchetti stratigrafici, con relativo coefficiente di deflusso che varia, in funzione dello spessore del substrato (come desumibile dalla dichiarazione Allegato E), da 0.32 a 0.47. Tali valori sono stati ricavati con test sperimentali secondo la UNI 11235:2015 "Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione, il controllo e la manutenzione di coperture a verde"). A favore della sicurezza è stato adottato il valore 0.47 per l'intera superficie.

Il coefficiente di deflusso medio di progetto risulta dunque pari a 0,541.

Analogamente si calcola ora il coefficiente di deflusso medio di progetto relativo alla sola porzione di copertura a tetto verde per la quale è in progetto un invaso per l'invarianza idraulica; tale superficie è comprensiva del locale tecnico che convoglia l'acqua meteorica nel suddetto invaso (vedasi Allegato A).

STATO DI PROGETTO		
Tipologia di superficie	Superficie [m²]	Coefficiente di deflusso ϕ
Superficie locale tecnico A2 che scarica l'acqua sull'invaso di copertura (superfici impermeabili)	106	0.9
Area tetto verde	595	0.47
Totale aree	701	0.535

Tabella 4 - Coefficienti di deflusso allo stato di progetto relativi alle aree che contribuiscono all'invaso di copertura

5.2 Calcolo col Metodo dell'Invaso (foglio di calcolo messo a disposizione dal Consorzio di Bonifica Bacchiglione)

Si utilizza il foglio di calcolo per superfici inferiori a 10.000 m², messo a disposizione dal Consorzio di Bonifica Bacchiglione, basato sulle curve di possibilità pluviometrica aggiornate nel 2019 dall'ANBI Veneto di cui al paragrafo 4. Si valuta l'invaso di laminazione per la compatibilità idraulica come differenza tra i volumi richiesti per l'invarianza, relativi rispettivamente allo stato di progetto e allo stato di fatto, in base alle indicazioni ricevute dal Consorzio stesso.

Come già detto, si utilizzano le curve di possibilità pluviometrica espresse dalla seguente formula:

$$h = a \cdot t / (t+b)^c$$

dove, fissati di seguenti parametri:

tempo di ritorno: 50 anni

Comune di: Padova

Zona: Zona omogenea 1

i 3 parametri della formula sopra riportata assumono i valori:

$$a = 47,9 [mm \text{ min}^{-1}]$$

$$b = 15,9 [min]$$

$$c = 0,841 [-]$$

Allo stato di fatto i parametri di input sono i seguenti (vedasi tabella 2):

Coefficiente $k =$	0.433	[-]
Coefficiente udometrico imposto allo scarico =	10	[l/(sxha)]
Superficie di intervento =	7.404	[m ²]

Allo stato di progetto i parametri di input sono i seguenti (vedasi tabella 3):

Coefficiente $k =$	0.541	[-]
Coefficiente udometrico imposto allo scarico =	10	[l/(sxha)]
Superficie di intervento =	7.404	[m ²]

Si riportano in allegato (F.1 e F.2) i risultati ottenuti con il foglio di calcolo relativo a superfici inferiori a 10.000 m² (metodo dell'invaso).

Il volume di invaso totale relativo all'Unità di Spazio T7 risulta dunque pari a:

$$V_{\max} = 386.2 - 292.5 = 93.7 \text{ m}^3$$

5.3 Calcolo col Metodo Cinematico

A titolo di confronto, si calcola ora il volume totale di invaso con il Metodo Cinematico. Com'è noto, l'invarianza idraulica si ottiene imponendo che nella situazione futura si provveda a scaricare nella rete idrica attualmente utilizzata una portata di piena non superiore a quella dello stato di fatto (stato ante progetto). Le portate superiori, generate a causa del maggiore grado di impermeabilizzazione del terreno, devono essere laminate attraverso appositi bacini o sovradimensionando le condotte.

Per calcolare tale portata, che costituirà la Q_{\max} , portata imposta allo scarico, si introduce il concetto di tempo di corrivazione (t_c), definito come il tempo che la particella d'acqua caduta nel punto idraulicamente più lontano impiega per raggiungere la sezione di chiusura.

Per trovare il valore della portata meteorica massima relativa al bacino scolante considerato bisogna imporre un tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione; in tal modo tutto il bacino scolante contribuisce alla formazione della portata massima.

$$Q_{\max} = \varphi_{\text{medio}} \cdot S \cdot h/t_c$$

Per calcolare i tempi di corrivazione relativi a bacini di piccole dimensioni si è fatto ricorso alla seguente formula del Civil Engineering Department (Università del Maryland) valida per bacini scolanti di piccole dimensioni:

$$t = 26,3 \frac{(L/K_S)^{0,6}}{j^{0,4} i^{0,3}} \quad [s]$$

Dove:

- $t = t_c$ è il tempo di corrivazione espresso in s;
- L è la lunghezza massima del percorso effettuato dalla particella caduta nel punto idraulicamente più lontano, espressa in m;
- K_s è il coefficiente di scabrezza secondo Gauckler-Strickler in $m^{1/3}/s$;
- j è l'intensità di precipitazione in m/h;
- i è la pendenza media della superficie scolante.

Nel caso specifico, la lunghezza L della superficie scolante, intesa come percorso massimo della particella fino al punto di recapito nello stato attuale, risulta di circa 100 m.

Per il coefficiente di scabrezza, tenuto conto della notevole superficie impermeabile costituita da tetti edifici, viabilità e piazzali, si assume a favore della sicurezza un valore pari a $10 m^{1/3}/s$.

La pendenza media della superficie scolante reale viene ridotta e posta pari a 0,001 (10 cm ogni 100 m) per garantire, a favore della sicurezza, un tempo di corrivazione maggiore e, di conseguenza, una portata Q_{max} inferiore.

Il tempo di corrivazione che si ottiene risulta pari a 2028 s corrispondenti a 0,563 h, il tutto riassunto nella seguente tabella:

L [m]	K_s [$m^{1/3}/s$]	i	t_c [h]
100	10	0,001	0,563

Tabella 5 – Parametri utilizzati col Metodo Cinematico

Al fine di garantire l'invarianza idraulica si deve verificare che i volumi di invaso imposti siano sufficienti a laminare le portate in arrivo. È stato quindi valutato il comportamento idrologico del territorio interessato dalla realizzazione del complesso edilizio, utilizzando le curve di possibilità pluviometrica aggiornate nel 2019 dall'ANBI Veneto, con assegnato tempo di ritorno $Tr = 50$ anni.

Per calcolare il volume efficace di laminazione si è adottato un modello di calcolo analitico, che simula la variabilità dei volumi di invaso al variare del tempo di pioggia, imponendo il valore di portata allo scarico ricavato al capitolo precedente.

Il volume di pioggia in ingresso nel sistema di invaso in conseguenza ad un evento pluviometrico di durata t si può esprimere nel seguente modo:

$$V_{IN} = S \cdot \varphi \cdot h(t)$$

Dove:

S superficie del bacino;

φ coefficiente di deflusso medio dell'area.

$$h = a \cdot t / (t+b)^c$$

Il volume in uscita dal sistema nello stesso intervallo di tempo t può invece essere espresso come:

$$V_{OUT} = Q_{OUT} \cdot t$$

Dove:

Q_{OUT} portata in uscita dal sistema e corrisponde alla Q_{max} precedentemente calcolata.

Il volume di pioggia da invasare al tempo t è dato dalla differenza tra il volume in ingresso e quello in uscita dal sistema:

$$V = V_{IN} - V_{OUT} = S \cdot \varphi \cdot h - Q_{OUT} \cdot t$$

L'espressione precedente, sviluppata in funzione del tempo, può essere studiata analiticamente e/o algebricamente, ottenendo la durata di pioggia critica t_{cr} che massimizza il volume invasato.

