



COMUNE DI  
EDOLO



COMUNE DI  
SONICO



COMUNE DI  
MALONNO



DITTA  
COMMITTENTE



PROVINCIA DI  
BRESCIA

## PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO - ECONOMICA secondo D. Lgs 36/2023 del

### COLLETTAMENTO FOGNARIO DEI COMUNI DI MALONNO – SONICO – EDOLO (BS)

ELENCO ALLEGATI ( a corredo degli elaborati grafici ):

<b>A0</b>	Elenco allegati
<b>A1</b>	Relazione generale, quadro economico e aggiornamento indicazioni sulla sicurezza
<b>A2</b>	Relazione tecnica e calcoli idraulici
<b>A3</b>	Tabella di supporto al profilo idraulico e dimensionamento condotte
<b>A4</b>	Calcolo e dimensionamento sifoni e schede tecniche
<b>A5</b>	Predimensionamento opere strutturali
<b>A6</b>	Elenco dei prezzi unitari ed analisi dei prezzi
<b>A7</b>	Computo metrico e richiesta d'offerta
<b>A8</b>	Computo metrico estimativo
<b>A9</b>	Incidenza percentuale della manodopera
<b>A10</b>	Cronoprogramma
<b>A11</b>	Capitolato prestazionale d'appalto
<b>A12</b>	Relazione di compatibilità idraulica della C.M.V.C. per verifica tratto tra sez. 80 e 84
<b>A13</b>	Documenti del piano particellare
<b>A14</b>	Documentazione fotografica
<b>A15</b>	Tabulati di rilievo
<b>A16</b>	Relazione di sostenibilit� e prefattibilit� ambientale
<b>A17</b>	Piano di manutenzione
<b>A18</b>	Piano di monitoraggio geotecnico e strutturale
<b>A19</b>	Indicazioni per il piano di sicurezza e coordinamento
<b>A20</b>	Relazione geologica
<b>A21</b>	Relazione Archeologica

**Maggio 2025**

---

**INDICE**

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>CRITERI PROGETTUALI E DI LOCALIZZAZIONE.....</b>	<b>4</b>
2.1	LOCALIZZAZIONE E DEFINIZIONE COLLETTORE CONSORTILE INTERCOMUNALE.....	4
2.2	TRATTI DI COLLETTAMENTO COMUNALI.....	12
2.3	DESCRIZIONE IN DETTAGLIO DEI SINGOLI COLLETTORI COMUNALI IN IMMISSIONE, NELL'INTERCOMUNALE..	13
2.3.1	Edolo - Tronco Plerio-via Primavera : .....	13
2.3.2	Edolo - Destra idrografica dell'Oglio –.....	14
2.3.3	Sonico rif. 1 – immissione 1a e 1b presso lo scarico del canale Edison –.....	15
2.3.4	Sonico rif. 2a –.....	15
2.3.5	Sonico rif. 2b –.....	15
2.3.6	Sonico rif. 3 – Rio Blanco – .....	15
2.3.7	Sonico rif. 4 – Rino –.....	16
2.3.8	Malonno rif. 5 –.....	16
2.4	CENSIMENTO E VALUTAZIONE DELLE INTERFERENZE DEL COLLETTORE INTERCOMUNALE CON SOTTO SERVIZI ESISTENTI .....	17
<b>3</b>	<b>DISPONIBILITA' DELLE AREE .....</b>	<b>19</b>
3.1	OPERE DI COLLETTAMENTO.....	19
<b>4</b>	<b>SCELTA DEI MATERIALI .....</b>	<b>19</b>
<b>5</b>	<b>TIPOLOGIE DI POSA IN OPERA .....</b>	<b>22</b>
5.1	POSA DELLE TUBAZIONI SU STRADA URBANA PAVIMENTATA .....	22
5.2	POSA DELLE TUBAZIONI SU STRADA STERRATA E/O CAMPAGNA .....	23
5.3	POSA DELLE TUBAZIONI IN CONDIZIONI PARTICOLARI .....	23
<b>6</b>	<b>MANUFATTI E OPERE D'ARTE PARTICOLARI .....</b>	<b>24</b>
6.1	POZZETTI DI ISPEZIONE COLLETTORE CONSORTILE.....	24
6.2	POZZETTI CON SALTO DI FONDO COLLETTORE CONSORTILE O COMUNALI.....	24
6.3	POZZETTI SFIORATORI DI ALLACCIAMENTO AL COLLETTORE CONSORTILE .....	25
6.4	MANUFATTI DI ATTRAVERSAMENTO .....	25
6.4.1	Modalità costruttive .....	27
6.4.2	Manufatti di attraversamento, Sifoni Tipologia 1 .....	28
6.4.3	Manufatti di attraversamento, Sifoni Tipologia 2 .....	28
6.4.4	Manufatti di attraversamento Sifoni Tipologia 3 .....	29
6.4.5	Manufatti di attraversamento Tipologia 4 .....	29
<b>7</b>	<b>ASPETTI IDRAULICI OPERE DI COLLETTAMENTO .....</b>	<b>30</b>

