

## DESCRIZIONE INTERVENTO:

COMUNE DI  
COLLE BRIANZA



COMUNE DI  
S. MARIA HOE'



REALIZZAZIONE NUOVI TRATTI DI ACQUEDOTTO A SERVIZIO DELLA  
FRAZIONE PAU' DI SANTA MARIA HOE'

## COMMITTENTE:



**Lario Reti Holding S.p.A.**  
GESTORE SERVIZIO IDRICO INTEGRATO

## RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

ing. Roberto Serra Groppeoli

*[Signature]*  
Tel. + 39 0341 1917.43  
E-mail: r.serragroppeoli@larioreti.it

## STUDIO DI PROGETTAZIONE:



DIVISIONE INGEGNERIA - PROGETTAZIONE INVESTIMENTI

Lecco Via Fiandra 13, 23900 (LC)

Tel. + 39 0341 359.111

Pec: ingegneria@larioretipec.it

LARIO RETI HOLDING

## PROGETTISTA:

ing. Marco Rusconi

*[Signature]*  
Tel. + 39 0341 359.120  
E-mail: m.rusconi@larioreti.it

## FASE PROGETTUALE:

PROGETTO DEFINITIVO

## ALLEGATO:

NUMERO:

T1

RELAZIONE SPECIALISTICA, PRIME INDICAZIONI PER LA STESURA  
DEL PIANO DELLA SICUREZZA E QUADRO ECONOMICO

SCALA:

## CSP:

ing. Marco Rusconi

Tel. + 39 0341 359.120

E-mail: m.rusconi@larioreti.it

## COLLABORATORI:

ing. Manuela M. Rigamonti

REDATTO	DATA	VERIFICATO	DATA	APPROVATO	DATA
MMR	settembre 2019	MR	novembre 2019	MR	novembre 2019
REVISIONE N.	DESCRIZIONE:				DATA

NUMERO  
INTERVENTO:

PDA 2017-102 EX

CODICE  
PROGETTO:

AB04

COMMESSA :

45222

## Indice

<b>1. Premessa .....</b>	<b>2</b>
<b>2. Stato di fatto .....</b>	<b>3</b>
2.2 Rete e manufatti di fognatura esistenti .....	3
2.3 Rete acquedotto esistente .....	3
<b>3. Analisi dei vincoli sul territorio.....</b>	<b>5</b>
<b>4. Analisi della componente ambientale e paesaggistica .....</b>	<b>5</b>
<b>5. Opere in progetto.....</b>	<b>6</b>
5.2 Generalità.....	6
5.3 Descrizione delle opere in progetto .....	6
5.4 Interferenza sottoservizi .....	8
<b>6. Dimensionamenti e verifiche idrauliche.....</b>	<b>8</b>
6.1 Metodo di calcolo delle portate .....	8
6.2 Verifica idraulica condotte a gravità .....	9
6.3 Rete acquedotto .....	12
<b>7. Verifiche statiche tubazioni.....</b>	<b>13</b>
7.1 Analisi dei carichi sulle tubazioni .....	13
7.2 Verifica statica tubazioni .....	16
<b>8. Prime indicazioni e disposizioni per la stesura dei piani di sicurezza .....</b>	<b>23</b>
<b>9. Gestione delle terre da scavo .....</b>	<b>23</b>
<b>10. Disponibilità delle aree .....</b>	<b>23</b>
<b>11. Cronoprogramma delle fasi attuative .....</b>	<b>24</b>
<b>12. Quadro economico .....</b>	<b>24</b>

## 1. Premessa

La presente relazione descrive le opere relative al progetto definitivo di “Realizzazione nuovi tratti di fognatura e acquedotto a servizio della frazione Cagliano di Colle Brianza e della Frazione Paù di Santa Maria Hoè.

Il progetto fa seguito al primo studio di fattibilità presentato all'ufficio d'Ambito di Lecco nell'ottobre 2015 e redatto dalla società Idrolario srl.

La criticità rilevante, che ha mosso i comuni di Colle Brianza e Santa Maria Hoè a chiedere uno studio di adeguamento della fognatura, è che lo scarico e l'impianto di depurazione di Cagliano, frazione di Colle B.za, ricadono all'interno dell'area di rispetto della sorgente “Paù” del Comune di Santa Maria Hoè: unica sorgente che alimenta l'omonimo serbatoio di acquedotto a servizio della frazione sottostante. La condotta di scarico ed il bypass dell'impianto di depurazione infatti, si immettono nel reticolo idrico minore (affluente del Molgora), posto a un centinaio di metri est del depuratore.

Nel medesimo intervento si prevede di adeguare e potenziare anche la rete di acquedotto, infatti in alcuni tratti le tubazioni sono vetuste e negli ultimi anni si stanno verificando numerose perdite.

Le opere in progetto sono previste per lo più su strada asfaltata comunale e su mulattiera comunale, tranne per alcuni tratti di tubazione che attraversano proprietà private e per le quali verrà attivata la procedura di esproprio/servitù.

L'intervento in oggetto risulta inserito nel programma degli interventi allegato alla delibera del C.d.A. dell'Ufficio d'Ambito di Lecco n.115 del 19/07/2018 e approvata dal Consiglio Provinciale di Lecco con delibera n. 60 del 01/10/2018.

Il presente progetto viene redatto a cura dell'ufficio tecnico della società Lario Reti Holding S.p.a. in conformità con quanto previsto dalla vigente normativa in materia, ed in particolare secondo quanto indicato dal D.lgs. n°50/2016 e sue successive modifiche ed integrazioni.

## 2. Stato di fatto

L'intervento si colloca a cavallo dei due comuni di Colle Brianza e di Santa Maria Hoè, più precisamente nelle frazioni Cagliano e Paù, sino all'inizio di Sancina.

Da nord, le strade comunali principalmente interessate dai lavori sono via R. Sanzio, mulattiera comunale (*dall'agriturismo "San Genesio" sino all'incrocio con via Piave*) via Piave e via Risorgimento.

Al fine di acquisire tutti i dati e gli elementi necessari per una corretta progettazione delle opere delle opere, si sono eseguiti sopralluoghi nella zona oggetto di intervento ed è stato realizzato un rilievo piano altimetrico di dettaglio, con particolare riferimento alle quote stradali, alle quote dei chiusini e alla profondità delle reti in servizio.

Inoltre sono stati interpellati i Gestori delle reti tecnologiche:

- Telecom;
- Enel;
- 2i gas (*per il comune di Santa Maria Hoè*);
- Lario reti gas (*per il comune di Colle Brianza*);

il tutto al fine di verificare, per quanto possibile, la consistenza e la posizione dei sottoservizi esistenti e quindi valutare le eventuali interferenze con le opere previste in progetto.

La segnalazione esatta verrà eseguita in modo puntuale prima dell'inizio dei lavori direttamente in campo dagli Enti competenti.

Tutte le informazioni raccolte sono riassunte negli allegati "All.G4 Planimetria altri sottoservizi esistenti" e "All.T2 Documentazione fotografica".

### 2.2 Rete e manufatti di fognatura esistenti

La situazione attuale è riscontrabile nell'allegato "G3.1 Planimetria generale rete fognatura e inquadramento fotografico – stato di fatto".

#### COLLE BRIANZA

Nella frazione Cagliano di Colle Brianza le reti di fognatura risultano essere già separate; i reflui convogliano nell'impianto di depurazione "Cagliano" che, per i motivi di cui in premessa, sarà oggetto di dismissione. Le tubazioni sono in PVC diametro 250mm e la cameretta di intercettazione prima del depuratore è la numero 464.

#### SANTA MARIA HOE'

La frazione Paù di Santa Maria Hoè non è dotata di rete di fognatura nera e le abitazioni scaricano in fossa biologiche private. La prima cameretta di fognatura pubblica esistente è la numero 180 nella frazione Sancina; la tubazione in uscita è in PVC diametro 200mm.

### 2.3 Rete acquedotto esistente

La situazione attuale è riscontrabile nell'allegato "G2.1 Planimetria generale rete acquedotto – stato di fatto" e G2.3 "Schema altimetrico delle reti di acquedotto".

#### COLLE BRIANZA

L'approvvigionamento idrico del Comune di Colle Brianza è costituito da due fonti idriche principali: la presa dall'acquedotto "Brianteo" e le sorgenti Tassit, Awai e Chignolo. Il serbatoio Lariana (567,70

m s.l.m) raccoglie l'acqua provenienti dal Brianteo e dalle sorgenti sopra menzionate e tramite pompaggio alimenta i serbatoi: San Nicola (590 m s.l.m), Scerizza (699,80 m s.l.m) e Giovenzana (720 m s.l.m); quest'ultimo, oltre a distribuire acqua in rete, alimenta la vasca di raccolta Cagliano (693,90 m s.l.m), dotata di stazione di pompaggio per il serbatoio San Genesio (849 m s.l.m) a servizio della frazione di Campsirago.

