

COMUNE DI PADOVA

Settore Opere Infrastrutturali – Manutenzioni – Arredo Urbano

**REALIZZAZIONE AREA DESTINATA ALLA PIANTUMAZIONE DI
ALBERI PER I NUOVI NATI IN VIA ISONZO – PARCO INCLUSIVO
SENSORIALE 2° LOTTO – LLPP OPI 2017/041**

PROGETTO ESECUTIVO

FOGNATURA ACQUE BIANCHE E NERE

Relazione Idraulica di calcolo

Progettazione:

Arch. Luca Mosole – Comune di Padova

Settore Opere Infrastrutturali –Manutenzioni–Arredo Urbano

Ufficio Parchi Pubblici

Ing. Giuseppe Silvestrini

Via Comino n°4 – 35126 Padova

Padova, Li Marzo 2018

Il Responsabile del Procedimento
Arch. Luigino Gennaro

INDICE

1. PREMESSE	3
2. PERIMETRAZIONE DEL BACINO E SUE CARATTERISTICHE	4
3. DATI DI PROGETTO	6
4. AFFLUSSI METEORICI	7
4.1 CURVE SEGNALETRICI DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA.....	7
4.2 IL CALCOLO DELLA PORTATA MASSIMA.....	8
6. DIMENSIONAMENTO DEL COLLETTORE DI FOGNATURA BIANCA	11
7. DIMENSIONAMENTO DEL COLLETTORE DI FOGNATURA NERA	12

1. PREMESSE

La presente relazione ha per oggetto il dimensionamento della rete di fognatura bianca e nera preposta alla raccolta ed al deflusso delle acque meteoriche e nere che si possono prevedere ricadenti all'interno del parco inclusivo sensoriale in zona Basso Isonzo con accesso da Via Siena in progetto in comune di Padova.

La zona ricade nella area di competenza idraulica del Consorzio di Bonifica Bacchiglione con sede a Padova in Via Vescovado.

Per il dimensionamento dei collettori di fognatura bianca si è utilizzata una procedura di calcolo basata su metodi di calcolo universalmente riconosciuti (metodo dell'invaso).

Per garantire la sicurezza idraulica le condotte sono state dimensionate con gradi di riempimento del 75% al fine di mantenere ulteriori volumi a disposizione.

Del pari anche il dimensionamento delle portate di fognatura nera sono state effettuate con margini di sicurezza.

Si riportano di seguito i calcoli eseguiti di stima della portata meteorica del bacino in esame dovuto al nuovo insediamento nonché della relativa portata di fognatura nera.

Si considera allegata alla presente la Tav.1-FG – Planimetria Fognatura nera e fognatura bianca e particolari costruttivi

2. PERIMETRAZIONE DEL BACINO E SUE CARATTERISTICHE

L'appezzamento di terreno che verrà interessato dalla realizzazione del nuovo insediamento è situato nella parte a nord di via Isonzo, a Padova ed è delimitato a nord dal Canale Boschette, a est dal complesso della Fondazione Hollman, a ovest da un complesso di abitazioni prospicienti Via Lucca e a sud da Via Isonzo e dal fiume Bacchiglione.

