

# city Life

## ARCHINET BUILDING & MANAGEMENT

Noventa Padovana (Pd) 35027 via Roma 151 \_ tel/fax: 049 8933500 \_ e-mail: info@archinetspa.it \_ pec: archinet@pec.it

**BARBARA LAZZARIN** ingegnere  
**MASSIMO WEBBER** geometra

COMMITTENTE

**Ediltre Costruzioni S.a.S.**  
Via Roma n. 220 - II° piano, Albignasego (PD)  
C.F. e P.Iva: 02703840278

## PIANO DI LOTTIZZAZIONE Z.T.O.C2/PER 1

UBICAZIONE

Comune di Albignasego, angolo tra via A. Manzoni e via della Costituzione  
N.C.T.. Foglio 14 , mappali 886, 888.

TITOLO

Progetto rete Acque nere

ELABORATO N.

all N.0

DATA

DICEMBRE 2019

SCALE

Anticipata via mail a: [info@smaniastudio.com](mailto:info@smaniastudio.com)

**Spett.le**  
**Studio Smania**  
**Via Aurelia n°51**  
**35010 Loreggia (PD)**

**OGGETTO: Progetto per la realizzazione del piano di lottizzazione Z.T.O. C2/PER1 angolo via A. Manzoni e via della Costituzione nel comune di Albignasego (PD).**

**Predisposizione infrastrutture: rete fognaria.**

\*\*\*\*\*

**acquevenete spa in qualità di gestore del servizio idrico integrato, esaminate le tavole del progetto inerenti alla rete acque nere, esprime**

**PARERE FAVOREVOLE**

**con l'obbligo di ottemperare alle seguenti prescrizioni:**

**1) CONDOTTE PRINCIPALI**

La condotta fognaria, visto che le esigue quote di copertura non garantiscono protezione strutturale, dovrà essere costruita in Ghisa Sferoidale UNI EN 598 K7 per fognatura.

Il diametro delle suddette condotte fognarie dovrà essere DN 200 mm.

Dovrà essere posta particolare attenzione all'intersezione tra la condotta fognaria e lo scatolare delle acque meteoriche; la condotta dovrà essere continua senza interruzioni nonchè protetta da idonea tubazione camicia de diametro non inferiore a mm 350 in PEAD ad alta densità, inoltre a monte e a valle dello scatolare dovranno essere realizzati due pozzetti dove possa essere visibile la testa e la coda del tubo camicia.

Dovranno essere realizzate inoltre ulteriori due pozzetti di ispezione sulla soletta dello scatolare così da poter verificare lo stato esterno del tubo camicia.

## 2) CAMERETTE D'ISPEZIONE

Le camerette d'ispezione dovranno essere costruite in calcestruzzo delle dimensioni interne di cm. 100 x 100 x 100 o circolari DN 100 cm. spessore minimo di cm. 12 con fondo a scorrimento continuo opportunamente liscio con malta cementizia e trattato con resina epossidica fino a cm. 20 dell'estradosso superiore della condotta.

## 3) PASSI D'UOMO

I passi d'uomo dovranno avere dimensioni di cm. 50 x 70 o circolari del diametro utile di cm. 60 con chiusini in ghisa classe D 400 atti a sopportare carichi stradali.

## 4) PENDENZE

La condotta per una buona funzionalità dovrà essere posata con una pendenza minima non inferiore del 2 ‰ questo per poter garantire il corretto e regolare deflusso di ogni singolo lotto allacciato alla stessa.

## 5) IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO ( SE PREVISTO IN PROGETTO ) -

Qualora le quote di recapito fognario non permettessero l'allaccio alla rete esistente, dovrà essere realizzato un impianto di sollevamento:

### - Parte strutturale -

Gli impianti di sollevamento dovranno essere costruiti con le tecnologie più avanzate e a regola d'arte come di seguito descritte :

- le guide e i collettori di mandata delle elettropompe in acciaio inox AISI 304.
- le valvole di ritegno a palla PN10 poste in un pozzetto a parte con le saracinesche a corpo piatto a cuneo gommato e con albero e bulloneria in acciaio inox.
- il collettore di mandata in acciaio inox e posto all'interno di un pozzetto provvisto di passi d'uomo con chiusini in ghisa classe D 400 con guarnizioni per ispezioni e manutenzioni.
- il pozzetto di sollevamento dovrà essere in calcestruzzo C.A.V. costruito in opera o con elementi prefabbricati; dovrà essere provvisto di una soletta di copertura armata atta a sopportare carichi stradali con i relativi passi d'uomo delle dimensioni di cm. 50 x 70 o in casi eccezionali di cm. 70 x 90.

Il pozzetto completo dei passi d'uomo in ghisa dovrà essere posizionato secondo gli schemi allegati di "TIPO A GRAVITA'" o "TIPO IN PRESSIONE" e a quota pari alla sede stradale o al terreno circostante.

I passi d'uomo non dovranno essere portati in quota a mezzo di prolunghes o mattoni o cose di altro genere, bensì posati direttamente alla soletta.

Le dimensioni del pozzetto di sollevamento dovranno attenersi scrupolosamente alle dimensioni interne minime di cm. 170 x 200 x H variabile. Tali misure possono essere aumentate in base alla quantità di reflui fognari calcolati in progetto.

Le stazioni di sollevamento devono essere munite di idonei scaricatori di emergenza, tali da entrare in funzione in caso di guasti elettrici così come previsto dalla Delibera del C.M. del 04/02/1977, allegato 4 "Norme tecniche generali per la regolamentazione dell'installazione e dell'esercizio degli impianti di fognatura e di depurazione".

Gli scaricatori di emergenza devono essere approvati contestualmente al progetto della fognatura.

\* (Vedere particolari costruttivi in allegato) –

**- Parte elettrica -**

Qualora l'impianto di sollevamento venisse consegnato alla gestione di questa società completo d'opere elettriche esso dovrà essere accompagnato da :

- particolari costruttivi del pozzettone ;
- copia progetto con la portata, prevalenza dei liquami in arrivo ;
- marca e tipo di elettropompe installate ;
- tipo di valvole di ritegno e saracinesche adottate e la loro posizione ;
- caratteristiche costruttive del quadro elettrico di comando e completo di schemi funzionali ;

- caratteristiche dell'allarme ottico ed acustico provvisto di batteria tampone installato ;
- ogni elettropompa dovrà essere provvista di un magneto termico differenziale;
- sulla Morsettiera del quadro elettrico dovranno essere portati i seguenti contatti puliti: No (aperto) per ogni scatto termico, per ogni intervento differenziale, per massimo livello vasca, mancanza Enel.
- planimetrie dei cavidotti e dei dispersori di terra ;
- dichiarazione di conformità in base alla L. 46/90;
- predisposizione di denunce di impianti di messa a terra su Mod. ARPAV ed ISPELS;
- l'allacciamento Enel Trifase + neutro è a carico del committente minimo 6 kW , a collaudo eseguito la fornitura Enel passerà in contratto al "acquevenete spa"

#### **6) ALLACCIAMENTI AI LOTTI**

Le tubazioni di collegamento dal pozzetto d'ispezione stradale al lotto dovranno essere in P.V.C. tipo UNI 1452 – 2 PN16 DN 160 mm.. L'inserimento al pozzetto stradale delle fognature non dovrà essere inferiore all'estradosso superiore della condotta principale ; inoltre dovrà essere

opportunamente stuccato con malta di cemento osmotico per garantirne l'impermeabilità sia all'interno e all'esterno del pozzetto.

Il pozzetto d'allaccio al privato dovrà essere in P.V.C. o in polipropilene con fondo di scorrimento DN 160 continuo. Il camino in elevazione dovrà avere un diametro minimo di 300 mm. posto in quota e provvisto di chiusino in ghisa classe C 250.

#### **7) COLLAUDO TECNICO FUNZIONALE**

Prima della visita ufficiale di collaudo dei collettori fognari, DEVE essere prodotta (qualora non fosse già stata trasmessa) ad acquevenete spa la seguente documentazione:

a) Copia conforme degli elaborati tecnici progettuali approvati dall'amministrazione comunale competente con la documentazione tecnica relativa all'eventuale realizzazione del POZZETTO DI SOLLEVAMENTO secondo le prescrizioni al PUNTO 5.

