

LUOGO

PADOVA

VIA BOCCACCIO - ZACCONI

COMMITTENTI

OGGETTO

**P.U.A. DI VIA BOCCACCIO/ZACCONI PER L'ATTUAZIONE
DELL'ACCORDO DI PIANIFICAZIONE FINALIZZATO
ALL'AMPLIAMENTO DEL PARCO DEI FRASSINI E DEL PARCO
MILCOVICH**

PROGETTO

MENEGAZZI MICHELON ARCHITETTI ASSOCIATI

VIA FORNACE MORANDI 18/4, 35133 PADOVA

TEL. 049 8649367 E MAIL mail@menegazzimichelon.it

CODICE

2303

FASE

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO

TAVOLA

INVARIANZA IDRAULICA

2303-A ALL G.0

DATA

GIUGNO 2025

SCALA

FILE

...LAVORI\2303 - PADOVA VIA BOCCACCIO - MAGGIORE\PIANIFICAZIONE\P.U.A\2024.XX.XX -
DEPOSITO\PRODOTTI DA STUDIO\ELABORATI GRAFICI PUA\DISEGNI\DWG...



Comune di Padova (PD)

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Realizzazione di nuovi edifici residenziali

in Comune di Padova (PD), via Giovanni Boccaccio/via Ermete Zacconi
C.T.: Foglio 108 - Particelle 1556



ALLEGATO	TITOLO	PROGETTISTA
1	RELAZIONE	Ing. Mauro Tortorelli
SCALA		COLLABORATORE
DATA ELABORATO		Ing. Alberto Zani

Maggio 2025

PROGETTAZIONE



Galleria Milano, 1 - 35139 Padova (PD)
tel. 049 7966665 - fax 049 685800
info@i4consulting.it - www.i4consulting.it

COMMESSA N.	FILE
SO721	N:\COMMESSE\Lot_Michelon\SO721_VCI via Boccaccio\ELABORAZIONI\PDF\All-1_Relazione.pdf

REV. N.	DATA	MOTIVO DELLA REVISIONE	VERIFICATO	APPROVATO
1	05/2025	Richiesta integrazioni da parte del Consorzio di Bonifica Bacchiglione	M.Tortorelli	M.Tortorelli
0	03/2025	PRIMA EMISSIONE	M.Tortorelli	M. Tortorelli

Realizzazione di nuovi edifici residenziali

*in Comune di Padova (PD),
via Giovanni Boccaccio/via Ermete Zacconi*

INDICE

1. Generalità	3
2. Quadro normativo.....	6
3. Caratteristiche pluviometriche della zona oggetto di intervento	9
4. Stima della variazione del coefficiente di deflusso	14
4.1. Stima del coefficiente di deflusso nelle condizioni attuali	19
4.2. Stima del coefficiente di deflusso nelle condizioni di progetto.....	21
4.3. Stima del grado di impermeabilizzazione.....	24
5. Portata smaltibile in rete pubblica di scolo.....	25
6. Individuazione del punto di recapito	27
7. Calcolo dei volumi per la laminazione e la compensazione	29
8. Dimensionamento del sistema di laminazione.....	32
9. Dimensionamento del manufatto di scarico	34
10. Verifica dello sfioratore di sicurezza	36
11. Scelta dei materiali e dei dispositivi	37
13. Documentazione fotografica	41

1. Generalità

L'area oggetto della presente relazione interessa una superficie complessiva di circa 25'545.2 m², il cui inquadramento territoriale è riportato in Figura 1 e Figura 2.

Il presente progetto riguarda la predisposizione della Valutazione di Compatibilità Idraulica ai sensi della D.G.R. 2948/2009, finalizzata all'adozione di variante urbanistica relativamente all'intervento di realizzazione di nuovi edifici residenziali da edificare in via Giovanni Boccaccio e via Ermete Zacconi in Comune di Padova (PD).

La presente relazione mira a verificare il rispetto del concetto dell'invarianza idraulica secondo i più recenti indirizzi e in base ai più recenti parametri pluviometrici, anche in considerazione del trend di variazione climatica che ha visto negli ultimi anni una intensificazione degli eventi estremi.

La delibera di giunta regionale D.G.R. 2948 del 6/10/2009 annulla la precedente D.G.R. 1841 del 2007 emanata a modifica e integrazione della D.G.R. 3637 del 2002 e della D.G.R. 1322 del 2006. La più recente delibera regionale tuttavia mantiene il concetto dell'invarianza idraulica per aree di nuova urbanizzazione e stabilisce di accompagnare le trasformazioni territoriali a sistemi di limitazione delle portate scaricate e di volumi di invaso in grado di limitare le stesse al valore caratteristico del terreno prima della trasformazione.

Di conseguenza, la realizzazione di superfici ad elevato coefficiente di deflusso (strade, piazzali e coperture di edifici) e la contemporanea necessità di mantenere pressoché inalterato il coefficiente idrometrico dell'area, per non interferire con immissioni eccessive nella rete di fognatura bianca e nella rete idrografica superficiale, rende necessaria la laminazione delle portate generate dagli eventi meteorici più intensi mediante la predisposizione di appositi volumi di invaso.

Il tempo di ritorno di riferimento di 50 anni stabilito dalla DGR 2948/2009 risulta particolarmente cautelativo al fine di garantire la sicurezza idraulica dell'area progettata e delle aree limitrofe, e a tale valore si farà pertanto riferimento.



Figura 1: Ubicazione dell'area di intervento – scala 1:25'000 – Base cartografica Carta I.G.M.

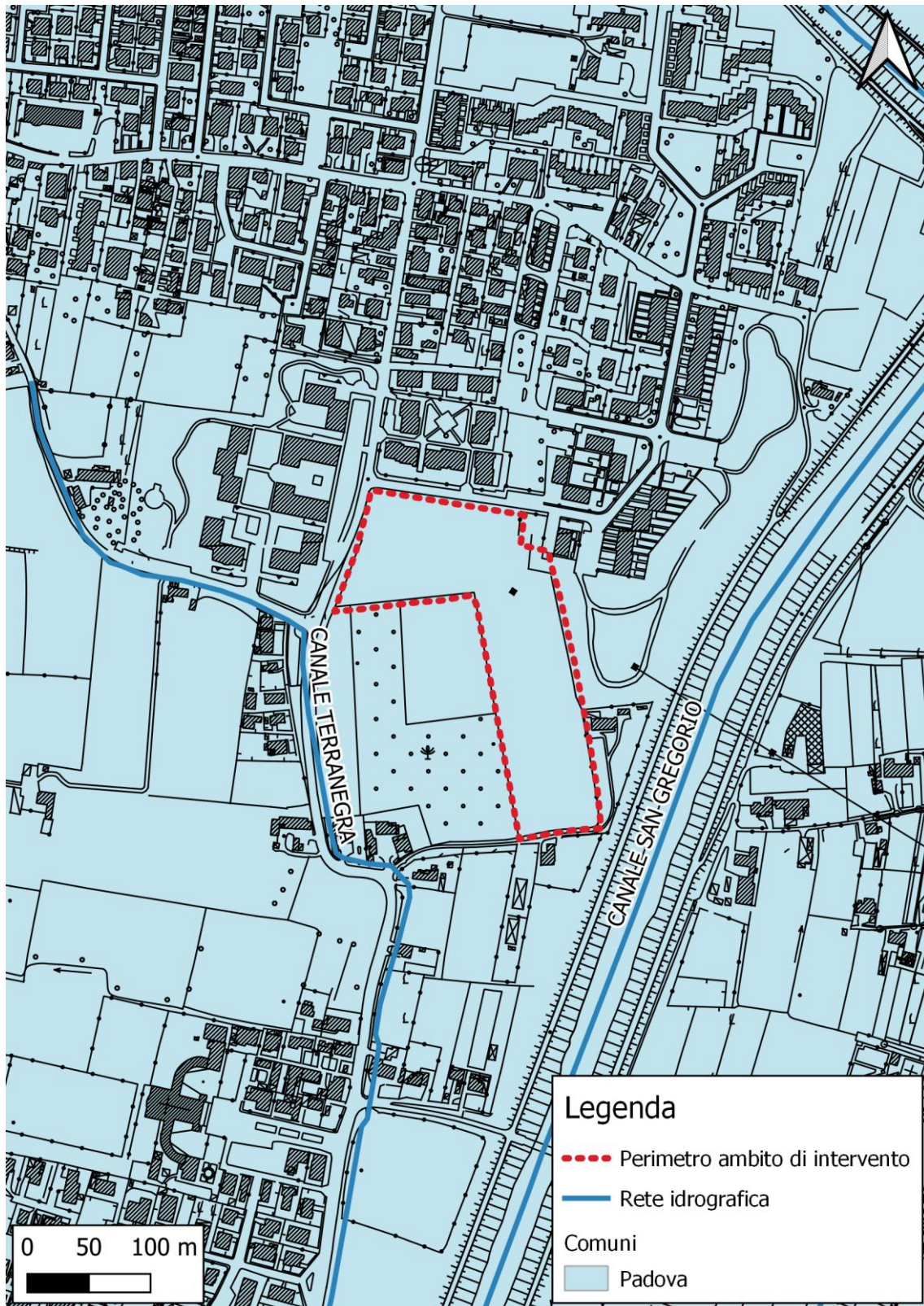


Figura 2: Dettaglio dell'ubicazione dell'intervento – scala 1:5'000 – base cartografica C.T.R.

2. Quadro normativo

Il Piano degli Interventi (PI) vigente (dal 13/02/2023) nel Comune di Padova stabilisce che:

Art. 44 – Vincoli del Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) e misure per la salvaguardia idraulica

DIRETTIVE PER L'ATTUAZIONE DEL PI

6. Per i PUA di iniziativa pubblica o privata e per ogni titolo abilitativo edilizio che dia luogo ad impermeabilizzazione di aree è necessario trasmettere idonea documentazione tecnica in materia idraulica, in relazione all'entità dell'intervento. In particolare:

a) per valori di superficie impermeabilizzata inferiori a 1.000 mq, si ritiene sufficiente la presentazione agli uffici comunali degli elaborati di progetto che evidenzino le superfici interessate da impermeabilizzazione ed il sistema di raccolta e scarico delle acque meteoriche, comunque nel rispetto dei criteri di cui al presente Articolo;

b) per interventi di cui alla precedente lett. a) che prevedano superfici impermeabilizzate inferiori a 1.000 mq, nei quali si accerti nella relazione geologica allegata al progetto l'esistenza delle seguenti condizioni di drenaggio del suolo e profondità di falda:

- permeabilità con coefficiente di filtrazione maggiore di 10⁻³ m/s;

- profondità di falda tale da garantire un franco di 2 ml rispetto alla base del pozzo disperdente;

si dovranno adottare ai fini dello smaltimento delle acque meteoriche almeno due pozzi disperdenti collegati tra loro con una tubazione drenante di diametro minimo 300 mm.

c) per valori di superficie impermeabilizzata pari o superiori a 1.000 mq, si ritiene necessaria la verifica di compatibilità idraulica, redatta in conformità alla DGR 2948/2009, da allegarsi alla richiesta di parere al Consorzio di Bonifica competente, completa di elaborati di progetto che evidenzino le superfici interessate da impermeabilizzazione, il sistema di raccolta e scarico delle acque meteoriche, relazione idraulica, valutazione dei dispositivi di compensazione idraulica adottati, nel rispetto dei criteri definiti nella Valutazione di Compatibilità Idraulica del PI. Le misure compensative e/o di mitigazione del rischio eventualmente previste nella VCI vanno inserite nella convenzione che regola i rapporti fra comune e soggetti privati. La VCI, da certificarsi in apposita relazione redatta a cura del progettista, si perfeziona con l'acquisizione del parere favorevole espresso al riguardo secondo le competenze e modalità previste dalla DGR 2948/2009. Il collaudatore delle opere di urbanizzazione o il Professionista incaricato al momento della presentazione della SCIA di Agibilità è tenuto ad accertare l'avvenuta realizzazione di quanto previsto e

prescritto a salvaguardia delle condizioni di invarianza idraulica, nonché a farne esplicito riferimento nel certificato di collaudo o nella SCIA di Agibilità. Tale disposizione è riportata nel disciplinare di incarico.

7. La Valutazione di Compatibilità Idraulica dovrà essere redatta in accordo con le "Linee guida" del Commissario Delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007 che hanno colpito parte del territorio della Regione del Veneto OPCM n.3621/2007 e, se non diversamente disposto da successive Linee Guida e disposizioni, dovrà essere basata sui seguenti elementi principali:

- a) Tempo di ritorno dell'evento di riferimento: 50 anni.*
- b) Precipitazione di progetto: individuata dal Commissario per l'Emergenza OPCM n. 3621/2007 ed adottata dagli Enti preposti (Consorzi di Bonifica, Genio Civile e gestori di fognatura), riportata nell'"Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento" a cura del Prof. Vincenzo Bixio e/o successivi aggiornamenti disponibili.*
- c) Le acque meteoriche dovranno recapitare preferibilmente nella rete idrografica superficiale qualora presente, previa autorizzazione del Consorzio di Bonifica competente.*
- d) I massimi rilasci idrici allo scarico a garanzia dell'invarianza idraulica dipenderanno dalla capacità di ricezione definita dal competente Consorzio di Bonifica o gestore della rete ricettrice; in questa sede si forniscono dei valori di orientamento in funzione dello stato attuale delle conoscenze: - la portata scaricata verso la rete esterna della nuova rete di smaltimento delle acque piovane dovrà essere non superiore a quella corrispondente al valore della portata specifica di 10 l/s per ettaro; tutto il sistema, con un adeguato dimensionamento dei volumi di laminazione, dovrà essere configurato in modo che, tramite opportuni accorgimenti e dispositivi, il valore di portata indicato non venga ecceduto qualsiasi sia la durata dell'evento considerato (se non per eventi estremi caratterizzati da $T_r > 50$ anni). I volumi d'invaso potranno essere ottenuti sovradimensionando le condotte per le acque meteoriche, realizzando nuovi fossati e zone a temporanea sommersione nelle aree a verde. I valori di laminazione indicati al precedente comma potranno essere ridefiniti in accordo con gli uffici competenti, sulla base di valutazioni tecniche e secondo la specificità del caso; - nelle aree con particolare criticità e sofferenza idraulica individuate dal Consorzio di Bonifica competente la portata specifica di riferimento è ridotta a 5 l/s per ettaro.*
- e) Per la metodologia di calcolo dei volumi di laminazione in funzione delle superfici oggetto di intervento si rimanda alle Linee guida di cui sopra.*
- f) Nelle ipotesi di "ampliamento", le superfici da considerare per accertare il superamento delle soglie indicate dalla normativa, sono solamente quelle in aggiunta al fabbricato già esistente.*

g) Nei casi di "demolizione con ricostruzione", si precisa che una volta demolito il fabbricato o piazzale esistente, il nuovo edificio da realizzarsi va considerato come un "nuovo intervento edilizio", per il quale nel calcolo delle soglie previste dalla normativa non può essere scomputata la superficie impermeabilizzata preesistente.

In seguito alla richiesta del Consorzio di Bonifica Bacchiglione (*Prot. 0039751 del 12/06/2024*) di effettuare la stima dei volumi di invaso da recuperare "*considerando un coefficiente udometrico allo scarico di **2 l/s·ha***", si è imposto un **coefficiente udometrico di progetto pari a 2 l/s·ha**.

3. Caratteristiche pluviometriche della zona oggetto di intervento

Per lo studio delle opere di smaltimento delle acque piovane in aree di limitata estensione risulta opportuno fare riferimento, oltre che alle precipitazioni di durata oraria, anche a quelle di forte intensità e breve durata.

È stato pubblicato, a cura di ANBI Veneto una "Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento", utile riferimento per i dimensionamenti idraulici nell'area interessata dallo studio.

Lo studio ha preso in esame un esteso numero di stazioni pluviografiche, e le ha raggruppate secondo rigorosi procedimenti statistici, individuando una serie di zone sufficientemente omogenee.

Lo studio ha previsto il raggruppamento delle stazioni pluviografiche di riferimento in base a criteri statistici di uniformità, ottenendo così aree caratterizzate da una risposta idrologica sufficientemente omogenea (Figura 3). L'area di intervento si trova in Comune di Padova (PD) e rientra nella "Sottozona omogenea 1" relativa al territorio di competenza del Consorzio di Bonifica Bacchiglione.

Per la stessa sono state valutate alcune grandezze caratteristiche, riportate nelle seguenti tabella.

Tabella 1: Grandezze indice per la Sottozona omogenea 1

Regione omogenea	Sottozona omogenea	5 min	10 min	15 min	30 min	45 min	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Bacchiglione	1	5.2	8.6	11.0	14.1	16.0	16.8	21.9	25.4	30.6	35.4

Le stesse sono poi state utilizzate per fornire i valori attesi di precipitazione, in base a durata e tempo di ritorno dell'evento di progetto, come indicato in Tabella 2.

Tabella 2: Valori attesi di precipitazione

Tr [anni]	5 min	10 min	15 min	30 min	45 min	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
2	11.1	18.6	23.7	31.2	35.6	37.1	45.2	51.3	60.3	69.7
5	13.3	22.5	28.9	38.9	44.8	47.2	57.9	65.6	77.9	89.0
10	14.8	25.3	32.7	44.7	52.1	55.3	68.7	77.9	93.6	105.7
20	16.3	27.9	36.4	50.6	59.6	63.8	80.6	91.5	111.6	124.5
30	17.1	29.4	38.5	54.0	64.1	69.1	88.2	100.2	123.3	136.6
50	18.1	31.1	41.1	58.4	69.9	75.9	98.3	112.0	139.6	152.9
100	19.3	33.4	44.6	64.4	78.0	85.6	113.4	129.5	164.5	177.5
200	20.5	35.6	47.9	70.5	86.3	95.8	130.0	149.0	193.1	205.1

Nello studio "Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento" la curva di possibilità pluviometrica è definita da tre parametri anziché dai due normalmente utilizzati, in maniera da fornire una relazione univoca per durate brevi ed orarie, che invece viene normalmente interpolata con due differenti curve quando viene utilizzata la relazione a due parametri:

$$h = \frac{a}{(t + b)^c} t$$

Si ricorda che nell'applicazione della curva segnalatrice i tempi t devono essere espressi in minuti e il risultato è restituito in millimetri di precipitazione.