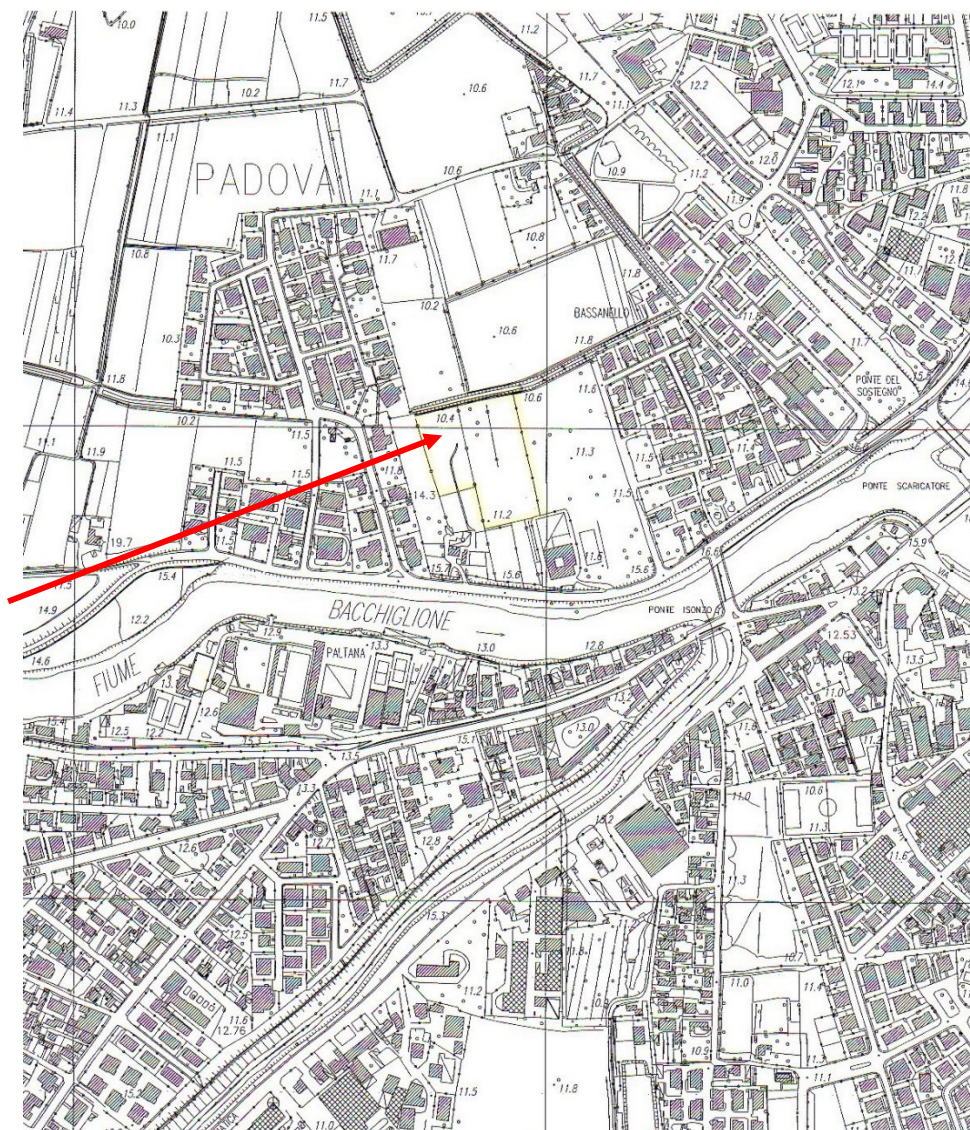
La zona è identificata nella ortofoto che segue (Fig. 01) e nella corografia della C.T.R. in scala 1:5000 di Fig. 02 (CTR originale).

Nella planimetria presente in allegato, viene riportata invece la planimetria di progetto con riportata l'esatta definizione delle aree di nuovo insediamento.



Fig. 01: Ortofoto dell'area (la linea in rosso rappresenta l'evidenziazione dell'area di intervento)

Fig. 02: cartografia dell'area (C.T.R. 1:5000)



Il terreno destinato al progetto è attualmente costituito da una superficie destinata a prato ed è caratterizzata da due fossi di direzione longitudinale che convogliano le acque di scolo superficiale verso il canale consorziale Boschette delimitante verso nord l'appezzamento di terreno.

L'area di progetto è destinata alla realizzazione di un parco sensoriale e dal punto di vista della fognatura bianca l'area sarà caratterizzata da bassi apporti in fognatura data la natura notevolmente drenante delle opere previste.