- b) Certificato di Regolare Esecuzione;
- c) Planimetrie (n° 2 copie) esecutive di contabilità con distanze e ubicazione delle camerette d'ispezione e relativi allacciamenti ai lotti.
- d) Profili longitudinali (n° 2 copie) della posa della condotta con evidenziato, pezzi speciali, il diametro e la pendenza adottata.
- e) Piano planovolumetrico con il numero dei lotti ed eventuali abitanti serviti.
- f) Tipologia degli scarichi.
- h) Prova di tenuta.
- g) Certificazione dei materiali impiegati.

Questa Società dovrà dar seguito al collaudo funzionale delle opere solo dopo la presentazione della documentazione di cui ai punti a – b – c – d – e – f – h – g - .

La documentazione planoaltimetrica dovrà essere fornita anche in formato numerico (tipo DWG).



Il Responsabile Area Nord  
acquevenete  
(T. Vittorino Miotto)

*N.B.: Questa Società richiede cortesemente il File dei disegni esecutivi in formato DWG.*

Ref. Pratica Geom. Andrea Permunion

Cell: 3357418178

email: andrea.permunion@acquevenete.it

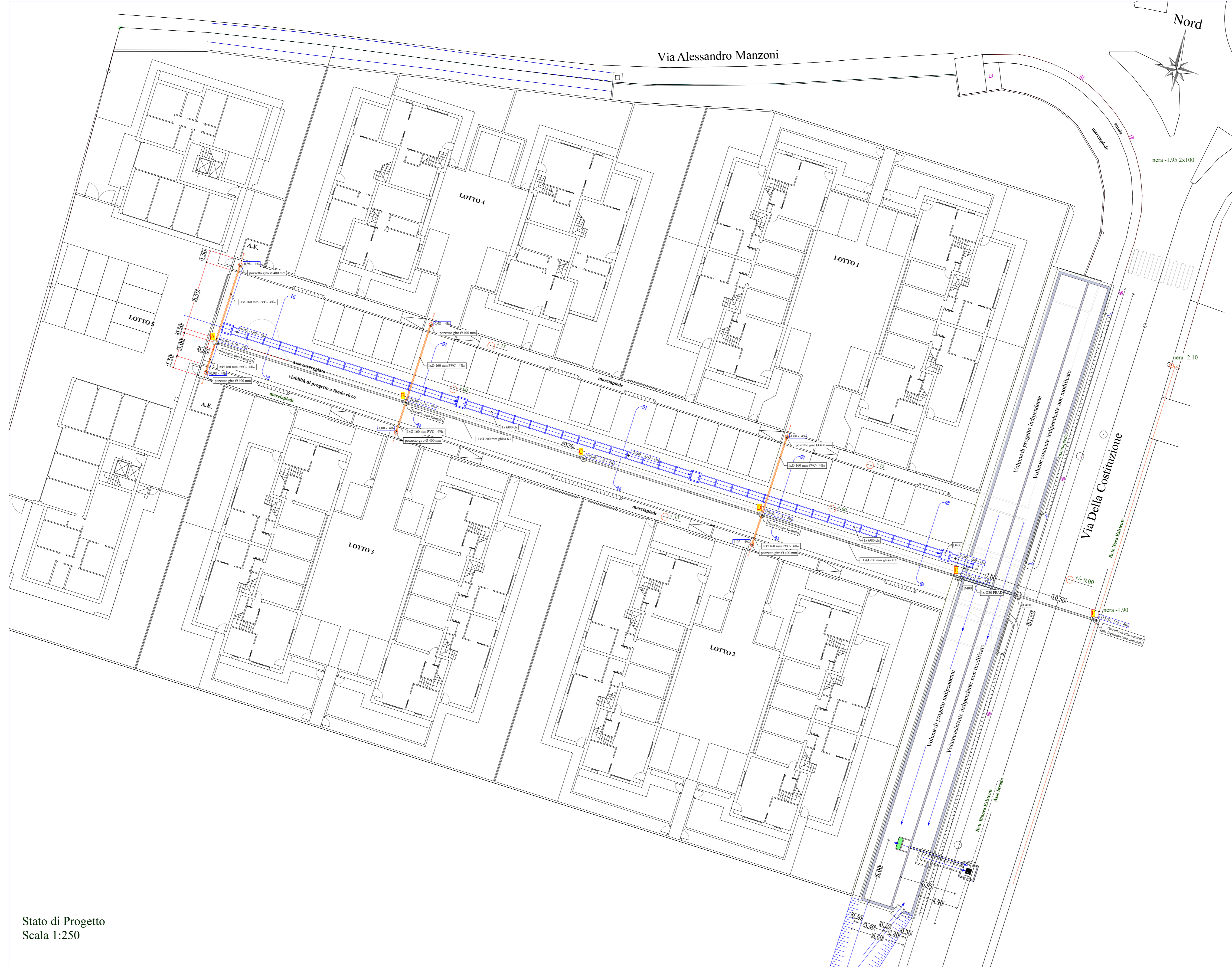




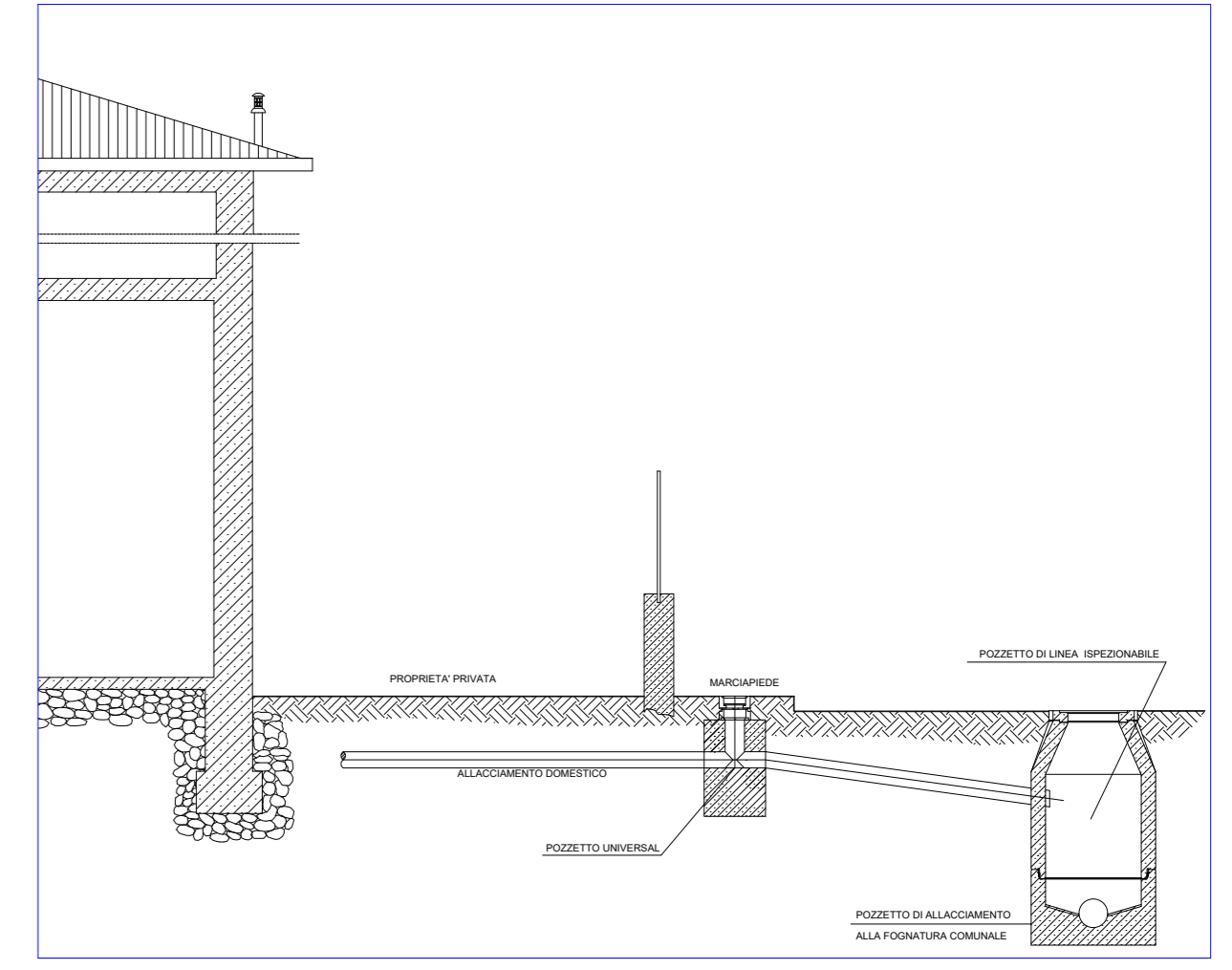
Estratto Di Mappa  
Fg 14 - Mappale 886; 888