La rete che interessa la frazione Cagliano, oggetto del presente progetto, è alimentata dal serbatoio Giovenzana sito a 720m s.l.m.

Le tubazioni presenti sono in PEAD De 63 / 75 / 90 mm.

La rete di acquedotto è posata per lo più su strada comunale asfaltata, mentre per alcuni tratti attraversa le proprietà private.

### SANTA MARIA HOE'

L'approvvigionamento idrico del Comune di Santa Maria Hoè è costituito da tre fonti idriche principali: la presa dall'acquedotto "Brianteo, le sorgenti Breviglieri e Paù e il pozzo statale.

I serbatoi a servizio del comune sono: Rovagnate (367,10 m s.l.m), Roccolo (420 m s.l.m.), Breviglieri (458,20 m s.l.m.) Giacobina (439,42 m s.l.m) e Paù (527,10 m s.l.m).

Per quanto inerente il nostro progetto, la frazione di Paù è alimentata dall'omonimo serbatoio e dalla sorgente Paù Alta. L'opera di captazione è costituita da una vasca di raccolta e cabina di pompaggio dove avviene anche il trattamento dell'acqua tramite filtri U.V. ed ipoclorito di sodio; è posta poco più a valle della sorgente e, tramite condotta in ACCIAIO DN50mm, oltre ad immettere in rete, rilancia al serbatoio Paù, posto in proprietà privata. La criticità di questo serbatoio, infatti, soprattutto per eventuali situazioni di emergenza, è senza dubbio il fatto di trovarsi completamente in proprietà privata. Per accedervi con mezzi è necessaria la presenza della proprietaria del terreno su cui insiste il serbatoio che ne consente l'accesso carraio alla sua proprietà e di conseguenza al serbatoio. Il carico del serbatoio, come sopra menzionato, avviene tramite unica condotta che fa anche da distribuzione. Lo scarico di fondo è costituito da una tubazione in ACCIAIO DN65mm, interrotta in prossimità della porta di ingresso al serbatoio, pertanto, in caso di svuotamento della vasca, l'acqua andrà necessariamente a disperdersi nel terreno di proprietà privata, creando un notevole disagio (come già successo in passato).

Dall'analisi sulla rete esistente è emerso che, lungo le vie oggetto dell'intervento di fognatura, sono presenti delle condotte di acquedotto di diametro ridotto e che passano anche in proprietà privata. Le tubazioni presenti sono in ACCIAIO DN 50 mm in uscita dalla vasca di raccolta Paù fino all'omonimo serbatoio (adduzione e distribuzione); dall'incrocio mulattiera/via Piave fino all'abitato troviamo una tubazione in PEAD De 90 mm. In direzione Santa Maria Hoè inferiore prosegue una tubazione in ACCIAIO DE 50 mm. Per servire l'ultima casa prima della frazione Sancina è presente un rompitratte per diminuire la pressione in esercizio. Questa vasca si trova in proprietà privata e non ne è possibile l'accesso con mezzi, solo pedonale. Anche questo sarà oggetto di dismissione.

La rete di acquedotto è posata in parte su strada comunale asfaltata, in parte già su mulattiera comunale e in parte lungo prati di proprietà privata.



### 3. Analisi dei vincoli sul territorio

Si rimanda alla tavola "G1 – Inquadramento territoriale e strumenti urbanistici" per l'individuazione su cartografia dei vincoli.

Il vigente PGT del Comune di Colle Brianza individua presso l'area oggetto di intervento i seguenti vincoli:

- Aree di notevole interesse pubblico (intero territorio comunale di Colle Brianza).
- Classe di fattibilità geologica 3 (consistenti limitazioni)
- Classe di fattibilità geologica 4 (gravi limitazioni);
- Fascia di rispetto impianto di depurazione;
- Fascia di rispetto sorgenti;
- Area boscata.

Il vigente PGT del Comune di Santa Maria Hoè individua presso l'area oggetto di intervento i seguenti vincoli:

- Aree di notevole interesse pubblico (intero territorio comunale di Santa Maria Hoè).
- Classe di fattibilità geologica 3 (consistenti limitazioni);
- Classe di fattibilità geologica 4 (gravi limitazioni);
- Fascia rispetto reticolo idrico minore;
- Fascia di rispetto sorgenti;
- Vincolo idrogeologico.

### 4. Analisi della componente ambientale e paesaggistica

Analizzando l'impatto delle opere in progetto è possibile affermare che non sussistono particolari problemi né dal punto di vista ambientale né dal punto di vista visivo. L'intervento relativo alla posa di tubazioni e manufatti interrati non altera in maniera significativa lo stato dei luoghi; infatti a lavori ultimati verranno ripristinati i luoghi a perfetta regola d'arte, secondo lo stato esistente prima degli interventi.

- **Autorizzazione Paesaggistica:** secondo il D.PR 31/2017 art. 2 allegato "A" lett. A.15 gli interventi di cui sopra (*posa tubazioni e manufatti interrati*) sono esclusi dall'autorizzazione paesaggistica. Per quanto riguarda invece le modifiche esterne al serbatoio Paù (*spostamento porta di ingresso, nuova recinzione e vano tecnico contatore e quadro elettrico*) saranno oggetto di apposita richiesta in fase di Conferenza dei servizi.
- **Aree boscate (art. 142 del D.Lgs.42/2004):** per quanto riguarda i lavori ricadenti in area boscata in comune di Colle Brianza, dato che il sedime di scavo per la posa di tubazioni di acquedotto e fognatura risulta essere un sentiero esistente (*mulattiera comunale*) è stata trasmessa richiesta di verifica esistenza del vincolo alla Comunità Montana Lario Orientale Valle San Martino. Verrà valutata quindi successivamente la convocazione dell'Ente alla Conferenza dei Servizi per l'eventuale trasformazione del bosco.

## 5. Opere in progetto

### 5.2 Generalità

Le scelte progettuali in seguito descritte derivano:

- dall'esame della realtà territoriale ed urbanistica delle aree interessate;
- dal rilievo topografico di superficie e geometrico dei manufatti e reti di fognatura ed acquedotto esistenti;
- dalle considerazioni sulle possibili evoluzioni nel tempo dei principali parametri normalmente utilizzati nel dimensionamento delle tubazioni.

La scelta dei materiali costituenti le tubazioni è stata fatta tenendo presenti diversi fattori quali la durabilità nel tempo, la resistenza sia chimica che fisica ai fluidi trasportati, la resistenza meccanica ai carichi esterni, le condizioni urbanistiche ove si va ad intervenire.

Il materiale scelto per le tubazioni di fognatura a gravità è il PVC SN8, mentre l'acquedotto si farà affidamento al PEAD PN16. I sottofondi e rinfianchi delle tubazioni sono stati ipotizzati in relazione ai carichi statici (rinterri) cui saranno sottoposte le condotte, in modo da evitare qualsiasi pericolo di fessurazione o rottura.

### 5.3 Descrizione delle opere in progetto

#### FOGNATURA

Il presente progetto prevede la dismissione dell'impianto di depurazione di Cagliano, frazione di Colle Brianza e la conseguente realizzazione di nuovi tratti di fognatura.

La nuova condotta sarà in PVC 250mm, partirà dalla cameretta esistente n. 464 in via Raffaello Sanzio (*prima del depuratore da dismettere*) e proseguirà in via Piave sino all'incontro con la mulattiera comunale nei pressi dell'agriturismo "San Genesio". A questo punto seguirà tutto il percorso sulla mulattiera, attraverserà la frazione Paù tramite il passaggio in proprietà private, e tornerà su strada comunale in Via Risorgimento sino all'innesto nella cameretta n. 180 nella località Sancina.

Le opere consistono nel dettaglio (rif. Tavola G3.2):

- realizzazione e posa di tubazione di fognatura a gravità in PVC DN250 mm SN8, per una lunghezza complessiva pari a circa 1.980 m ad una profondità di 1,20m (fino ad un massimo di 2,00 m nella cameretta N.18.1);
- realizzazione e posa di n. 53 camerette di ispezione lungo il tratto di rete di fognatura;
- realizzazione e posa di n. 1 cameretta di ispezione lungo il tratto di rete acque bianche (innesto tubazione di scarico di fondo del serbatoio Paù);
- partenza dalla cameretta esistente "464" in via R. Sanzio a Colle B.za, fraz. Cagliano;
- innesto nella cameretta esistente "182" in via Risorgimento a S. Maria Hoè, fraz. Sancina.