La curva rappresentata dalla relazione sopra indicata è valida in un intervallo esteso e sufficientemente attendibile per durate che vanno dai 5 minuti fino alle 24 ore, senza la necessità di utilizzare curve differenti per brevi durate e per durate orarie.

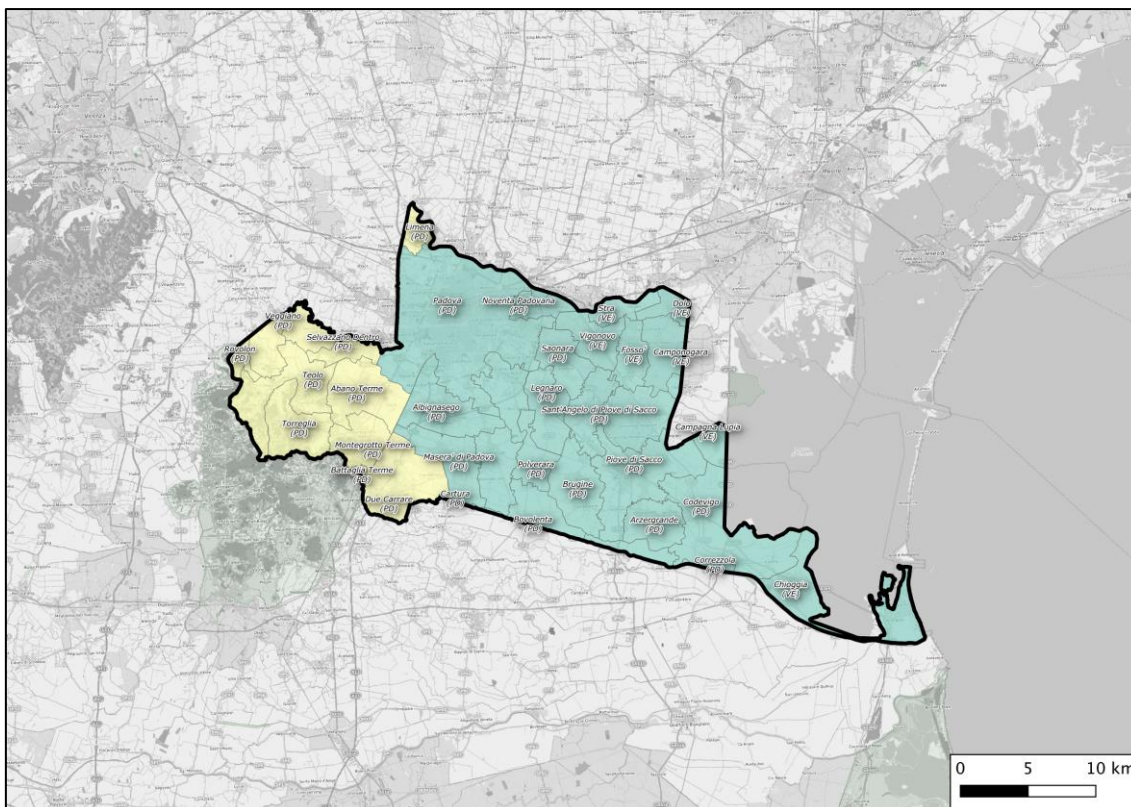


Figura 3: Individuazione di Sottozona omogenee per il Consorzio di Bonifica Bacchiglione (Sottozona omogenea 1 in azzurro – Sottozona omogenea 2 in giallo)

I parametri della curva segnalatrice sono riportati nella seguente tabella:

Tabella 3: parametri di possibilità pluviometrica relativi alla curva a 3 parametri

Tr [anni]	a	b	c
2	24.5	10.4	0.862
5	31.3	11.7	0.861
10	36.4	12.8	0.857
20	41.3	14.0	0.851
30	44.3	14.8	0.847
50	47.9	15.9	0.841
100	53.0	17.6	0.833
200	58.4	19.6	0.825

Si riportano nel grafico seguente le curve di possibilità pluviometrica con riferimento a differenti tempi di ritorno.

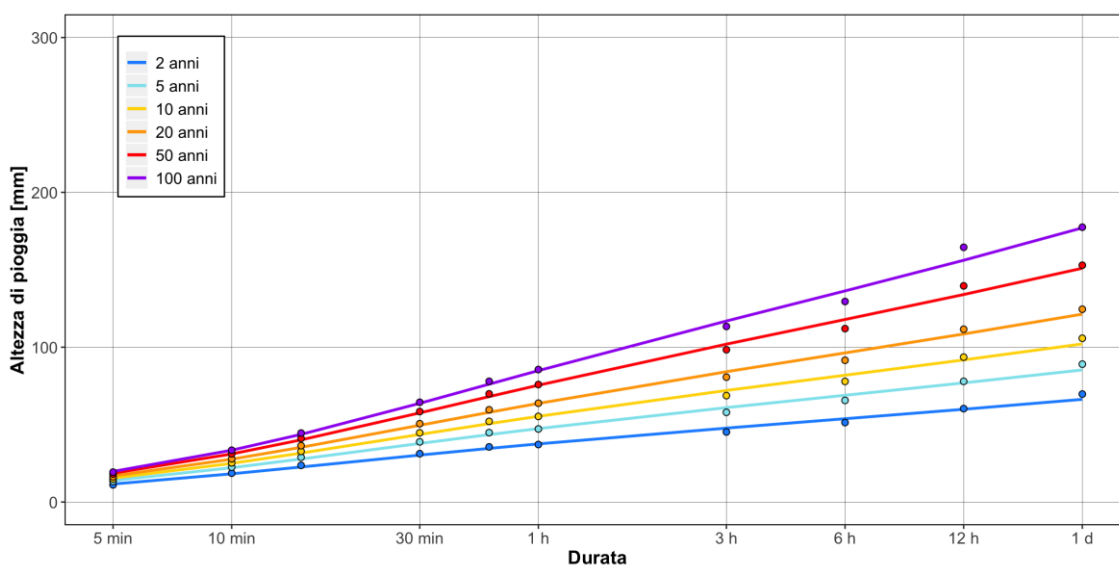


Figura 4: curve di possibilità pluviometrica a 3 parametri per la Sottozona omogenea 1 relativa al Consorzio di Bonifica Bacchiglione

Pertanto, la relazione che definisce l'altezza di precipitazione attesa per una determinata durata di pioggia per l'area di interesse e con riferimento ad un tempo di ritorno di 50 anni, è data dalla seguente:

$$h = \frac{47.9}{(t + 15.9)^{0.841}} t$$

Per l'applicazione delle formule del metodo cinematico e del metodo dell'invaso, è stato possibile adattare le note formule alla curva di possibilità pluviometrica a 3 parametri.

Si riportano nelle seguenti Tabella 4 e Tabella 5 le tabulazioni dei coefficienti udometrici calcolati mediante l'applicazione del metodo dell'invaso o del metodo cinematico ottenuti dall'applicazione della curva di possibilità pluviometrica a 3 parametri.

Tabella 4: Coefficienti udometrici calcolati mediante l'applicazione del metodo dell'invaso, ottenuti dall'applicazione della curva di possibilità pluviometrica a 3 parametri

Sottozona omogenea 1 - Coefficienti udometrici ricavati con il metodo dell'invaso [$l\ s^{-1}ha^{-1}$]																
T_R [anni]	k	Volume di invaso [m^3/ha]														
		50	70	90	100	130	150	170	190	210	230	250	270	290	310	330
2	0.1	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.2	14.9	5.6	1.9	1.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.3	45.1	26.0	14.0	10.0	3.4	1.6	0.8	0.4	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.4	82.7	56.3	37.2	29.9	14.6	8.6	4.9	2.8	1.6	1.0	0.6	0.4	0.2	0.2	0.1
	0.5	124.3	92.3	67.6	57.4	34.1	23.4	15.6	10.2	6.5	4.2	2.7	1.7	1.1	0.8	0.5
	0.6	168.4	131.9	102.6	90.2	60.0	44.8	32.9	23.8	16.9	11.8	8.1	5.6	3.8	2.7	1.9
	0.7	214.3	174.0	140.9	126.4	90.4	71.4	55.7	43.0	32.7	24.6	18.2	13.4	9.8	7.1	5.1
	0.8	261.3	217.9	181.4	165.3	124.2	101.8	82.8	66.8	53.3	42.2	33.0	25.6	19.7	15.0	11.4
	0.9	309.3	263.1	223.7	206.2	160.6	135.2	113.3	94.3	77.9	63.9	52.1	42.1	33.7	26.8	21.2
5	0.1	2.3	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.2	28.5	14.6	6.9	4.6	1.3	0.6	0.3	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.3	70.2	47.3	30.9	24.7	11.8	6.9	3.9	2.2	1.3	0.7	0.5	0.3	0.2	0.1	0.1
	0.4	118.6	89.3	66.4	56.9	34.9	24.4	16.8	11.2	7.4	4.8	3.2	2.1	1.4	0.9	0.6
	0.5	170.4	136.2	108.4	96.4	66.8	51.6	39.3	29.5	21.8	15.9	11.4	8.2	5.8	4.1	2.9
	0.6	224.4	186.3	154.5	140.5	105.2	85.4	69.1	55.3	43.9	34.5	26.8	20.6	15.7	11.9	9.0
	0.7	279.9	238.6	203.4	187.7	146.8	124.0	104.2	87.0	72.2	59.5	48.7	39.5	31.9	25.5	20.2
	0.8	336.4	292.3	254.3	237.1	191.8	166.0	143.2	123.0	105.3	89.6	75.9	63.9	53.5	44.6	36.9
	0.9	393.6	347.2	306.7	288.3	239.2	210.7	185.3	162.5	142.0	123.7	107.4	92.8	79.9	68.5	58.4
10	0.1	4.9	1.3	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.2	39.8	23.7	13.4	9.8	3.6	1.8	0.9	0.5	0.3	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
	0.3	89.3	64.9	46.4	38.9	22.1	14.7	9.5	6.1	3.8	2.4	1.5	1.0	0.7	0.4	0.3
	0.4	144.6	114.5	90.1	79.7	54.2	41.3	31.0	22.9	16.7	12.0	8.6	6.1	4.3	3.0	2.2
	0.5	203.1	168.6	139.7	127.1	95.1	77.3	62.6	50.2	39.9	31.4	24.5	18.9	14.5	11.1	8.4
	0.6	263.4	225.5	193.1	178.6	140.7	119.5	101.1	85.0	71.1	59.1	48.8	40.1	32.7	26.4	21.3
	0.7	325.1	284.3	248.9	232.9	190.4	166.1	144.5	125.3	108.2	93.1	79.8	68.1	57.8	48.8	41.0
	0.8	387.7	344.4	306.5	289.2	242.8	215.8	191.5	169.5	149.8	131.9	115.9	101.5	88.6	77.0	66.7
	0.9	451.1	405.6	365.5	347.1	297.2	267.9	241.2	216.9	194.7	174.4	156.0	139.2	123.9	110.0	97.4
20	0.1	8.4	2.9	1.0	0.6	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.2	51.3	33.7	21.4	16.9	7.8	4.5	2.5	1.5	0.9	0.5	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1
	0.3	107.3	82.3	62.5	54.3	34.8	25.3	18.1	12.7	8.8	6.1	4.2	2.9	2.0	1.4	1.0
	0.4	168.5	138.4	113.4	102.5	75.0	60.4	48.2	38.1	29.8	23.1	17.8	13.5	10.3	7.8	5.8
	0.5	232.6	198.6	169.6	156.7	123.0	104.2	87.9	73.8	61.6	51.1	42.2	34.5	28.1	22.8	18.4
	0.6	298.4	261.3	229.1	214.5	175.9	153.8	134.1	116.6	101.0	87.3	75.1	64.3	54.9	46.6	39.4
	0.7	365.3	325.6	290.8	274.9	232.1	207.2	184.7	164.3	145.9	129.3	114.3	100.7	88.5	77.6	67.8
	0.8	433.1	391.2	354.1	337.1	290.8	263.4	238.5	215.7	194.8	175.7	158.2	142.2	127.6	114.2	102.0
	0.9	501.6	457.7	418.7	400.6	351.2	321.8	294.7	269.8	246.8	225.5	205.8	187.6	170.8	155.3	140.9
50	0.1	14.3	6.7	2.9	1.9	0.6	0.3	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.2	66.4	47.9	34.1	28.6	16.3	10.9	7.2	4.7	3.1	2.0	1.4	0.9	0.6	0.5	0.3
	0.3	129.9	105.1	84.8	76.0	54.2	42.8	33.6	26.0	20.0	15.3	11.6	8.7	6.6	4.9	3.7
	0.4	198.0	168.7	143.9	132.8	104.2	88.2	74.4	62.4	52.2	43.4	35.8	29.5	24.1	19.7	16.0
	0.5	268.4	235.8	207.6	194.8	160.8	141.3	123.9	108.4	94.6	82.3	71.4	61.7	53.2	45.7	39.1
	0.6	340.2	305.0	274.1	259.9	221.7	199.3	179.0	160.6	143.8	128.6	114.8	102.3	90.9	80.7	71.4
	0.7	413.7	376.3	343.0	327.7	285.9	261.1	238.3	217.5	198.3	180.6	164.3	149.3	135.4	122.7	111.0
	0.8	486.7	447.4	412.3	395.9	351.2	324.3	299.5	276.5	255.2	235.4	217.0	199.9	183.9	169.1	155.3
	0.9	560.8	519.9	483.1	465.9	418.5	389.8	363.2	338.4	315.3	293.6	273.3	254.3	236.5	219.8	204.1

Tabella 5: Coefficienti udometrici calcolati mediante l'applicazione del metodo cinematico, ottenuti dall'applicazione della curva di possibilità pluviometrica a 3 parametri

Sottozona omogenea 1 - Coefficienti udometrici ricavati con il metodo cinematico [$l\ s^{-1}ha^{-1}$]																
T_R [anni]	k	Tempo di corrivazione [ore]														
		0.25	0.5	1	2	3	4	5	6	12	24	36	48	72	96	120
2	0.1	25.1	16.8	10.4	6.1	4.4	3.5	2.9	2.5	1.4	0.8	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2
	0.2	50.2	33.7	20.9	12.3	8.9	7.0	5.8	5.0	2.8	1.5	1.1	0.8	0.6	0.5	0.4
	0.3	75.4	50.5	31.3	18.4	13.3	10.5	8.7	7.5	4.2	2.3	1.6	1.3	0.9	0.7	0.6
	0.4	100.5	67.4	41.7	24.5	17.7	14.0	11.6	10.0	5.6	3.1	2.2	1.7	1.2	0.9	0.8
	0.5	125.6	84.2	52.2	30.7	22.1	17.5	14.5	12.5	6.9	3.8	2.7	2.1	1.5	1.2	1.0
	0.6	150.7	101.0	62.6	36.8	26.6	21.0	17.4	15.0	8.3	4.6	3.3	2.5	1.8	1.4	1.2
	0.7	175.9	117.9	73.0	42.9	31.0	24.5	20.3	17.5	9.7	5.4	3.8	3.0	2.1	1.6	1.4
	0.8	201.0	134.7	83.5	49.1	35.4	28.0	23.2	19.9	11.1	6.2	4.3	3.4	2.4	1.9	1.5
	0.9	226.1	151.6	93.9	55.2	39.8	31.5	26.1	22.4	12.5	6.9	4.9	3.8	2.7	2.1	1.7
5	0.1	30.8	21.0	13.2	7.8	5.7	4.5	3.7	3.2	1.8	1.0	0.7	0.5	0.4	0.3	0.2
	0.2	61.7	42.0	26.4	15.6	11.3	8.9	7.4	6.4	3.6	2.0	1.4	1.1	0.8	0.6	0.5
	0.3	92.5	63.0	39.5	23.4	17.0	13.4	11.2	9.6	5.3	3.0	2.1	1.6	1.2	0.9	0.7
	0.4	123.4	84.0	52.7	31.2	22.6	17.9	14.9	12.8	7.1	4.0	2.8	2.2	1.5	1.2	1.0
	0.5	154.2	105.1	65.9	39.0	28.3	22.3	18.6	16.0	8.9	4.9	3.5	2.7	1.9	1.5	1.2
	0.6	185.1	126.1	79.1	46.8	33.9	26.8	22.3	19.2	10.7	5.9	4.2	3.3	2.3	1.8	1.5
	0.7	215.9	147.1	92.2	54.6	39.6	31.3	26.0	22.4	12.5	6.9	4.9	3.8	2.7	2.1	1.7
	0.8	246.7	168.1	105.4	62.4	45.2	35.8	29.7	25.6	14.3	7.9	5.6	4.4	3.1	2.4	2.0
	0.9	277.6	189.1	118.6	70.3	50.9	40.2	33.5	28.8	16.0	8.9	6.3	4.9	3.5	2.7	2.2
10	0.1	35.1	24.3	15.4	9.2	6.7	5.3	4.4	3.8	2.1	1.2	0.8	0.7	0.5	0.4	0.3
	0.2	70.2	48.5	30.8	18.4	13.4	10.6	8.8	7.6	4.3	2.4	1.7	1.3	0.9	0.7	0.6
	0.3	105.3	72.8	46.2	27.6	20.0	15.9	13.2	11.4	6.4	3.5	2.5	2.0	1.4	1.1	0.9
	0.4	140.4	97.0	61.5	36.8	26.7	21.2	17.6	15.2	8.5	4.7	3.4	2.6	1.9	1.5	1.2
	0.5	175.5	121.3	76.9	46.0	33.4	26.5	22.1	19.0	10.6	5.9	4.2	3.3	2.3	1.8	1.5
	0.6	210.6	145.5	92.3	55.1	40.1	31.8	26.5	22.8	12.8	7.1	5.0	3.9	2.8	2.2	1.8
	0.7	245.8	169.8	107.7	64.3	46.7	37.1	30.9	26.6	14.9	8.3	5.9	4.6	3.2	2.5	2.1
	0.8	280.9	194.0	123.1	73.5	53.4	42.4	35.3	30.4	17.0	9.5	6.7	5.2	3.7	2.9	2.4
	0.9	316.0	218.3	138.5	82.7	60.1	47.6	39.7	34.2	19.1	10.6	7.5	5.9	4.2	3.3	2.7
20	0.1	39.2	27.5	17.7	10.7	7.8	6.2	5.2	4.4	2.5	1.4	1.0	0.8	0.6	0.4	0.4
	0.2	78.4	55.0	35.3	21.3	15.6	12.4	10.3	8.9	5.0	2.8	2.0	1.6	1.1	0.9	0.7
	0.3	117.6	82.5	53.0	32.0	23.3	18.6	15.5	13.3	7.5	4.2	3.0	2.3	1.7	1.3	1.1
	0.4	156.8	110.0	70.7	42.6	31.1	24.7	20.7	17.8	10.0	5.6	4.0	3.1	2.2	1.7	1.4
	0.5	196.0	137.5	88.3	53.3	38.9	30.9	25.8	22.2	12.5	7.0	5.0	3.9	2.8	2.2	1.8
	0.6	235.2	165.0	106.0	63.9	46.7	37.1	31.0	26.7	15.0	8.4	6.0	4.7	3.3	2.6	2.2
	0.7	274.4	192.5	123.6	74.6	54.4	43.3	36.1	31.1	17.5	9.8	7.0	5.5	3.9	3.0	2.5
	0.8	313.6	219.9	141.3	85.3	62.2	49.5	41.3	35.6	20.1	11.2	8.0	6.2	4.4	3.5	2.9
	0.9	352.8	247.4	159.0	95.9	70.0	55.7	46.5	40.0	22.6	12.6	9.0	7.0	5.0	3.9	3.2
50	0.1	44.6	32.0	20.9	12.8	9.4	7.5	6.3	5.5	3.1	1.7	1.2	1.0	0.7	0.5	0.5
	0.2	89.2	63.9	41.9	25.7	18.9	15.1	12.6	10.9	6.2	3.5	2.5	2.0	1.4	1.1	0.9
	0.3	133.7	95.9	62.8	38.5	28.3	22.6	18.9	16.4	9.3	5.2	3.7	2.9	2.1	1.6	1.4
	0.4	178.3	127.8	83.7	51.3	37.7	30.1	25.2	21.8	12.4	7.0	5.0	3.9	2.8	2.2	1.8
	0.5	222.9	159.8	104.7	64.1	47.2	37.7	31.6	27.3	15.5	8.7	6.2	4.9	3.5	2.7	2.3
	0.6	267.5	191.8	125.6	77.0	56.6	45.2	37.9	32.7	18.6	10.5	7.5	5.9	4.2	3.3	2.7
	0.7	312.1	223.7	146.6	89.8	66.0	52.7	44.2	38.2	21.7	12.2	8.7	6.9	4.9	3.8	3.2
	0.8	356.6	255.7	167.5	102.6	75.5	60.3	50.5	43.6	24.8	14.0	10.0	7.8	5.6	4.4	3.6
	0.9	401.2	287.6	188.4	115.4	84.9	67.8	56.8	49.1	27.9	15.7	11.2	8.8	6.3	4.9	4.1