LEGENDA

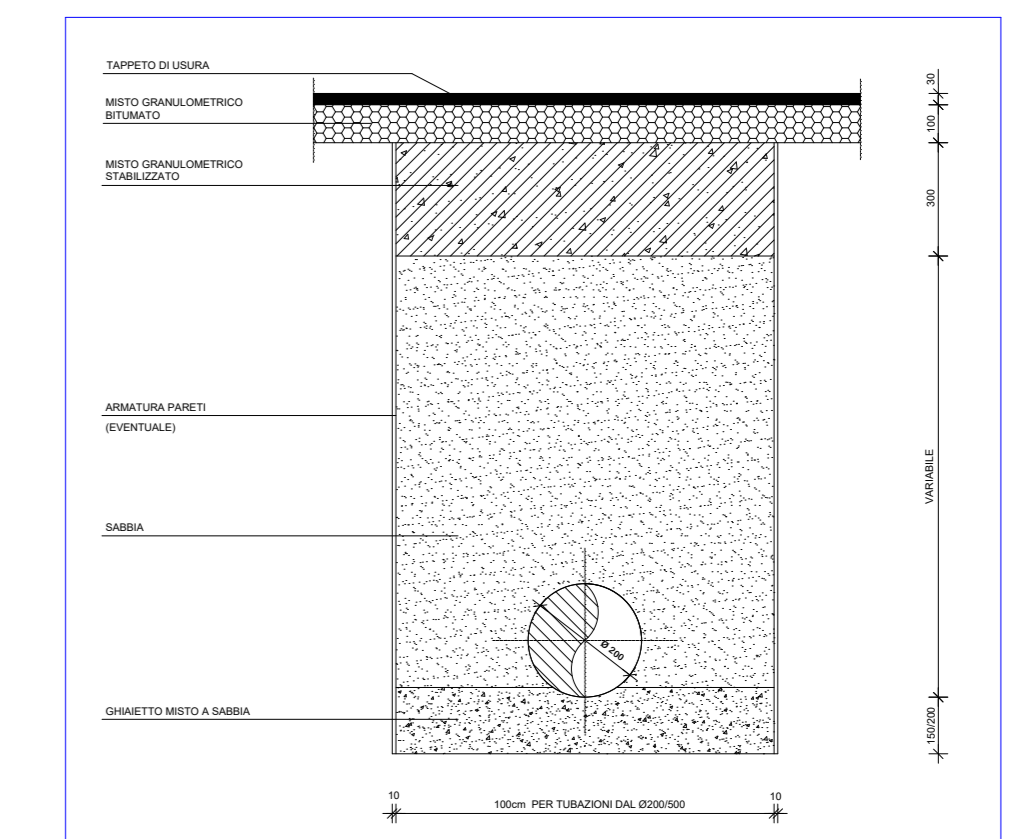
- POZZETTO DI ISPEZIONE 70X70 D400
- POZZETTO TIPO KOMPLET LINEA ISPEZIONABILE D400
- POZZETTO ALLACCIAMENTO TIPO UNIVERSAL UNI 7447
- Ø 160 mm PVC SNS
- Ø 200 mm Ghisa S.le Classe K7; RIVESTIMENTO Zn 400 g/mq
- Ø 300 mm PEAD CAMICIA DI ATTRAVERSAMENTO
- LINEA NERA P.L.E: PROGRESSIVA; Q. SCORRIMENTO; PENDENZA
- LINEA NERA ALLACCIO: Q. SCORRIMENTO; PENDENZA



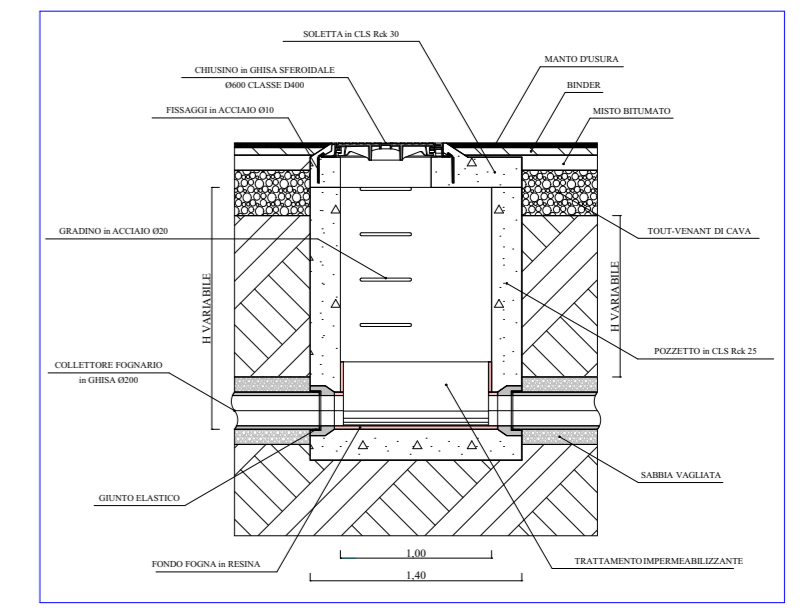
Stato di Progetto  
Scala 1:250



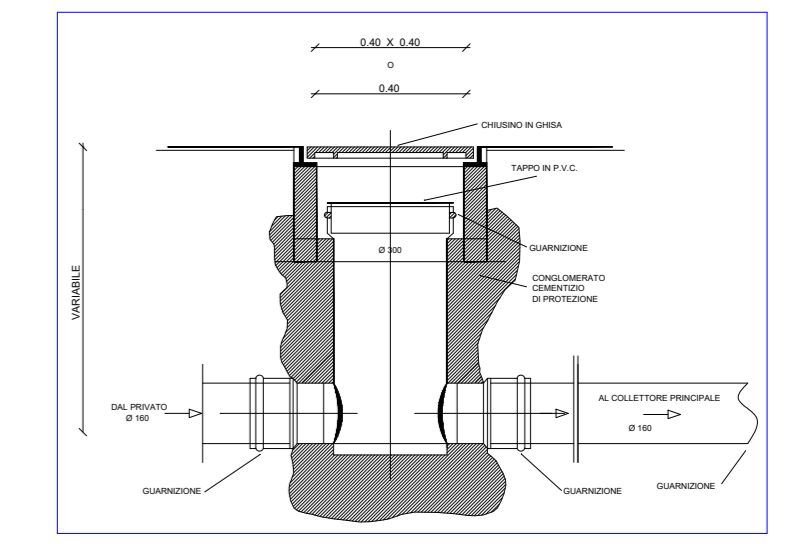
Scarico Privato Sezione  
Scala 1:50



Scavo in Strada Comunale Sezione Tipo  
Scala 1:20



Pozzetto Ispezione Nera Sezione Tipo  
Scala 1:50



Pozzetti Allacciamento Scarichi  
Tipo Universal PVC UNI 7447-75 Tipo 303  
Scala 1:20

	Nuovo Pozzetto Ispezione	Nuovo Pozzetto Ispezione	Nuovo Pozzetto Ispezione	Nuovo Pozzetto Ispezione	Nuovo Pozzetto Ispezione	Nuovo Pozzetto Ispezione - Allaccio fognatura esistente
Riferimento planimetrico	1	2	3	4	5	6
Dimensioni (mm)	24,40	22,80	22,80	22,80	25,30	17,60
Quota scorcimento acqua	+1,20	+1,20	+1,20	+1,20	+1,20	+1,20
Quota scorcimento strada (m)	+1,10	+1,10	+1,10	+1,10	+1,10	+1,10

Sezione longitudinale con quote fognatura della strada di lottizzazione  
Scala 1:200

Smânia Ingegneria Enrico - Loreggia via Fano Koen 33 - Telefono 3336141233 E-mail info@smaniastudio.com enrico.smânia@ingpec.eu

Comune di Albignasego (PD) - Angolo Via della Costituzione e Via A. Manzoni

Richiedente Edilte Costruzioni s.r.l.