Per tutto il tratto sono previste le relative camerette di ispezione e la predisposizione degli allacciamenti dei privati.

#### ACQUEDOTTO

Sfruttando il percorso previsto per il passaggio della tubazione di fognatura, verrà potenziata la rete di acquedotto con condotte in PEAD DE90mm con tracciato su strada comunale, evitando il passaggio su proprietà privata (tranne per le tubazioni in uscita dal serbatoio Paù che saranno

oggetto di servitù). Con questo intervento si prevede il collegamento della rete di distribuzione di Cagliano con il serbatoio di acquedotto Paù (*collegamento di emergenza che resterà normalmente chiuso: da attivare solo in caso di svuotamento vasca, quindi tramite bypass e riduttore di pressione la distribuzione sarà garantita, oppure in caso di inefficienza della sorgente Paù*). Vedasi elaborati grafici "G2.4 e G2.5" per opere idrauliche, murarie e sistemazioni esterne al serbatoio.

Per migliorare anche l'accesso al serbatoio, ma soprattutto svincolarci dal passaggio (*almeno pedonale*) in proprietà privata, è previsto in progetto un ingresso diretto dalla mulattiera comunale, che comporta lieve modellazione del terreno, modifica della recinzione esistente e inserimento di due cancelletti di accesso, oltre allo spostamento della porta di ingresso al serbatoio. Resta, per emergenze più gravi, l'accesso carraio subordinato alla presenza della proprietà su cui insiste il serbatoio.

#### PASSACAVI ENEL e VANO CONTATORI

Nel medesimo intervento si prevede la posa di un passacavi ENEL come predisposizione per portare alimentazione elettrica al serbatoio Paù. Attualmente è presente un pannello fotovoltaico posto sul tetto del serbatoio per il collegamento al telecontrollo Larioreti Holding.

E' infatti in progetto la realizzazione di apposito vano tecnico, con accesso dalla mulattiera, atto al contenimento del contatore ENEL e quadro elettrico. Il cavidotto sarà posato su mulattiera comunale, dall'incrocio con via Piave, sino al nuovo vano tecnico posto sulla recinzione del serbatoio. Vedasi allegati "G.2.2, G.2.4 e G2.5".

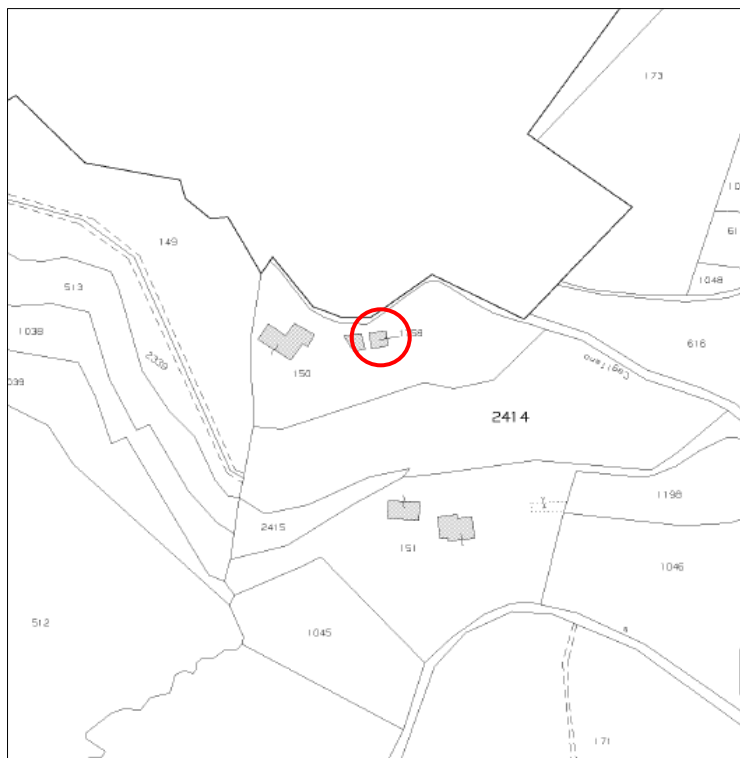


Figura 1 - Estratto mappa catastale, part. 1758 (serbatoio) fg.904  
Comune di Santa Maria Hoè



Le opere consistono nel dettaglio (rif. Tavola G2.2):

- Sostituzione rete acquedotto e posa di una tubazione in PEAD DE 90 mm PN16 PE100 per una lunghezza di circa 2.175 m ad una profondità di circa 1.00m che verrà collegata alla rete esistente, di cui:
  - 1515m su strada asfaltata (via R. Sanzio, via Piave, fraz. Paù e via Risorgimento)
  - 660m su mulattiera comunale (255m adduzione da rete Cagliano, 135m adduzione da sorgente Paù, 135m distribuzione e 135m scarico di fondo)
- posa di n. 7 saracinesche in posizione idonea per il sezionamento della rete e il rifacimento di tutti gli allacciamenti presenti;
- posa di n. 5 idranti a colonna;
- posa di cameretta con valvola riduttrice di pressione (nodo A).
- posa passacavi interrato in PE corrugato de 125 mm per una lunghezza pari a 135m circa, ad una profondità di 1m, per predisposizione alimentazione elettrica serbatoio + pozzetti in cls 50x50 (circa uno ogni 40 m)

I sottofondi e rinfilanchi per le tubazioni sono stati ipotizzati in relazione ai carichi statici (rinterri) cui saranno sottoposte le condotte, in modo da evitare qualsiasi pericolo di fessurazione o rottura, adottando di norma il seguente schema (Rif. tavola G5):

- sottofondo di 0,15 m in sabbia;
- rinfilanco in sabbia fino a 0,10 m sopra il cielo del tubo;
- rinterro con mista naturale di cava e/o materiale proveniente dallo scavo;
- massicciata stradale 0,30 m;
- ripristini stradali come allo stato attuale secondo le indicazioni di progetto.

## 5.4 Interferenza sottoservizi

Nell'area di intervento sono presenti i seguenti sottoservizi potenzialmente interferenti:

- Gasdotto – 2iReteGas (comune di Santa Maria Hoè)
- Gasdotto – Larioreti Gas (comune di Colle Brianza)
- Linea elettrica – ENEL
- Linea Telefonica - TELECOM

In sede di esecuzione dei lavori sarà necessario coordinare tempestivamente un sopralluogo con gli enti gestori prima dell'inizio delle lavorazioni e adottare la massima prudenza usando ogni precauzione idonea ad evitare danneggiamenti dei sottoservizi e il rischio di gravi infortuni.

Nell'elaborato grafico "G5 Planimetria altri sottoservizi" è riportato il tracciamento indicativo dei sottoservizi derivante dal coordinamento con i vari enti (quelli che hanno ad oggi risposto).

## 6. Dimensionamenti e verifiche idrauliche

### 6.1 Metodo di calcolo delle portate

La verifica viene effettuata considerando la portata di punta del giorno di massimo consumo.

Il calcolo è stato effettuato considerando la portata complessiva della località Cagliano (*in previsione della dismissione dell'impianto di depurazione*) e quella della località Paù.

Confrontando i dati di portata  $Q_m$  e  $Q_{p,max}$ , dichiarati nell'autorizzazione allo scarico dell'impianto di Cagliano con i consumi idrici effettivi dell'anno 2018, se pur molto simili, si è deciso in via cautelativa

di considerare i dati derivanti dai consumi del 2018, assumendo un coefficiente d'afflusso in fognatura  $\alpha=0,8$ .

Come si evince dalla tabella la portata media nera giornaliera  $Q_n$  è pari a 0,5 l/s.