## **Progetto di fattibilità tecnico - economica**

Collettamento Fognario dei Comuni di Malonno – Sonico – Edolo (BS)

### **Relazione Tecnica**

---

7.1	CALCOLO DELLE PORTATE .....	30
7.2	VERIFICHE IDRAULICHE DELLE CONDOTTE A PELO LIBERO .....	31
7.2.1	<i>Portata addotta dal collettore principale al depuratore intercomunale di Malonno.....</i>	<i>33</i>
7.2.2	<i>Portata addotta dal collettore principale al depuratore intercomunale di Malonno.....</i>	<i>35</i>
7.3	VERIFICHE IDRAULICHE MANUFATTI D'ATTRAVERSAMENTO DEI CORSI D'ACQUA .....	35
7.3.1	<i>Sifone sul Fiume Oglio sulla sez. A052A, appena a valle dell'immissione rif. 3 di Sonico (manufatto TIPOLOGIA 1).....</i>	<i>35</i>
7.3.2	<i>Sifone scarico centrale Edison in corrispondenza della sez. A010 Immissione Sonico rif. 1a e 1b (TIPOLOGIA 2).....</i>	<i>37</i>
7.3.3	<i>Sifone di attraversamento Torrente Re di Sonico tra la sez. A030b e la sez. A030c limitrofo a Immissione Sonico 2a e 2b (TIPOLOGIA 3).....</i>	<i>39</i>
7.3.4	<i>Sifone Torrente Ogliolo (affluente Fiume Oglio ) sulla sez. A222 Immissione Malonno 1 (TIPOLOGIA 3) 41</i>	
7.4	POZZETTI SCARICATORI DI PIENA PER IMMISSIONI AL COLLETTORE CONSORTILE .....	42
7.4.1	<i>Immissione "EDOLO " .....</i>	<i>44</i>
7.4.2	<i>Immissione "SONICO 1a e 1b" .....</i>	<i>45</i>
7.4.3	<i>Immissione "SONICO 2a + 2b" .....</i>	<i>45</i>
7.4.4	<i>Immissione "SONICO 3 (3a +3b) " .....</i>	<i>46</i>
7.4.5	<i>Immissione 4 "SONICO – Fraz. di Rino " .....</i>	<i>47</i>
7.4.6	<i>Immissione 5 "CONVENTO, GARDA, ZAZZA, COMPARTE, MAGHER " .....</i>	<i>49</i>

## **1 PREMESSA**

La realizzazione del sistema di raccolta, collettamento e depurazione dei reflui urbani relativa al presente progetto, ha previsto una prima fase di pianificazione e programmazione delle opere, precedente alla loro progettazione.

Ai sensi della normativa vigente, i principali soggetti delle attività di pianificazione e programmazione sono le Autorità di bacino, le Regioni, i Comuni e le Province appartenenti ad un medesimo ambito territoriale ottimale (ATO) in genere riuniti in consorzio con il nome di Autorità d'ambito.

Le Regioni, sulla base degli obiettivi di qualità definiti dalle Autorità di bacino, redigono ed adottano il Piano di tutela delle acque, che contiene l'insieme complessivo delle misure necessarie alla tutela qualitativa e quantitativa dell'intero sistema idrico regionale e di bacino. Il Piano di tutela delle acque, introdotto dal D.Lgs. 152/99 e successive modifiche e integrazioni, è lo strumento di pianificazione sostitutivo, di fatto, del Piano regionale di risanamento delle acque previsto dalla L. 319/76 e costituisce piano stralcio di settore del Piano di bacino, previsto dalla L. 183/89 e successive modifiche e integrazioni.

La Regione Lombardia ha deliberato il nuovo Piano di Risanamento delle Acque (D.c.r.15 Gennaio 2002 N. VII/402), approvando in toto la proposta di piano, con le annesse varianti proposte dai Comuni e/o Enti preposti.