Oggetto SDP Elaborato grafico di Progetto Reti Nere Piano di lottizzazione z.Lo. C2/PER 1 - N.C.T. Fg 14 - Mappale 886; 888 Stato Di Progetto - Particolari Costruttivi

Scala 1:2000 - 1:250  
1:500 - 1:50 - 1:20

Data DICEMBRE 2018

Progettista Smânia Ingegneria Enrico



*Regione*  
**VENETO**



*Provincia di*  
**PADOVA**



*Comune di*  
**Albignasego**



Relazione Di Calcolo Rete Acque Nere

<b><u>INDICE</u></b>	<b>1</b>
<b>1- Normativa di Riferimento</b>	<b>2</b>
<b>2- Ubicazione e contesto dell'area</b>	<b>3</b>
<b>3- Verifica Idraulica</b>	<b>6</b>
<b>4- Calcolo della Portata degli Scarichi Reflui Urbani</b>	<b>6</b>
<b>5- Risultati Verifica Idraulica delle Velocità</b>	<b>10</b>
<b>6- Verifica Statica</b>	<b>11</b>
<b>7- Calcolo delle Interazione Tubo/Terreno</b>	<b>16</b>
<b>8- Risultati Verifica Statica</b>	<b>17</b>
<b>9- Conclusioni</b>	<b>18</b>
<b>10- Manutenzione</b>	<b>19</b>
<b>11- Bibliografia</b>	<b>20</b>

## Richiedente

**Ediltre Costruzioni s.r.l.**  
**Viale Mediterraneo n. 553, Chioggia (Ve)**

## Redazione

Ingegnere *Enrico Smania* nato a Camposampiero il 04/12/1983, iscritto all'Ordine Ingegneri della Provincia di Padova al n.5855, domiciliato presso la propria attività con sede in Via Aurelia n.51 – 35010, Loreggia (PD). Redazione della presente svolta in data 03/01/2019.



## **OGGETTO:**

**Piano di lottizzazione z.t.o. C2/PER 1**

**Nuove costruzioni residenziali in diretta esecuzione del P.U.A. C2/PER1**

**Angolo via A. Manzoni e via della Costituzione**

**35120, Albignasego (PD)**

## Normativa di Riferimento

- *Circolare Ministero LL.PP. n° 11633 del 07/01/1974* “Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto”;
- *Delibera Ministero LL.PP. del 04/02/1977 – Allegato 4 (G.U. 21/02/1977 n° 48 suppl.)* “Norme tecniche generali per la regolamentazione dell’installazione e dell’esercizio degli impianti di fognatura e depurazione”;
- *Decreto Ministero LL.PP. del 12/12/1985 (G.U. 14/03/1986 n° 61)* “Norme tecniche relative alle tubazioni”;
- *Circolare Ministero LL.PP. n° 27291 del 20/02/1986* “Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni”.

## Ubicazione e contesto catastale del fabbricato

L'area è delimitata a Nord ed a Est rispettivamente da via A. Manzoni e via della Costituzione; a Sud da terreno di proprietà Comunale e ad Ovest da terreno di proprietà di Altra Ditta. Il recapito considerato per la laminazione ed il manufatto di laminazione stesso è ubicato al lato Est della Lottizzazione.

L'area è censita in Comune di Albignasego, angolo via Manzoni e via della Costituzione, N.C.T.. Foglio 14, mappali 886, 888.



Map. 1 - Estratto Mappa Via Sant'Andrea – Albignasego (PD). Foglio 14, mappale 886, 888 aprile 2018.

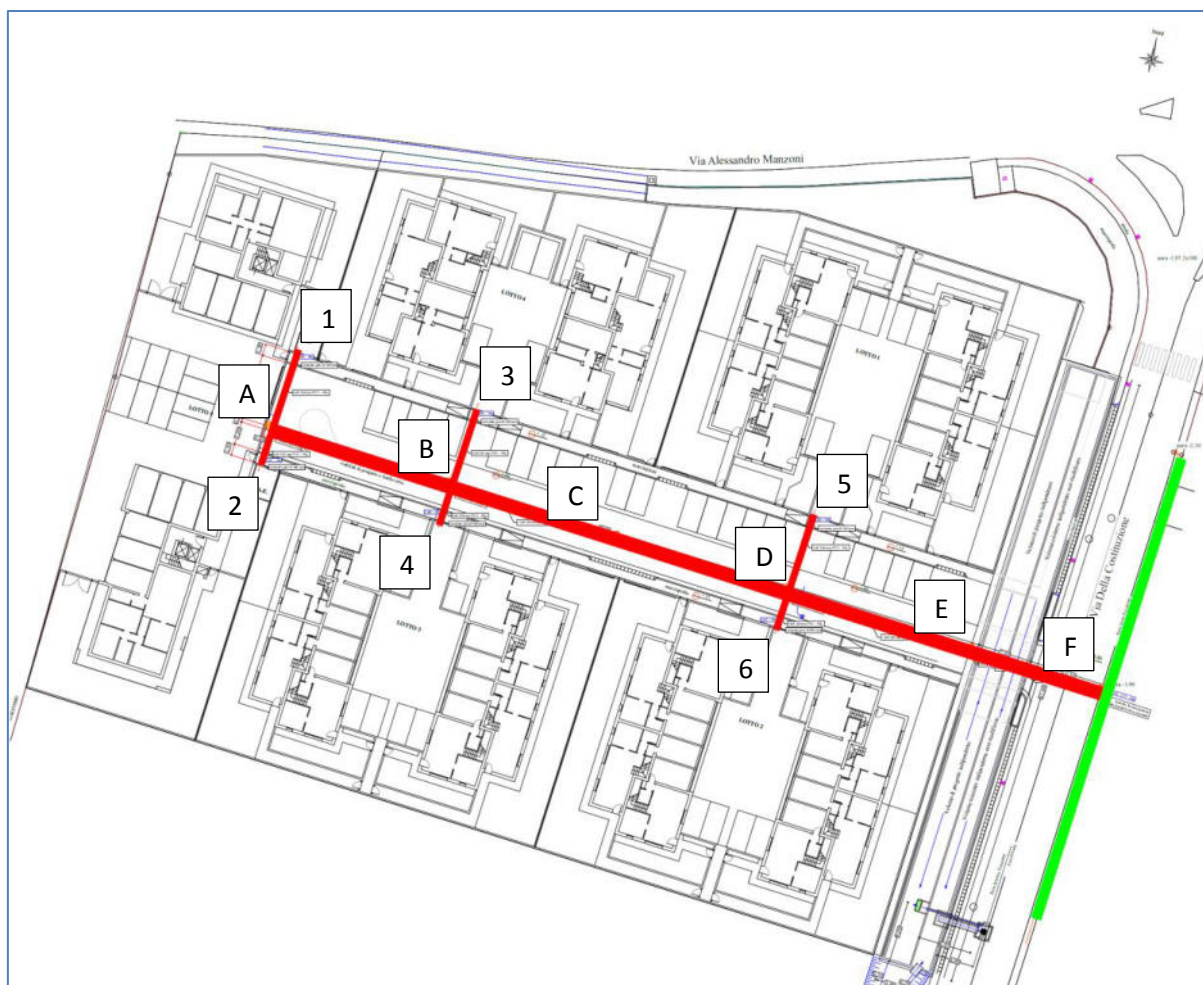


Fig. 1 – Rappresentazione schematica linea fognatura nera

### Descrizione della rete fognaria presa in esame.

A Titolo di Dimensionamento e Verifica delle condotte, considerando la fig.1 si individuano i seguenti manufatti di fognatura:

- 1) N. 6 (A;B;C;D;E;F) Pozzetti Ispezione Tipo Komplet, raccordi sagomati e con rivestimento interno in resina PEAD,  $K_s$  stimato =  $100 \text{ m}^{1/3}/\text{sec}$ . (elementi in verde in figura 1) il pozzetto C rappresenta raccordo di ispezione rompitratta;
- 2) N. 6 (1-5) Pozzetti per allacciamenti scarichi Tipo Universal in PVC Serie UNI 7447-75 Tipo 303,  $K_s$  stimato =  $100 \text{ m}^{1/3}/\text{sec}$ .
- 3) Tratto (A-F) (linea rossa): Linea nera realizzata con tubazione ghisa sferoidale diametro esterno 200 mm, categoria classe K7 riv. Zn 400 g/mq EN 598, per una estensione lineare di metri 113,00;  $K_s$  stimato a regime =  $80 \text{ m}^{1/3}/\text{sec}$ ; **pendenza imposta pari a 4%.**

- 4) Tratti (1-A); (3-B); (5-D) (linea rossa) : Linea nera realizzata con tubazione PVC diametro esterno 160 mm, categoria UNI EN 1401-1 tipo SN8 - SDR 34, per una estensione lineare di metri per ciascun tratto pari a metri 9,75;  $K_s$  stimato =  $100 \text{ m}^{1/3}/\text{sec}$ ; **pendenza imposta pari a 4‰.**
- 5) Tratti (2-A); (4-B); (6-D) (linea rossa) : Linea nera realizzata con tubazione PVC diametro esterno 160 mm, categoria UNI EN 1401-1 tipo SN8 - SDR 34, per una estensione lineare di metri per ciascun tratto pari a metri 3,70;  $K_s$  stimato =  $100 \text{ m}^{1/3}/\text{sec}$ ; **pendenza imposta pari a 4‰.**
- 6) Linea verde : Linea nera esistente con tubazione in gres ceramico diametro esterno 250 mm, quota media s.l.m.m = 16,30 metri;  $K_s$  stimato =  $100 \text{ m}^{1/3}/\text{sec}$ .

### **Premessa**

Il dimensionamento della rete di raccolta degli scarichi reflui urbani (*c.d. fognatura nera*) è diretta conseguenza di una duplice verifica: una di natura idraulica ed una di natura statica.

Il calcolo idraulico deve dimostrare che le condotte sono in grado di smaltire le portate degli scarichi reflui urbani raccolti nel comparto urbanistico di progetto e più in generale nell'ambito territoriale a cui fa riferimento la fognatura nera.

Il calcolo statico deve dimostrare che le condotte sono in grado di sopportare le sollecitazioni meccaniche a cui sono sottoposte determinate dal terreno, dal traffico e dall'acqua di falda.

## Verifica di Idraulica

*Ipotesi:*

- I) Si considerino le tubazioni idraulicamente semi lisce;
- II) Si considerino i pozzetti di ispezione idraulicamente lisci;

Nella presente relazione si fa esplicito riferimento al Calcolo Idraulico definito nel testo dell'istituto Italiano Dei Plastici: *“Installazione Delle Fognature In Pvc”*, Pubblicazione n. 3 – novembre 1984. *Per le condotte in ghisa* si riprende il Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 12 dicembre 1985 – Norme tecniche relative alle tubazioni *e successive modifiche*.

Per l'analisi del movimento dell'acqua, in relazione alla verifica di condotte circolari in PVC conformi alla norma UNI EN 1401-1 tipo SN8 - SDR 34 (ex UNI 7447 tipo 303/1), e Ghisa conforme alla classe K7 in barre da mt 6, zinco-alluminio arricchito di rame (400 g/mq), pitturato con vernice acrilica acquacoat di colore azzurro, conforme alla norma UNI EN 545/2007 e al D.M. n. 174 del 06/04/2004, si fa riferimento alla formula di Prandtl-Colebrook che per altro trova i maggiori consensi nella letteratura e negli usi.

### Calcolo Della Portata Degli Scarichi Reflui Urbani

Il calcolo della portata degli scarichi reflui urbani presenta meno difficoltà della determinazione delle portate pluviali che deve smaltire una rete di fognatura bianca.

I parametri base di cui bisogna tenere conto sono quattro:

- 1) P = popolazione insediabile nell'ambito territoriale a cui fa riferimento la fognatura nera di progetto;
- 2) d = dotazione idrica giornaliera per abitante ( $\approx 350$  litri/abitante giorno);
- 3) a = coefficiente di riduzione ( $\approx 0,80$ );
- 4) K = coefficiente di contemporaneità (in genere varia da  $1,3 \div 2$ ).

La determinazione della portata degli scarichi urbani è data dalla formula:

$$Q = \frac{P \cdot d \cdot a \cdot K}{86400}$$

Per l'analisi del movimento dell'acqua nelle condotte circolari trova sempre maggiore consenso la formula di Prandt-Colebrook:

$$V = -2 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot Di \cdot J} \cdot \log\left(\frac{K}{3,71 \cdot Di} + \frac{2,51}{2 \cdot g \cdot Di \cdot J}\right)$$

dove:

V = velocità media della corrente (m / sec.);

g = Accelerazione di gravità (9,81 m / sec.<sup>2</sup>);

Di = Diametro interno del tubo (m);

J = i = Pendenza della tubazione (valore assoluto);

K = Scabrezza assoluta che per le tubazioni in ghisa con lievi incrostazioni si assume pari a 0,6 mm (valore raccomandato da A.T.V.<sup>1</sup>);

n = Viscosità cinematica del fluido che per le tubazioni in ghisa si assume pari a  $1,31 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{sec.}$  (valore raccomandato da A.T.V.).

Più spesso la sezione di una condotta fognaria è occupata solo in parte dal fluido e pertanto le velocità e le portate variano al variare dell'altezza del fluido nel tubo secondo una specifica relazione abbondantemente riportata in letteratura sia in forma di grafico che di tabella numerica.

In ogni caso è opportuno che il grado di riempimento ( $h / \varnothing$ ) non superi il valore di 0,5 per le tubazioni di piccolo diametro ( $\leq 400$ ), mentre possono essere accettati valori dell'ordine di  $0,7 \div 0,8$  per diametri maggiori.

La Circolare n. 11633 del Ministero dei LL.PP. (istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto) indica che per le acque nere la velocità relativa alla portata media non deve essere inferiore a 0,5 m/s, che viene considerata una velocità autosufficiente a garantire l'autopulizia della condotta.

<sup>1</sup> Associazione Tecnica delle Fognature



Ovviamente la velocità di autopulizia dovrà essere tanto più elevata quanto maggiore è la possibilità di adesione dei sedimenti al fondo ed alle pareti della condotta.

Per quanto concerne l'abrasione delle pareti delle condotte causata dall'azione meccanica esercitata dal materiale solido trascinato in sospensione nei liquami la già citata Circolare n. 11633 indica per le portate nere di punta una velocità massima di 4 m/s da non oltrepassare.

### Portata massima degli scarichi reflui urbani

*Calcolo della popolazione insediabile nell'ambito territoriale di riferimento della fognatura nera che fa riferimento al ramo che si sviluppa tra i nodi A - B - D- E che va a confluire dal pozzetto in A al Pozzetto in F (vedi figura 1), quest'ultimo coincidente con la linea fognaria dell'Ente Gestore, di direzione parallela all'asse stradale di Via della Costituzione.*

Al fine di determinare la dotazione di spazi pubblici pertinenti lo strumento urbanistico attuativo, si fa riferimento al volume lordo per gli insediamenti residenziali, attribuendo ad ogni abitante 150 mc di volume edificabile;

Nell'Area in esame, si stima per il calcolo una popolazione massima pari a 200 abitanti equivalenti.

$$Q = \frac{200 \times 350 \times 0,8}{86400} \times 2 = 0,65 \frac{l}{sec}.$$

- Considerate le lunghezze delle tubazioni ed i relativi dislivelli, si stabilisce una pendenza di progetto minima  $i$  assoluta pari a 0,004 m/m;
- Il diametro interno delle tubazioni pari a 0,20 m;
- Le scabrezze considerate uniformi e assunte pari a  $K_s = 80 \text{ m}^{1/3}/\text{sec}$  (**ghisa con incrostazioni leggere**).