CONSUMI 2018	mc/anno	$Q_n$ (l/s) giorno
CAGLIANO	7150	0,45
PAU'	680	0,04
		<b>0,50</b>

Tabella 1: Portata nera  $Q_n$  da consumo idrico 2018

La portata media del giorno di massimo consumo  $Q_m$  è data da:

$$Q_m = Q_n \cdot C_g$$

La portata di punta nel giorno di massimo consumo  $Q_p$  (che è la portata di verifica per le nuove reti fognarie) risulta:

$$Q_{p,max} = Q_m \cdot C_p$$

Dove  $C_g$  e  $C_p$  rappresentano rispettivamente il coefficiente di punta giornaliera ed il coefficiente di punta oraria e sono individuati facendo affidamento alla seguente tabella:

Classe demografica	$C_g$	$C_p$
< 50.000 ab	1,50	1,50
50.000 ÷ 100.000 ab	1,40	1,40
100.000 ÷ 300.000 ab	1,30	1,35
> 300.000 ab	1,25	1,30

Tabella 2: Coefficienti di punta giornaliera e oraria

Per il presente intervento si considera  $C_g=1,50$  e  $C_p=1,50$ .

$$Q_m = Q_n \cdot C_g = 0,50 \cdot 1,5 = 0,75 \text{ l/s}$$

$$Q_{p,max} = Q_m \cdot C_p = 0,75 \cdot 1,5 = \mathbf{1,12 \text{ l/s PORTATA DI PUNTA ORARIA}}$$

## 6.2 Verifica idraulica condotte a gravità

Per il calcolo idraulico dei condotti di fognatura si ammette che la portata in essi defluente si muova con moto uniforme.

Questa ipotesi, pur non essendo mai esattamente conforme alle reali condizioni di movimento, viene normalmente accettata per la sua semplicità, anche in conformità delle enormi semplificazioni proprie dello schema di funzionamento idraulico ammesso per la teoria sulla quale poggiano i calcoli di dimensionamento.

La formula più comunemente usata è quella di Chezy:

$$Q = A \cdot \chi \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

dove  $Q$  è la portata in mc/s,  $A$  è l'area della sezione bagnata in  $m^2$ ,  $\chi$  è un coefficiente che tiene conto della scabrezza della condotta,  $R$  è il raggio idraulico in metri,  $i$  è la pendenza di fondo del condotto.

Per il calcolo del coefficiente  $\chi$  si è adottata l'espressione di Strickler:

$$\chi = K_s \times R^{1/6}$$

con  $K_s = 100 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$  utilizzato nel caso di condotti in materiale plastico e  $K_s = 80 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$  nel caso di tubazioni in grès ceramico.

Si sono inoltre di norma assunti valori del grado di riempimento non superiori a 80 % per consentire un più agevole deflusso delle acque nei condotti anche in presenza di onde od increspature della superficie liquida.

Conformemente alla Circ. Min. LL.PP. n.11633 (Pres. Cons. Sup. - Serv. Tecn. Centr.) del 7.1.1974: "Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto", si sono adottate caratteristiche delle tubazioni (diametro, pendenza, materiale) tali da contenere, ove possibile, le velocità entro i valori consigliati

$$V_{media} \geq 0,5 \text{ m/sec}; V_{max} \leq 5 \text{ m/sec}$$

in modo da impedire il deposito di sostanze sedimentabili durante i periodi di magra e l'erosione della superficie interna delle tubazioni in occasione delle portate di punta.

La verifica è stata effettuata considerando le tratte più critiche ovvero quelle con pendenza massima e minima per ciascuna tratta di rete fognaria di nuova realizzazione.

#### TRATTA 464-180

##### Verifica idraulica – Tratto N19-N20

Tratto con maggior pendenza.

Si considera, a favore di sicurezza, le portate complessive delle frazioni Cagliano e Paù:

$$Q_m = 0,75 \text{ l/s}$$

$$Q_{p,max} = 1,12 \text{ l/s}$$

La nuova rete sarà realizzata con tubazioni in PVC DE 250mm SN8 ( $D_i = 235,4\text{mm}$ ),  $K_s = 100\text{m}^{1/3}/\text{s}^{-1}$

Pendenza  $i = 30,72\%$

ALTEZZA mm	VELOCITA' m/s	PORTATA l/s
5,0	1,23	0,28
6,5	1,45	0,48
7,9	1,66	0,75
9,4	1,86	1,08
10,8	2,04	1,47
12,3	2,217	1,925
13,8	2,38	2,45
15,2	2,54	3,03
16,7	2,70	3,68
18,1	2,85	4,40
19,6	2,99	5,18
21,1	3,13	6,03
22,5	3,27	6,94
24,0	3,40	7,92
25,4	3,53	8,97

Riempimento con  $Q_m$ :  $3,36\% < 80\%$

Velocità con  $Q_m$ :  $0,5 \text{ m/s} \leq 1,66\text{m/s} \leq 5 \text{ m/s}$

Riempimento con  $Q_{p,max}$ :  $3,98\% < 80\%$

Velocità con  $Q_{p,max}$ :  $0,5 \text{ m/s} \leq 1,86\text{m/s} \leq 5 \text{ m/s}$

VERIFICA POSITIVA

Come si può notare dalle tabelle soprariportate, le verifiche risultano soddisfatte in quanto il riempimento della condotta risulta inferiore a 80% e la velocità è compresa nell'intervallo 0,5 ÷ 5 m/s.

#### Verifica idraulica – Tratto N20-N21

Tratto con minor pendenza.

Si considera, a favore di sicurezza, le portate complessive delle frazioni Cagliano e Paù:

$$Q_m = 0,75 \text{ l/s}$$

$$Q_{p,max} = 1,12 \text{ l/s}$$

La nuova rete sarà realizzata con tubazioni in PVC DE 250mm SN8 ( $D_i = 235,4\text{mm}$ ),  $K_s = 100\text{m}^{1/3}/\text{s}^{-1}$

Pendenza  $i = 1,19\%$

ALTEZZA mm	VELOCITA' m/s	PORTATA l/s
5,0	0,24	0,05
6,5	0,29	0,10
7,9	0,33	0,15
9,4	0,37	0,21
10,8	0,40	0,29
12,3	0,436	0,379
13,8	0,47	0,48
15,2	0,50	0,60
16,7	0,53	0,72
18,1	0,56	0,87
19,6	0,59	1,02
21,1	0,62	1,19
22,5	0,64	1,37
24,0	0,67	1,56
25,4	0,70	1,76
26,9	0,72	1,98
28,4	0,74	2,22

Riempimento con  $Q_m$ :  $7,09\% < 80\%$

Velocità con  $Q_m$ :  $0,5 \text{ m/s} \leq 0,53 \text{ m/s} \leq 5 \text{ m/s}$

Riempimento con  $Q_{p,max}$ :  $8,95\% < 80\%$

Velocità con  $Q_{p,max}$ :  $0,5 \text{ m/s} \leq 0,62 \text{ m/s} \leq 5 \text{ m/s}$

VERIFICA POSITIVA

Come si può notare dalle tabelle soprariportate, le verifiche risultano soddisfatte in quanto il riempimento della condotta risulta inferiore a 80% e la velocità è compresa nell'intervallo 0,5 ÷ 5 m/s.

La velocità idraulica, in entrambi i casi, risulta essere appena superiore al minimo consigliato di 0,50 m/s, pertanto sarebbe possibile utilizzare una tubazione di sezione inferiore al fine di garantire velocità più elevate, ma di contro, la sezione risulterebbe troppo ridotta e potrebbe causare facili intasamenti.

Si ritiene pertanto che la tubazione DE250 mm sarà quella utilizzata per la nuova fognatura comunale e sarà in grado di convogliare anche i reflui provenienti dall'impianto di depurazione di Cagliano, a fronte della sua dismissione.

#### **TRATTA N46-N27**

##### Verifica idraulica – Tratto N49-N50

Tratto con minor pendenza.

Si considera, le portate derivanti dal consumo idrico dell'unico allacciamento presente in questa tratta (SALA PAOLO, via Risorgimento,19):

$Q_n = 56 \text{ mc/anno}$  (da consumi 2018)

$Q_m = 0,01 \text{ l/s}$

$Q_{p,max} = 0,01 \text{ l/s}$

La nuova rete sarà realizzata con tubazioni in PVC DE 250mm SN8 ( $D_i = 235,4\text{mm}$ ),  $K_s = 100\text{m}^{1/3}/\text{s}^{-1}$

Pendenza  $i = 6,87\%$

ALTEZZA mm	VELOCITA' m/s	PORTATA l/s
0,3	0,08	0,00
1,7	0,29	0,01
3,2	0,43	0,05
4,6	0,55	0,11
6,1	0,66	0,20
7,6	0,762	0,320
9,0	0,86	0,47
10,5	0,94	0,65
11,9	1,03	0,85

Riempimento con  $Q_m$  e  $Q_{p,max}$ :  $0,73\% < 80\%$

Velocità con  $Q_m$ :  $0,5 \text{ m/s} \geq 0,29 \text{ m/s} \leq 5 \text{ m/s}$

VERIFICA PARZIALMENTE POSITIVA

La velocità sia nel caso di portata media, che nel caso della portata massima risulta essere leggermente inferiore al minimo consigliato di  $0,50 \text{ m/s}$  pertanto, sarebbe possibile utilizzare una tubazione con diametro minore al fine di garantire velocità più elevate, tuttavia una sezione troppo ridotta potrebbe causare frequenti intasamenti. Si ritiene che la condotta in PVC De 250 mm sia quella più adatta tecnicamente quindi tale condotta sarà quella utilizzata per il nuovo tratto di fognatura.