Analogamente a quanto visto nel punto 5.2, si riportano di seguito i parametri di progetto:

tempo di ritorno: 50 anni

Comune di: Padova

Zona: Zona omogenea 1

i 3 parametri della curva di possibilità pluviometrica sopra riportata assumono i valori:

$$a = 47,9 \text{ [mm min}^{-1}\text{]}$$

$$b = 15,9 \text{ [min]}$$

$$c = 0,841 \text{ [-]}$$

Allo stato di progetto i parametri di input sono i seguenti (vedasi tabella 3):

$$\text{Coefficiente di deflusso medio dell'area } \varphi = 0.541 \text{ [-]}$$

$$\text{Superficie di intervento} = 7.404 \text{ [m}^2\text{]}$$

Il valore del tempo critico e del volume massimo ottenuti nel caso in esame risultano pari a:

Parametro	Valore	Unità di misura
t_{cr}	0,283	h
V_{max}	75,03	m ³

Tabella 6 – Riepilogo verifica volume di invaso lotto T7 con Metodo Cinematico

Questo è il volume di invaso relativo all'intera area dell'Unità di Spazio T7, che si ottiene con il Metodo Cinematico.

Da un confronto col Metodo dell'Invaso di cui al paragrafo precedente emerge che risulta più cautelativo proprio il valore di 93.7 m³ ottenuto con tale metodo, ragion per cui questa sarà la capacità minima cui dovrà soddisfare l'invaso in progetto.

5.4 Quotaparte invaso in copertura e tetto verde

Analogamente a quanto visto al paragrafo 5.2, si procede ora con il calcolo dell'invaso ricavato in una porzione della copertura.

Si utilizzano sempre le curve di possibilità pluviometrica espresse dalla seguente formula:

$$h = a \cdot t / (t+b)^c$$

dove, fissati di seguenti parametri:

tempo di ritorno: 50 anni

Comune di: Padova

Zona: Zona omogenea 1

i 3 parametri della formula sopra riportata assumono i valori:

$$a = 47,9 \text{ [mm min}^{-c}\text{]}$$

$$b = 15,9 \text{ [min]}$$

$$c = 0,841 \text{ [-]}$$

Allo stato di fatto i parametri di input sono i seguenti (vedasi tabella 2):

$$\text{Coefficiente } k = 0.433 \text{ [-]}$$

$$\text{Coefficiente udometrico imposto allo scarico} = 10 \text{ [l/(sxha)]}$$

$$\text{Superficie di intervento} = 701 \text{ [m}^2\text{]}$$

Allo stato di progetto i parametri di input sono i seguenti (vedasi tabella 4):

$$\text{Coefficiente } k = 0.535 \text{ [-]}$$

$$\text{Coefficiente udometrico imposto allo scarico} = 10 \text{ [l/(sxha)]}$$

$$\text{Superficie di intervento} = 701 \text{ [m}^2\text{]}$$

Si riportano in allegato (G.1 e G.2) i risultati ottenuti con il foglio di calcolo relativo a superfici inferiori a 10.000 m².

Il volume di invaso relativo alla copertura dell'edificio risulta dunque pari a:

$$V_{\text{COPmax}} = 36.1 - 27.7 = 8.4 \text{ m}^3$$

E' importante rilevare che tale volume rappresenta il massimo volume di invaso che può essere attribuito alla copertura in relazione alla superficie che scarica nell'invaso stesso (comprensiva dunque del locale tecnico A2). Al piano di campagna va realizzato dunque un invaso di capienza V_{PTmax} pari almeno alla differenza tra il valore V_{max} e il valore V_{COPmax} appena calcolato:

$$V_{\text{PTmax}} = V_{\text{max}} - V_{\text{COPmax}} = 93.7 - 8.4 = 85.3 \text{ m}^3$$

Altro punto fondamentale è che il volume V_{COPmax} dell'invaso di copertura sarà completamente indipendente, e quindi aggiuntivo, rispetto all'eventuale accumulo legato alla cura del verde: irrigazione o altra forma di alimentazione idrica. In nessun modo l'invaso per l'invarianza idraulica sarà dunque occupato dall'acqua destinata alla manutenzione del verde.

L'invaso di copertura viene realizzato mediante l'utilizzo di elementi distanziatori in polipropilene come da seguente schema:

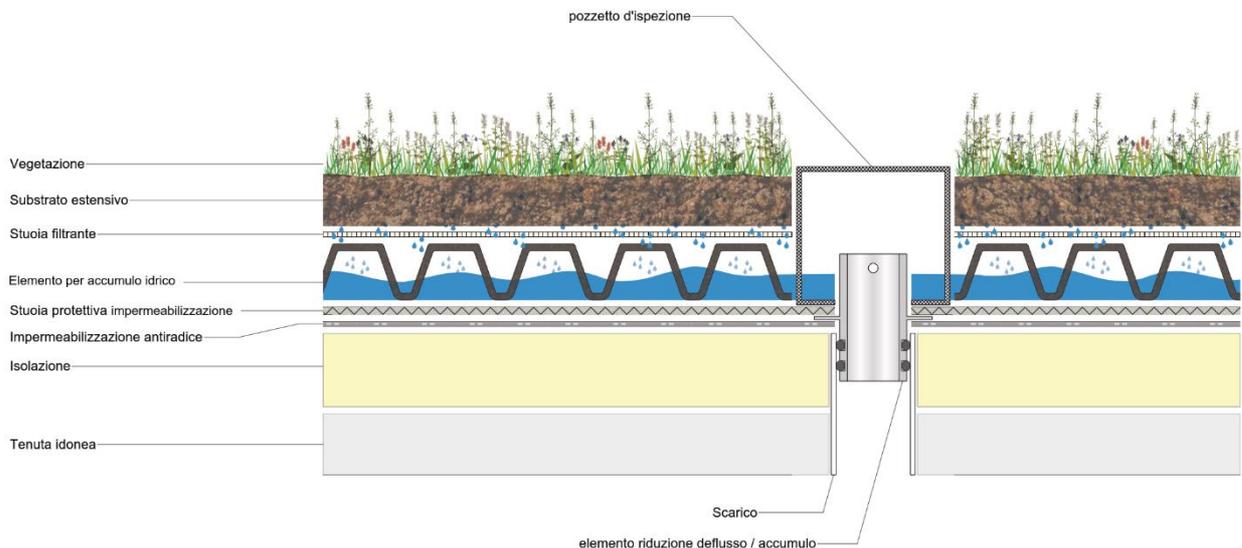


Fig. 6 – Sistema di accumulo idrico in copertura

E' prevista una guaina antiradice protetta da una idonea stuoia sulla quale vengono posati gli elementi distanziatori che realizzano l'invaso richiesto. Sopra questi elementi viene posata una stuoia filtrante e realizzato quindi il cosiddetto tetto verde.

Lungo il perimetro del tetto verde vengono realizzate delle fasce in ghiaia per agevolare il drenaggio dell'acqua all'accumulo idrico come visibile nel seguente dettaglio:



Fig. 7 – Dettaglio tetto verde

Gli scarichi, in corrispondenza dei pluviali, sono costituiti da particolari elementi dotati di fori (luci tarate) che garantiscono una portata controllata complessiva pari a circa 1l/s. Mediante i pluviali l'acqua viene convogliata alla rete meteorica a livello del suolo dove è realizzato il **secondo invaso** di capacità minima pari a 85.3 m³. Tale invaso si ottiene dimensionando opportunamente le condotte della rete, il tutto come da planimetria allegato B. La tabella seguente riepiloga le dimensioni previste per la globalità dell'Unità di Spazio T7 comprendente gli edifici A e B.