L'area complessiva del parco è di circa 5'850 mq, senza apporto da aree esterne al lotto di intervento.

Data la limitata estensione delle aree d'ambito e la conformazione del terreno su cui essa insiste, si è ritenuto opportuno non procedere alla suddivisione di ciascuna area in sottobacini ai fini del calcolo idraulico.

Si è pertanto considerato un bacino avente area pari all'area totale e coefficiente di deflusso (ai fini del calcolo della portata bianca) pari alla media ponderata dei singoli coefficienti di deflusso costituenti le aree singole. Si sono considerati **coefficienti di deflusso ϕ medi** per le aree scolanti, eguagliati per tipologie edilizie affini, secondo i valori desunti dalla DGRV 1322/06 e 1841/07:

Coefficienti di deflusso - D.G.R.V. 1322/06 e 1841/07	
Tipologia superficie:	ϕ
aree agricole	0.1
aree permeabili (verdi)	0.2
aree semipermeabili (terra battuta, stabilizzato, griglie drenanti)	0.4-0.6
aree impermeabili (Tetti, terrazza, strade, piazzali)	0.9

Tab. 05: Coefficienti di deflusso

Il valore di **ϕ medio** da considerare nel calcolo idraulico riferibile all'area totale, risulta pertanto facilmente ricavabile dalla seguente formula

$$\phi_m = \Sigma \phi_i S_i / \Sigma S_i$$

I valori validi per la lottizzazione in esame, sono riportati nella Tab. 03 che segue.

3. DATI DI PROGETTO

Per la determinazione delle superfici scolanti interessata dai calcoli idraulici della presente relazione si è fatto riferimento ai seguenti dati.

I dati sono i seguenti:

Area 1	[mq]	[ha]	Somma [ha]	COEF DI DEFLUSSO	COEF. DEF. MEDIO
Superfici dell'AMBITO DI INTERVENTO					
AREE IMPERMEABILI					
Superficie coperta edificata e/o pavimentata	135	0,01			
Altre superfici pavimentate	0	0,00			
Totale aree IMPERMEABILI			0,01	0,9	
AREE PERMEABILI					
Superficie a verde	4080	0,41			
Superficie pavimentata con grigliato fortemente drenante (equivalente a verde)	0	0,00			
Totale aree PERMEABILI			0,41	0,2	

AREE SEMIPERMEABILI					
Superficie drenante	1635	0,16			
Superficie pavimentata con grigliato (equivalente a verde)		0,00			
Totale aree SEMIPERMEABILI			0,16	0,4	
SUPERFICIE TOTALE AMBITO TERRITORIALE	5850	0,59	0,59		0,272
Superfici ESTERNE AMBITO DI INTERVENTO					
Superficie pavimentata: Strade, marciapiedi e parcheggi	0	0,00			
Totale aree IMPERMEABILI			0,00	0,9	
Superficie a verde pubblico e privato	0	0,00			0,00
Totale aree PERMEABILI			0,00	0,25	
Superficie totale esterna ambito			0,00		
SUPERFICIE TOTALE INTERNA + ESTERNA AMBITO			0,59		

Tab. 03: Dati geometrici e coefficiente medio di deflusso dell' Area di progetto.

4. AFFLUSSI METEORICI

4.1 CURVE SEGNALETRICI DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

La curva di possibilità pluviometrica a due parametri, del tipo $h = a t^n$, che è stata utilizzata per il calcolo e le considerazioni idrauliche per la fognatura in oggetto è ricavata dallo Studio "Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento" redatta da NE Ingegneria Srl su incarico del Commissario Delegato per l'emergenza concernente gli eventi meteorologici eccezionali del 26/09/2007 che hanno colpito parte del territorio della Regione (OPCM n.3621 del 18/10/2007).