### 6.3 Rete acquedotto

Per i riferimenti sotto citati vedasi elaborato G2.2.

La scelta delle tubazioni è stata effettuata sulla base delle considerazioni riportate di seguito:

- Nella frazione Cagliano le condotte esistenti sono già in PEAD ed i diametri principali sono DE90mm e DE63 mm. Si prevede di potenziare la rete con una tubazione in PEAD De90 mm PN16 sino all'arrivo nel serbatoio Paù. Questo collegamento, come precisato al capitolo "5.3 Descrizione delle opere in progetto", resterà normalmente chiuso.
- Al serbatoio Paù è prevista la separazione delle tubazioni di adduzione e distribuzione: per uniformità delle condotte si è deciso di utilizzare tubazioni in PEAD De 90mm PN16 (*adduzione sorgente Paù e distribuzione Santa Maria Hoè*).  
All'interno del serbatoio le condotte saranno tutte in acciaio AISI 304 DN80/DN65/DN50.  
Per quanto riguarda lo scarico di fondo questo verrà portato sino all'incrocio con via Piave dove, tramite la nuova cameretta B1, verrà innestato sulla rete di tombinatura che recapita nel valletto posto più a sud.
- Dall'incrocio con via Piave sino all'abitato di Paù si prevede di sostituire la condotta esistente in PEAD De 90mm con una tubazione di pari materiale e diametro, in quanto la tubazione in essere è stata posata circa 20 anni fa e si sono verificate perdite negli ultimi anni.
- La condotta di distribuzione in PEAD De90 mm proseguirà sulla via Risorgimento sino al civ. 3 e sostituirà l'attuale condotta in ACCIAIO DN50 che transita in proprietà private. Verrà

disMESSo il rompitratTA e posata una cameretta con valvola riduttrice di pressione, in banchina, nei pressi dell'uscita della cameretta N26 della fognatura dalle proprietà private di Paù. La nuova rete di distribuzione arriverà sino alla frazione Sancina, zona alimentata dal serbatoio Giacobina sino al civ. 15. Una saracinesca normalmente chiusa segnerà la separazione delle reti di distribuzione (a monte zona servita dal serbatoio Paù, a valle dal serbatoio Giacobina).

Nel tratto di mulattiera a valle del serbatoio Paù, dove saranno posate in parallelo tre tubazioni in PEAD DE90mm PN16 (distribuzione, adduzione da sorgenti e scarico di fondo), queste dovranno avere colori differenti per la loro identificazione.

## 7. Verifiche statiche tubazioni

### 7.1 Analisi dei carichi sulle tubazioni

Una tubazione interrata risulta sottoposta a carichi verticali costituiti dal peso del terreno di ricoprimento, da eventuali sovraccarichi accidentali e dal peso dell'acqua contenuta, che tendono ad ovalizzare il tubo. Quest'ultima viene stabilizzata dalla reazione del terreno mobilitata dall'ovalizzazione della tubazione e dipende dal tipo di posa e dal tipo di rinfianco.

Per la determinazione dei carichi ovalizzanti agenti sulle tubazioni è necessario definire il tipo di scavo, ovvero *trincea stretta* o *trincea larga*, e il tipo di tubazione, ovvero *tubazione rigida* o *tubazione flessibile*.

Secondo la norma UNI 7517/76 se il coefficiente d'elasticità di una tubazione  $n$  è maggiore di 1 la tubazione è *flessibile*, viceversa la tubazione è *rigida*.

$$n = \frac{E_s}{E_t} \left( \frac{D - s}{2 \cdot s} \right)^3$$

dove:

$E_s$  modulo elastico terreno;

$E_t$  modulo elastico tubazione;

$D$  diametro tubazione;

$s$  spessore tubazione.

La definizione del tipo di scavo avviene secondo la norma UNI 7517/76 ed in particolare uno scavo si dice a *trincea stretta* quando è soddisfatta una delle seguenti condizioni:

1.  $B \leq 2D; H \geq 1.5B$
2.  $2D \leq B \leq 3D; H \geq 3.5B$

Viceversa, lo scavo si definisce *trincea larga*.

dove:

$B$  larghezza trincea sopra la generatrice superiore del tubo;

$H$  altezza del rinterro al di sopra della generatrice superiore del tubo;

$D$  diametro esterno della tubazione.

Carico dovuto al rinterro

Il calcolo del carico di rinterro varia a seconda dal tipo di tubazione e dal tipo di scavo ed è definito dalla norma UNI 7517. In particolare:

	TUBO RIGIDO		TUBO FLESSIBILE	
	Trincea stretta	Trincea larga	Trincea stretta	Trincea larga
k	$tg^2(45 - \Phi/2)$	/	$tg^2(45 - \Phi/2)$	/



C	$\frac{1 - e^{-2k(H/B)tg(\Phi)}}{2k tg(\Phi)}$	$0.1 + 0.85(H/D) + 0.33(H/D)^2$ per $H/D \leq 2.66$ $0.1 + 1.68(H/D)$ per $H/D > 2.66$	$\frac{1 - e^{-2k(H/B)tg(\Phi)}}{2k tg(\Phi)}$	$\frac{H}{D}$
Q <sub>t</sub> [kN/ m]	$C \cdot \gamma_t \cdot B^2$	$C \cdot \gamma_t \cdot D^2$	$C \cdot \gamma_t \cdot B \cdot D$	$C \cdot \gamma_t \cdot D^2$

Tabella 3 - Calcolo carico dovuto al rinterro

dove:

$\Phi$  angolo d'attrito terreno;

$\gamma_t$  peso specifico terreno

B larghezza trincea sopra la generatrice superiore del tubo;

H altezza del rinterro al di sopra della generatrice superiore del tubo;

D diametro esterno della tubazione.

Le caratteristiche dei terreni vengono riassunte di seguito:

TIPO DI TERRENO RINFRANCO	$\Phi(^{\circ})$	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )
Argilla umida comune	12	20
Terreno paludoso, torboso	12	17
Argilla plastica, argilla sabbiosa	14	18
Sabbia argillosa	15	18
Loess	18	21
Argilla fangosa	20	20
Marna, argilla povera	22	21
Fango, polvere di roccia	25	18
Sabbia non compressa	31	17
Misto di cava di sabbia e ghiaia	33	20
Misto di cava di ghiaia e ciottoli	37	19

Tabella 4 - Proprietà geotecniche terreno di rinfianco

#### Carico dovuto a sovraccarichi verticali mobili

Per il calcolo del carico dovuto a sovraccarichi veicolari mobili si fa riferimento alla normativa DIN 1072, secondo cui il traffico veicolare può essere suddiviso in due classi di carico:

1. HT autocarro pesante;
2. LT autocarro leggero.

I valori di carico per ruota dei veicoli sono riassunti nella seguente tabella:

CLASSE	CARICO PER RUOTA (kN)	TIPOLOGIA
HT60	100	Pesante
HT45	75	Pesante
HT38	62,5	Pesante
HT30	50	Pesante
HT26	35	Pesante
LT12	20	Leggero
LT6	10	Leggero
LT3	5	Leggero
TRENO	200	Ferrovio

Tabella 5 - Carico per ruota per ogni classe di veicolo

La pressione dinamica gravante su una condotta viene valutata secondo le seguenti relazioni:

Veicoli classe HT e ferroviario:

$$Q_m = 0.5281 \frac{P}{H^{1.0461}} \varphi D$$

Veicoli classe LT:

$$Q_m = 0.8743 \frac{P}{H^{1.5194}} \varphi D$$

Dove:

$\varphi$  coefficiente di incremento valutato secondo le relazioni:

$$\varphi = 1 + \frac{0.3}{H} \text{ valido per carico stradale e autostradale;}$$

$$\varphi = 1 + \frac{0.6}{H} \text{ valido per carico ferroviario.}$$

H altezza del rinterro al di sopra della generatrice superiore del tubo

#### Carico dovuto a sovraccarichi distribuiti

Nel caso in cui sulla tubazione gravi un carico  $q$  distribuito su una superficie di estensione A la pressione  $q_s$  che agisce sul tubo vale:

$$q_s = \frac{q}{(u_1 + 2H)(u_2 + 2H)}$$

dove:

$u_1$  larghezza superficie su cui agisce  $q$ ;

$u_2$  lunghezza superficie su cui agisce  $q$ ;

H altezza del rinterro al di sopra della generatrice superiore del tubo.