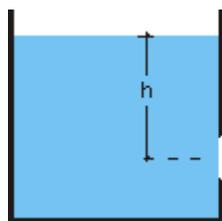
Parametro	Valore	Unità di misura
Φ 40 cm – Lunghezza	170	m
Φ 60 cm – Lunghezza	125	m
Φ 80 cm – Lunghezza	65	m
Volume totale	95,59	m³

Tabella 7 – Dimensioni condotte invaso per unità T7

Essendo comunque 95.59 m³ > 85.30 m³, ne consegue che tale volume di invaso, realizzato al piano di campagna, garantisce pienamente l'invarianza idraulica.

Il pozzetto terminale di chiusura della linea al fine di modulare il flusso dell'invarianza idraulica verrà realizzato con un sistema di deflusso a luce tarata con foro di diametro interno pari a circa 60 mm, con portata massima pari a 7.4l/s (10l/(s x ha) x 0.74 ha). Il calcolo è eseguito sulla base della seguente formulazione teorica:

- si considera una luce circolare a spigolo vivo completamente sommersa sotto il pelo libero del serbatoio, come schematizzato nella figura seguente.



Il carico h è la distanza fra il baricentro della luce ed il pelo libero.

Il battente h_1 è la distanza fra la sommità superiore della luce ed il pelo libero.

La portata Q defluente attraverso la sezione risulta:

$$Q = \mu S \sqrt{2gh}$$

dove al coefficiente di contrazione μ può essere attribuito il valore di 0,61.

5.5 Dimensionamento invaso per la parte dell'Unità T7 relativa all'Edificio B

Analogamente a quanto visto per l'intera Unità di Spazio T7, si procede ora con la verifica di invarianza idraulica limitatamente alla sola area di competenza dell'Edificio B. La situazione allo stato di fatto è assunta come uniforme per cui il coefficiente di deflusso medio è lo stesso calcolato nella tabella 2 e risulta pari a 0.433.

La situazione allo stato di progetto è invece la seguente (vedasi allegato A1):

STATO DI PROGETTO EDIFICIO B		
Tipologia di superficie	Superficie [m ²]	Coefficiente di deflusso ϕ
Superficie di copertura/terrazze edifici, viabilità e rampe con pavimentazione in asfalto/calcestruzzo, marciapiedi (superfici impermeabili)	796	0.9
Area betonelle drenanti per parcheggi	35	0.6
Area tetto verde	1.899	0.47
Area a verde	529	0.2
Totale aree	3.259	0.533

Tabella 8 - Coefficienti di deflusso allo stato di progetto per la parte dell'Unità di Spazio T7 relativa all'Edificio B

Il coefficiente di deflusso medio di progetto risulta dunque pari a 0,533.

Analogamente si calcola ora il coefficiente di deflusso medio di progetto relativo alla sola porzione di copertura a tetto verde per la quale è in progetto un invaso per l'invarianza idraulica (vedasi Allegato A1).

STATO DI PROGETTO		
Tipologia di superficie	Superficie [m ²]	Coefficiente di deflusso ϕ
Area tetto verde	298	0.47
Totale aree	298	0.47

Tabella 9 - Coefficienti di deflusso allo stato di progetto relativi alle aree che contribuiscono all'invaso di copertura dell'Edificio B

Come fatto in precedenza, si utilizza il foglio di calcolo per superfici inferiori a 10.000 m², messo a disposizione dal Consorzio di Bonifica Bacchiglione, e si valuta l'invaso di laminazione per la compatibilità idraulica come differenza tra i volumi richiesti per l'invarianza, relativi rispettivamente allo stato di progetto e allo stato di fatto.

Le curve di possibilità pluviometrica sono espresse dalla seguente formula:

$$h = a \cdot t / (t+b)^c$$

dove, fissati di seguenti parametri:

tempo di ritorno: 50 anni

Comune di: Padova

Zona: Zona omogenea 1

i 3 parametri della formula sopra riportata assumono i valori:

$$a = 47,9 \text{ [mm min}^{-c}\text{]}$$

$$b = 15,9 \text{ [min]}$$

$$c = 0,841 \text{ [-]}$$

Allo stato di fatto i parametri di input sono i seguenti (vedasi tabelle 2 e 8):

$$\text{Coefficiente } k = 0.433 \text{ [-]}$$

$$\text{Coefficiente udometrico imposto allo scarico} = 10 \text{ [l/(sxha)]}$$

$$\text{Superficie di intervento} = 3.259 \text{ [m}^2\text{]}$$

Allo stato di progetto i parametri di input sono i seguenti (vedasi tabella 8):

$$\text{Coefficiente } k = 0.533 \text{ [-]}$$

$$\text{Coefficiente udometrico imposto allo scarico} = 10 \text{ [l/(sxha)]}$$

$$\text{Superficie di intervento} = 3.259 \text{ [m}^2\text{]}$$

Anche qui, si riportano in allegato (H.1 e H.2) i risultati ottenuti.

Il volume di invaso totale relativo all'Edificio B dell'Unità di Spazio T7 risulta dunque pari a:

$$V_{\max}^B = 166.9 - 128.8 = 38.1 \text{ m}^3$$

Si procede ora con il calcolo dell'invaso di copertura limitato al solo Edificio B.

Richiamiamo ancora una volta le curve di possibilità pluviometrica espresse dalla seguente formula:

$$h = a \cdot t / (t+b)^c$$

dove, fissati di seguenti parametri:

tempo di ritorno: 50 anni

Comune di: Padova

Zona: Zona omogenea 1

i 3 parametri della formula sopra riportata assumono i valori:

$$a = 47,9 \text{ [mm min}^{-1}\text{]}$$

$$b = 15,9 \text{ [min]}$$

$$c = 0,841 \text{ [-]}$$

Allo stato di fatto i parametri di input sono i seguenti (vedasi tabelle 2 e 9):

$$\text{Coefficiente } k = 0.433 \text{ [-]}$$

$$\text{Coefficiente udometrico imposto allo scarico} = 10 \text{ [l/(sxha)]}$$

$$\text{Superficie di intervento} = 298 \text{ [m}^2\text{]}$$

Allo stato di progetto i parametri di input sono i seguenti (vedasi tabella 9):

$$\text{Coefficiente } k = 0.470 \text{ [-]}$$

$$\text{Coefficiente udometrico imposto allo scarico} = 10 \text{ [l/(sxha)]}$$

$$\text{Superficie di intervento} = 298 \text{ [m}^2\text{]}$$

Si riportano in allegato (I.1 e I.2) i risultati ottenuti.

Il volume di invaso relativo alla copertura dell'Edificio B risulta dunque pari a:

$$V_{\text{Cop-Bmax}} = 13.0 - 11.8 = 1.2 \text{ m}^3$$

Al piano di campagna va realizzato dunque un invaso di capienza $V_{PT-B_{max}}$ pari almeno alla differenza tra il valore $V_{B_{max}}$ e il valore $V_{Cop-B_{max}}$ appena calcolato:

$$V_{PT-B_{max}} = V_{B_{max}} - V_{Cop-B_{max}} = 38.1 - 1.2 = 36.9 \text{ m}^3$$

Si ribadisce che anche il volume $V_{Cop-B_{max}}$ dell'invaso di copertura sarà completamente indipendente, e quindi aggiuntivo, rispetto all'eventuale accumulo legato all'irrigazione/alimentazione del verde. In nessun modo l'invaso per l'invarianza idraulica sarà dunque occupato dall'acqua destinata all'irrigazione del verde.

Anche qui, sulla scorta della planimetria allegato B, si riporta la tabella seguente che riepiloga le dimensioni delle condotte previste nella porzione dell'Unità di Spazio T7 relativa all'edificio B.