Pertanto:

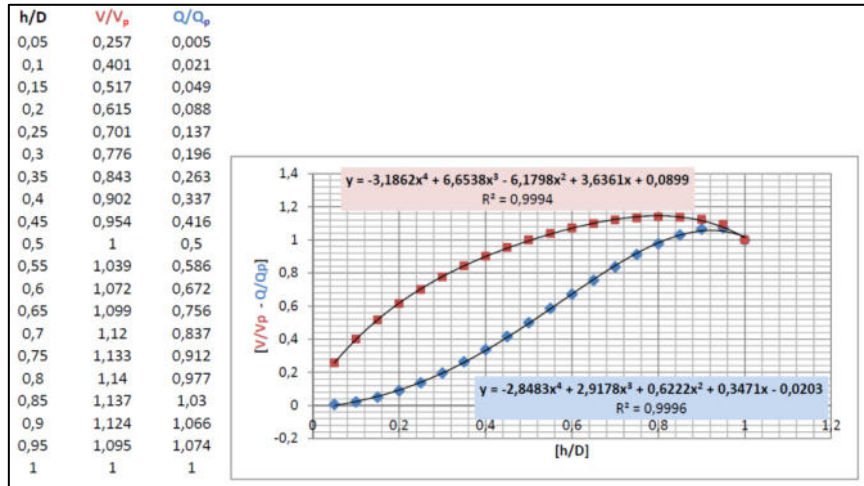
$k_s =$	<input type="text" value="80"/>	$[m^{1/3}/s]$	<b>Tipo di materiale</b>	<b>n</b> $[s/m^{1/3}]$	<b>m</b> $[m^{1/3}/s]$
$h =$	<input type="text" value="0,06"/>	$[m]$	Plastica (PVC e PE)	0,008	125
$D =$	<input type="text" value="0,2"/>	$[m]$	Calcestruzzo liscio	0,012	85
$i =$	<input type="text" value="0,004"/>	$[m/m]$	Calcestruzzo grezzo	0,015	70
$R =$	<input type="text" value="0,034"/>	$[m]$	Acciaio	0,012	85
$P =$	<input type="text" value="0,232"/>	$[m]$	Gres vetrificato	0,013	80
$A =$	<input type="text" value="0,008"/>	$[m^2]$	$\alpha = 2 \arccos(1 - 2 \cdot h/D)$		
$\chi =$	<input type="text" value="45,534"/>	$[m^{0.5}/s]$			
$V =$	<input type="text" value="0,53"/>	$[m/s]$			
$Q =$	<input type="text" value="0,00"/>	$[m^3/s]$			

Tab. 1. Calcolo Idraulico A Moto Uniforme Fognatura Nera, materiale Ghisa; tratto da A ad F.

$h/D$ $[m/m]$	$\alpha$ $[rad]$	$A$ $[m^2]$	$P$ $[m]$	$R$ $[m]$	$B$ $[m]$	$\chi$ $[m^{1/2}/s]$	$h$ $[m]$	$V$ $[m/s]$	$Q$ $[m^3/s]$
0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,05	0,9021	0,0006	0,0902	0,0065	0,0872	34,5692	0,0100	0,1764	0,0001
0,10	1,2870	0,0016	0,1287	0,0127	0,1200	38,6438	0,0200	0,2755	0,0005
0,15	1,5908	0,0030	0,1591	0,0186	0,1428	41,1699	0,0300	0,3549	0,0010
0,20	1,8546	0,0045	0,1855	0,0241	0,1600	43,0012	0,0400	0,4224	0,0019
0,25	2,0944	0,0061	0,2094	0,0293	0,1732	44,4253	0,0500	0,4811	0,0030
0,30	2,3186	0,0079	0,2319	0,0342	0,1833	45,5760	0,0600	0,5330	0,0042
0,35	2,5322	0,0098	0,2532	0,0387	0,1908	46,5270	0,0700	0,5789	0,0057
0,40	2,7389	0,0117	0,2739	0,0428	0,1960	47,3232	0,0800	0,6195	0,0073
0,45	2,9413	0,0137	0,2941	0,0466	0,1990	47,9933	0,0900	0,6554	0,0090
0,50	3,1416	0,0157	0,3142	0,0500	0,2000	48,5570	0,1000	0,6867	0,0108
0,55	3,3419	0,0177	0,3342	0,0530	0,1990	49,0273	0,1100	0,7137	0,0126
0,60	3,5443	0,0197	0,3544	0,0555	0,1960	49,4132	0,1200	0,7364	0,0145
0,65	3,7510	0,0216	0,3751	0,0576	0,1908	49,7200	0,1300	0,7549	0,0163
0,70	3,9646	0,0235	0,3965	0,0592	0,1833	49,9499	0,1400	0,7689	0,0181
0,75	4,1888	0,0253	0,4189	0,0603	0,1732	50,1019	0,1500	0,7784	0,0197
0,80	4,4286	0,0269	0,4429	0,0608	0,1600	50,1711	0,1600	0,7827	0,0211
0,85	4,6924	0,0285	0,4692	0,0607	0,1428	50,1456	0,1700	0,7811	0,0222
0,90	4,9962	0,0298	0,4996	0,0596	0,1200	50,0004	0,1800	0,7721	0,0230
0,95	5,3811	0,0308	0,5381	0,0573	0,0872	49,6711	0,1900	0,7519	0,0232
1,00	6,2832	0,0314	0,6283	0,0500	0,0000	48,5570	0,2000	0,6867	0,0216

$D (m) =$       
  $k_s (m^{1/3}/s) =$       
  $i (m/m) =$   VERIFICATO

Tab. 2. Calcolo Idraulico A Moto Uniforme Fognatura Nera; Parametri Geometrici; materiale Ghisa; tratto da A ad F.



Tab. 3. Risultati Calcolo Idraulico A Moto Uniforme Fognatura Nera: Valori Normalizzati; materiale Ghisa; tratto da A ad F.

### Risultati Verifica Idraulica delle Velocità:

Nello specifico, in ipotesi di moto uniforme, si considera verificata la tubazione in opera, avendo soddisfatto il parametro della Velocità entro i limiti della velocità di legge, pari a 0,49 m/s  $\approx$  0,5 m/s, perché considerate le ipotesi peggiorative. Si escludono inoltre, velocità generanti fenomeni erosivi maggiori di 4,00 m/s.

Il grado di riempimento (h /  $\emptyset$ ) ha valore 0,15, e perciò non supera il valore di 0,5 consigliato in normativa, per tubazioni come nel caso in esame di diametro inferiore ai 400 mm.

## Verifica Statica

Visto il caso della tubazione in ghisa come elemento con scabrezza maggiore, da verificare nell'ambito del calcolo statico sono le condotte interrate in PVC, soggette a **deformazione diametrale**.

Su misure effettuate sulle condotte interrate in PVC si è potuto verificare che una deformazione diametrale iniziale (1 ÷ 3 mesi) non superiore al 5% ed una deformazione diametrale finale (2 anni) non superiore al 8% costituiscono una garanzia nei confronti dell'assenza di fenomeni di collasso della tubazione.

La resistenza meccanica dei tubi destinati alle fognature è determinata dai carichi esterni ( $Q$ ) dati dalla somma di tre elementi:

- 1) carico del terreno ( $q_t$ );
- 2) carico del traffico o carichi mobili ( $q_m$ );
- 3) acqua di falda ( $q_f$ ).

Carico del terreno ( $q_t$ )

Il carico del terreno è dato da:

$$(q_t) = C_{d1} \cdot \gamma \cdot B$$

dove:

$C_{d1} = (1 - e^{-2 \cdot k \cdot \text{tg } \theta \cdot H/B}) / (2 \cdot k \cdot \text{tg } \theta)$  = coefficiente di carico per il riempimento in trincea;

$\gamma$  = peso specifico del terreno ( $\text{kg/m}^3$ );

$k = \text{tg}^2 (\pi/4 - \emptyset/2)$  = rapporto tra pressione orizzontale e verticale nel materiale di riempimento;

$\theta$  = angolo di attrito tra materiale di riempimento e pareti della trincea;

$\emptyset$  = angolo di attrito interno del materiale di riempimento;

$H$  = altezza del riempimento misurato a partire dalla generatrice superiore del tubo (m);

$B$  = larghezza della trincea, misurata in corrispondenza della generatrice superiore del tubo (m).