E' stata scelta la curva ricavata da piogge orarie con un Tempo di ritorno di 10 anni e durata di precipitazione da 30 min. a 6 ore, calcolata per il bacino Sud Occidentale (SW) a cui appartiene il territorio del comune di Padova:

$$h = 18.8 t^{0.247}$$

Nella equazione sopra esposta i relativi elementi hanno il seguente significato:

- h: altezza di precipitazione al suolo (espresso in mm);
- a: coefficiente della curva (espresso in [mm/minⁿ]);
- t: durata di precipitazione (espresso in min);
- n: esponente della curva (adimensionale);

oppure espresso con altre unità di misura:

$$h = 51.68 t^{0.247}$$

dove:

- h: altezza di precipitazione al suolo (espresso in mm);
- a: coefficiente della curva (espresso in [mm/oreⁿ]); Nel caso si voglia esprimere a in [m·g⁻ⁿ] il valore stesso deve essere moltiplicato per 10⁽⁻³⁾ · 24^(^n)
- t: durata di precipitazione (espresso in ore);
- n: esponente della curva (adimensionale);

4.2 IL CALCOLO DELLA PORTATA MASSIMA.

Il metodo che verrà utilizzato ricalca il Metodo dell'Invaso esposto nel testo "Fognature" di L. Da Deppo e C. Datei (Edizioni Progetto – Padova - 8^a edizione).

Data la curva di possibilità pluviometrica:

$$h = a t^n$$

la portata in uscita dal bacino, dovuta alla pioggia, può essere espressa come:

$$u = (26 \cdot \alpha + 66)n \frac{(\varphi a)^{1/n}}{V_0^{(1-n)/n}}$$

dove:

- alfa= esponente (derivante dalla scala delle portate) che vale per le sezioni aperte circa 1.5 e 1 per le sezioni chiuse;
- a: coefficiente della curva (espresso in [mm/oreⁿ]); Nel caso si voglia esprimere a in [m·g⁻ⁿ] il valore stesso deve essere moltiplicato per 10⁽⁻³⁾ · 24^(^n)
- t: durata di precipitazione (espresso in ore);
- n: esponente della curva (adimensionale);
- φ = coefficiente medio di deflusso;
- v0 = volume specifico di invaso (mc/mq)
- u = coefficiente udometrico (l/s·ha) ovvero portata specifica generata per unità di superficie.

In altri termini, e considerando sezioni di deflusso chiuse dove alfa =1) la formula diventa:

$$u = (2168)n \frac{(\varphi a)^{1/n}}{V_0^{(1-n)/n}}$$

(detta formula di Supino) con:

- u = coefficiente udometrico (l/s·ha)
- v0 = volume specifico di invaso (mc/mq)

- n : esponente della curva di possibilità pluviometrica (adimensionale);
- a : coefficiente della curva (espresso in $[m/ore^n]$);

Si rimanda al testo citato ogni ulteriore dettaglio del metodo teorico utilizzato. In base ai dati della rete di progetto pertanto possiamo determinare la Q_{max} nella sezione di valle (sezione maggiormente sollecitata idraulicamente).

2. Metodo dell'Invaso - formula 5.38 tratta dal Libro "Fognature" L. Da Deppo e C. Datei
 Formula valida per SEZIONI CIRCOLARI (calcolata solo con invaso delle tubazioni e piccoli invasi)

$$u = (26 \cdot \alpha + 66) n \frac{(\varphi \alpha)^{1/n}}{V_0^{(1-n)/n}}$$

a e n ricavati dalla formula $h=at^n$

a espresso in

$m \cdot g^{-n}$

u

*l / s^*ha*

φ

adim

v_0 V/A

mc/mq cioè m

α

= 1 per sezioni chiuse

	ε	2,29221607	
	V_0	29,25	mc
	v_0	50	mc/ha
	1° fattore	44,69193294	
	1° fattore di K_c	155,4316153	
2	$\varepsilon/(\varepsilon-1)$	1,773864389	
	LN (2)	0,573160438	
	1/LN (2)	1,744712186	
	K_c	271,1834334	
	K_c/v_0	5,423668667	
	u	173,20	l / s^*ha
	Q max	101,32	l/s

L'applicazione del metodo impone la verifica dei parametri "a" e "n" scelti in modo da assicurarsi che l'evento scelto (in termini di durata di precipitazione) sia caratterizzato dalla coincidenza con il tempo "critico" per il bacino.