Parametro	Valore	Unità di misura
Φ 40 cm – Lunghezza	64	m
Φ 60 cm – Lunghezza	125	m
Φ 80 cm – Lunghezza	15	m
Volume totale	54,84	m³

Tabella 10 – Dimensioni condotte invaso per Unità T7 – Edificio B

Essendo comunque $54,84 \text{ m}^3 > 36,90 \text{ m}^3$, ne consegue che tale volume di invaso garantisce pienamente l'invarianza idraulica.

Vicenza, 01.12.2023

Il Progettista
Ing. Mauro Paolo Benetti

.....

6 ALLEGATI

A Unità di spazio T7: Tipologia di superfici

A1 Unità di spazio T7 Edificio B: Tipologia di superfici

B Costruzione di un edificio ad uso studentato denominato "Edificio B" nell'Unità di spazio T7- Rete acque meteoriche Invarianza idraulica

C Stralcio di Planimetria delle opere Deflusso acque meteoriche del progetto esecutivo 1° stralcio riferito a "Cavalcaferrovia Sarpi e relativi raccordi viari PRU 1995 – PRUSST 2002", elaborato A.4.4.2, redatto da "IDROESSE", progettista Ing. Gianmaria De Stavola.

D Foto storica (stato attuale) con evidenziate aree impermeabili e permeabili

E Dichiarazione coefficienti di deflusso tetto verde

F.1 e F.2 Fogli di calcolo (Unità di Spazio T7: stato di fatto e stato di progetto)

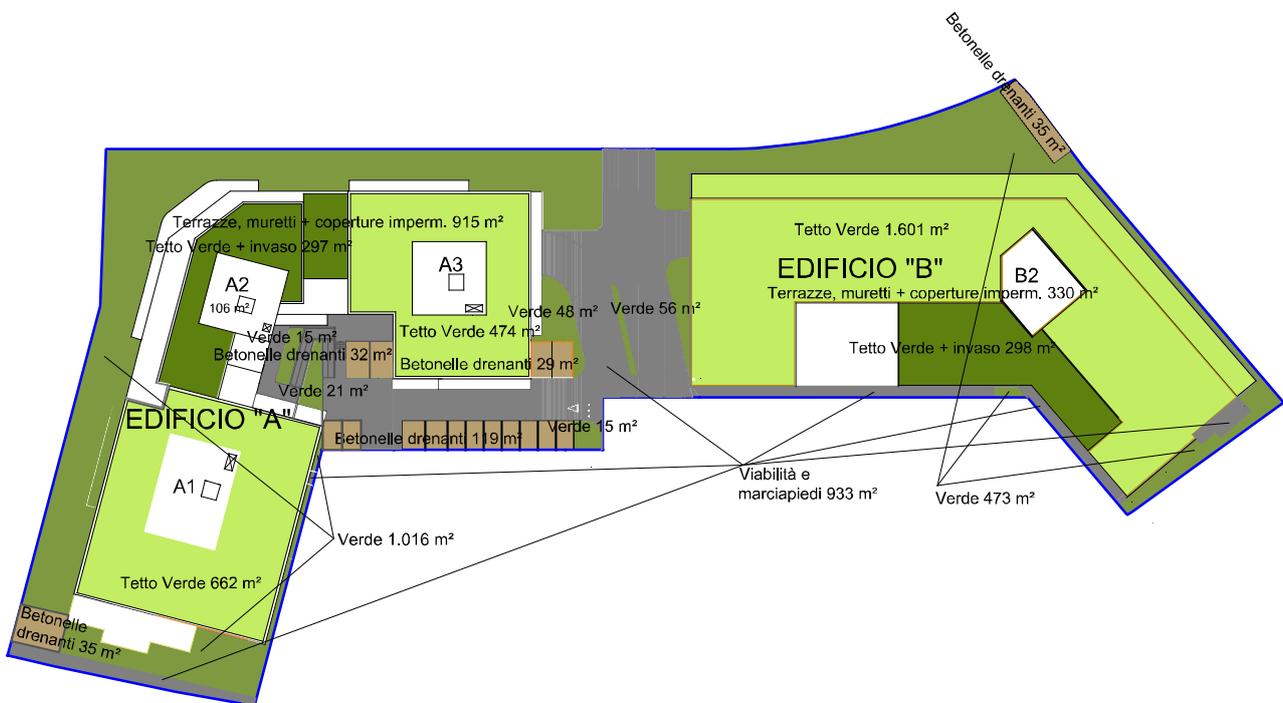
G.1 e G.2 Fogli di calcolo (Copertura edifici Unità di Spazio T7: stato di fatto e stato di progetto)

H.1 e H.2 Fogli di calcolo (Unità di Spazio T7 - Edificio B: stato di fatto e stato di progetto)

I.1 e I.2 Fogli di calcolo (Copertura Edificio B Unità di Spazio T7: stato di fatto e stato di progetto)

UNITA' DI SPAZIO T7 - Tipologia di superfici

	Verde (sup. permeabile $\phi = 0.2$): 1.016 + 15 + 21 + 48 + 15 + 56 + 473 =	1.644 m ²	
	Tetto Verde (sup. permeabile $\phi = 0.47$): 662 + 474 + 1.601 =	2.737 m ²	}
	Tetto Verde + invaso (sup. permeabile $\phi = 0.47$): 297 + 298 =	595 m ²	
	Betonelle drenanti (sup. semipermeabile $\phi = 0.6$): 35 + 32 + 29 + 119 + 35 =	250 m ²	
	Viabilità + marciapiedi + cab. elett. (sup. impermeabile $\phi = 0.9$):	933 m ²	}
	Terrazze e coperture imp. edifici (sup. impermeabile $\phi = 0.9$): 915 + 330 =	1.245 m ²	
		7.404 m ²	