4. Stima della variazione del coefficiente di deflusso

Nel corso di un evento piovoso il coefficiente di deflusso rappresenta la percentuale del volume di pioggia che raggiunge la rete di raccolta di fognatura bianca. Il volume rimanente viene invece infiltrato nel sottosuolo o trattenuto negli invasi superficiali.

Per stimare i volumi che defluiscono attraverso la rete di fognatura risulta quindi indispensabile conoscere le caratteristiche dei terreni, che possono essere caratterizzati da differenti caratteristiche di permeabilità e di disponibilità di invasi superficiali.

Ad esempio i terreni agricoli soggetti a lavorazioni agronomiche sono tipicamente in grado di trattenere una porzione rilevante del volume di pioggia, mentre superfici pavimentate o coperture sono prevalentemente caratterizzate da ridotta permeabilità e ridotti invasi distribuiti tali da trasferire in fognatura la quasi totalità del volume di pioggia.

Una variazione del coefficiente di deflusso in aumento determina generalmente un aggravio di volumi scaricati e un incremento delle portate di punta, e di conseguenza richiede interventi per la laminazione delle portate di piena mediante realizzazione di volumi di invaso e di manufatti di controllo delle portate scaricate.

Tuttavia in situazioni di urbanizzazione preesistente è possibile ottenere anche variazioni negative del coefficiente di deflusso. In questi casi la trasformazione urbanistica permetterebbe già una riduzione di portate e volumi scaricati, e eventuali interventi potrebbero essere mirati a ridurre ulteriormente l'apporto alla rete dell'area oggetto di intervento al fine di garantire un miglioramento alla situazione idraulica generale del bacino di appartenenza.

La D.G.R. 2948/2009 definisce i seguenti valori guida da utilizzare quali coefficienti di deflusso, nel caso in cui non vengano calcolati analiticamente:

Tabella 6: Coefficienti di deflusso suggeriti dalla D.G.R. 1841/2007.

Superficie	Coefficiente di deflusso ϕ
Aree agricole	0.10
Aree verdi (giardini)	0.20
Aree semipermeabili (grigliati drenanti)	0.60
Aree impermeabilizzate (tetti, strade, terrazze)	0.90

La successiva nota integrativa del Commissario Delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007, prot. n. 191991 del 09/04/2008, fornisce alcuni chiarimenti sulla metodologia di calcolo da adottare per la valutazione dell'impatto idraulico dell'intervento, e definisce ulteriori coefficienti di deflusso per alcuni tipi comuni di pavimentazione semipermeabile.

Tabella 7: Coefficienti di deflusso suggeriti dal Commissario Delegato nella nota del 09/04/2008.

Superficie	Coefficiente di deflusso φ
Superfici in ghiaia sciolta	0.30
Grigliati garden	0.40
Pavimentazione in ciottoli su sabbia	0.40
Pavimentazioni in cubetti o pietre con fuga non sigillata su sabbia	0.70

Il coefficiente di deflusso medio viene stimato sulla base della suddivisione in aree caratterizzate da coefficiente di deflusso omogeneo. Viene quindi valutato il coefficiente di deflusso nelle condizioni attuali, e nella situazione di progetto, per valutare l'incidenza dell'intervento sul regime idraulico.

Il coefficiente di deflusso viene calcolato come valore medio pesato sull'area:

$$\varphi = \frac{\sum \varphi_i \cdot A_i}{\sum A_i}$$

La D.G.R. 2948/2009 stabilisce che "I coefficienti di deflusso, ove non determinati analiticamente, andranno convenzionalmente assunti pari a 0,1 per le aree agricole, 0,2 per le superfici permeabili (aree verdi), 0,6 per le superfici semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato, ...) e pari a 0,9 per le superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali,.....)".

Per le tipologie di pavimentazione di tipo permeabile, realizzate con procedimenti innovativi non presenti sul mercato al momento dell'uscita dei primi decreti sull'invarianza idraulica, si è ritenuto opportuno procedere al calcolo analitico del coefficiente di deflusso, sulla base delle specifiche caratteristiche costruttive e di posa.

Per le pavimentazioni di tipo permeabile si intende calcolare il coefficiente di deflusso sulla base del volume d'acqua segregato nelle porosità del rivestimento e del materiale di sottofondo. Infatti la quantità di pioggia che raggiungerà effettivamente le reti di smaltimento acque meteoriche risulterà inferiore a quella effettivamente piovuta in quanto una porzione di essa sarà trattenuta al di sotto del piano di ruscellamento superficiale, sarà quindi dispersa per evaporazione o infiltrazione laterale, o utilizzata dalla vegetazione.

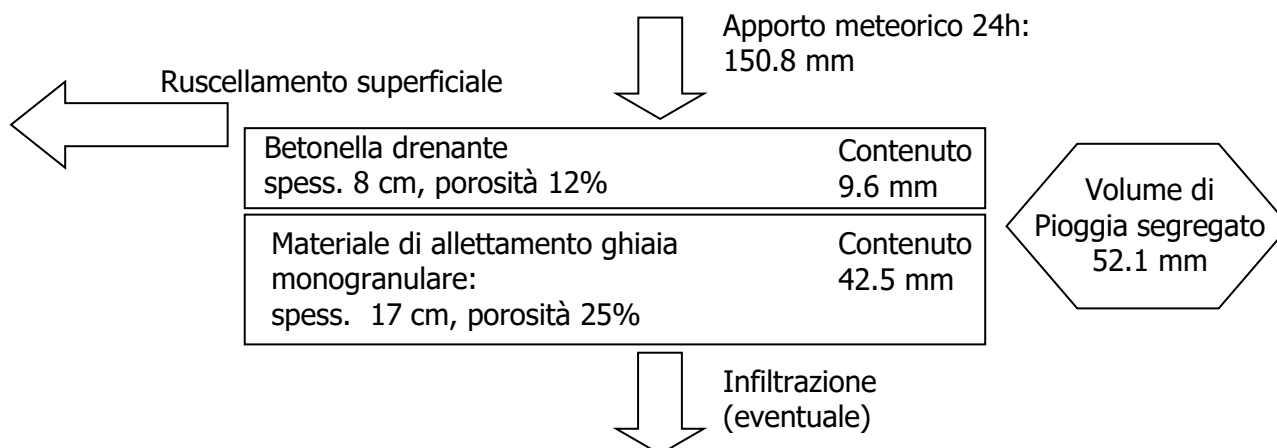


Tabella 8: parametri significativi della curva di possibilità pluviometrica e portate pluviometriche afferenti

t	T	h	j	K	Apporto medio specifico
(min)	(ore)	(mm)	(mm/min)	(m/s)	(l/s/ha)
1	0	4.4	4.44	7.41E-05	740.5
5	0.1	18.6	3.53	5.89E-05	589.1
10	0.2	31.0	2.49	4.15E-05	414.9
15	0.3	40.1	1.82	3.03E-05	303.1
30	0.5	57.5	1.16	1.93E-05	193.4
60	1	75.4	0.59	9.91E-06	99.1
120	2	92.4	0.28	4.72E-06	47.2
240	4	108.5	0.13	2.24E-06	22.4
360	6	117.8	0.08	1.29E-06	12.9
720	12	133.9	0.04	7.46E-07	7.5
1080	18	143.7	0.03	4.53E-07	4.5
1440	24	150.8	0.02	3.33E-07	3.3

L'apporto di riferimento (150.8 mm) è calcolato con riferimento ad una pioggia di durata di 24 ore, poiché oltre tale durata l'intensità di pioggia diviene così bassa che l'apporto totale risulta comparabile alla portata smaltibile attraverso il foro di laminazione, e quindi non potrebbe più determinarsi alcun ulteriore accumulo.

Infatti oltre tale durata l'apporto meteorico risulta sicuramente inferiore al deflusso pur in condizioni di laminazione.

Un materiale poroso è in grado di contenere acqua all'interno delle proprie cavità, la cui quantità dipende dal valore della porosità, solitamente stabilita da apposite analisi di laboratorio. Il volume di acqua segregato dalla presenza dei vuoti nel materiale di rivestimento e di sottofondo andrà quindi a costituire una porzione del volume di pioggia che sarà perso in tempi prolungati.

Per la realizzazione di vialetti pedonali e aree di manovra veicolari si propone comunque l'utilizzo di betonelle drenanti, caratterizzate da elevata percentuale di vuoti e pertanto in grado di accumulare all'interno delle proprie cavità significative porzioni del volume di pioggia.

La porosità efficace della ghiaia di sottofondo è riportata in Tabella 9, normalmente si attesta nell'intorno del 25%, valore che viene quindi assunto come riferimento, che dovrà comunque essere verificato mediante opportune analisi di laboratorio in sede di esecuzione. Per massimizzare il contenuto d'acqua è necessario che la granulometria del materiale di sottofondo sia quanto più omogenea possibile.

Il materiale denominato "Mattone Filtrante" dispone di un impasto con materiale monogranulare che gli consente di ottenere una porosità efficace dell'ordine di almeno 12% ed un coefficiente di permeabilità piuttosto elevato.

La permeabilità superficiale è stata calcolata con apposite analisi di laboratorio e risulta pari a $5.16 \cdot 10^{-4}$ m/s, come riportato nel certificato di prodotto allegato in calce alla presente.

La permeabilità della pavimentazione risulta quindi ampiamente sufficiente a garantire l'infiltrazione del massimo apporto meteorico, ovvero ad evitare ogni forma di ruscellamento superficiale fino al completo intasamento dello strato di sottofondo e di pavimentazione.

Tabella 9: Porosità di alcune tipologie di materiale.

Sedimento	Porosità	Porosità efficace
Ghiaia grossa	28	23
Ghiaia media	32	24
Ghiaia fine	34	25
Sabbia grossa	39	27
Sabbia media	39	28
Sabbia fine	43	23
Silt	46	8
Arenaria a grana fine	33	21
Argilla	42	3
Arenaria a grana media	37	27
Calcare	30	14
Dolomia	26	-
Sabbia di duna	45	38
Loess	49	18
Torba	92	44
Scisti	38	26
Siltite	35	12
Argillite	43	-
Shale	6	-
Till sabbioso	31	16
Till siltoso	34	6
Tufo	41	21
Basalto	17	-
Gabbro alterato	43	-
Granito alterato	45	-

Valori indicativi di porosità e porosità efficace per una serie di sedimenti
(Water Supply Paper, USGS)

Alcune semplici regole possono essere seguite quando si deve stimare la porosità efficace partendo dalla porosità: (Kresic):

- Per sabbie e ghiaie pulite, la differenza è inferiore al 5%
- Per sabbie ghiaie non uniformi o loro miscele è inferiore al 10%
- Una miscela 50-50 di sabbia uniforme ed argilla può avere una porosità di 0,5 mentre quella effettiva anche 0,05
- La porosità efficace dell'argilla è di solito 1-5%
- Se la porosità efficace è utilizzata per calcolare la velocità effettiva del flusso idrico, o di un inquinante trasportato per convezione, è più prudente usare i valori più alti

Dal calcolo del contenuto d'acqua che viene segregato negli strati di sottofondo e di pavimentazione, considerando una media di 17 cm di ghiaia di allettamento, si ottiene il coefficiente di deflusso analitico riportato in Tabella 10, che evidenzia che una pavimentazione anche se posata su suolo impermeabile, grazie alla capacità di trattenere un discreto volume al suo interno possiede un coefficiente di deflusso tale da assimilarlo ad una pavimentazione semipermeabile.

Tabella 10: Calcolo del coefficiente di deflusso per pavimentazione drenante su suolo impermeabile

Stratigrafia	Spessore (cm)	% foratura Porosità utile	Quantità di apporto segregato (mm)
MATTONE FILTRANTE ®	8	0.12	9.6
Ghiaino di allettamento 4-6 mm	17	0.25	42.5
Guaina imp.	0.5	---	---
Totale segregato			52.1
COEFF. DEFLUSSO (riferito a 150.8 mm)			0.65

Per prudenza il valore viene comunque incrementato a **0.70**.

Lo stesso materiale su suolo naturale assume invece un comportamento differente, per il fatto che la stratigrafia assume valori differenti ed inoltre l'interfaccia inferiore garantisce un seppur ridotto smaltimento per infiltrazione, quantificabile quanto meno con un coefficiente pari a 0.70.

In virtù della stratigrafia indicata in Tabella 11, il coefficiente di deflusso della pavimentazione drenante posata su suolo naturale raggiunge un valore pari a circa la metà di quanto precedentemente calcolato.

Tabella 11: Calcolo del coefficiente di deflusso per pavimentazione drenante su suolo permeabile

Stratigrafia	Spessore (cm)	% foratura Porosità utile	Quantità di apporto segregato (mm)
MATTONE FILTRANTE ®	8	0.12	9.6
Ghiaino di allettamento	5	0.25	12.5
geotessuto	---	---	---
Sottofondo in ghiaione	15	0.25	37.5
geotessuto	---	---	---
Totale segregato			59.6
Totale deflusso sup. inferiore			45.2
COEFF. DEFLUSSO (riferito a 150.8 mm di apporto e coeff. deflusso sup. inferiore pari a 0.70)			0.31

Per prudenza il valore sopra calcolato viene incrementato a **0.60**.

Viene quindi valutato il coefficiente di deflusso nelle condizioni attuali, e nella situazione di progetto, per valutare l'incidenza dell'intervento sul regime idraulico.

In sostanza, in funzione della capacità di trattenere un volume d'acqua all'interno della stratigrafia della pavimentazione, è possibile realizzare superfici caratterizzate da ridotto valore del coefficiente di deflusso.

4.1. Stima del coefficiente di deflusso nelle condizioni attuali

L'ambito di intervento interessato dal presente studio risulta allo stato attuale caratterizzato dalla presenza di un'area verde a prato.

L'intero ambito di interesse ha una superficie pari a circa 25'545.2 m².

In Figura 5 si riporta in forma schematica l'utilizzo del suolo all'interno delle aree di intervento prima dell'attuazione dell'intervento urbanistico.

Utilizzando i valori del coefficiente di deflusso riportati in Tabella 6 e Tabella 7, e le successive elaborazioni analitiche riportate in Tabella 10 e Tabella 11, si può stimare, seppur indirettamente, la portata attualmente scaricata dall'area di ciascun lotto all'interno della rete di scolo al fine di garantire successivamente l'invarianza idraulica o un miglioramento alla stessa.

Tabella 12: Calcolo del coefficiente medio di deflusso allo stato ATTUALE

Superficie	φ	area effettiva (m²)	area efficace (m²)
Aree permeabili (verde)	0.2	25692.45	5138.49
TOTALE	0.200	25692.45	5138.49

Sulla base delle considerazioni sopra esposte si è stimato il coefficiente di deflusso medio attuale per le aree di intervento che risulta pari a **0.200**, come riportato nella Tabella 12.



Figura 5: Planimetria dello stato di fatto – scala 1:1'500

4.2. Stima del coefficiente di deflusso nelle condizioni di progetto

Il progetto prevede la realizzazione di nuovi edifici residenziali in via Giovanni Boccaccio e in via Ermete Zacconi in Comune di Padova (PD), come raffigurato in Figura 6.

Le aree di intervento sono state suddivise in zone omogenee secondo l'uso del suolo previsto e ad ogni tipologia è stato associato un coefficiente di deflusso secondo i valori di letteratura e le stime analitiche riportate precedentemente, oltre che alle indicazioni commissariali riportate in Tabella 7.