6. DIMENSIONAMENTO DEL COLLETTORE DI FOGNATURA BIANCA

Il dimensionamento dei singoli collettori che costituiscono la rete a maglia aperta di fognatura, rappresentati nella planimetria di progetto, vengono calcolati secondo le classiche formule a moto permanente (formula di Gaukler - Strickler) :

$$Q = k_{GS} \cdot R_H^{2/3} \cdot \sqrt{i} \cdot A$$

avendo indicato con:

- Q = portata [mc/s]
- K_{GS} = Coefficiente di Gaukler - Strickler [$m^{1/3} \cdot s^{-1}$]
- R_H = Raggio idraulico [m]
- i = pendenza [numero]
- A = sezione di flusso [m^2]

I collettori in realtà sono sovradimensionati per aumentare l'effetto laminazione, e di ciò si è tenuto conto nel calcolo del volume da invasare.

Nella tabella seguente viene riportato il calcolo del dimensionamento della condotta di scarico nel recettore finale, effettuato sulla base dei dati sopra elaborati, ed i risultati a queste riferite generate dal programma di calcolo utilizzato.

Da notare che la portata di calcolo per il dimensionamento della condotta (sempre basata sul metodo dell'invaso) è stata ricavata ipotizzando il volume specifico di invaso pari al volume disponibile delle condotte più il volume dei piccoli invasi.

Quindi si è proceduto con il calcolo di verifica della condotta in termini di portata e di velocità nella sezione di chiusura dell'intero bacino a monte della relativa vasca

Il calcolo è puramente teorico in quanto il tipo di moto che si instaura nelle condotte è di moto vario.

7.1 Collettore di scarico D=0.40 m

$Q_{tot} = 101.32 \text{ l/s}$

pendenza $i = 3$ per mille

Nel caso in oggetto il calcolo a moto uniforme fornisce che con un riempimento nella condotta pari a 75% di D (diametro della condotta pari a D=40 cm) si raggiunga una portata scaricata di 1.20 l/s con una velocità di 1.20 m/s.

Il grado di riempimento del 75% sui cui verificare la portata di progetto assume un valore prudenziale nel senso che la condotta riuscirà a scaricare portate maggiori a quella di progetto con gradi di riempimento superiori.

Nella planimetria di progetto viene riportata lo schema della rete di scolo di progetto.

7. DIMENSIONAMENTO DEL COLLETTORE DI FOGNATURA NERA

La portata di progetto discende dal numero di abitanti equivalenti, ovvero dal numero di abitanti che darebbero luogo alla stessa portata se si considerassero anche gli apporti dovuti alle industrie, e dalla dotazione idrica prevista per abitante.

La portata nera di punta viene calcolata mediante la relazione:

$$Q=(N \cdot d \cdot kg \cdot ko \cdot \phi)/86400 \quad (l/s)$$

dove:

N: numero di abitanti equivalenti (determinato in base alla popolazione residente, non residente e alle industrie presenti);

d: dotazione idrica in l/g,ab;

kg: coefficiente di punta giornaliero (coefficiente variabile tra 1.2-1.5, nel caso in esame si assume $kg = 1.5$ in considerazione della dimensione contenuta dei centri);

ko: coefficiente di punta orario (secondo la formula di Koch $p_0=1.5+2.5/\sqrt{Q_m}$), con Q_m portata media giornaliera);

ϕ : coefficiente di deflusso (generalmente assunto pari a 1.0 per indicare che tutta l'acqua erogata e scaricata che viene raccolta in fognatura nera).