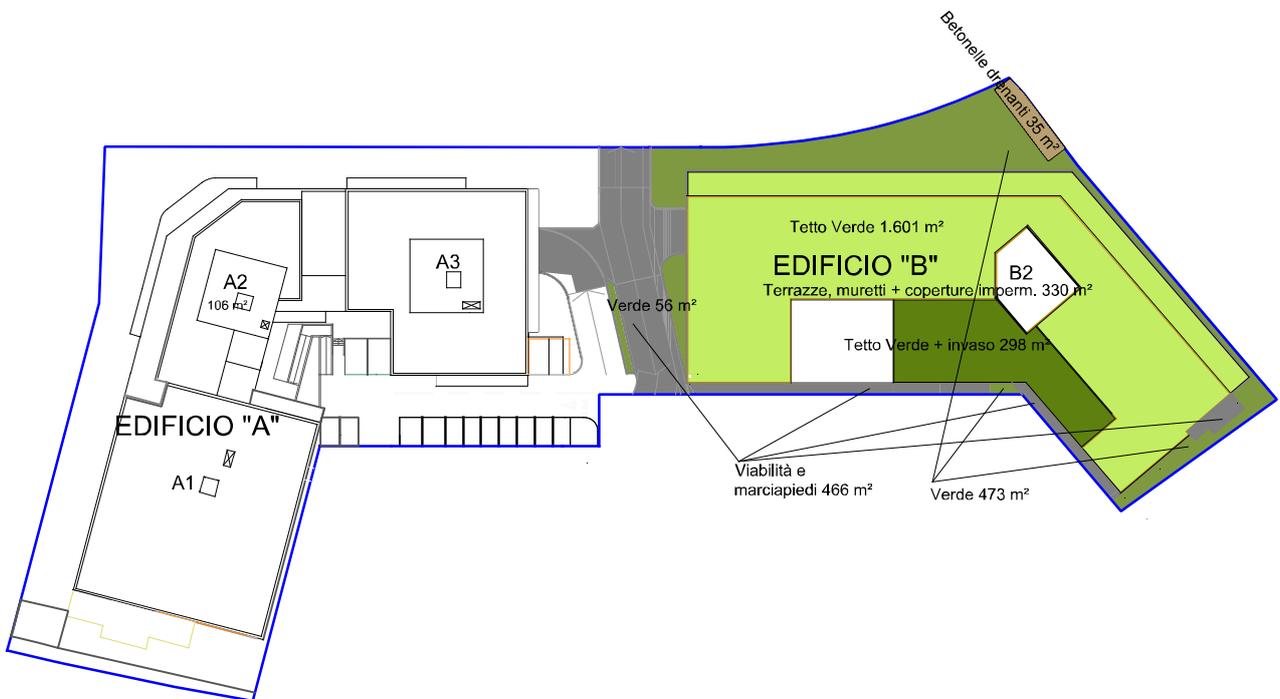


ALLEGATO A

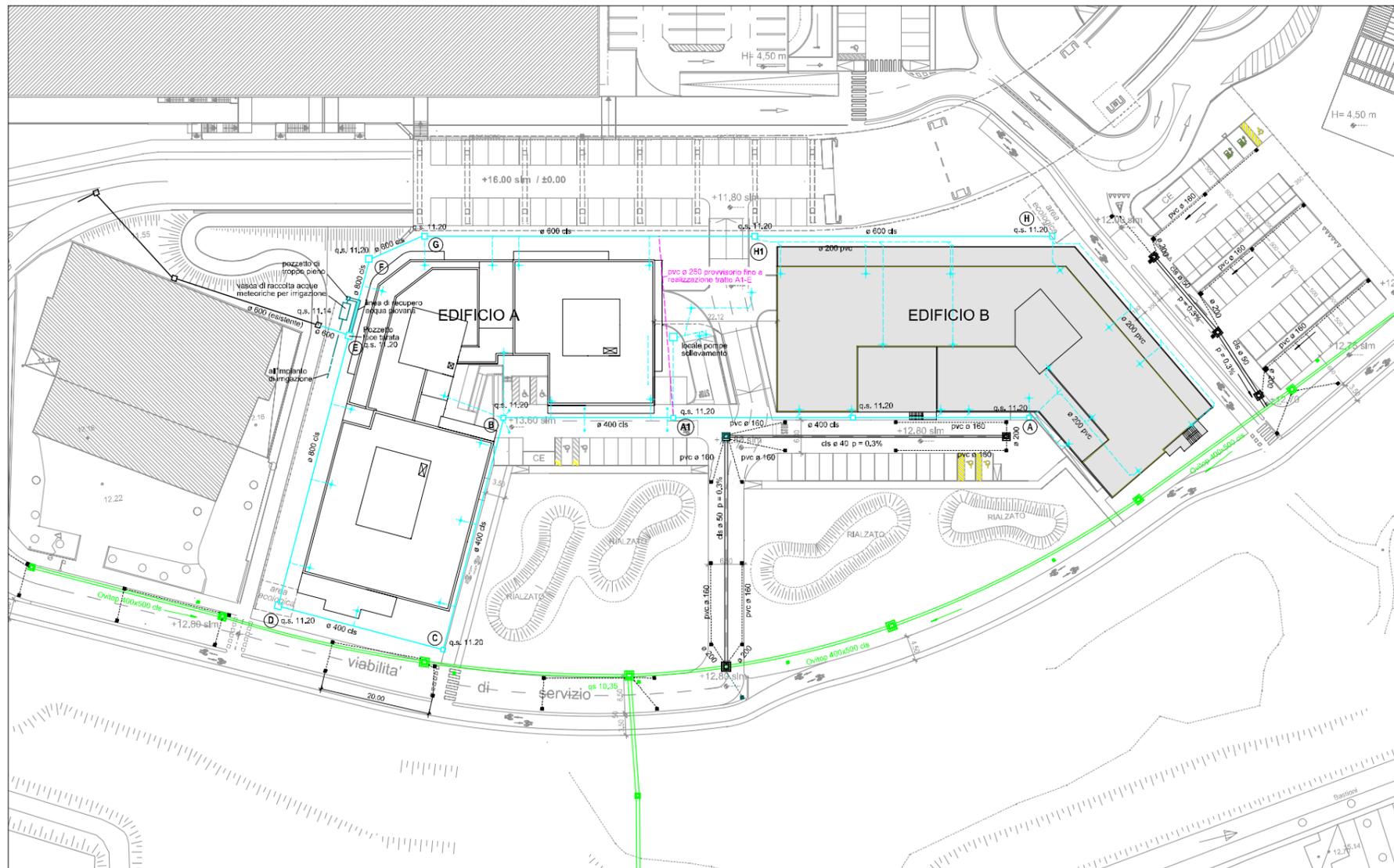
UNITA' DI SPAZIO T7 - Edificio B

Tipologia di superfici

	Verde (sup. permeabile $\phi = 0.2$): 473 + 56 =	529 m ²
	Tetto Verde (sup. permeabile $\phi = 0.47$):	1.601 m ²
	Tetto Verde + invaso (sup. permeabile $\phi = 0.47$):	298 m ²
	Betonelle drenanti (sup. semipermeabile $\phi = 0.6$):	35 m ²
	Viabilità + marciapiedi (sup. imperm. $\phi = 0.9$):	466 m ²
	Terrazze e coperture imp. edif. B (sup. imperm. $\phi = 0.9$):	330 m ²
		796 m ²
		<hr/>
		3.259 m ²



ALLEGATO A1



VERIFICA CAPACITA' DI ACCUMULO ACQUE METEORICHE - U.D.S. T7

Richiesti 93,70 mc
vedi relazione "Valutazione compatibilità idraulica"

INVASO CONDOTTE DI RETE			
TRATTO TUBAZIONI	DIAMETRO (mm)	LUNGHEZZA (m)	VOLUME (mc)
A-B	ø 400	95,00	11,93
B-C	ø 400	45,00	5,65
C-D	ø 400	30,00	3,77
D-E	ø 800	50,00	25,12
E-F	ø 800	15,00	7,54
F-G	ø 600	10,00	2,83
G-H	ø 600	115,00	32,5
TOTALE (mc)			89,34

POZZETTI (ø TUBAZIONE)	EXTRA VOLUME (mc)	QUANTITA' (pz.)	VOLUME (mc)
80x80 (ø400)	0,41	5	2,05
100x100x120 (ø600)	0,75	3	2,25
100x100x100 (ø600)	0,65	3	1,95
TOTALE (mc)			6,25

TOTALE INVASO CONDOTTE DI RETE 89,34 + 6,25 = **95,59 mc**

INVASO COPERTURA per invarianza idraulica TOTALE (mc) **8,40**

TOTALE INVASO COMPLESSIVO **103,99**

CAPACITA' DI ACCUMULO ACQUE METEORICHE **103,99 mc > 93,70 mc**

VERIFICA CAPACITA' DI ACCUMULO ACQUE METEORICHE - EDIFICIO B

Richiesti 38,10 mc
vedi relazione "Valutazione compatibilità idraulica"

INVASO CONDOTTE DI RETE			
TRATTO TUBAZIONI	DIAMETRO (mm)	LUNGHEZZA (m)	VOLUME (mc)
A-A1	ø 400	64,00	8,04
E-F	ø 800	15,00	7,54
F-G	ø 600	10,00	2,83
G-H	ø 600	115,00	32,50
TOTALE (mc)			50,91

POZZETTI (ø TUBAZIONE)	EXTRA VOLUME (mc)	QUANTITA' (pz.)	VOLUME (mc)
80x80 (ø400)	0,41	3	1,23
100x100x100 (ø600)	0,65	3	1,95
125x125x120 (ø800)	0,75	1	0,75
TOTALE (mc)			3,93