Nell'ambito del calcolo del coefficiente di deflusso medio, il Consorzio di Bonifica Bacchiglione ha richiesto (*Prot. 0039751 del 12/06/2024*) di considerare per le aree relative alla "viabilità interna" "un coeff. di deflusso pari a 0.6 se semidrenanti, oppure un coeff. di deflusso pari a 0.9 se non drenanti". Non avendo allo stato attuale informazioni riguardo la pavimentazione con cui verranno realizzate le superfici di viabilità interna, si è deciso in via cautelativa di assegnare a tali superfici un coefficiente di deflusso pari a 0.9.

Al fine di garantire la riduzione dell'effetto di impermeabilizzazione in conseguenza all'attuazione dell'intervento, si è ritenuto utile prevedere la realizzazione quantomeno delle superfici di parcheggio con pavimentazioni drenanti.

Si riporta di seguito il calcolo analitico del coefficiente di deflusso relativo allo stato di progetto per ciascun lotto.

Tabella 13: Calcolo del coefficiente medio di deflusso allo stato di PROGETTO

Superficie	φ	area effettiva (m ²)	area efficace (m ²)
Aree permeabili (verde SdP)	0.2	3869.39	773.87
Aree permeabili (verde SdF)	0.2	15140.4	3028.08
Aree semipermeabili (parcheggi)	0.6	1232.58	739.55
Aree semipermeabili (viabilità interna)	0.6	1973.76	1184.26
Aree impermeabilizzate (edificio)	0.9	2076.99	1869.29
Aree impermeabilizzate (asfalto e marciapiede)	0.9	1399.33	1259.39
TOTALE	0.345	25692.45	8854.45

Sulla base dei parametri sopra riportati si è stimato il coefficiente di deflusso medio nelle condizioni di progetto per l'intero ambito di intervento che risulta pari a **0.345**.

In Figura 7 è riportato un confronto tra i volumi generati nelle condizioni attuali, nelle condizioni di progetto e in presenza di solo terreno agricolo durante una precipitazione caratterizzata da un tempo di ritorno di 50 anni.

Risulta evidente come l'intervento in progetto generi una sensibile variazione del comportamento idraulico dell'area a causa dell'incremento del coefficiente di deflusso e, di conseguenza, dei volumi generati durante un evento di pioggia.

Tale incremento richiede pertanto l'adozione di interventi di mitigazione idraulica, mediante la realizzazione di volumi di invaso.



Figura 6: Planimetria dello stato di progetto - scala 1:1'500

**Volumi generati intervento edificatorio
nel Comune di Padova (PD), via Giovanni Boccaccio/via Zacconi**
tempo di ritorno $Tr = 50$ anni - superficie = 2.57 ha

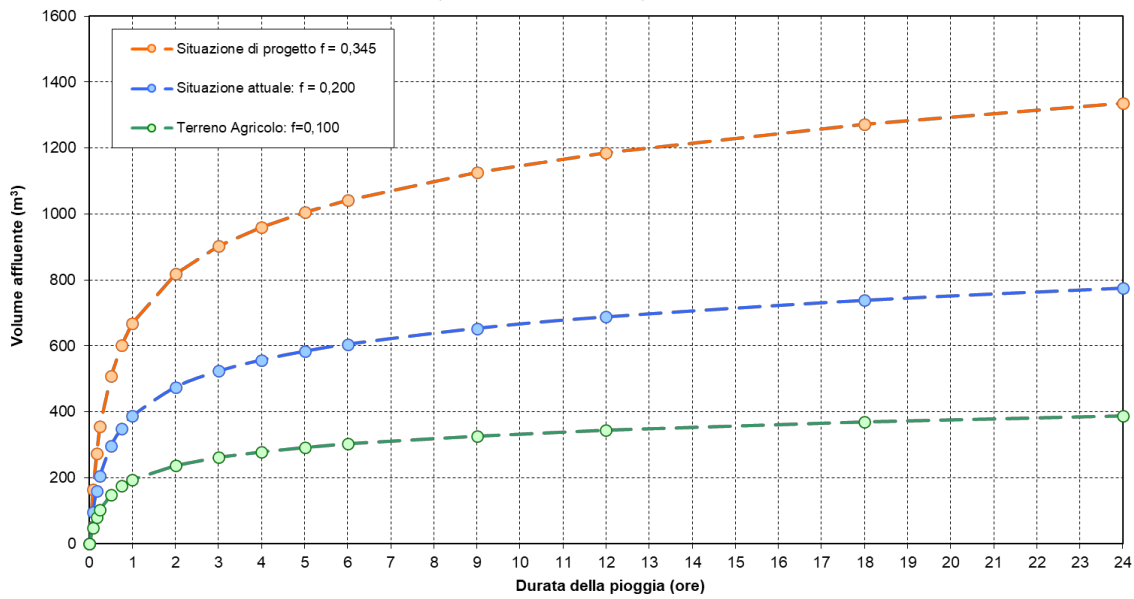


Figura 7: Stima dei volumi generati nelle condizioni attuali e di progetto

A partire dalle relazioni di possibilità pluviometrica di cui al paragrafo 3, si possono stimare le altezze di precipitazione per le varie durate, e quindi i volumi di afflusso complessivi per eventi di durata variabile tra 5 minuti e 24 ore relativi alle due zone, per eventi caratterizzati da tempi di ritorno di 2 e 50 anni.

**Volumi generati intervento edificatorio
nel Comune di Padova (PD), via Giovanni Boccaccio/via Zacconi**
tempo di ritorno $Tr = 50$ anni - superficie = 2.57 ha

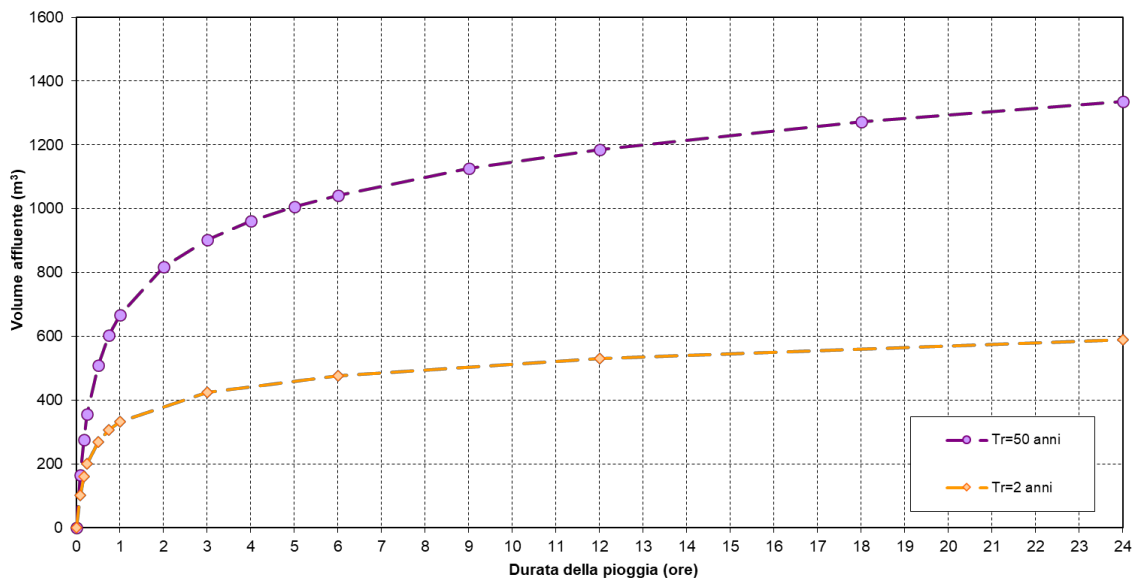


Figura 8: Volume generato da un evento piovoso avente tempo di ritorno $Tr = 2$ o 50 anni

4.3. Stima del grado di impermeabilizzazione

L'impatto idraulico dell'intervento risulta direttamente proporzionale alla variazione del coefficiente di deflusso, poiché dallo stesso coefficiente dipende l'entità del volume complessivamente generato durante un evento piovoso.

La variazione del grado di impermeabilizzazione potrebbe teoricamente assumere anche valori negativi, qualora l'intervento determinasse una riduzione del coefficiente di deflusso globale (per esempio demolizione di un edificio e ricostruzione di un'area con maggior presenza di superfici a verde), e quindi una riduzione dell'impatto idraulico dell'area sulla rete di scolo.

Nel caso in esame, l'impermeabilizzazione dovuta all'intervento calcolata come variazione della superficie equivalente di area impermeabilizzata, è calcolata mediante la seguente tabella:

Tabella 14: Determinazione dell'impermeabilizzazione dell'intervento

Superficie	Superficie (m²)	Coefficiente di deflusso ϕ	Superficie efficace (m²)
Stato di fatto	25692.45	0.200	5138.49
Stato di progetto	25545.18	0.345	8854.45
Variazione superficie efficace			+ 3715.96

Dalla analisi sull'utilizzo delle aree prima e dopo gli interventi in progetto si deduce che il coefficiente di deflusso medio passa dal valore dello stato attuale pari a 0.204, al valore dopo gli interventi pari a 0.345, valori che con riferimento all'area di intervento determinano la creazione di circa 3'715.96m² di nuova superficie impermeabile.

5. Portata smaltibile in rete pubblica di scolo

L'invarianza idraulica in una trasformazione urbanistica che prevede la sostituzione di terreno agricolo o di terreno lasciato incolto con terreno urbanizzato può essere ottenuta con la realizzazione di un manufatto di recapito che impedisca lo scarico di portate più elevate di quanto ottenuto con riferimento alle condizioni precedenti alla trasformazione. Le maggiori portate devono quindi essere invasate per un certo periodo all'interno dell'area stessa, laminando il picco di portata generato dagli eventi pluviometrici brevi ed intensi.

Normalmente le aree agricole sono caratterizzate da coefficienti udometrici dell'ordine di qualche l/s·ha. A titolo di esempio si può notare in Tabella 4 come un'area agricola, caratterizzata da un volume di invaso tipico di circa 130 m³/ha e coefficiente di deflusso pari a 0.1, possa determinare allo scarico una portata dell'ordine di 0.6 l/s·ha, con riferimento a un tempo di ritorno di 50 anni.

Eventi con tempo di ritorno di 50 anni su aree urbanizzate risultano invece caratterizzati da coefficienti udometrici assai elevati, che possono raggiungere e superare valori dell'ordine di 200 l/s·ha. A tal proposito basti osservare la Tabella 5 con riferimento a un coefficiente di deflusso pari o superiore a 0.70 e tempo di corrivazione dell'ordine di 15 minuti (0.25 ore), da cui risulta un coefficiente udometrico di circa 310 l/s·ha.

Si può notare però che il coefficiente udometrico calcolato con il metodo dell'invaso risulta assai sensibile alla scelta del coefficiente di deflusso: se con coefficiente di deflusso $\varphi=0.10$ si aveva $u=0.6$ l/s·ha, ad un raddoppio dello stesso, $\varphi =0.20$, corrisponde un coefficiente udometrico $u=16.3$ l/s·ha, con un incremento di oltre 27 volte.

Nel caso in esame si possono stimare i coefficienti udometrici con i due modelli per i coefficienti di deflusso nelle condizioni attuali, valutando adeguatamente il tempo di corrivazione e il volume specifico di invaso avvalendosi dei valori riportati in Tabella 4 e Tabella 5.

La stima del tempo di corrivazione può essere condotta utilizzando la formula di *Ventura*:

$$t_c = 7.56 \cdot \sqrt{S} \quad (S \text{ in km}^2, t_c \text{ in ore})$$

Per l'area di intervento in esame, il tempo di corrivazione stimato risulta pari a circa 73 minuti.

Condizioni attuali

Nelle condizioni attuali, si può assumere per l'area di intervento un volume specifico di invaso medio di 120 m³/ha, tipico di aree a verde non soggette a lavorazioni agronomiche.

Tabella 15: Calcolo del coefficiente udometrico con il metodo cinematico e il metodo dell'invaso

Condizioni ATTUALI – Tr = 50 anni – area 2.57 ha – $\phi = 0.200$	
Metodo Cinematico	Metodo dell'Invaso
Tempo di corrivazione stimato: 73 minuti	Invaso specifico stimato: 120 m³/ha
Coefficiente udometrico: $u = 36.8$ l/s·ha	Coefficiente udometrico: $u = 19.7$ l/s·ha
Portata scaricata: Q= 94.5 l/s	Portata scaricata: Q= 50.7 l/s
Valore medio 72.6 l/s ($u = 28.3$ l/s·ha)	

Condizioni di progetto

Nelle condizioni di progetto, si può assumere un volume specifico di invaso medio di 100 m³/ha.

Tabella 16: Calcolo del coefficiente udometrico con il metodo cinematico e il metodo dell'invaso

Condizioni di PROGETTO – Tr = 50 anni – area 2.57 ha – $\phi = 0.345$	
Metodo Cinematico	Metodo dell'Invaso
Tempo di corrivazione stimato: 73 minuti	Invaso specifico stimato: 100 m³/ha
Coefficiente udometrico: $u = 63.5$ l/s·ha	Coefficiente udometrico: $u = 100.8$ l/s·ha
Portata scaricata: Q= 163.1 l/s	Portata scaricata: Q= 258.9 l/s
Valore medio 211.0 l/s ($u = 82.1$ l/s·ha)	

I valori precedentemente calcolati suggeriscono di non superare, al fine di garantire l'invarianza idraulica dell'intervento secondo quanto previsto dalla D.G.R. 2948/2009, il coefficiente udometrico corrispondente al valore medio risultante dall'applicazione dei metodi cinematico e dell'invaso per lo stato di fatto, pari a circa 28.3 l/s·ha, corrispondente ad un apporto alla rete di fognatura esterno, per un evento caratterizzato da tempo di ritorno di 50 anni, pari a 72.6 l/s.

Tuttavia, su richiesta del Consorzio di Bonifica Bacchiglione (*Prot. 0039751 del 12/06/2024*) è stato imposto un **coefficiente udometrico di progetto pari a 2 l/s·ha** come richiesto, ben inferiore rispetto al coefficiente udometrico allo stato attuale (28.3 l/s·ha), corrispondente ad un **apporto istantaneo massimo alla rete di fognatura pari a circa 5.1 l/s**.

6. Individuazione del punto di recapito

Il recapito finale è stato individuato in un pozzetto del tratto di rete mista esistente che corre lungo via Giovanni Boccaccio costeggiando il lato Ovest dell'ambito di intervento (Figura 9). La rete di fognatura mista esistente prosegue poi verso Sud, come rappresentato nell'estratto della rete fognaria (Figura 11) fornito dal gestore della rete stessa (AcegasApsAmga S.p.A.).

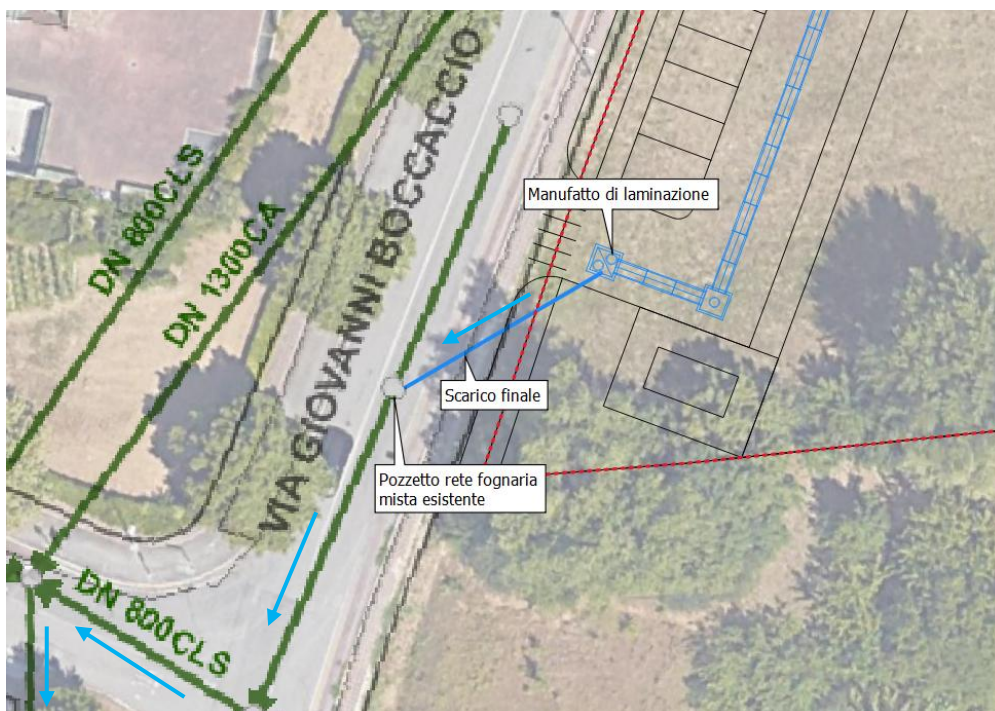


Figura 9: Rappresentazione del punto di scarico nel recapito finale

Al fine di assicurare la compatibilità delle quote di scorrimento del sistema di invarianza idraulica con le quote di recapito, è stata condotta la verifica delle quote di scorrimento e dei livelli idrici in condotta esistente, riscontrando una quota idrica in tempo asciutto di -130 cm rispetto al piano stradale. Il sistema in progetto è stato quindi previsto a quota superiore a quanto rilevato al fine di garantire il naturale svuotamento dei volumi di invaso.



Figura 10: Pozzetto di allaccio della rete di progetto



<p>AcegasApsAmga</p> <p>La rappresentazione del territorio è la più aggiornata e reale possibile, ma non può garantire, in modo puntuale, l'assoluta e totale precisione dei dati forniti.</p>	<p>Rete fognatura del comune di: PADOVA</p> <p>Scala: 1:1.000 Data: 16/03/2023 Autore: MARIA SILVESTRI Cartografia - Digitalizzazione Asset - A.M. - Direzione Reti</p>	<p>Impianti Principali</p> <ul style="list-style-type: none"> Bacino laminazione Depuratore Fossa Imhoff Vasca prima pioggia Sollevamento Sollevamento sottopasso 	<p>Legenda</p> <ul style="list-style-type: none"> Pozzetto scolmatore Scaricatore emergenza Caditoia Pozzetto di Ispezione Pozzetto notevole 	<p>Rete fognaria</p> <ul style="list-style-type: none"> Rete Bianca Acque Meteoriche Rete Mista Fognature Rete Nera Fognature Rete Scaricatore Impianto Depurazione

Figura 11: estratto della rete di fognatura esistente in via Giovanni Boccaccio e via Ermete Zacconi gestita da Acegas APS Amga S.p.A.