### Carichi mobili ( $q_m$ )

Il carico mobile è dato da:

$$q_m = (3/2\pi) \cdot [P/(H+D_e/2)^2] \cdot \phi$$

dove:

P = carico concentrato (kg) rappresentato da una ruota o da una coppia di ruote (P = 6000 kg rispecchia la situazione in cui sono previsti solo passaggi di autovetture e autocarri leggeri);

$D_e$  = diametro esterno del tubo;

H = altezza del riempimento misurato a partire dalla generatrice superiore del tubo (m);

$\phi$  = coefficiente correttivo che tiene conto dell'effetto dinamico dei carichi indicati con P, si assume uguale a  $1 + 0,3/H$ .

### Carico per l'acqua di falda ( $q_f$ )

Il carico per acqua di falda è dato da:

$$q_f = \gamma_{acqua} (H - H_1 + D_e/2)$$

dove:

$\gamma_{acqua}$  = peso specifico dell'acqua di falda  
( $\text{kg/m}^3$ );

H = altezza del riempimento misurata a partire dalla generatrice superiore del tubo (m);

$H_1$  = altezza del riempimento misurata a partire dal livello della falda

d'acqua (m);

$D_e$  = diametro esterno del tubo (m);

## Verifica a flessione del tubo

Le flessioni  $\Delta x$  di un tubo flessibile interrato sottoposto ad un carico sono rette dalla formula di Spangler, che per le deformazioni iniziali (1 ÷ 3 mesi) assume la forma di cui all'equazione

$$\Delta x = \frac{0,125 \cdot Q}{E \cdot (s/D_e)^3 + 0,0915 \cdot E_1}$$

mentre per determinare le deformazioni nel tempo (2 anni) si inserisce nella suddetta formula un coefficiente T che consente di tenere conto sia delle variazioni delle caratteristiche meccaniche del PVC, sia del comportamento del terreno nel tempo.

$$\Delta x = \frac{0,125 \cdot T \cdot Q}{\frac{E}{T} \cdot \left(\frac{s}{D_e}\right)^3 + 0,0915 \cdot E_1}$$

dove:

T = 2 (valore normalmente raccomandato in letteratura scientifica);

E = modulo di elasticità del PVC;

s = spessore del tubo (m);

D<sub>e</sub> = diametro esterno del tubo (m);

E<sub>1</sub> = (9·10<sup>4</sup>)/ a' · (H+4) (kg/m<sup>2</sup>);

H = altezza del riempimento misurata a partire dalla generatrice superiore del tubo (m);

a' = fattore dipendente dalla compattazione del rinfiacco del tubo; generalmente assumendo un indice della prova di Proctor del terreno di riempimento pari al 85% ⇒ a' = 1,5

I valori di deformazione diametrale da non superare, raccomandati dalle norme ISO/DTR 7073 per tubazioni in PVC conformi alla norma UNI EN 1401-1 tipo SN8 - SDR 34 (ex UNI 7447 tipo 303/1), sono:

1) dopo 1 ÷ 3 mesi:

$$x_{1\div 3} = (0,125 Q) / [E (s/D)^3 + 0,0915 E_1] < 8\% \text{ (valore max per tubi UNI EN 1401-1 tipo SN8 - SDR 34)}$$

2) dopo 2 anni:

$$x_2 = (0,125 T Q) / [E T (s/D)^3 + 0,0915 E_1] < 10\% \text{ (valore max per tubi UNI EN 1401-1 tipo SN8 - SDR 34)}$$

Pertanto:

**Carico del terreno:**

1. Trincea stretta dove si verifica  $B \leq 3D$  e  $B \leq H/2$

il carico del terreno  $q_{t1}$  è dato dalla formula:

$$q_{t1} = C * \gamma * B \text{ con}$$

$$C = (1 - e^{-2 * K \text{ tg } \theta * H/B}) / 2 * K \text{ tg } \theta$$

$$K = \text{tg} 2(\pi/4 - \phi/2)$$

dove:

$\gamma$  = peso specifico del terreno [kg/m<sup>3</sup>]

$\theta$  = angolo di attrito tra materiale di riempimento e pareti della trincea

$\phi$  = angolo di attrito interno del materiale di riempimento

Si assumono i valori:

Tipo di terreno di riempimento	Peso specifico [kg/m <sup>3</sup> ]
Terreni asciutti e ghiaia	1800
Terreno bagnato, argille limose	2000
Terreno sabbioso, sabbia argillosa	1900

$\phi$ (°)	k
32	0.307
38	0.238
34	0.283

$\theta$ (°)	tg $\theta$
35	0.726
30	0.577
33	0.649

2. Trincea infinita o terrapieno  $B \leq 10D_e$   $B \leq H/2$

Il carico è dato dall'espressione (a) dove C assume il valore costante di 1.

### **Carico mobile**

Per la determinazione del contributo del carico da traffico è usata l'espressione:

$$q_m = 3/2\pi * P * \varphi / (H + D_e/2)^2$$

dove :

$D_e$  = diametro esterno nominale della tubazione [m]

$H$  = altezza del riempimento misurato dalla generatrice superiore del tubo [m];

$\varphi$  = coefficiente correttivo **pari a  $1 + 0,3/H$  per i soli mezzi stradali,**

$1 + 0,3/H$  per i soli mezzi ferroviari nel caso il tubo non sia incamiciato da un tubo di acciaio così come previsto dalle normative di legge vigenti.

$P =$  3000 kg per Tipo traffico Agricolo (autovetture e autocarri di cantiere),

**6000 kg per Tipo traffico Medio (autovetture e autocarri leggeri),**

10000 kg per Tipo traffico Pesante (autovetture e autotreni pesanti).

### **Carico di falda**

Per la determinazione del carico di falda (eventuale), è usata l'espressione:

$$q_f = \gamma_{H_2O} * (H - H_1 + D_e/2)$$

dove:

$\gamma_{H_2O}$  = peso specifico dell'acqua di falda [kg/m<sup>3</sup>] che per semplicità si assume uguale a 1;

$H$  = altezza del riempimento misurato dalla generatrice superiore del tubo [m];

$H_1$  = altezza del riempimento misurato a partire dal livello dell'acqua di falda [m];

$D_e$  = diametro nominale esterno della tubazione [m].



## Calcolo Delle Interazione Tubo / Terreno

Il metodo interazioni tubo terreno di Spangler.

Si assume per semplicità che il carico sovrastante sia distribuito sull'intera semisezione, siamo nel caso di tubi lisci e al tempo  $t=0$  la formula di Spangler applicata è:

$$\Delta x = \Delta y = (0.125 * Q) / (E * (s/De)^3 + 0.0915 * E_1)$$

dove :

$\Delta x = \Delta y$  = deformazione diametrale, differenza tra il diametro del tubo a riposo e il diametro dopo la deformazione;

Q = carico complessivo [kg/m] derivante dai contributi peso del terreno, traffico ed eventuale falda;

E = modulo di elasticità del tubo (PE o PVC-U) [kg/m<sup>2</sup>];

s = spessore della tubazione, nel caso di pareti struttura è lo spessore equivalente [m];

De = diametro esterno della tubazione [m];

E<sub>1</sub> = modulo di elasticità del terreno [kg/m<sup>2</sup>].

Il modulo di elasticità del terreno cui è proporzionata la contropinta del terreno stesso sulle pareti laterali della tubazione è dato dalla espressione:

$$E_1 = (9 * 10^4) * (H + 4) / \alpha'$$

dove:

$\alpha'$  = fattore numerico che dipende dalla compattazione (vedi tab. seguente)

H = altezza del riempimento a partire dalla generatrice superiore del tubo [m].