TOTALE INVASO CONDOTTE DI RETE 50,91 + 3,93 = **54,84 mc**

INVASO COPERTURA per invarianza idraulica TOTALE (mc) **1,20**

TOTALE INVASO COMPLESSIVO **56,04**

CAPACITA' DI ACCUMULO ACQUE METEORICHE **56,04 mc > 38,10 mc**

ALLEGATO B

COMUNE DI PADOVA

PROGRAMMA DI RIQUALIFICAZIONE URBANA P.R.U. "IL SUPERAMENTO DEI MARGINI"

D.M. 21.12.94
Approvato con Accordo di Programma del 23.12.1998 tra Ministero del LLPP - Regione Veneto - Comune di Padova - Ater di Padova D.G.R. n. 214 del 15.02.1999, pubblicato nel B.U.R.V. n. 22 del 12.03.1999

COSTRUZIONE DI UN EDIFICIO AD USO STUDENTATO DENOMINATO "EDIFICIO B" NELL'UNITA' DI SPAZIO T7

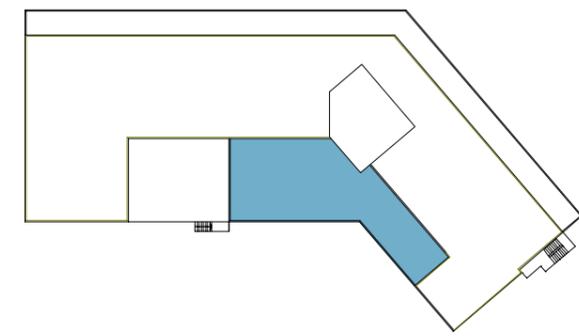
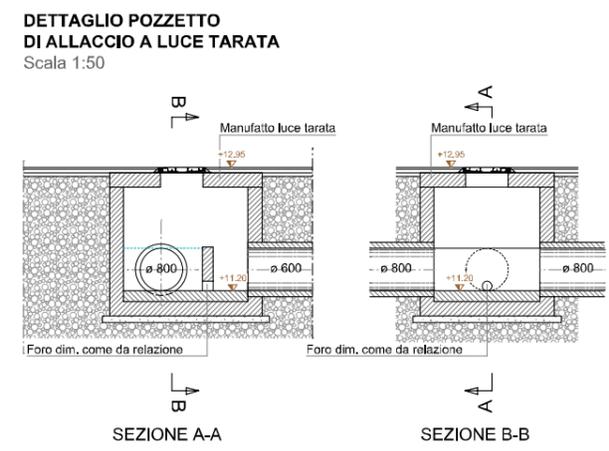
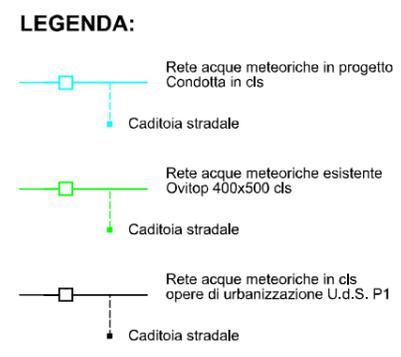
COMMITTENTE AGRIFUTURA S.r.l. Via dell'Economia, 84 - 36100 Vicenza	PROGETTISTA OPERE ARCHITETTONICHE Dott. Arch. Gaetano Ingui Via dell'Economia, 90 36100 Vicenza (VI)	PROGETTISTA OPERE ARCHITETTONICHE Dott. Arch. Davide Tombolan Via Luigi Palazzo, 39 35128 Padova (PD)
--	---	--

PROGETTISTA INVARIANZA IDRAULICA Ing. Mauro Paolo Benetti Via dell'Economia, 90 36100 Vicenza (VI)		
---	--	--

TITOLO **RETE ACQUE METEORICHE INVARIANZA IDRAULICA**

CODICE PROGETTO X:\1 COMMESSE\2021_05_UIDS_T7_EDIF_B_PADOVA\ENTI AUTORIZZAZIONI\PROGETTO\PROGETTO DEFINITIVO\Progetto Ottobre 2023	NOME FILE lav_16b Rete acque meteoriche.pdf	TAV 16b	SCALA: 1_500 1_50
	CODICE ELAB. Andrea 2022_01_Edificio B PRU T7 PD(p)266	DATA: 01.07.2023	

2	Aggiornamento generale a seguito chiusura conferenza dei servizi	01.12.2023	Tretto - Rosoni	L. Tanello	G. Ingui
1	Aggiornamento generale a seguito osservazioni conferenza dei servizi	27.10.2023	Tretto - Rosoni	L. Tanello	G. Ingui
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO



PIANTA COPERTURA
Invaso su porzione di copertura



COMUNE DI PADOVA



CAVALCAFERROVIA SARPI E RELATIVI RACCORDI VIARI PRU 1995 - PRUSST 2002

PROGETTO ESECUTIVO 1° STRALCIO

SVILUPPO E REDAZIONE DEL PROGETTO

IDROESSE
Studio di Ingegneria
Idraulica - Sanitaria
Strutturale - Stradale

35127 PADOVA - Galleria Spagna, 10
Tel. 049/8064111 - Fax 049/8064100
Società con Sistema Qualità
Certificato secondo UNI EN ISO 9001

PROGETTISTA

dott. ing. Gianmaria DE STAVOLA

COLLABORAZIONI:

DIMENSIONAMENTO STRUTTURE
dott. ing. Giuseppe DE CONTO
dott. ing. Chiara COVOLAN
dott. ing. Lori MARTINELLI
dott. ing. Luca TOFFOLI



BUILDING PROJECT S.r.l.
Società di Ingegneria
Viale Italo, 134 31015 CONEGLIANO (TV)
Tel. +390438642800 Fax +390438640084
info@buildingproject.it

DIMENSIONAMENTO IMPIANTI E REDAZIONE
PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO

dott. ing. Guido CASSELLA
dott. ing. Pierangelo VALERIO



ESSE TI ESSE S.r.l.
Via Amleazio, 13E
35142 PADOVA - ITALY
TEL. 049/80991400
Società con Sistema Qualità
Certificata secondo UNI EN ISO 9001:2000

COLLABORATORI

p. i. Giovanni BETTIN
dott. geol. Giovanni FALASCHI
geom. Massimo TABARIN
dott. ing. Luca TESSER

DIRETTORE TECNICO

dott. ing. Gianmaria DE STAVOLA

COORDINATORE SICUREZZA PER LA PROGETTAZIONE

geom. Roberto FURLAN

DISEGNI GENERALI DEFLUSSO ACQUE METEORICHE Planimetria delle opere

ALL N.