7. Calcolo dei volumi per la laminazione e la compensazione

Il calcolo dei volumi richiesti per la laminazione può essere condotto, con buona approssimazione, considerando il bilancio tra portate entranti, ovvero gli afflussi meteorici, e la portata uscente determinata al precedente paragrafo.

Per quanto riguarda le precipitazioni, si considera prudenzialmente una precipitazione che fornisca il massimo afflusso per ciascuna durata, quindi quello fornito dalle curve di possibilità pluviometrica individuate per un tempo di ritorno di 50 anni, riportate nella Figura 4.

La portata scaricata dall'area di intervento viene limitata al valore massimo corrispondente ad un coefficiente udometrico di 2 l/s·ha, come individuato al paragrafo 5; per questo si è resa necessaria la realizzazione di invasi per la laminazione della portata generata durante gli eventi pluviometrici più intensi.

Per le portate uscenti è stato considerato un ritardo di 5 minuti, che simula il tempo di propagazione della piena all'interno delle condotte della fognatura.

Il volume massimo da invasare nell'area oggetto di intervento urbanistico può essere individuato con l'ausilio del grafico riportato in Figura 12 che, oltre a riportare la curva dei volumi di afflusso, indica i volumi netti all'interno della rete di fognatura per alcuni valori di portata scaricata.

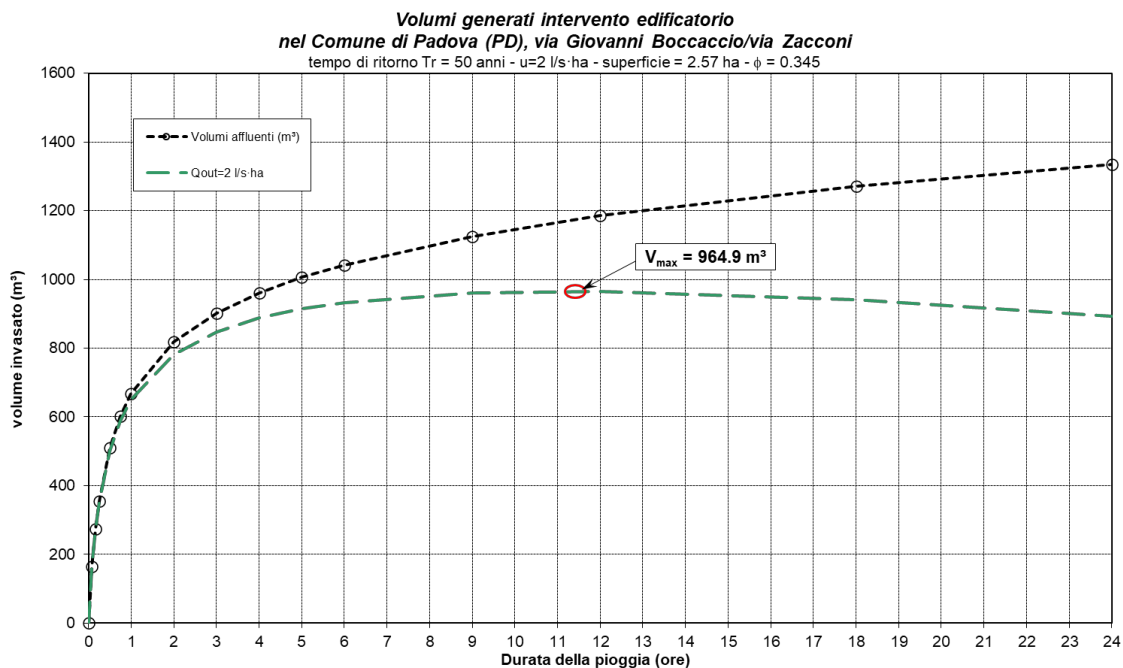


Figura 12: Volume da invasare per un tempo di ritorno $T_r = 50$ anni

Dal bilancio tra i volumi affluenti alla rete e i volumi scaricati, con riferimento ad una portata complessivamente scaricata dall'area di circa **5.1 l/s**, e una pioggia caratterizzata da tempo di ritorno di 50 anni, risulta necessario un volume di invaso di **964.9 m³**, corrispondente ad un volume specifico di invaso di **375.5 m³/ha**.

A mo' di verifica, si è deciso di applicare il metodo delle piogge tramite l'utilizzo del foglio di calcolo messo a disposizione dal Consorzio di Bonifica Bacchiglione.

Come riportato in Figura 13, si ottiene in questo modo un volume richiesto per l'invarianza pari a 964.9 m³, valore che vede una variazione minima e trascurabile rispetto a quello calcolato nel presente studio. La verifica ha permesso di validare la bontà del calcolo condotto precedentemente individuato.

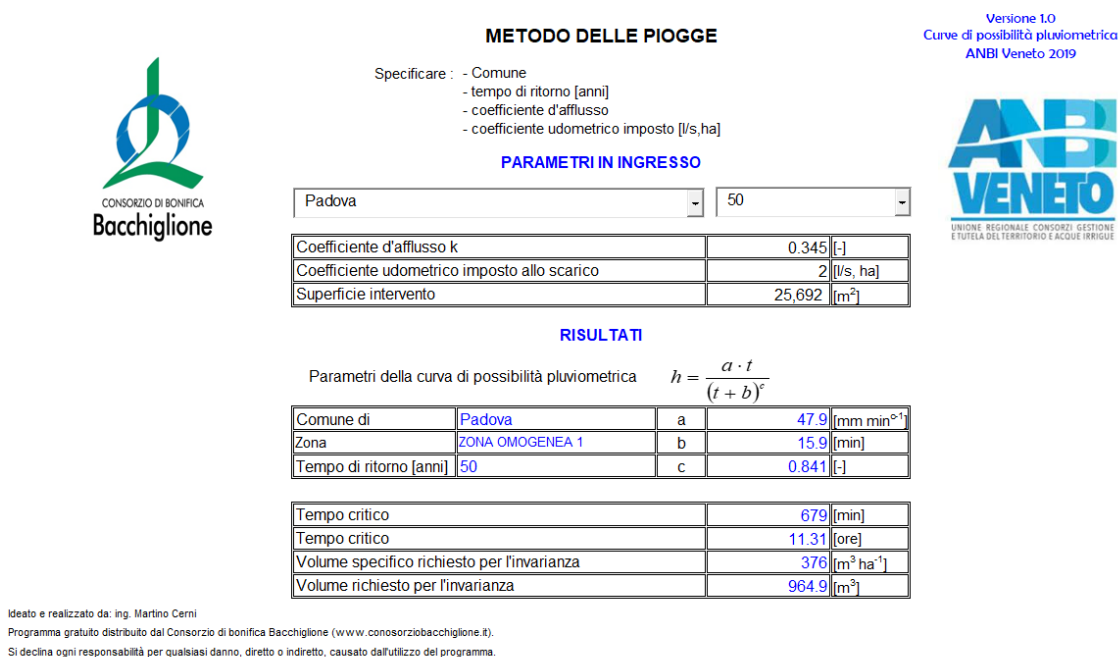


Figura 13: Applicazione del metodo delle piogge

Oltre al volume di invarianza richiesto, l'innalzamento del piano campagna comporta la richiesta di un volume di invaso aggiuntivo di compensazione pari a **150 m³/ha**.

In relazione all'estensione dell'area urbanizzata interessata dall'intervento, pari a circa 1.055 ha, è richiesta la messa a disposizione di un volume di invaso aggiuntivo pari a circa **158,3 m³**. Al fine di compensare tale volume, si è previsto l'incremento della capacità di laminazione mediante la realizzazione di un bacino di invaso dimensionato in modo da assicurare un volume complessivo richiesto pari a **1.123,2 m³**.

È importante ricordare che il volume utile realizzato all'interno della rete deve rimanere completamente al di sopra della quota di recapito finale almeno durante il regime di magra, al fine di consentire il naturale svuotamento dei volumi predisposti al temine dell'evento pluviometrico, e garantire quindi la presenza del volume richiesto al momento del bisogno.

Inoltre, per garantire il regolare funzionamento della rete di fognatura bianca anche in condizioni di piena, è necessario che tutte le immissioni avvengano nei pozzetti di collegamento a quota superiore alla quota di massimo invaso, ovvero alle quote indicate nella allegata planimetria di progetto e nei relativi profili longitudinali, rispettando scrupolosamente quote e pendenze di posa.

Nel funzionamento ordinario, per eventi caratterizzati da tempo di ritorno di 2-5 anni e quindi con minor volume di pioggia, le portate scaricate risulteranno inferiori, per via del minor tirante assunto all'interno della rete di accumulo.

8. Dimensionamento del sistema di laminazione

Per la laminazione della piena dovuta ad eventi meteorologici caratterizzati da tempo di ritorno di 50 anni si rende necessaria la realizzazione di un volume di invaso minimo pari a circa **1123.2 m³** che garantisca il pieno rispetto del criterio dell'invarianza idraulica. Da evidenziare che tale volume si origina nelle condizioni di massimo invaso previsto, durante il quale è garantito ancora un regolare funzionamento della rete di fognatura bianca.

Di seguito sono riportate le caratteristiche principali della rete.

RETE FOGNATURA BIANCA DA REALIZZARE:

- Rete tubata realizzata con elementi in calcestruzzo del diametro interno di 80 cm per uno sviluppo complessivo pari a circa 173.9 m
87.4 m³

 - 8 pozzetti di dimensioni interne 1.5 m x 1.5 m, con riempimento di circa 0.85 m
15.3 m³

 - Bacino di invaso, con le seguenti caratteristiche:
 - Superficie al fondo pari a 1275 m²
 - Superficie alla quota di massimo invaso pari a circa 1'615 m²
 - Massimo tirante medio: 0.70 m
 - Sponde con scarpata 3:1**1027.0 m³**

 - 1 Pozzetto di laminazione di dimensioni interne 1.5 x 1.5 m, diviso a metà da un setto di calcestruzzo che funge da soglia sfiorante e con foro di laminazione sul fondo, considerando un riempimento interno di 0.9 m
1.0 m³
- TOTALE** **1130.7 m³**

Lo scarico della rete di progetto avverrà nella rete di fognatura mista esistente lungo via Giovanni Boccaccio a valle di un manufatto di laminazione adeguatamente dimensionato, costituito da un pozzetto con all'interno un setto trasversale dotato di foro di laminazione.

In questo modo è possibile ottenere un volume complessivo di invaso disponibile pari a circa **1130.7 m³**, superiore rispetto ai 1123.2 m³ richiesti.

In occasione di eventi estremi come quelli corrispondenti a tempo di ritorno di 50 anni, la parte terminale della rete tubata risulterà completamente riempita; tuttavia ciò non impedisce il regolare funzionamento della stessa e non altera le condizioni di sicurezza idraulica del sistema.

Si riporta di seguito in forma schematica una proposta progettuale della rete di smaltimento delle acque meteoriche.

9. Dimensionamento del manufatto di scarico

La variazione delle portate scaricate verrà effettuata per mezzo di un manufatto di laminazione con una luce calibrata in funzione del tirante presente all'interno del manufatto di scarico.

Il tirante corrispondente al tempo di ritorno di 50 anni è stato imposto pari al massimo riempimento ammesso all'interno del manufatto di laminazione, pari a circa 0.90 m.

La modulazione della portata in uscita verrà effettuata per mezzo di un manufatto di scarico provvisto di una luce di fondo calibrata in modo da restituire, nella condizione di massimo invaso, la portata massima ammessa per il tempo di ritorno di progetto.

Si è scelto di utilizzare uno scarico costituito da una luce di fondo e sfioratore di sicurezza a quota pari al livello di massimo invaso previsto.

La portata smaltibile attraverso la luce di fondo è data dalla seguente relazione:

$$Q = c_q \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

- dove:
- c_q = coefficiente di portata, che per le modalità di realizzazione in parete grossa posto pari a 0.50;
 - g = accelerazione di gravità, pari a 9.806 m/s²;
 - $A [m^2]$ = area della luce di fondo;
 - $h [m]$ = carico rispetto all'asse della sezione di scarico.

Il riempimento massimo consentito all'interno della rete corrisponde ad un tirante massimo di 0.90 m in corrispondenza del manufatto di laminazione.

La portata viene limitata mediante una luce di fondo del diametro di 56 mm; nelle condizioni di invaso massimo consentito, in corrispondenza di un evento avente tempo di ritorno di 50 anni, risulta infatti:

$$Q = 0.5 \cdot \frac{\pi \cdot 0.056^2}{4} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot (0.90 - 0.056/2)} = 5.1 \text{ l/s}$$

È opportuno che la luce di laminazione sia preceduta da una griglia con maglia non superiore a 1/2 diametro facilmente removibile per pulizia al fine di prevenire l'eventuale occlusione della luce di laminazione.

In corrispondenza della luce di scarico è inoltre previsto l'inserimento di un clapet di non ritorno rivolto verso l'esterno al fine di evitare l'eventuale rigurgito all'interno delle reti in caso di livelli idrometrici elevati nella rete di recapito.

In Figura 15 è evidenziato il comportamento della sezione di scarico attraverso la scala delle portate del sistema di laminazione. Le limitate dimensioni della luce di scarico consentono un rapido innalzamento del livello all'interno della rete e la limitazione della portata massima a 5.1 l/s in corrispondenza del massimo riempimento previsto (0.90 m rispetto alla quota di fondo della luce di laminazione).

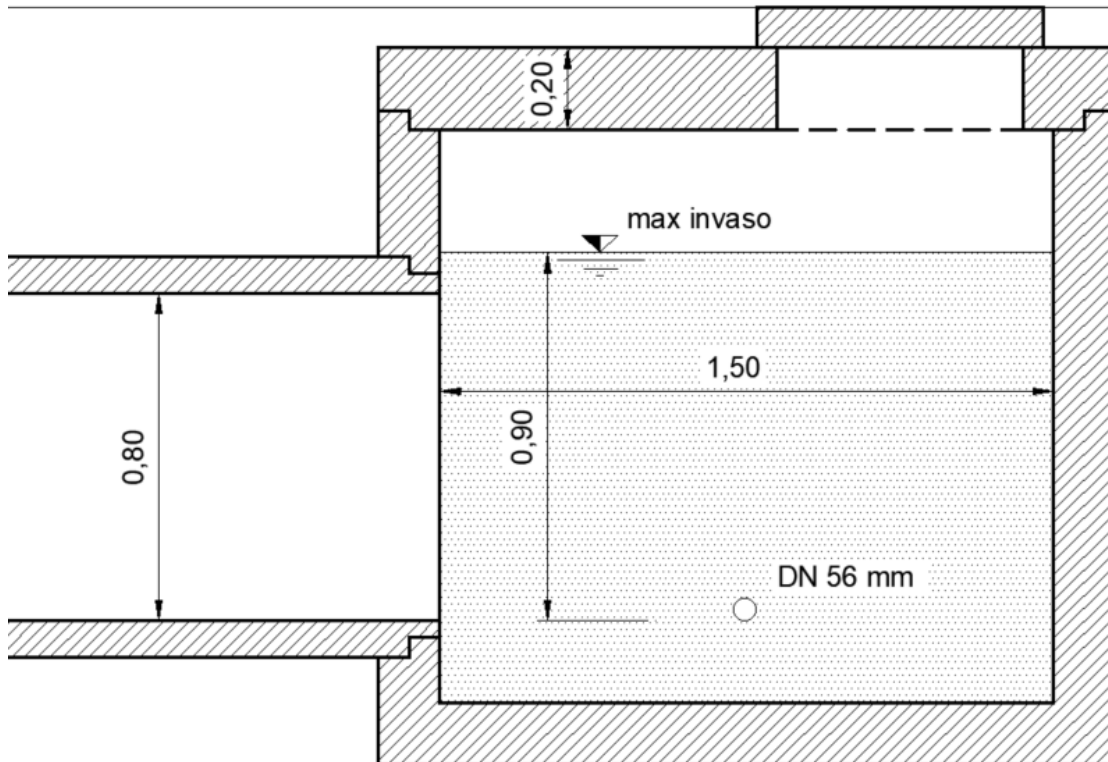


Figura 14: dimensioni caratteristiche della luce di scarico nel pozzetto di laminazione LAM

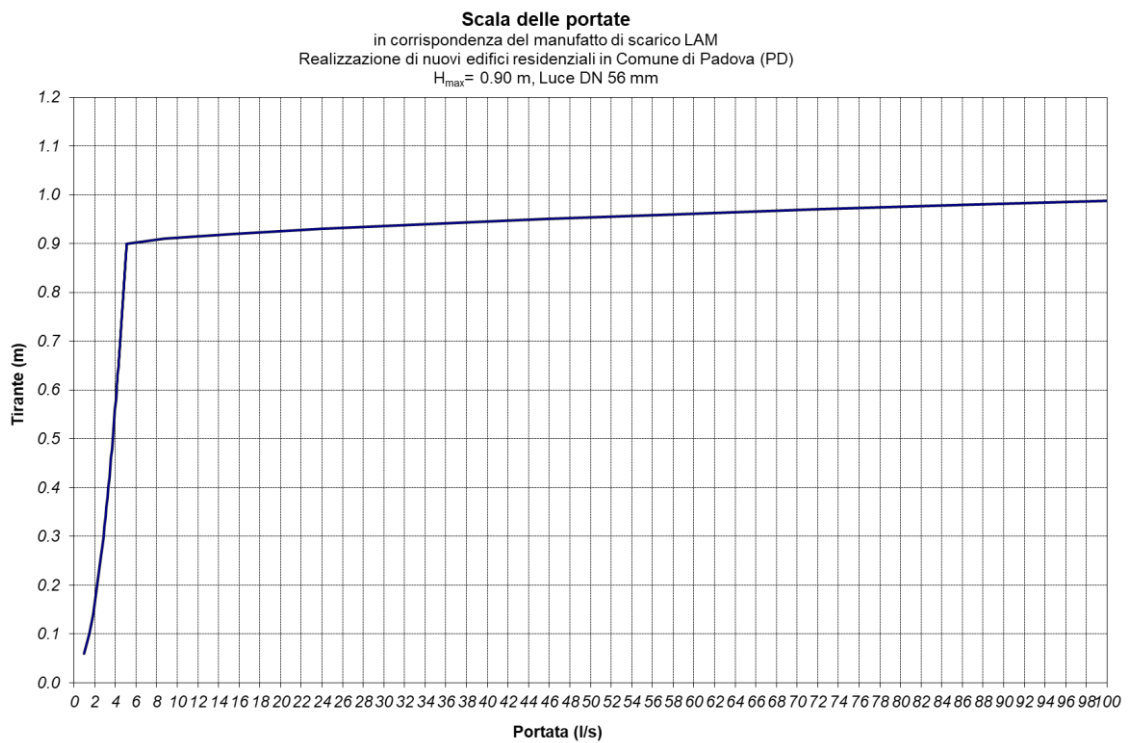


Figura 15: scala delle portate della luce di fondo del setto di laminazione LAM

10. Verifica dello sfioratore di sicurezza

La sezione di modulazione delle portate è ricavata predisponendo un setto in calcestruzzo armato con una luce di fondo all'interno del pozzetto di laminazione. Prudenzialmente al di sopra della sezione di modulazione del manufatto è stato posto un largo sfioratore per limitare la possibile insufficienza della rete progettata, la cui entrata in funzione è prevista solo per eventi pluviometrici caratterizzati da tempo di ritorno superiore a 50 anni.