Il Piano d'Ambito approvato con Deliberazione n.7/2003, include l'opera definita come "Collettamento e depurazione dei Comuni di Edolo, Sonico e Malonno".

La provincia di Brescia, che agisce quale Ente locale responsabile del coordinamento dell'Autorità dell'Ambito Territoriale Ottimale della Provincia di Brescia, e il Comune di Malonno, avevano stipulato in data 05 febbraio 2007, un accordo programma per l'attuazione degli interventi dell'AdPQ "TUTELA DELLE ACQUE E GESTIONE INTEGRATA DELLE RISORSE IDRICHE".

L'oggetto dell'accordo riguardava l'impegno tra le parti contraenti per porre in essere ogni misura per la programmazione, la progettazione e l'attuazione delle azioni concertate secondo le modalità previste nell'accordo stesso, al fine di perseguire gli obiettivi previsti dal D.lgs. 152/99 e s.m.i. e dalla Direttiva 91/271/CEE recepiti nell'AdPQ tra il Ministero dell'Ambiente e la Regione Lombardia.

Con l'accordo citato l'Autorità d'Ambito affidava al Comune di Malonno, il compito di provvedere alla realizzazione, secondo le modalità e con gli strumenti che riterrà più idonei, dell'opera di

---

“Collettamento e depurazione dei Comuni di Edolo, Sonico e Malonno” e secondo lo studio di fattibilità dell'intervento già redatto in precedenza.

A seguito del bando pubblico per l'affidamento dell'incarico di progettazione definitiva indetto dal Comune di Malonno in data 17 Maggio 2010, il soggetto aggiudicatario risultò lo Studio di Ingegneria Berdini Alessandro. La progettazione riguardò lo studio Preliminare del collettamento e della depurazione dal Comune di Edolo al Comune di Malonno nonché la Progettazione Definitiva del 1° Lotto comprendente la depurazione ed il collettamento dell'ultimo tratto dall'immissione di Malonno 1 al Depuratore.

Successivamente è stato redatto il Progetto esecutivo di tale 1° lotto la cui realizzazione è ad oggi completata.

Nel frattempo il Committente per la realizzazione del secondo lotto e completamento del programma generale di collettamento è divenuto Acque Bresciane che ha incaricato i sottoscritti di redigere il progetto definitivo alla luce delle della situazione attuale, del già redatto studio di fattibilità, delle risultanze della prima conferenza dei servizi, integrandolo anche del progetto dei collettori comunali di conferimento dei reflui dei Comuni interessati nel collettore intercomunale.

## **2 CRITERI PROGETTUALI E DI LOCALIZZAZIONE**

Rispetto alle indicazioni degli studi originari il tracciato del nuovo collettore consortile, con il presente progetto definitivo, ha subito alcune variazioni rispetto allo studio di fattibilità, dettate da indagini più approfondite oltre che dalle osservazioni della conferenza dei servizi, tenendo anche in debita considerazione diversi fattori caratterizzanti quali:

- attraversamenti stradali
- sifoni d'attraversamento dei corsi d'acqua
- parallelismi con linee interrato di alta tensione (Terna)
- situazioni morfo-geologiche con gravi problematiche di realizzazione (valle Rabbia), che hanno portato alla redazione di un progetto predisposto dalla CM di valle Camonica.
- Posizione dei punti di confluenza dei collettori comunali nel collettore intercomunale

### ***2.1 Localizzazione e definizione collettore consortile intercomunale***

Tutte le aree interessate dai lavori di costruzione, nonché quelle costituenti i bacini di influenza, ricadono nei territori della Provincia di Brescia, a Nord del lago di Iseo.

---

Il nuovo collettore consortile ha il suo punto di partenza in comune di Sonico, nelle immediate vicinanze con il confine del Comune di Edolo, ad una quota di campagna pari a 633,67 e fondo tubo 630,44 m s.l.m.

Il tracciato, con uno sviluppo complessivo di 7,35 km circa, si snoda per 1650 metri in sponda orografica sinistra del fiume Oglio fino alla località "Ponte Dassa", dove una volta attraversato il fiume prosegue in sponda destra fino al congiungimento con il tratto realizzato con il primo lotto. La scelta del tracciato del collettore fu a suo tempo fatta sulla scorta di una lunga ed attenta analisi fatta in funzione di numerosi fattori sia di natura tecnico-economica e realizzativa, sia di natura ambientale e territoriale.