Nota la pressione, si calcola il carico  $Q_s$ :

$$Q_s = q_s \beta D$$

dove:

$\beta$  coefficiente di posa pari a 0.71 per posa in trincea stretta; 0.88 per posa in trincea larga;

D diametro esterno della tubazione.

#### Carico idrostatico dovuto alla presenza di falda

Nel caso in cui la tubazione sia posata sotto il livello della falda freatica, essa è sottoposta ad una pressione idrostatica, che si può assumere uniforme e uguale a quella che si esercita a livello delle reni della canalizzazione.

$$Q_f = \gamma_w \left( h + \frac{D}{2} \right) D$$

dove:

$\gamma_w$  peso specifico dell'acqua;

$h$  altezza della falda valutata rispetto all'estradosso delle tubazioni.

#### Carico dovuto alla massa d'acqua contenuta nel tubo

Il carico verticale sulla generatrice superiore del tubo dovuto alla massa dell'acqua contenuta nel tubo riempito per tre quarti vale:

$$Q_a = 5788 d^2$$

dove:

$d$  diametro interno della tubazione.

#### Carico totale

Il carico totale agente su una tubazione interrata è dato dalla somma di tutti i contributi di cui sopra:

$$Q_{TOT} = Q_t + Q_m + Q_s + Q_f + Q_a$$

In Figura 2 si riporta l'andamento dei carichi agenti su una tubazione in funzione della profondità

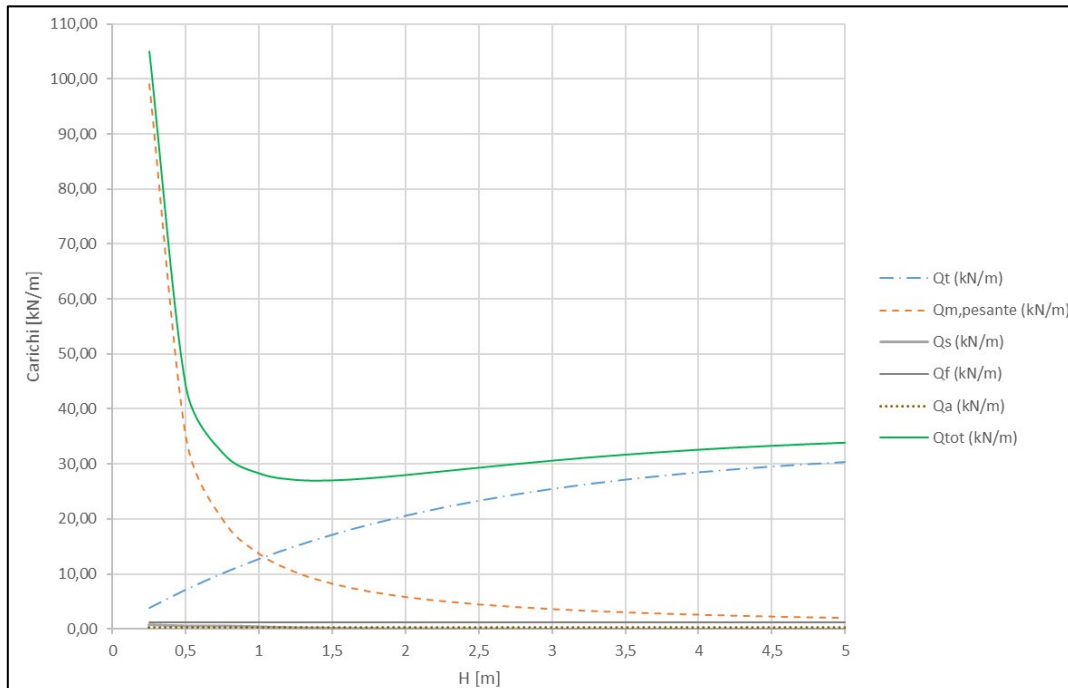


Figura 2 - Andamento dei carichi agenti sulla tubazione in funzione della profondità

## 7.2 Verifica statica tubazioni

Per la verifica statica delle tubazioni flessibili si possono seguire le indicazioni riportate nella norma AWWA (American Water Works Association) C950/88 che si riferisce a "tubi a pressione in resine termoindurenti rinforzate con fibre di vetro", ma che può essere ragionevolmente estesa a tutti i materiali plastici e alle tubazioni flessibili in generale, quindi anche alle tubazioni in PVC previste nel presente progetto.

Le verifiche vengono effettuate considerando le caratteristiche di resistenza a lungo termine dei materiali utilizzati visto che i materiali plastici vanno incontro ad un decadimento nel tempo delle loro caratteristiche meccaniche.

Le operazioni da effettuarsi nell'ambito della verifica statica delle tubazioni flessibili sono le seguenti:

- valutazione e verifica dell'inflessione diametrale a lungo termine
- valutazione e verifica della massima sollecitazione a flessione della sezione trasversale
- valutazione e verifica del carico critico di collasso

### Calcolo e verifica dell'inflessione diametrale a lungo termine

L'inflessione massima anticipata nella tubazione, con il 95% di probabilità, è fornita dalla seguente espressione:

$$\Delta y = \frac{(D_e W_c + W_L) K_x r^3}{E_t I + 0,061 K_a E_s r^3} + \Delta a$$

dove:

$\Delta y$  è l'inflessione verticale del tubo [cm]

$D_e$  è il fattore di ritardo d'inflessione (tiene conto del fatto che il terreno continua a costiparsi nel tempo) [adim.] – vedi tabella 1

$W_c$  è il carico verticale del suolo per unità di lunghezza [N/cm]  
 $W_L$  è il carico mobile sul tubo per unità di lunghezza [N/cm]  
 $K_x$  è il coefficiente di inflessione che dipende dalla capacità di sostegno fornita dal suolo all'arco d'appoggio del tubo [adim.] – vedi tabella 2  
 $r$  è il raggio medio del tubo, dato dall'espressione  $(D-s)/2$  [cm]  
 $E_t$  modulo elastico della tubazione [N/cm<sup>2</sup>]  
 $I$  momento d'inerzia della tubazione [cm<sup>3</sup>]  
 $E_t I$  è il fattore di rigidità trasversale della tubazione [N\*cm]  
 $E_s$  è il modulo elastico del terreno [N/cm<sup>2</sup>]  
 $K_a, \Delta a$  sono parametri che permettono di passare dall'inflessione media (50% di probabilità) all'inflessione massima caratteristica (frattile di ordine 0,95 della distribuzione statica dell'inflessione) – vedi tabella 6.

TIPO DI RINTERRO E GRADO DI COSTIPAMENTO	$D_e$
<b>Rinterro poco profondo con grado di costipamento da moderato a elevato</b>	<b>2.0</b>
Materiale scaricato alla rinfusa o grado di costipamento leggero	1.5

Tabella 6 - Fattore di ritardo d'inflessione

TIPO D'INSTALLAZIONE	ANGOLO EQUVAL. DI LETTO [GRADI]	COEFF. $K_x$
Fondo sagomato con materiale di riempimento ben costipato ai fianchi del tubo (densità Proctor $\geq$ 95%) o materiale di letto e rinfianco di tipo ghiaioso leggermente costipato (densità Proctor $\geq$ 70%)	180	0.083
Fondo sagomato con materiale di riempimento moderatamente costipato ai fianchi del tubo (densità Proctor $\geq$ 85% e <95%) o materiale di letto e rinfianco di tipo ghiaioso.	60	0.103
Fondo piatto con materiale di riempimento sciolto posato ai fianchi del tubo (non raccomandato)	0	0.110

Tabella 7 - Coefficienti d'inflessione

ALTEZZA H DEL RINTERRO [m]	$\Delta a$	$K_a$
H<4.9m	0	0.75
H>4.9m e materiale scaricato alla rinfusa e con leggero grado di costipamento	0.02 D	1.0
H>4.9m e materiale con moderato grado di costipamento	0.01 D	1.0
H>4.9m e materiale con elevato grado di costipamento	0.005 D	1.0

Tabella 8 - Valori dei parametri  $K_a$  e  $\Delta a$

Per tubazioni in PEAD ed in PVC l'inflessione diametrale a lungo termine non deve superare il 5% del diametro iniziale della condotta. In base a quanto sopra e ai dati geometrici delle condotte, si calcola il carico dovuto al rinterro e i sovraccarichi dovuti al traffico veicolare sulle condotte. La verifica è soddisfatta se si ottiene  $\Delta y/D$  minore del 5%.