Per la determinazione della deformazione diametrale a lungo termine si utilizza la stessa formula introducendo un fattore correttivo T:

$$\Delta x = \Delta y = (0.125 * T * Q) / ((E/T) * (s/De)^3 + 0.0915 * E_1)$$

dove :

T = 2 (valore raccomandato)

Compattazione Proctor %	$\alpha'$
95	1.0
90	1.5
85	1.5 <sup>2</sup>
80	1.5 <sup>3</sup>
75	1.2 <sup>4</sup>

Per il calcolo della deformazione percentuale è applicata la formula:

$$\text{Def}\% = (\Delta_x / D_e) * 100$$

<b>Condotta</b> Materiale: PVC-U Diametro [mm]: 160.00 Spessore [mm]: 4.70		<b>Prodotti commerciali</b> Linea prodotti: PVC-U UNI EN 1401-1																																													
<b>Trincea</b> Riempimento: Terreni asciutti e gl Larghezza [mm]: 460 Altezza min [mm]: 790 Altezza max [mm]: 1200		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Diametro</th> <th>Spessore</th> <th>SDR</th> <th>SN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>125.00</td><td>3.20</td><td>41.00</td><td>4.00</td></tr> <tr><td>125.00</td><td>3.20</td><td>51.00</td><td>2.00</td></tr> <tr><td>125.00</td><td>3.70</td><td>34.00</td><td>8.00</td></tr> <tr><td>160.00</td><td>3.20</td><td>51.00</td><td>2.00</td></tr> <tr><td>160.00</td><td>4.00</td><td>41.00</td><td>4.00</td></tr> <tr style="background-color: yellow;"><td>160.00</td><td>4.70</td><td>34.00</td><td>8.00</td></tr> <tr><td>200.00</td><td>3.90</td><td>51.00</td><td>2.00</td></tr> <tr><td>200.00</td><td>4.90</td><td>41.00</td><td>4.00</td></tr> <tr><td>200.00</td><td>5.90</td><td>34.00</td><td>8.00</td></tr> <tr><td>250.00</td><td>4.90</td><td>51.00</td><td>2.00</td></tr> </tbody> </table>		Diametro	Spessore	SDR	SN	125.00	3.20	41.00	4.00	125.00	3.20	51.00	2.00	125.00	3.70	34.00	8.00	160.00	3.20	51.00	2.00	160.00	4.00	41.00	4.00	160.00	4.70	34.00	8.00	200.00	3.90	51.00	2.00	200.00	4.90	41.00	4.00	200.00	5.90	34.00	8.00	250.00	4.90	51.00	2.00
Diametro	Spessore	SDR	SN																																												
125.00	3.20	41.00	4.00																																												
125.00	3.20	51.00	2.00																																												
125.00	3.70	34.00	8.00																																												
160.00	3.20	51.00	2.00																																												
160.00	4.00	41.00	4.00																																												
160.00	4.70	34.00	8.00																																												
200.00	3.90	51.00	2.00																																												
200.00	4.90	41.00	4.00																																												
200.00	5.90	34.00	8.00																																												
250.00	4.90	51.00	2.00																																												
<b>Posa</b> Compattazione: 85% Proctor-Terreno non compattato (>=10cm), reinterro legg. compattato sino gen.																																															
<b>Falda</b> (input facoltativo) Altezza [m]: 1.5 Peso specifico [kg/m³]: 1000		<b>Traffico</b> Carico: Medio Tipo: Stradale																																													
<b>Risultati breve periodo</b> Altezza min [%]: 2.99 Altezza max [%]: 1.52		<b>Risultati lungo periodo</b> Altezza min [%]: 7.05 Altezza max [%]: 3.54																																													

Tab. 4. Risultati Calcolo Statico su tubazione PVC 160 SN 8 SDR 34 UNI EN 140 1-1.

### Risultati Verifica Statica:

La documentazione tecnica di riferimento raccomanda di contenere le deformazioni diametrali nell'applicazione scarico a pelo libero:

entro 2,5% a breve termine e 8% a lungo termine (classi di rigidità SN2)

entro 8% a breve termine e 10% a lungo termine (classi di rigidità SN4, SN8, SN16) e nell'applicazione pressione.

Entro 2,5% a breve termine e 5% a lungo termine (tutte le classi PN).

In base ai risultati svolti ed evidenziati in tab.4., visti i limiti raccomandati per le deformazioni diametrali delle tubazioni, la condotta risulta staticamente verificata a carichi normalmente presenti sulle strade di accesso alla zona residenziale, cui assolve la funzione di scarico.

## Conclusioni

La verifica idraulica della fognatura nera individuata in figura 1, comprensiva di tubazione e pozzetti divisori, per i parametri stimati risulta soddisfatta.

La verifica statica della fognatura nera individuata in figura 1, comprensiva di tubazione e pozzetti divisori, per i parametri stimati risulta soddisfatta.

### Raccomandazione:

- I) Lo scavalco della tubazione in PVC della Condotta Acque Bianche ne evita lo schiacciamento per cedimento differenziale della tubazione in Cls, ma pone su materiale rigido la posa della tubazione stessa in PVC al suo incrocio con la condotta bianca. Si raccomanda quindi la realizzazione di cavallotto con getto magro in opera e rete Ø 8mm in corrispondenza del passaggio della condotta in PVC su condotta CLS.
- II) L'attraversamento della condotta in ghisa nel tratto della vasca di laminazione delle acque meteoriche viene eseguito tramite una tubazione di camicia della condotta in ghisa costituita da polietilene ad alta densità PEAD corrugato, senza interruzione, di lunghezza paria a mt 7, i cui estremi sono contenuti entro i pozzetti di ispezione in a monte e valle dell'inguinamento, in corrispondenza delle pareti della vasca stessa.

## Manutenzione

La corretta manutenzione della rete idrica risulta fondamentale per la prevenzione del rischio di malfunzionamento dell'opera di fognatura.

Il Committente deve provvedere a garantire l'efficienza del sistema di propria competenza ponendo particolare attenzione alla manutenzione ordinaria.

In riferimento di raccomandazione

1. Rimozione dei sedimenti dal pozzetto di ispezione ogni 2 anni;
2. Pulizia dai sedimenti dalla rete di tubazione circolare una volta ogni 3 anni.
3. Pulitura straordinaria del sedimento relativo al deposito ciclico all'interno della tubazione di fognatura sotterranea, tramite rimozione a getto d'acqua waterjet o similari tecnologie.

Quale modalità d'uso corretta si indica la necessità di eseguire controlli periodici atti a verificare il mantenimento di buone condizioni di funzionamento e scarico delle condotte, ad evitare la formazione di accumuli indesiderati e consentire di intervenire tempestivamente al fine di non ridurre il rendimento della condotta stessa, ed alla verifica di tenuta e conservazione sia dei pozzetti che dei chiusini\_



---

## BIBLIOGRAFIA.

- Centro Studi Deflussi Urbani, “Sistemi di fognatura. Manuale di progettazione”, Ed. Hoepli, Milano, 1997
  - G. De Marchi (1986): “Idraulica”, Vol. I: Parte II, Ed. I. Hoepli, Milano;
  - G. Alfonsi, E. Orsi (1984): “Problemi di idraulica dei fluidi”, Ed. Casa Editrice Ambrosiana, Milano;
  - D. Citrini, G. Nosedà (1987): “Idraulica”, II Edizione, Ed. Casa Editrice Ambrosiana, Milano;
  - E. Marchi, A. Rubatta (1981): “Meccanica dei fluidi”, Ed. UTET, Torino;
  - V.T. Chow (1959): “Open Channel Hydraulics”, Ed. McGraw-Hill, New York;
  - G. Becciu, A. Paoletti (2005): “Esercitazioni di costruzioni idrauliche”, III Edizione, Ed. CEDAM, Padova;
  - S. Artina (a cura di) ed altri Autori (1997): “Sistemi di fognatura”, CSDU, Ed. U. Hoepli, Milano;
  - A. Paoletti (1996): “Sistemi di fognature e drenaggio”, II Edizione, Ed. CUSL, Milano;
  - R. Rosso (1999): “Sistemi di drenaggio”, Corso di infrastrutture idrauliche, Ed. CUSL, Milano;
  - C. Gisonni, H.W. Hager (2012): “Idraulica dei sistemi fognari – Dalla teoria alla pratica”, Ed. Springer Verlag Italia, Milano.
  - L. Da Deppo, C. Datei (2003): “Fognature”, III Edizione, Ed. Libreria Internazionale Cortina, Padova.
  - G. Becciu (2010): “Canali e condotte a pelo libero”, Lezioni di Costruzioni Idrauliche I, Nuovo Materiale didattico - Esercitazioni, Acquedotti e Canali, Sez. SIA, Ed. DIAR, Politecnico, Milano.
-