Lo sfioratore superiore viene dimensionato in modo tale da consentire il passaggio della massima portata di progetto, che è stata calcolata mediante l'applicazione del metodo dell'invaso e del metodo cinematico (Tabella 4 e Tabella 5) con riferimento ad un coefficiente di deflusso $\varphi=0.345$, un volume di invaso specifico stimato di 100 m³/ha per il primo metodo e un tempo di corrivazione di circa 73 minuti per il secondo metodo.

Si ottiene un coefficiente udometrico medio pari a 82.1 l/s·ha, che corrisponde ad una portata media calcolata di circa 211.0 l/s che richiede un tirante minimo sopra lo sfioratore di sicurezza di circa 15 cm. Per prudenza tale valore minimo verrà elevato ad oltre 20 cm al fine di garantire lo scarico della portata massima in condizioni di sicurezza.

Il calcolo della portata sfiorata è stato effettuato con riferimento ad uno sfioratore in parete grossa, presumendo quindi che il profilo di sfioro non venga sagomato seguendo un profilo idraulico, secondo la relazione:

$$Q = c_q \cdot L \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

dove

Q = portata sfiorata, in m³/s;

c_q = coefficiente di portata, assunto pari a 0.385 per sfioratori in parete grossa;

L = larghezza dello sfioratore, pari a 2.12 m (diagonale di un pozzetto 150 x 150 cm);

g = accelerazione di gravità, pari a 9.806 m/s²;

h = tirante idraulico sopra la quota di sfioro.

La portata massima sopra calcolata è quanto scaricherebbe l'area di interesse a seguito dell'intervento edilizio in assenza di invasi e manufatto di laminazione. Va quindi evidenziato che la portata massima scaricabile dal manufatto di laminazione risulterà invece non superiore a 5.1 l/s.

Si precisa che quest'ultimo valore verrà raggiunto solamente in corrispondenza al massimo riempimento previsto. Nella maggior parte degli eventi caratterizzati da tempo di ritorno inferiore a 50 anni la portata scaricata risulterà inferiore a tale valore.

È inoltre da evidenziare che la portata calcolata viene scaricata solo in condizioni di scarico libero. In presenza di deflusso rigurgitato, quando nella rete di scolo a valle dei manufatti di laminazione si verificano livelli idrometrici significativi, le portate scaricate risulteranno inferiori al valore calcolato.

11. Scelta dei materiali e dei dispositivi

Particolare cura e attenzione dovrà essere prestata nella scelta e nella successiva posa in opera dei manufatti previsti nel progetto di fognatura bianca.

Date le ridotte pendenze di posa necessarie a ridurre l'approfondimento della rete, al fine di limitare i possibili cedimenti che causerebbero avvallamenti lungo il profilo e quindi possibili zone di ristagno di acqua piovana, dovrà essere particolarmente curato lo strato di sottofondo.

Poiché il ricoprimento previsto al di sopra della rete acque bianche risulta limitato, va verificato che gli elementi in CLS presentino caratteristiche idonee a sopportare carichi previsti per il transito veicolare anche con i ridotti valori di ricoprimento.

Infine è da assicurare il corretto funzionamento dei giunti di tenuta, sia per limitare l'eventuale drenaggio della falda durante il periodo invernale, sia per evitare che possibili infiltrazioni di materiale fino in condotta possano causare nel tempo cedimenti della sede soprastante, che potrebbero risultare anche improvvisi per mancanza di sottofondo. Andrà curata con particolare cura la chiusura dei giunti tra gli elementi prefabbricati con l'interposizione di una apposita guarnizione in gomma e la stuccatura del giunto con cordolo esterno in CLS.

Per le caditoie è preferibile l'utilizzo di griglie in ghisa sferoidale con ampie aperture, di classe opportuna secondo le indicazioni della normativa e dovranno essere posizionate come previsto nell'allegata planimetria di progetto, avendo cura di assegnare correttamente le pendenze di drenaggio di tutte le superfici. Come per gli altri manufatti della rete di fognatura bianca, anche per le caditoie è necessaria una continua e frequente manutenzione per evitare il deposito eccessivo di materiale e l'accumulo di fanghi sul fondo dei pozzetti con conseguente riduzione di efficienza e limitazione della capacità di funzionamento.

In Figura 16 si riporta un esempio di betonella utilizzata per realizzare un parcheggio drenante dotata di profili distanziatori e con ottima resistenza meccanica e durabilità nel tempo. Gli spazi vuoti tra le betonelle e la superficie di posa delle stesse devono essere riempiti con materiale granulare in modo da permettere il rapido drenaggio dell'acqua.



RECORDPARK
Modello depositato



cm 18x23,5

RECORDPARK possiede un'ottima capacità drenante, conferitagli dagli speciali profili distanziatori. Il riempimento dei fori può essere effettuato con: ghiaia, sabbia media e terreno da coltivo (prato). RECORDPARK consente di ottenere anche un'ottima capacità autobloccante e di resistenza ai carichi.

LINEA DI FINITURA
Profilmax

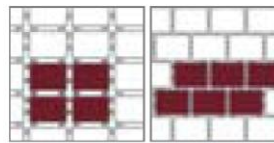
PROPRIETA	Recordpark
Antigivività	☆☆☆☆
Antislittamento	☆☆☆☆
Antiabrasione	☆☆☆☆
Drenanza	

COLORI DISPONIBILI



Rosso

Grigio



Posa A

Posa B

SPESSORI



cm 8 cm 8
Posa A Posa B

Figura 16 - Pavimentazione adatta alla realizzazione di parcheggi drenanti



SCACCO **TOZZETTO**



cm 25x40

cm 16x12x8

SCACCO è una pavimentazione grigliata, adatta al proprio completamento con terreno a semina di prato, sabbia o ghiaia, per ottenere una superficie carrabile verde. Integrabile, nello spessore da 8 cm, con l'elemento TOZZETTO a riempimento della griglia, per ottenere una pavimentazione continua.

LINEA DI FINITURA
Grigliati Monostrato

PROPRIETA	Grigliati M.
Antigivività	☆☆☆☆
Antislittamento	☆☆☆☆
Antiabrasione	☆☆☆☆
Drenanza	

COLORI DISPONIBILI



Grigio
(Scacco)

Rosso
(Tozzetto)

SPESSORI



cm 8 cm 10

44

Figura 17 - Pavimentazione grigliata adatta a parcheggi drenanti con basso volume di traffico.

Per i parcheggi privati, soggetti traffico leggero e sporadico si possono utilizzare pavimentazioni grigliate dotate di ampi spazi vuoti dove è possibile lo sviluppo di superfici a prato. Un esempio è riportato nella Figura 17.

Il parcheggio in area esterna potrà essere realizzato con la medesima tipologia di betonella prevedendo, in luogo dell'intasamento con manto erboso, con ghiaio vagliato.

In entrambi i casi superfici realizzate con tale tipologia di betonella possono essere assimilate dal punto di vista idraulico, a grigliati drenanti ($\phi=0.60$).

Le stesse superfici potranno essere realizzate con particolari elementi drenanti caratterizzati da elevato coefficiente di permeabilità.



DRENO PAV MONO



cm 10x20

DRENO PAV MONO è costituito da un mattoncino rettangolare dal rapporto 1: 2 tra i lati, realizzato con impasto monostrato. La superficie è caratterizzata da aggregati a grana grossa e una prefissata porosità, che consente il passaggio delle acque attraverso la pavimentazione.

LINEA DI FINITURA
Drenopav

PROPRIETÀ	Drenopav M.
Antigelività	☆☆☆
Antislittamento	☆☆☆
Antiabrasione	☆☆☆
Drenanza	

COLORI DISPONIBILI



Rosso

Grigio

SPessori



cm 6

43

Figura 18 - Pavimentazione adatta alla realizzazione di parcheggi drenanti

Data la particolare funzione e la necessità di resistere a continue sollecitazioni meccaniche dovute al passaggio e al movimento dei veicoli è necessario utilizzare elementi ad elevata resistenza meccanica; la betonella riportata nella Figura 18 presenta una superficie regolare a grana grossa, che permette il rapido deflusso delle acque verso la superficie sottostante.

Per evitare che nel tempo le mattonelle tendano a spostarsi dalla loro sede iniziale è opportuno provvedere ad una corretta posa in opera avendo cura di affiancare gli elementi come previsto dal costruttore. Lo strato sottostante dovrà essere riempito con materiale granulare per garantire il deflusso verso gli strati profondi di terreno.

Da non confondere quanto indicato nella presente scheda con le comuni betonelle in "massello di calcestruzzo", oppure con i cubetti di porfido, dotati di caratteristiche di permeabilità da bassa a nulla, che quindi NON potranno essere utilizzati in sostituzione di quanto proposto senza la revisione del calcolo idraulico dei volumi di invaso necessari a garantire l'invarianza idraulica dell'intervento.

In generale sarà sempre possibile sostituire pavimentazioni caratterizzate da coefficiente di deflusso elevato con altre caratterizzate da coefficiente di deflusso inferiore, poiché ciò andrà a determinare un minore impatto idraulico dell'intervento.

A titolo esemplificativo, le superfici previste con pavimentazione in asfalto, caratterizzate da coefficiente di deflusso $\phi=0.90$, potranno essere sostituite con pavimentazioni in betonella

classica ($\phi=0.70$), in betonella drenante ($\phi=0.60$) o in ghiaia sciolta ($\phi=0.30$), con una contemporanea riduzione dell'impatto idraulico dell'intervento, tale da permettere una riduzione dei volumi di invaso predisposti.

Non sarà invece possibile la sostituzione di superfici caratterizzate da un determinato coefficiente di deflusso con altre caratterizzate da coefficiente più elevato, poiché ciò richiederebbe l'incremento dei volumi di invaso predisposti.

13. Documentazione fotografica



Figura 19: Coni visuali



Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4



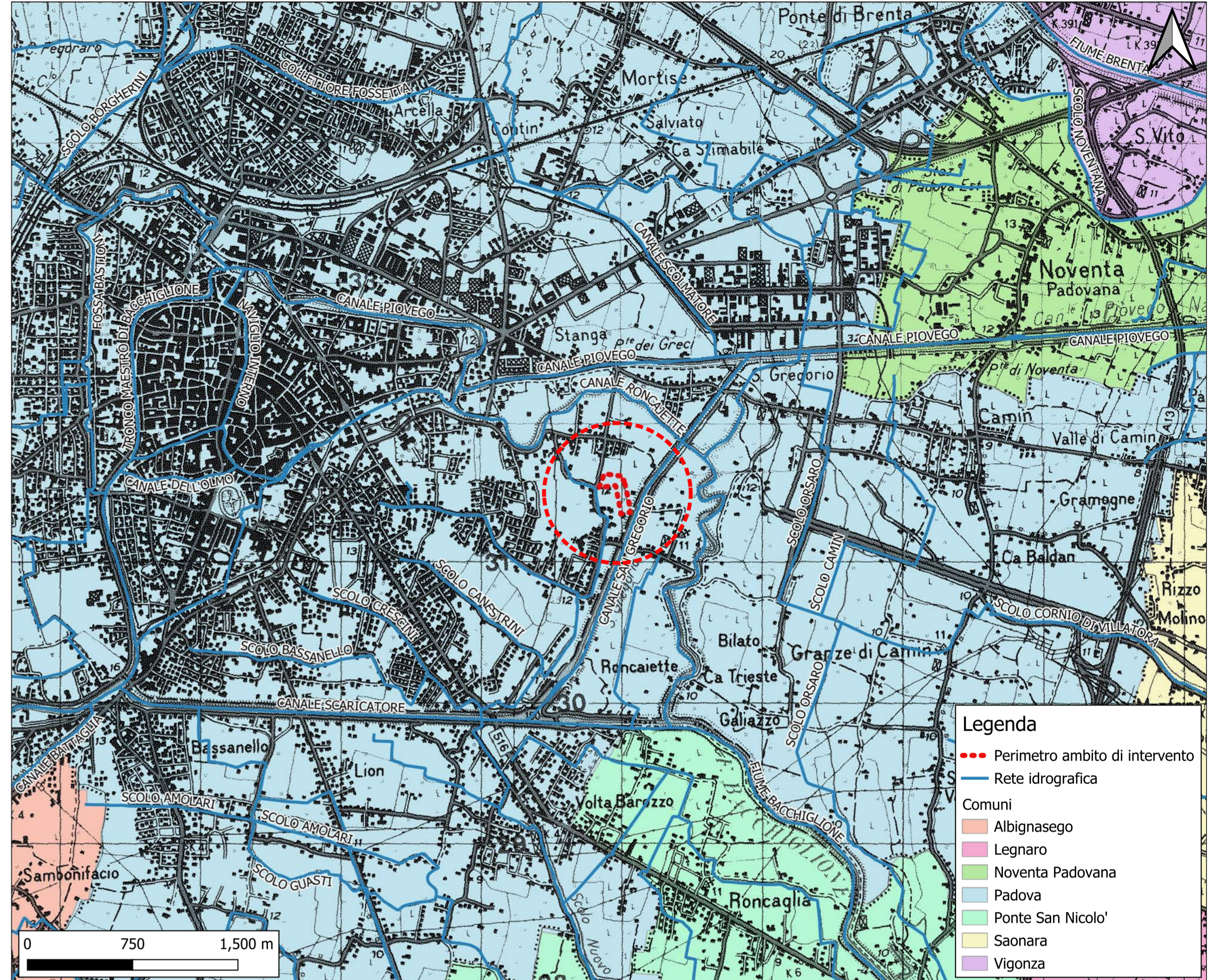
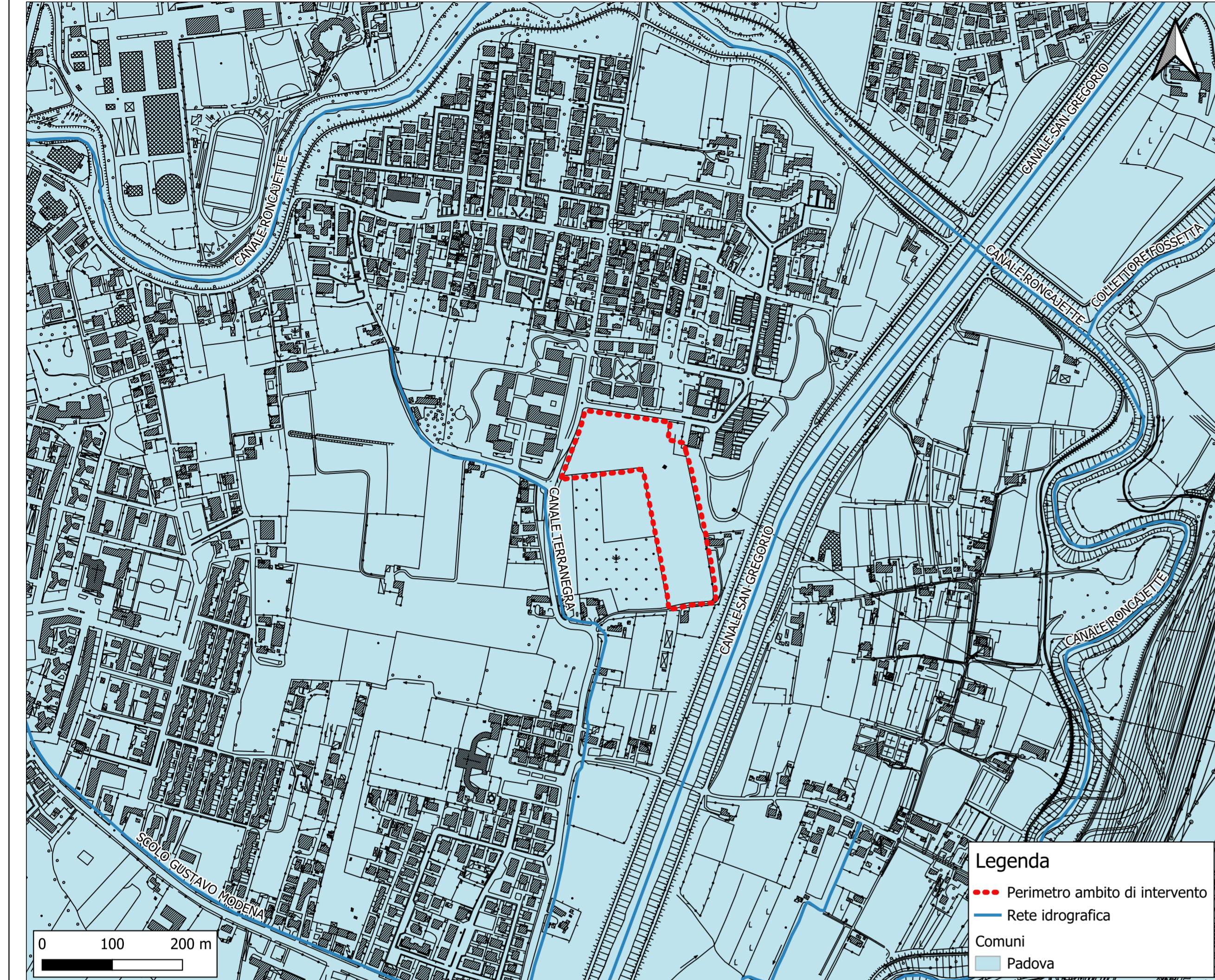
Foto 5