Per il presente progetto sono state eseguite le seguenti verifiche:

**FOGNATURA ACQUE NERE A GRAVITÀ:**

- Tubazione PVC De250 mm SN8; altezza scavo 2,15 m (sez. N18, frazione Paù), altezza di ricoprimento 1,75 m.
- Tubazione PVC De250 mm SN8; altezza scavo 1,15 m (sez. N10, mulattiera comunale), altezza di ricoprimento 0,75 m.

**ACQUEDOTTO:**

- Tubazione PEAD De90 mm PN16; altezza scavo 1,15 m, altezza di ricoprimento 0,91 m (strada asfaltata, carico pesante).
- Tubazione PEAD De90 mm PN16; altezza scavo 1,15 m, altezza di ricoprimento 0,91 m (mulattiera, leggero).

<b>TUBAZIONE</b>	Materiale tubazione		PVC
	Tipo tubazione		<b>FLESSIBILE</b>
	$D_i$	mm	235,4
	$S_p$	mm	7,3
	$D_e$	mm	250
	$E_t$	Mpa	1500
	$\sigma_{res}$	kN/m <sup>2</sup>	25000
<b>SCAVO</b>	Tipo scavo		TRINCEA LARGA
	$B_f$	m	0,6
	H	m	1,75
	$H_f$	m	0,15
	$\beta$	°	90
	Tipo terreno reinterro		Misto di cava di sabbia e ghiaia
	Tipo terreno rinfianco		Sabbia
	Classe rinfianco		Moderata compattazione
	$E_{rinf}$	MPa	6,9
<b>STRADA</b>	Tipo strada		Strade e autostrade
	Tipo veicolo		HT26
	Tipologia		Pesante
	Carico per ruota	kN	35
<b>CARICO DISTRIBUITO</b>	$p$	kN/m <sup>2</sup>	0
<b>FALDA</b>	Presenza falda		No
	$h$	m	0
<b>VERIFICA</b>	$Q_t$	kN/m	8,75
	$Q_m$	kN/m	3,01
	$Q_s$	kN/m	0,00
	$Q_f$	kN/m	0,00
	$Q_a$	kN/m	0,32
	<b><math>Q_{tot}</math></b>	<b>kN/m</b>	<b>12,09</b>
	$\Delta y$	cm	0,48
	$\Delta y/D_e$	%	1,94
	<b>Verifica inflessione diametro</b>		<b>VERIFICATO</b>
	RG	N/m <sup>2</sup>	3401
	$D_f$		6,5
	$\sigma$	N/cm <sup>2</sup>	552,1
	<b>Verifica flessione</b>		<b>VERIFICATO</b>
	$R_w$		1,00
	$B'$		1,00
	$q_a$	N/cm <sup>2</sup>	33,16
	$q$	N/cm <sup>2</sup>	4,71
	<b>Verifica instabilità equilibrio</b>		<b>VERIFICATO</b>

Tabella 9: Verifica statica PVC De250 mm – Sezione N18 - Pau



<b>TUBAZIONE</b>	Materiale tubazione		PVC
	Tipo tubazione		<b>FLESSIBILE</b>
	D <sub>i</sub>	mm	235,4
	S <sub>p</sub>	mm	7,3
	D <sub>e</sub>	mm	250
	E <sub>t</sub>	Mpa	1500
	σ <sub>res</sub>	kN/m <sup>2</sup>	25000
<b>SCAVO</b>	Tipo scavo		TRINCEA STRETTA
	B <sub>f</sub>	m	0,4
	H	m	0,75
	H <sub>f</sub>	m	0,15
	β	°	90
	Tipo terreno reinterro		Misto di cava di sabbia e ghiaia
	Tipo terreno rinfianco		Sabbia
	Classe rinfianco		Moderata compattazione
	E <sub>rinf</sub>	MPa	6,9
<b>STRADA</b>	Tipo strada		Strade e autostrade
	Tipo veicolo		LT12
	Tipologia		Leggero
	Carico per ruota	kN	20
<b>CARICO DISTRIBUITO</b>	p	kN/m <sup>2</sup>	0
<b>FALDA</b>	Presenza falda		No
	h	m	0
<b>VERIFICA</b>	Q <sub>t</sub>	kN/m	3,75
	Q <sub>m</sub>	kN/m	9,48
	Q <sub>s</sub>	kN/m	0,00
	Q <sub>f</sub>	kN/m	0,00
	Q <sub>a</sub>	kN/m	0,32
	<b>Q<sub>tot</sub></b>	<b>kN/m</b>	<b>13,55</b>
	Δy	cm	0,45
	Δy/D <sub>e</sub>	%	1,81
	<b>Verifica inflessione diametro</b>		<b>VERIFICATO</b>
	RG	N/m <sup>2</sup>	3401
	D <sub>f</sub>		6,5
	σ	N/cm <sup>2</sup>	516,6
	<b>Verifica flessione</b>		<b>VERIFICATO</b>
	R <sub>w</sub>		1,00
	B'		1,00
	q <sub>a</sub>	N/cm <sup>2</sup>	33,16
	q	N/cm <sup>2</sup>	5,29
	<b>Verifica instabilità equilibrio</b>		<b>VERIFICATO</b>

Tabella 10: Verifica statica PVC De250 mm – Sezione N10 - mulattiera

<b>TUBAZIONE</b>	Materiale tubazione		PEAD
	Tipo tubazione		<b>FLESSIBILE</b>
	$D_i$	mm	73,6
	$S_p$	mm	8,2
	$D_e$	mm	90
	$E_t$	Mpa	225
	$\sigma_{res}$	kN/m <sup>2</sup>	10000
<b>SCAVO</b>	Tipo scavo		TRINCEA LARGA
	$B_f$	m	0,4
	H	m	0,91
	$H_f$	m	0,15
	$\beta$	°	90
	Tipo terreno reinterro		Misto di cava di sabbia e ghiaia
	Tipo terreno rinfianco		Sabbia
	Classe rinfianco		Moderata compattazione
	$E_{rinf}$	MPa	6,9
<b>STRADA</b>	Tipo strada		Strade e autostrade
	Tipo veicolo		HT45
	Tipologia		Pesante
	Carico per ruota	kN	75
<b>CARICO DISTRIBUITO</b>	$p$	kN/m <sup>2</sup>	0
<b>FALDA</b>	Presenza falda		No
	$h$	m	0
<b>VERIFICA</b>	$Q_t$	kN/m	1,64
	$Q_m$	kN/m	5,23
	$Q_s$	kN/m	0,00
	$Q_f$	kN/m	0,00
	$Q_a$	kN/m	0,03
	<b><math>Q_{tot}</math></b>	<b>kN/m</b>	<b>6,90</b>
	$\Delta y$	cm	0,17
	$\Delta y/D_e$	%	1,89
	<b>Verifica inflessione diametro</b>		<b>VERIFICATO</b>
	RG	N/m <sup>2</sup>	18888
	$D_f$		4,5
	$\sigma$	N/cm <sup>2</sup>	173,9
	<b>Verifica flessione</b>		<b>VERIFICATO</b>
	$R_w$		1,00
	$B'$		1,00
	$q_a$	N/cm <sup>2</sup>	70,78
	$q$	N/cm <sup>2</sup>	7,63
	<b>Verifica instabilità equilibrio</b>		<b>VERIFICATO</b>

Tabella 11: Verifica statica PEAD De90 mm PN16, altezza scavo 1,10m costante, altezza di ricoprimento 0,91m (strada asfaltata)