A.4.4.2

SCALA:

1:1000

DATA:

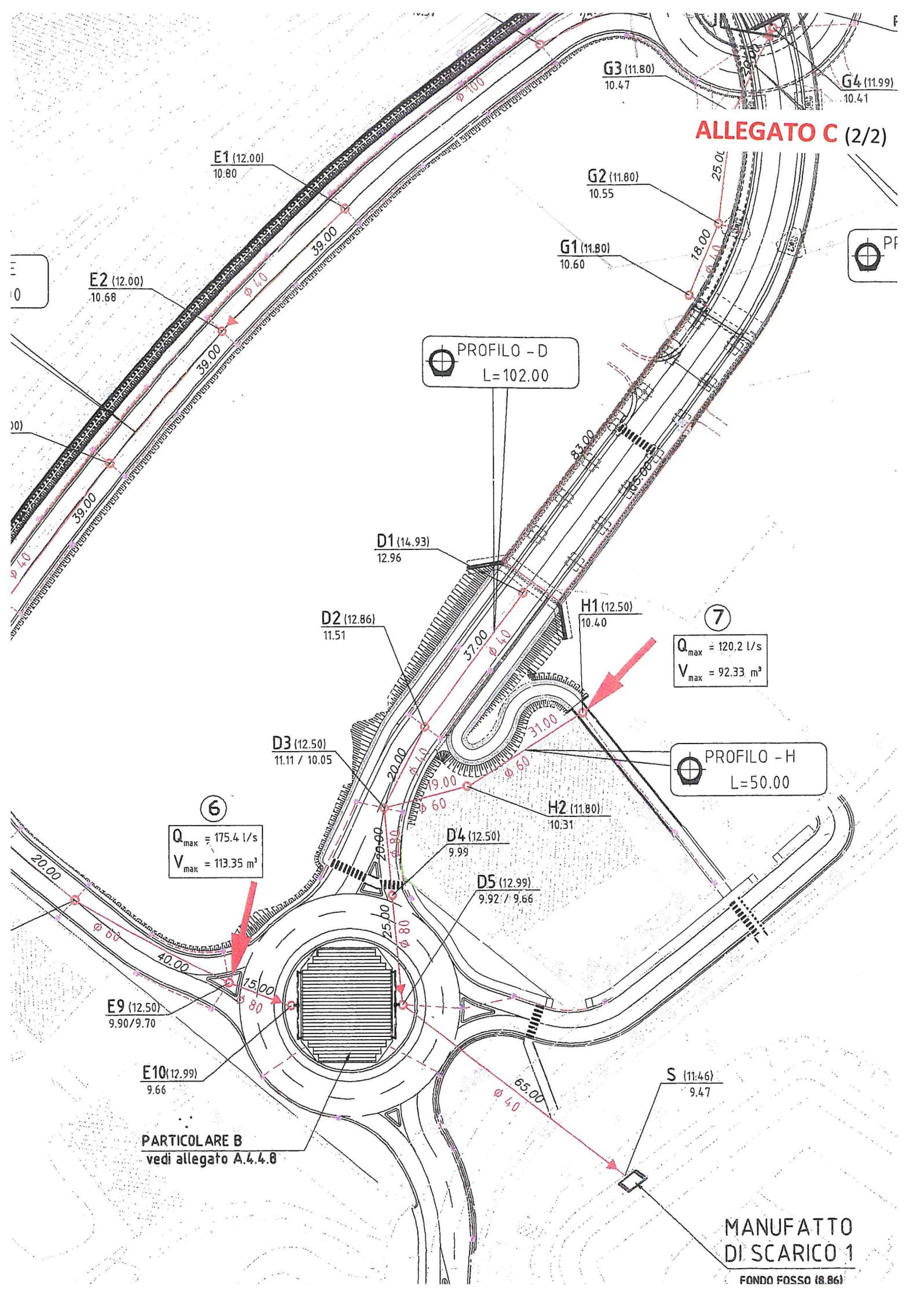
FEBBRAIO 2006

SIGLA:

BCSF096P.000\P

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	AUTORIZZATO
0	Febbraio 2005	Prima emissione	F. PAVANELLO	L. TESSER	G. DE STAVOLA

ALLEGATO C (2/2)



6
 $Q_{max} = 175.4 \text{ l/s}$
 $V_{max} = 113.35 \text{ m}^3$

7
 $Q_{max} = 120.2 \text{ l/s}$
 $V_{max} = 92.33 \text{ m}^3$

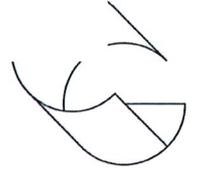
PROFILO - D
L=102.00

PROFILO - H
L=50.00

PARTICOLARE B
vedi allegato A.4.4.8

MANUFATTO
DI SCARICO 1
FONDO FOSSO (8.86)





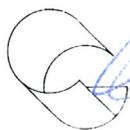
Dichiarazione coefficiente di deflusso

La ditta Climagrün srl dichiara i seguenti coefficienti di deflusso per il pacchetto verde estensivo con elemento drenante/accumulo idrico climadrain 25 :

Copertura a verde estensivo con elemento drenante/accumulo idrico climadrain25

spessore substrato	coefficiente di deflusso
8 cm	0,47
12 cm	0,32
15 cm	0,20

timbro e firma



ClimaGrün

ClimaGrün GmbH/srl

Weingartenweg 41/43 Via della Vigna
39100 Bozen / Bolzano
Tel. 0471 913832 | www.climagruen.com
PEC: climagruen@legalmail.it
P.IVA IT02673280216
SDI: A4RZ960 | nr. RUOP: IT-021-0309
nr. REA BZ-196043 - cap.soc. 60.000€ i.v.



METODO DELL' INVASO

Versione 1.0
Curve di possibilità pluviometrica
ANBI Veneto 2019

- Specificare : - Comune
- tempo di ritorno [anni]
- coefficiente d'afflusso
- coefficiente udometrico imposto [l/s,ha]
- esponente a della scala delle portate



PARAMETRI IN INGRESSO

Padova	50
Coefficiente d'afflusso k	0,433 [-]
Coefficiente udometrico imposto allo scarico	10 [l/s, ha]
Esponente a della scala delle portate	1 [-]
Superficie intervento	7.404 [m ²]

RISULTATI

Parametri della curva di possibilità pluviometrica $h = \frac{a \cdot t}{(t + b)^c}$

Comune di	Padova	a	47,9 [mm min ⁻¹]
Zona	ZONA OMOGENEA 1	b	15,9 [min]
Tempo di ritorno [anni]	50	c	0,841 [-]

Volume specifico richiesto per l'invarianza	395 [m ³ ha ⁻¹]
Volume richiesto per l'invarianza	292,5 [m ³]

Ideato e realizzato da: ing. Martino Cerni

Programma gratuito distribuito dal Consorzio di bonifica Bacchiglione (www.consorziobacchiglione.it).

Si declina ogni responsabilità per qualsiasi danno, diretto o indiretto, causato dall'utilizzo del programma.

ALLEGATO F.1



METODO DELL' INVASO

Versione 1.0
Curve di possibilità pluviometrica
ANBI Veneto 2019

- Specificare : - Comune
- tempo di ritorno [anni]
- coefficiente d'afflusso
- coefficiente udometrico imposto [l/s,ha]
- esponente a della scala delle portate



PARAMETRI IN INGRESSO

Padova	50
Coefficiente d'afflusso k	0,541 [-]
Coefficiente udometrico imposto allo scarico	10 [l/s, ha]
Esponente a della scala delle portate	1 [-]
Superficie intervento	7.404 [m ²]

RISULTATI

Parametri della curva di possibilità pluviometrica $h = \frac{a \cdot t}{(t + b)^c}$

Comune di	Padova	a	47,9 [mm min ^{-c}]
Zona	ZONA OMOGENEA 1	b	15,9 [min]
Tempo di ritorno [anni]	50	c	0,841 [-]

Volume specifico richiesto per l'invarianza	522 [m ³ ha ⁻¹]
Volume richiesto per l'invarianza	386,2 [m ³]

Ideato e realizzato da: ing. Martino Cerni

Programma gratuito distribuito dal Consorzio di bonifica Bacchiglione (www.consorziobacchiglione.it).

Si declina ogni responsabilità per qualsiasi danno, diretto o indiretto, causato dall'utilizzo del programma.