Foto 6



Foto 7





Comune di Padova (PD)

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Realizzazione di nuovi edifici residenziali

in Comune di Padova (PD), via Giovanni Boccaccio/via Ermete Zacconi
C.T.: Foglio 108 - Particelle 1556

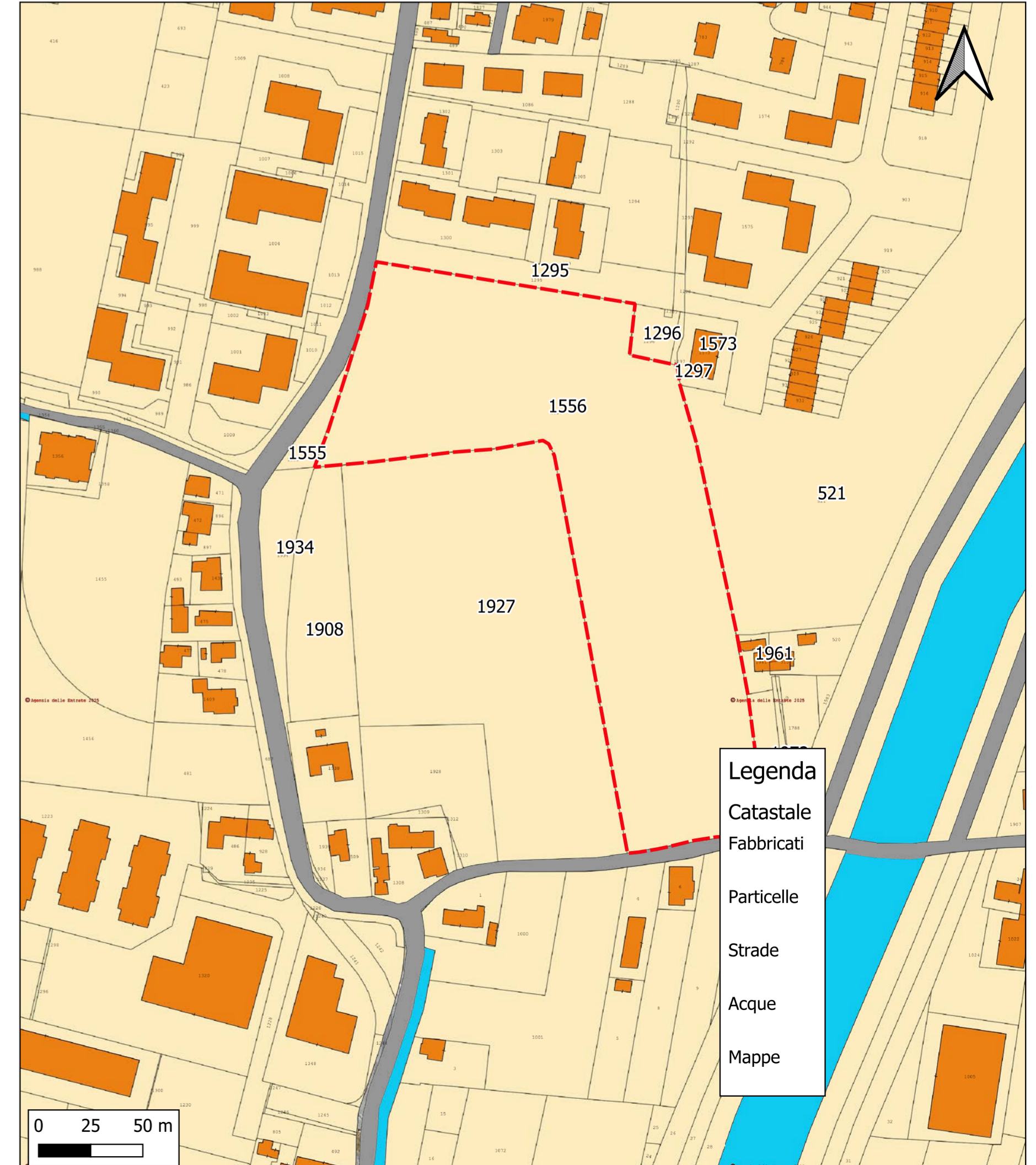


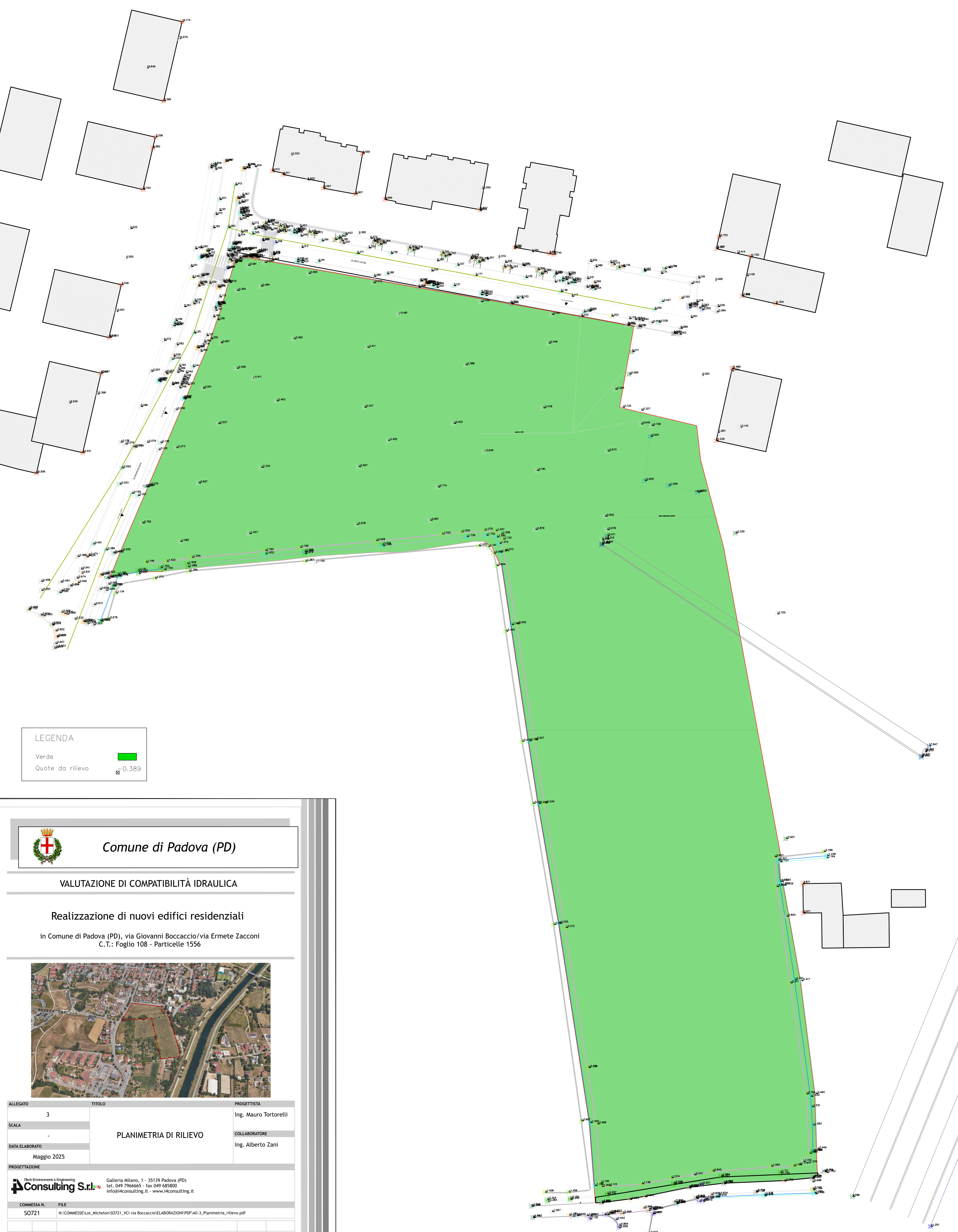
ALLEGATO	TITOLO	PROGETTISTA
2	PLANIMETRIA DI INQUADRAMENTO	Ing. Mauro Tortorelli
SCALA		COLLABORATORE
		Ing. Alberto Zani
DATA ELABORATO		
Marzo 2025		
PROGETTAZIONE		
 Galleria Milano, 1 - 35139 Padova (PD) tel. 049 796665 - fax 049 685800 info@i4consulting.it - www.i4consulting.it		
COMMESSA N.	FILE	
S0721	N:\COMESSE\Lot_Micheloni\S0721_VCI via Boccaccio\ELABORAZIONI\PDF\AII_2_Inquadramento.pdf	
1	03/2025	PRIMA EMISSIONE
REV. N.	DATA	MOTIVO DELLA REVISIONE
		M. Tortorelli M. Tortorelli
		VERIFICATO APPROVATO

Planimetria dell'area oggetto di intervento su ortofoto - scala 1:2000



Planimetria catastale - Comune di Padova (PD), Foglio 108 - Particella 1556





LEGENDA

Verde 

Quote da rilievo  0.389



Comune di Padova (PD)

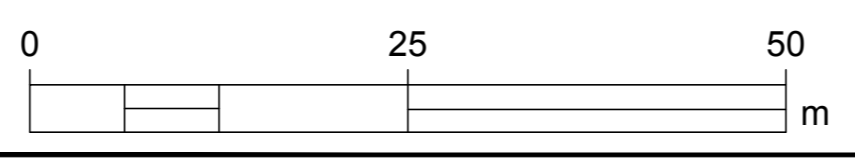
VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

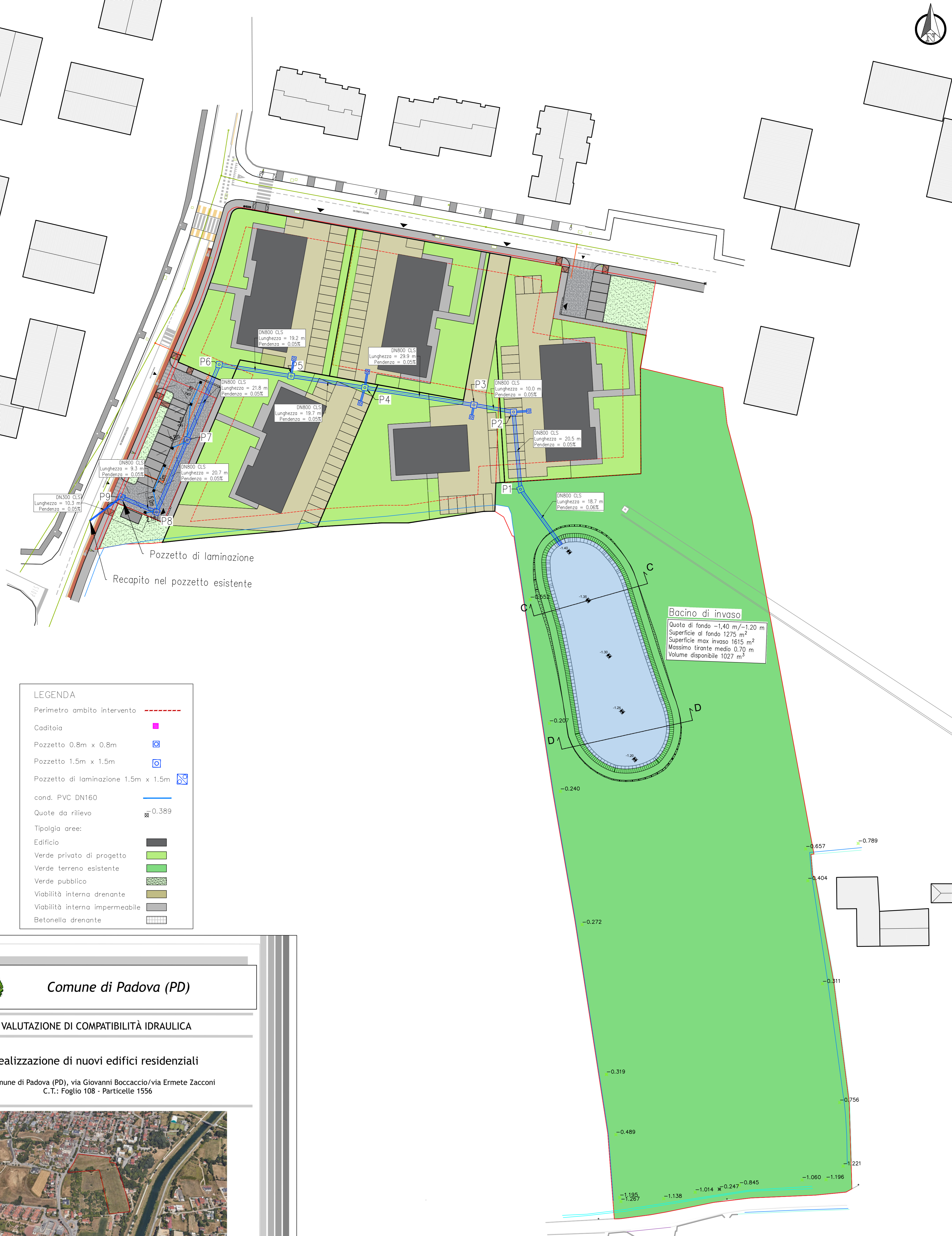
Realizzazione di nuovi edifici residenziali

in Comune di Padova (PD), via Giovanni Boccaccio/via Ermete Zacconi
C.T.: Foglio 108 - Particelle 1556



ALLEGATO	TITOLO	PROGETTISTA
3		Ing. Mauro Tortorelli
SCALA		
	PLANIMETRIA DI RILIEVO	COLLABORATORE
DATA ELABORATO		Ing. Alberto Zani
Maggio 2025		
PROGETTAZIONE		
 I4 Consulting S.r.l. - Galleria Milano, 1 - 35139 Padova (PD) tel. 049 7966665 - fax 049 685800 info@i4consulting.it - www.i4consulting.it		
COMMESSA N.	FILE	
SO721	N:\COMESSE\Lot_Micheleni\SO721_VCI via Boccaccio\ELABORAZIONI\PDF\AIL-3_Planimetria_rilievo.pdf	
1	05/2025	Richiesta integrazioni da parte del Consorzio di Bonifica Bacchiglione
0	03/2025	PRIMA EMISSIONE
REV. N.	DATA	MOTIVO DELLA REVISIONE
		VERIFICATO APPROVATO





Comune di Padova (PD)

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Realizzazione di nuovi edifici residenziali

in Comune di Padova (PD), via Giovanni Boccaccio/via Ermete Zacconi
 C.T.: Foglio 108 - Particelle 1556



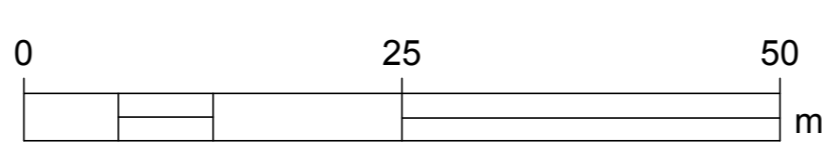
ALLEGATO	TITOLO	PROGETTISTA
4		Ing. Mauro Tortorelli
SCALA	PLANIMETRIA DI PROGETTO	COLLABORATORE
		Ing. Alberto Zani
DATA ELABORATO	Maggio 2025	

PROGETTAZIONE

COMMESSA N. FILE

S0721 N:\COMESSE\Lot_Micheloni\S0721_VCI via Boccaccio\ELABORAZIONI\PDF\All-4_Planimetria_progetto.pdf

1	05/2025	Richiesta integrazioni da parte del Consorzio di Bonifica Bacchiglione	M. Tortorelli	M. Tortorelli
0	03/2025	PRIMA EMISSIONE	M. Tortorelli	M. Tortorelli
REV. N.	DATA	MOTIVO DELLA REVISIONE	VERIFICATO	APPROVATO





Comune di Padova (PD)

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Realizzazione di nuovi edifici residenziali

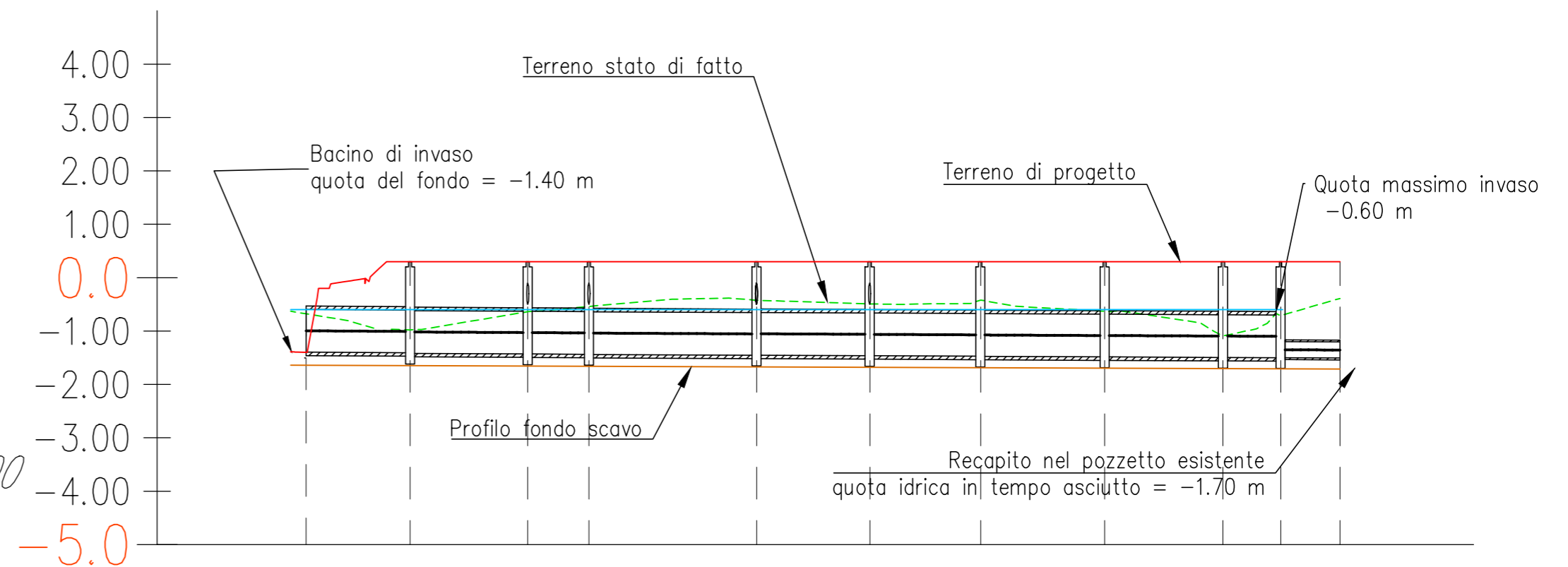
in Comune di Padova (PD), via Giovanni Boccaccio/via Ermete Zacconi
C.T.: Foglio 108 - Particelle 1556