<b>TUBAZIONE</b>	Materiale tubazione		PEAD
	Tipo tubazione		<b>FLESSIBILE</b>
	$D_i$	mm	73,6
	$S_p$	mm	8,2
	$D_e$	mm	90
	$E_t$	Mpa	225
	$\sigma_{res}$	kN/m <sup>2</sup>	10000
<b>SCAVO</b>	Tipo scavo		TRINCEA LARGA
	$B_f$	m	0,4
	H	m	0,91
	$H_f$	m	0,15
	$\beta$	°	90
	Tipo terreno reinterro		Misto di cava di sabbia e ghiaia
	Tipo terreno rinfianco		Sabbia
	Classe rinfianco		Moderata compattazione
	$E_{rinf}$	MPa	6,9
<b>STRADA</b>	Tipo strada		Strade e autostrade
	Tipo veicolo		LT12
	Tipologia		Leggero
	Carico per ruota	kN	20
<b>CARICO DISTRIBUITO</b>	$p$	kN/m <sup>2</sup>	0
<b>FALDA</b>	Presenza falda		No
	$h$	m	0
<b>VERIFICA</b>	$Q_t$	kN/m	1,64
	$Q_m$	kN/m	2,41
	$Q_s$	kN/m	0,00
	$Q_f$	kN/m	0,00
	$Q_a$	kN/m	0,03
	<b><math>Q_{tot}</math></b>	<b>kN/m</b>	<b>4,08</b>
	$\Delta y$	cm	0,11
	$\Delta y/D_e$	%	1,19
	<b>Verifica inflessione diametro</b>		<b>VERIFICATO</b>
	RG	N/m <sup>2</sup>	18888
	$D_f$		4,5
	$\sigma$	N/cm <sup>2</sup>	110,2
	<b>Verifica flessione</b>		<b>VERIFICATO</b>
	$R_w$		1,00
	$B'$		1,00
	$q_a$	N/cm <sup>2</sup>	70,78
	$q$	N/cm <sup>2</sup>	4,50
	<b>Verifica instabilità equilibrio</b>		<b>VERIFICATO</b>

Tabella 12: Verifica statica PEAD De90 mm PN16, altezza scavo 1,10m costante, altezza di ricoprimento 0,91m (mulattiera)

## 8. Prime indicazioni e disposizioni per la stesura dei piani di sicurezza

Il Piano di sicurezza e coordinamento sarà redatto, ai sensi del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i., durante la fase di progettazione esecutiva dell'opera.

In realtà la sua formazione interessa l'intera fase di progettazione in quanto incide sulle scelte progettuali di fondo e sulla loro quantificazione economica.

Durante la sua stesura definitiva dovranno essere valutate le diverse condizioni operative proprie del cantiere in modo da prevedere tutti i possibili rischi e le prevenzioni da attuare in ogni singola fase di lavorazione.

In particolare, soprattutto nei casi di cantieri mobili, occorrerà verificare la presenza, nelle immediate vicinanze dei lavori, di aree disponibili per il deposito dei materiali e per le lavorazioni che occorressero. Queste aree dovranno essere rese disponibili per tutta la durata del cantiere.

Per i lavori da effettuarsi su sede stradale, particolare attenzione sarà posta alla viabilità ed agli accorgimenti da considerare per lo svolgimento dei lavori in sicurezza. Saranno quindi date indicazioni sia relativamente alle possibili interferenze tra gli automezzi e l'area di cantiere, sia relativamente alle possibili alternative viabilistiche. Saranno inoltre indicate le procedure da adottare in occasione di particolari tratti impegnativi (*semaforizzazione, segnalazione con movieri, ecc.*).

Per quanto riguarda i sottoservizi esistenti, le indicazioni sulla base dei dati forniti dai diversi enti gestori sono riportate nella tavola "All. G4 Sottoservizi". Tali dati dovranno comunque sempre essere verificati e confermati in sede di installazione del cantiere da parte dell'Impresa Appaltatrice, mediante coordinamento diretto dei sottoservizi.

## 9. Gestione delle terre da scavo

Le lavorazioni oggetto dell'appalto prevedono sia il disfacimento di pavimentazione bituminosa sia gli scavi per la posa di tubazioni e relativi manufatti di ispezione. Per quanto riguarda le terre da scavo, qualora durante l'esecuzione sia confermato che il terreno rimosso non contiene elementi inquinanti, il progetto esecutivo prevede che il terreno rimosso sia in parte riutilizzato per il rinterro degli scavi mentre la parte rimanente (*corrispondente al volume dei nuovi manufatti, tubazioni, rinfilanchi, massicciata stradale, ecc.*) sia trasportata e conferita presso un impianto di trattamento autorizzato o in discarica secondo la normativa in materia di "Gestione dei materiali da scavo" alla luce del D.P.R. 120/2017. Per quanto riguarda la pavimentazione bituminata rimossa, la stessa verrà completamente conferita in appositi siti autorizzati. L'autorizzazione allo smaltimento verrà richiesta dall'Impresa Appaltante prima dell'inizio dei lavori.

## 10. Disponibilità delle aree

L'area di intervento si colloca in parte su strade pubbliche (via R. Sanzio, via Piave, via Risorgimento e mulattiera comunale) e in parte su terreni privati (frazione Paù e area serbatoio Paù).

Pertanto sarà necessario attivare la procedura di esproprio/servitù.

La definizione e l'identificazione della proprietà interessate dalle opere in progetto sono riportate nell'elaborato "T7 Piano Particellare".

## 11. Cronoprogramma delle fasi attuative

Il Cronoprogramma delle fasi attuative prevede l'indicazione dei tempi massimi di svolgimento delle varie attività di progettazione, approvazione, affidamento, esecuzione e collaudo.

Nel seguito viene riportata una tabella indicante le varie fasi:

Redazione progetto definitivo..... Dicembre 2019

Approvazione progetto definitivo..... Aprile 2020

Redazione progetto esecutivo..... Maggio 2020

Approvazione progetto esecutivo..... Ottobre 2020

Affidamento lavori..... Gennaio 2021

Fine esecuzione dei lavori e collaudo..... Settembre 2022

## 12. Quadro economico

L'impegno di spesa globale del presente progetto, sommati gli importi a disposizione dell'amministrazione, ammonta a **€ 845.000,00** (ottocentoquarantecinquemila/00) esclusa l'IVA di legge.

Si riporta separatamente il calcolo dell'IVA e l'importo complessivo di IVA pari a € 1 122460,82

Il quadro economico riepilogativo risulta pertanto il seguente:

QUADRO ECONOMICO		
	<b>OPERE A BASE D'APPALTO</b>	<b>importi</b>
a1	importo a base di gara (IVA esclusa)	820 243,70
a2	oneri per la sicurezza non soggetti a ribasso (IVA esclusa)	24 756,30
<b>A</b>	<b>tot. opere a base d'appalto</b>	<b>845 000,00</b>
	<b>SOMME A DISPOSIZIONE</b>	<b>importi</b>
b1	imprevisti	42 250,00
b2	relazione geologica/geotecnica	1 500,00
b3	valutazione rischio archeologico e assistenza archeologica agli scavi	5 000,00
b4	spese tecniche per la progettazione, direzione lavori, coordinatore sicurezza in fase di progettazione ed esecuzione, collaudo	85 219,52
b5	procedure di gara e incentivi per funzioni tecniche	16 900,00
b6	convenzioni/servitù/acquisti proprietà private, comprese spese per procedure di espropri	4 880,00
b7	allacciamenti a rete elettrica	500,00
b8	spostamento sottoservizi	2 000,00
b9	opere di dismissione depuratore di Cagliano	5 000,00
<b>B</b>	<b>Totale somme a disposizione - IVA esclusa</b>	<b>163 249,52</b>

<b>IMP. TOTALE GENERALE - IVA ESCLUSA (A+B)</b>	<b>1 008 249,52</b>
---	---------------------

#### IVA, ESCLUSA DAL QUADRO ECONOMICO

c0	iva 10 % sui lavori (vedi voce A)	84 500,00
c1	iva 10 % su imprevisti (vedi voce b1)	4 225,00
c2	iva 22 % su relazione geologica/geotecnica (vedi voce b2)	330,00
c3	iva 22 % su valutazione rischio archeologico e assistenza archeologica agli scavi (vedi voce b3)	1 100,00
c4	iva 22% su spese tecniche per la progettazione, direzione lavori, coordinatore sicurezza in fase di progettazione ed esecuzione, collaudo (vedi voce b4)	18 748,30
c5	iva 22 % su procedure di gara e incentivi per funzioni tecniche (vedi voce b5)	3 718,00
c6	convenzioni/servitù/acquisti proprietà private, comprese spese per procedure di espropri (vedi voce B6) - <i>tasce esenti da iva</i>	-
c7	iva 10% su allacciamenti a rete elettrica (vedi voce b7)	50,00
c8	iva 22% su opere di spostamento sottoservizi (vedi voce b8)	440,00
c9	iva 22% su opere di dismissione depuratore di Cagliano e opere annesse (vedi voce b9)	1 100,00
<b>IMPORTO TOTALE IVA</b>		<b>114 211,30</b>

<b>IMPORTO TOTALE DI PROGETTO - IVA INCLUSA</b>	<b>1 122 460,82</b>
---	---------------------