Per la dotazione idrica si è fatto riferimento al valore usuale di riporta 300 l/g,ab. Mentre per la trasformazione degli utenti reali in Abitanti equivalenti si utilizza il rapporto di 1 A. Eq. ogni 4 utenti reali.

E' previsto nel futuro fabbricato "aggregazione" di dimensioni mt.10x10 la possibilità di svolgere attività per gruppi formati al massimo di 50 persone. Pertanto:

Dato che gli utenti massimi si ipotizzano in n. di 50 risulta:

$$N. A. Eq. = 50/4 = 12.5 \text{ approssimati a } 15$$

Quindi:

$$Q_{max} = 0.12 \text{ l/s che a favore della sicurezza vengono approssimati a } 0.15 \text{ l/s.}$$

Ipotizzando materiale PEAD in PE100 PN10 giuntato tramite elettrosaldatura, $De=75 \text{ mm}$, $Dint=66 \text{ mm}$, $L=145 \text{ m}$, n. curve pari a 10, perdita di carico di imbocco e sbocco e dislivello geodetico di 2.0 m da vincere, otteniamo il Delta h che la pompa deve fornire nel punto di miglior rendimento.

I dati di dimensionamento della pompa sono quindi:

$$\underline{Q_{max} = 0.15 \text{ l/s e Delta h} = 2.010 \text{ m}}$$

CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO (formula di Gauckler-Strickler)

Q		0,15	l/s	0,0002		m ³ /s
----------	--	------	-----	--------	--	-------------------

Condotta singola (0)						
0	DN	0,066	m			
	Ks	90	m ^{1/3} /s			
	L	145	m			
	A	0,0034	m ²			
	v	0,044	m/s			
	coefficiente molt. termine cinetico	2	imboc+sboc			
	DH distribuite	0,008	m			
				i	0,00006	m

Condotte in serie aggiuntive (1+2+3) e relative curve/pezzi speciali						
1	DN1	0,080	m	0	SI/NO	
	Ks1	90	m ^{1/3} /s			
	L1	0	m			
	A	0,0050	m ²			
	v	0,030	m/s			
	coefficiente molt. termine cinetico	0,75	curva 90°			
	n. curve	3				
	DH distribuite	0,000	m			

2	DN2	0,080	m	0	SI/NO	
	Ks2	90	m ^{1/3} /s			
	L2	0	m			
	A	0,0050	m ²			
	v	0,030	m/s			
	coefficiente molt. termine cinetico	0,25	sarac.			
	DH distribuite	0,000	m			

DH totali distribuite						
(0+1+2+3)		0,008	m	i	0,00006	pendenza media totale

Delta H totali localizzate						
(0+1+2+3)				0,002	m	

DELTA H TOTALE						
distribuite + localizzate		0,010	m			

Dislivello geodetico da vincere		2	m s.m.			
quota piezometrica totale riferita all'asse pompa		2,010	m s.m.			

Peraltro, a favore della sicurezza, ad evitare eventuali intasamenti, si adotterà una tubazione di diametro = 90 mm.

La pompa, da fornire in un secondo momento successivo, affiancata da una pompa di emergenza uguale, verrà allocata all'interno di un pozzetto Diam.= 1200 mm posizionato a margine dell'area di progetto, in vicinanza del confine del lotto di intervento. La pompa sarà collegata, tramite la propria mandata in acciaio inox o zincata, ad una condotta di trasporto realizzata in PEAD PN10, L=145 m con giunti termosaldati oppure con giunti a manicotto termosaldati, posizionata a lato del camminamento di accesso da Via Siena.

La consegna della portata di fognatura nera alla fognatura esistente, avverrà realizzando un nuovo pozzetto di calma da porre in adiacente al pozzetto di allacciamento della Fondazione Holmann, sempre prospiciente Via Siena.

Completeranno l'intervento gli accessori elettrici e meccanici usualmente previsti negli impianti di pompaggio di questo tipo.