ALLEGATO	TITOLO	PROGETTISTA
5	PROFILI	Ing. Mauro Tortorelli
SCALA		COLLABORATORE
-		Ing. Alberto Zani
DATA ELABORATO	Maggio 2025	
PROGETTAZIONE		
Galleria Milano, 1 - 35139 Padova (PD) tel. 049 7966665 - fax 049 685800 info@i4consulting.it - www.i4consulting.it		
COMMESSA N.	FILE	
SO721	N:\COMESSE\Lot_Michelon\SO721_VCI via Boccaccio\ELABORAZIONI\PDF\All-5_Profili.pdf	

REV. N.	DATA	MOTIVO DELLA REVISIONE	VERIFICATO	APPROVATO
1	05/2025	Richiesta integrazioni da parte del Consorzio di Bonifica Bacchiglione	M.Tortorelli	M.Tortorelli
0	03/2025	PRIMA EMISSIONE	M.Tortorelli	M. Tortorelli

Profilo: ASSE 1
Scala : 1000:100
Q.Rif. : -5.00

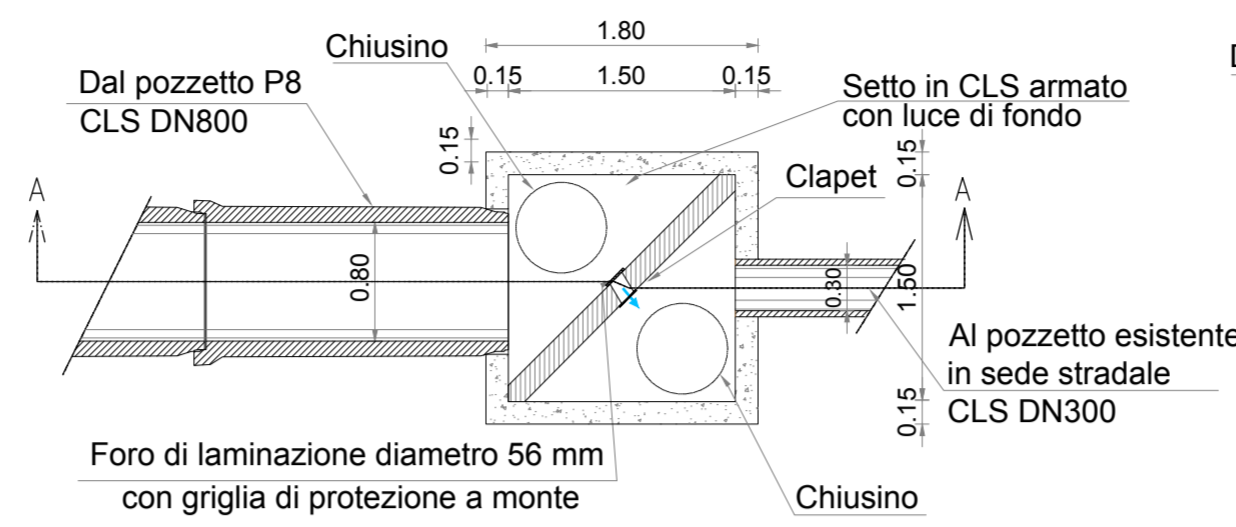


DISTANZE PROGRESSIVE	0+002.89	0+022.35	0+044.39	0+105.87	0+187.25	0+108.45	0+128.19	0+152.42	0+174.57	0+185.38	0+196.46
DISTANZE PARZIALI	19,46	22,04	11,47	31,39	21,20	20,74	23,22	22,16	10,80	11,09	
NODO		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	
QUOTE TERRENO	-0,68	-0,98	-0,64	-0,54	-0,42	-0,49	-0,42	-0,63	-1,09	-0,71	-0,39
QUOTA PROGETTO		0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
QUOTA FONDO POZZETTO		-1,52	-1,53	-1,54	-1,55	-1,56	-1,57	-1,59	-1,60	-1,60	-1,51
QUOTA DI SCORRIMENTO	-1,40	-1,41 -1,42	-1,43 -1,43	-1,44 -1,44	-1,45 -1,45	-1,46 -1,46	-1,47 -1,47	-1,49 -1,48	-1,49 -1,50	-1,50 -1,50	-1,51
RICOPRIMENTO	0,35	0,85	0,87	0,87	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	1,47	
CONDOTTA	ø 800 CLS	ø 800 CLS	ø 800 CLS	ø 800 CLS	ø 800 CLS	ø 800 CLS	ø 800 CLS	ø 800 CLS	ø 800 CLS	ø 300 CLS	
PENDENZA	0,06%	0,05%	0,05%	0,05%	0,05%	0,05%	0,05%	0,05%	0,05%	0,05%	
LUNGHEZZA CONDOTTA	18,70	20,51	9,96	29,88	19,69	19,20	21,78	20,70	9,28	10,29	
PROFONDITA' DI SCAVO	0,97	0,67	1,02	1,12	1,25	1,19	1,27	1,07	0,61	0,01	

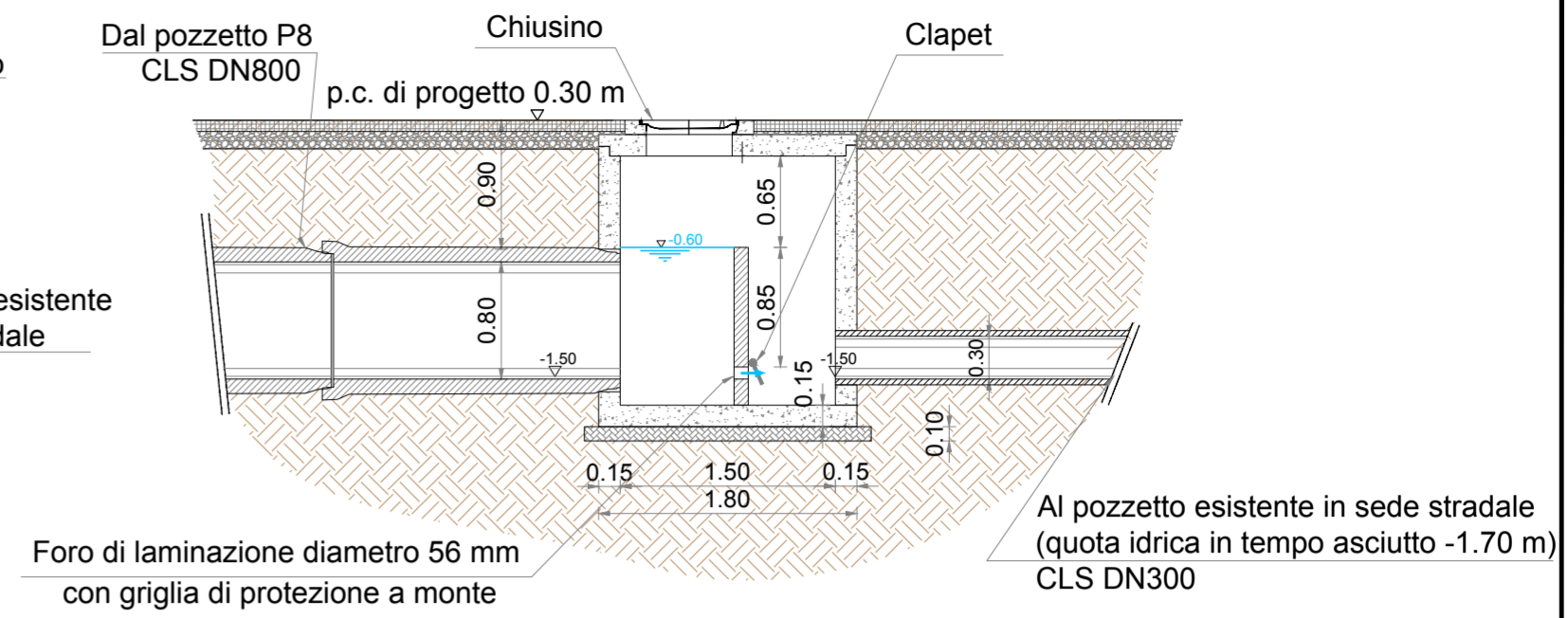
POZZETTO DI LAMINAZIONE

Scala 1:50

PIANTA

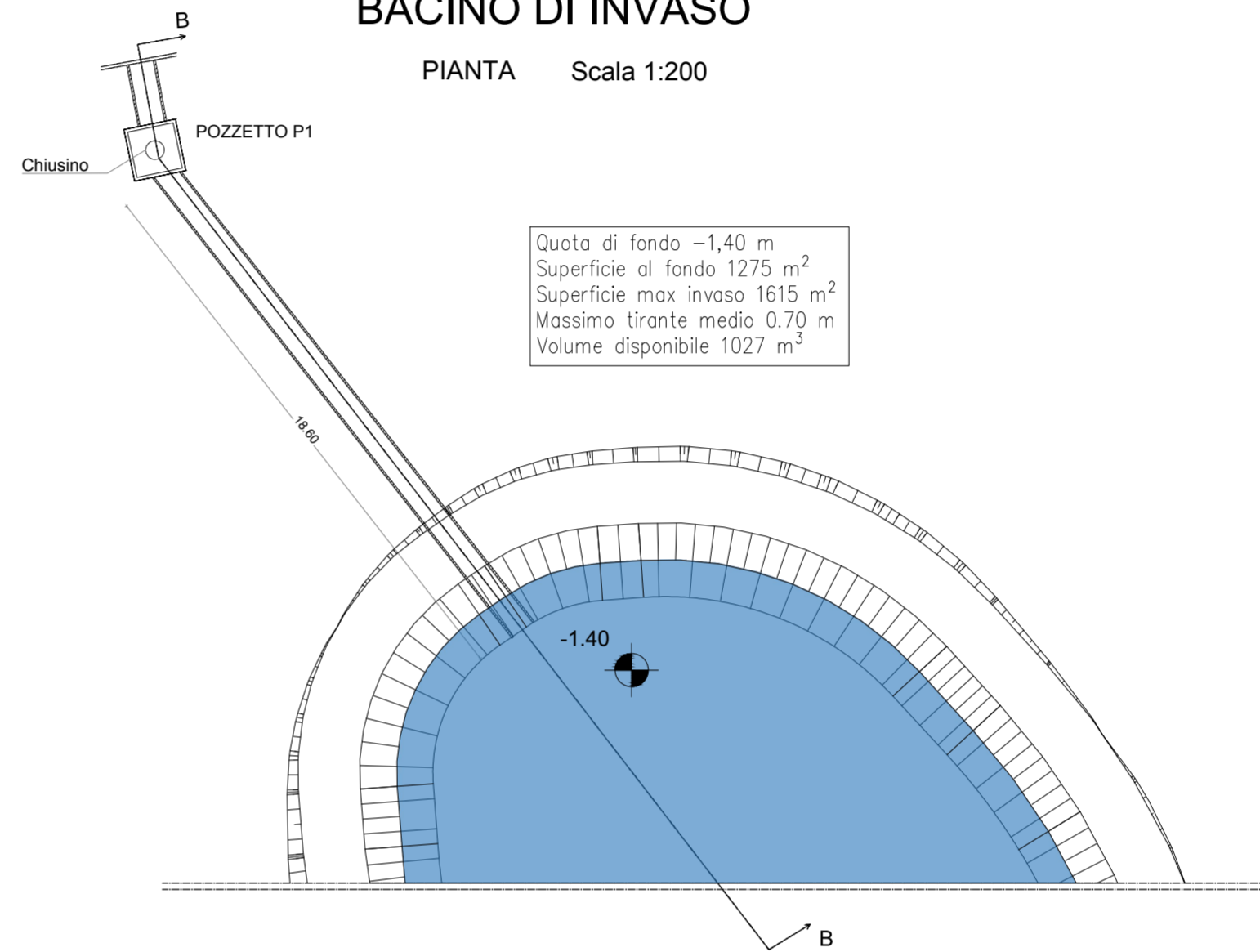


SEZIONE A-A

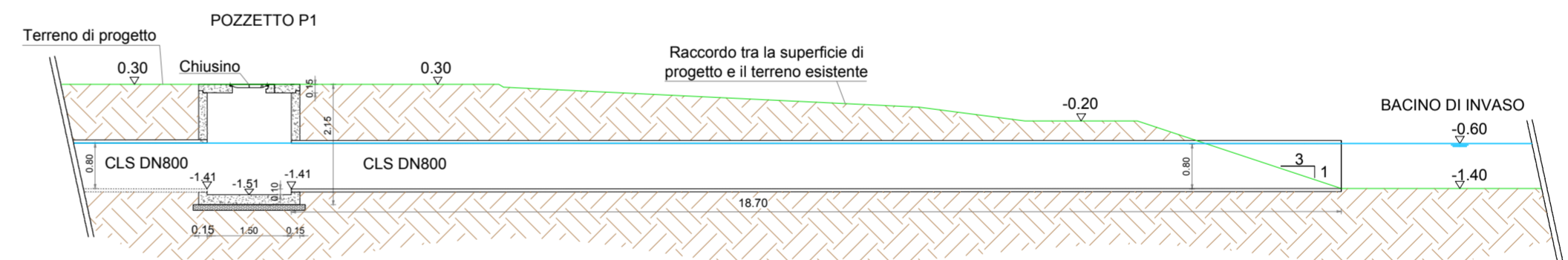


BACINO DI INVASO

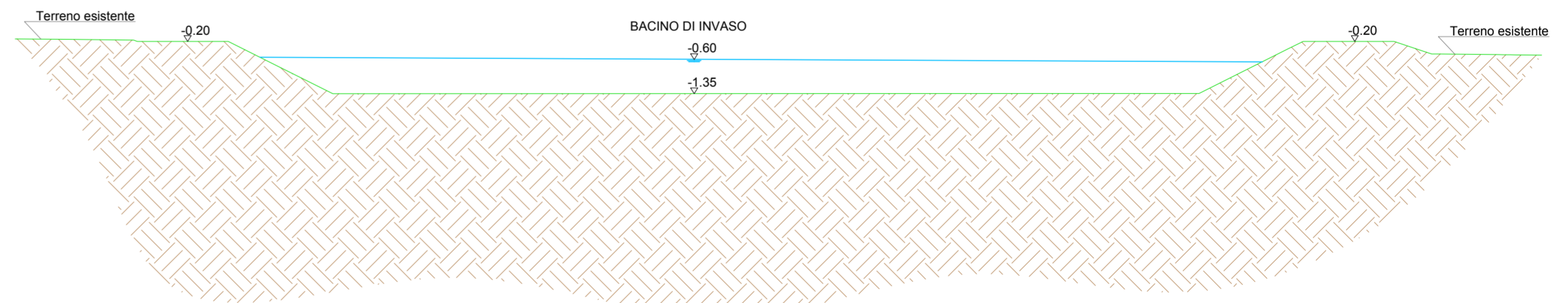
PIANTA Scala 1:200



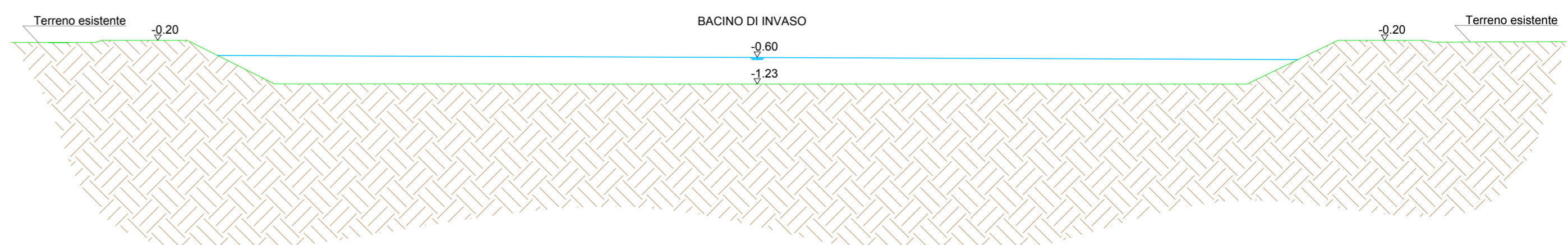
SEZIONE B-B Scala 1:100



SEZIONE C-C Scala 1:100



SEZIONE D-D Scala 1:100



Comune di Padova (PD)

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Realizzazione di nuovi edifici residenziali

in Comune di Padova (PD), via Giovanni Boccaccio/via Ermete Zacconi
C.T.: Foglio 108 - Particelle 1556



ALLEGATO	TITOLO	PROGETTISTA		
6	PARTICOLARI	Ing. Mauro Tortorelli		
SCALA		COLLABORATORE		
DATA ELABORATO		Ing. Alberto Zani		
Maggio 2025				
PROGETTAZIONE				
Galleria Milano, 1 - 35139 Padova (PD) tel. 049 7966665 - fax 049 685800 info@i4consulting.it - www.i4consulting.it				
COMMESSA N.	FILE			
S0721	N:\COMESSE\Lot_Michelon\S0721_VCI via Boccaccio\ELABORAZIONI\PDF\All-6_Particolari.pdf			
REV. N.	DATA	MOTIVO DELLA REVISIONE	VERIFICATO	APPROVATO
1	05/2025	Richiesta integrazioni da parte del Consorzio di Bonifica Bacchiglione	M. Tortorelli	M. Tortorelli
0	03/2025	PRIMA EMISSIONE	M. Tortorelli	M. Tortorelli