ALLEGATO F.2



METODO DELL' INVASO

Versione 1.0
Curve di possibilità pluviometrica
ANBI Veneto 2019

- Specificare : - Comune
- tempo di ritorno [anni]
- coefficiente d'afflusso
- coefficiente udometrico imposto [l/s,ha]
- esponente a della scala delle portate



PARAMETRI IN INGRESSO

Padova	50
--------	----

Coefficiente d'afflusso k	0,433	[-]
Coefficiente udometrico imposto allo scarico	10	[l/s, ha]
Esponente a della scala delle portate	1	[-]
Superficie intervento	701	[m ²]

RISULTATI

Parametri della curva di possibilità pluviometrica $h = \frac{a \cdot t}{(t + b)^c}$

Comune di	Padova	a	47,9	[mm min ^{-c}]
Zona	ZONA OMOGENEA 1	b	15,9	[min]
Tempo di ritorno [anni]	50	c	0,841	[-]

Volume specifico richiesto per l'invarianza	395	[m ³ ha ⁻¹]
Volume richiesto per l'invarianza	27,7	[m ³]

Ideato e realizzato da: ing. Martino Cerni

Programma gratuito distribuito dal Consorzio di bonifica Bacchiglione (www.consorziobacchiglione.it).

Si declina ogni responsabilità per qualsiasi danno, diretto o indiretto, causato dall'utilizzo del programma.

ALLEGATO G.1



METODO DELL' INVASO

Versione 1.0
Curve di possibilità pluviometrica
ANBI Veneto 2019

- Specificare : - Comune
- tempo di ritorno [anni]
- coefficiente d'afflusso
- coefficiente udometrico imposto [l/s,ha]
- esponente a della scala delle portate



PARAMETRI IN INGRESSO

Padova	50
Coefficiente d'afflusso k	0,535 [-]
Coefficiente udometrico imposto allo scarico	10 [l/s, ha]
Esponente a della scala delle portate	1 [-]
Superficie intervento	701 [m ²]

RISULTATI

Parametri della curva di possibilità pluviometrica
$$h = \frac{a \cdot t}{(t + b)^c}$$

Comune di	Padova	a	47,9 [mm min ^{-c}]
Zona	ZONA OMOGENEA 1	b	15,9 [min]
Tempo di ritorno [anni]	50	c	0,841 [-]

Volume specifico richiesto per l'invarianza	514 [m ³ ha ⁻¹]
Volume richiesto per l'invarianza	36,1 [m ³]

Ideato e realizzato da: ing. Martino Cerni

Programma gratuito distribuito dal Consorzio di bonifica Bacchiglione (www.consorziobacchiglione.it).

Si declina ogni responsabilità per qualsiasi danno, diretto o indiretto, causato dall'utilizzo del programma.

ALLEGATO G.2



METODO DELL' INVASO

Versione 1.0
Curve di possibilità pluviometrica
ANBI Veneto 2019

- Specificare : - Comune
- tempo di ritorno [anni]
- coefficiente d'afflusso
- coefficiente udometrico imposto [l/s,ha]
- esponente a della scala delle portate



PARAMETRI IN INGRESSO

Padova	50
Coefficiente d'afflusso k	0,433 [-]
Coefficiente udometrico imposto allo scarico	10 [l/s, ha]
Esponente a della scala delle portate	1 [-]
Superficie intervento	3.259 [m ²]

RISULTATI

Parametri della curva di possibilità pluviometrica $h = \frac{a \cdot t}{(t + b)^c}$

Comune di	Padova	a	47,9 [mm min ⁻¹]
Zona	ZONA OMOGENEA 1	b	15,9 [min]
Tempo di ritorno [anni]	50	c	0,841 [-]

Volume specifico richiesto per l'invarianza	395 [m ³ ha ⁻¹]
Volume richiesto per l'invarianza	128,8 [m ³]

Ideato e realizzato da: ing. Martino Cerni

Programma gratuito distribuito dal Consorzio di bonifica Bacchiglione (www.consorziobacchiglione.it).

Si declina ogni responsabilità per qualsiasi danno, diretto o indiretto, causato dall'utilizzo del programma.

ALLEGATO H.1



METODO DELL' INVASO

Versione 1.0
Curve di possibilità pluviometrica
ANBI Veneto 2019

- Specificare : - Comune
- tempo di ritorno [anni]
- coefficiente d'afflusso
- coefficiente udometrico imposto [l/s,ha]
- esponente a della scala delle portate



PARAMETRI IN INGRESSO

Padova	50
Coefficiente d'afflusso k	0,533 [-]
Coefficiente udometrico imposto allo scarico	10 [l/s, ha]
Esponente a della scala delle portate	1 [-]
Superficie intervento	3.259 [m ²]

RISULTATI

Parametri della curva di possibilità pluviometrica $h = \frac{a \cdot t}{(t + b)^c}$

Comune di	Padova	a	47,9 [mm min ^{-c}]
Zona	ZONA OMOGENEA 1	b	15,9 [min]
Tempo di ritorno [anni]	50	c	0,841 [-]

Volume specifico richiesto per l'invarianza	512 [m ³ ha ⁻¹]
Volume richiesto per l'invarianza	166,9 [m ³]

Ideato e realizzato da: ing. Martino Cerni

Programma gratuito distribuito dal Consorzio di bonifica Bacchiglione (www.consorziobacchiglione.it).

Si declina ogni responsabilità per qualsiasi danno, diretto o indiretto, causato dall'utilizzo del programma.

ALLEGATO H.2



METODO DELL' INVASO

Versione 1.0
Curve di possibilità pluviometrica
ANBI Veneto 2019

- Specificare : - Comune
- tempo di ritorno [anni]
- coefficiente d'afflusso
- coefficiente udometrico imposto [l/s,ha]
- esponente a della scala delle portate



PARAMETRI IN INGRESSO

Padova	50
Coefficiente d'afflusso k	0,433 [-]
Coefficiente udometrico imposto allo scarico	10 [l/s, ha]
Esponente a della scala delle portate	1 [-]
Superficie intervento	298 [m ²]

RISULTATI

Parametri della curva di possibilità pluviometrica
$$h = \frac{a \cdot t}{(t + b)^c}$$

Comune di	Padova	a	47,9 [mm min ^{-c}]
Zona	ZONA OMOGENEA 1	b	15,9 [min]
Tempo di ritorno [anni]	50	c	0,841 [-]

Volume specifico richiesto per l'invarianza	395 [m ³ ha ⁻¹]
Volume richiesto per l'invarianza	11,8 [m ³]

Ideato e realizzato da: ing. Martino Cerni

Programma gratuito distribuito dal Consorzio di bonifica Bacchiglione (www.consorziobacchiglione.it).

Si declina ogni responsabilità per qualsiasi danno, diretto o indiretto, causato dall'utilizzo del programma.

ALLEGATO I.1



METODO DELL' INVASO

Versione 1.0
Curve di possibilità pluviometrica
ANBI Veneto 2019

- Specificare : - Comune
- tempo di ritorno [anni]
- coefficiente d'afflusso
- coefficiente udometrico imposto [l/s,ha]
- esponente a della scala delle portate



PARAMETRI IN INGRESSO

Padova	50
Coefficiente d'afflusso k	0,47 [-]
Coefficiente udometrico imposto allo scarico	10 [l/s, ha]
Esponente a della scala delle portate	1 [-]
Superficie intervento	298 [m ²]

RISULTATI

Parametri della curva di possibilità pluviometrica
$$h = \frac{a \cdot t}{(t + b)^c}$$

Comune di	Padova	a	47,9 [mm min ^{-c}]
Zona	ZONA OMOGENEA 1	b	15,9 [min]
Tempo di ritorno [anni]	50	c	0,841 [-]

Volume specifico richiesto per l'invarianza	438 [m ³ ha ⁻¹]
Volume richiesto per l'invarianza	13,0 [m ³]

Ideato e realizzato da: ing. Martino Cerni

Programma gratuito distribuito dal Consorzio di bonifica Bacchiglione (www.consorziobacchiglione.it).

Si declina ogni responsabilità per qualsiasi danno, diretto o indiretto, causato dall'utilizzo del programma.

ALLEGATO I.2