Infatti la costruzione di un'opera che si sviluppa lungo il fondovalle implicava l'attraversamento e/o l'avvicinamento a centri abitati, ad aree industriali ed artigianali, a zone soggette a vincoli paesaggistici che, in misura più o meno consistente, risentono delle alterazioni e delle soggezioni indotte dai manufatti costruiti.

Inoltre, la scelta del tracciato plano-altimetrico del collettore è vincolata ad alcune imprescindibili necessità elementari che ne garantiscono il funzionamento e la funzionalità.

A suo tempo furono privilegiate le soluzioni che, grazie alla morfologia del territorio, consentissero il funzionamento a gravità, limitando impianti di sollevamento ed altro.

L'unico sollevamento previsto nel presente progetto riguarda l'immissione delle acque reflue comunali di Sonico, (frazione di Rino) nel collettore intercomunale, necessario in quanto è necessario attraversare l'alveo ampio del fiume Oglio, raggiungendo la sponda opposta (DX) altimetricamente più elevata della SX.

Inoltre, le scelte attuate furono finalizzate ad agevolare il più possibile l'intercettazione degli scarichi comunali o intercomunali esistenti e, quindi, a ridurre ai minimi termini i costi di costruzione dei nuovi rami di fognatura necessari all'allacciamento al collettore.

Pertanto, fu individuato un percorso principalmente sviluppato lungo il Fiume Oglio e la viabilità secondaria al di fuori dai centri abitati, non tralasciando di limitare il rischio derivante dai livelli di massima piena del corso d'acqua limitrofo.

Vengono qui descritti i tratti che compongono il collettore intercomunale, precisando ove avvengono precisamente le immissioni da parte dei collettori comunali che saranno descritti in altri paragrafo separatamente.

Il **primo tratto** del collettore, raccoglie alla progressiva 0,00 i reflui del Comune di Edolo immissione "Edolo 1", successivamente alle progressive 405.72 e 433,62 m (Sez. n° 10) la

---

prima immissione del comune di Sonico “Sonico 1a e 1b”, alla progressiva 1.149,80 m ( Sez. n° 33 ) la seconda immissione del comune di Sonico “sonico 2a e 2b , alla progressiva 1659,49 ( a monte della Sez. 52 ) la terza immissione località Rio Blanco “Sonico 3”, sempre in comune di Sonico.

Per questo tronco i principali manufatti sono: un attraversamento spingitubo sotto la SS 42, un sifone per il superamento del canale di scarico della Centrale Adolfo Corvi di Edolo nelle vicinanze dell'immissione “Sonico 1”, ed un sifone di attraversamento sul torrente “RE” in adiacenza all'immissione “Sonico 3”.

Inoltre il collettore lungo il suo percorso, presenta dei parallelismi con lo scarico del lago della Centrale ENEL di Edolo ed intercetta più volte la linea interrata ad alta tensione TERNA.

Il collettore dopo l'immissione “Sonico 3” attraversa il fiume Oglio mediante sifone “tipologia 1” portando il suo percorso in destra orografica.

Il **secondo tratto** in destra orografica, inizia alla progressiva 1.713,55, dopo il sifone d'attraversamento in corrispondenza di Ponte Dassa, raccoglie alla progressiva 3.516,94 (Sez. 115a casamatta della prima guerra mondiale) la quarta immissione di Sonico “Sonico 4” mediante una stazione di sollevamento, posta in sinistra idrografica dell'Oglio, ed una condotta nel primo tratto in pressione per l'attraversamento in sub-alveo il fiume Oglio e nel tratto terminale ancora a gravità.

In corrispondenza dell'attraversamento del ponte delle Capre, in restando in destra idrografica c'è l'immissione nr 5 alla progressiva 6.482.15 m relativa ai reflui di Garda (incluso Convento), Zazza, Comparte e località Magher.

Le principali opere d'arte accessorie previste sono: 2 attraversamenti di rogge di piccole dimensioni (sifoni), più sottopassi della linea gas metano, il passaggio nel sottopasso esistente del Ponte delle Capre, il sifone di attraversamento sull'affluente Ogliolo del fiume Oglio in Comune di Malonno.

In dettaglio, descrivendo meglio il **percorso del collettore intercomunale consortile**:

- Dalla Sez. SA 0.00 a Sez. SA 0.07 il percorso è in campagna e attraversa due volte la Linea elettrica Terna mantenendosi parallelo sul lato monte del cunicolo di scarico del lago dell'ENEL; nella sezione SA00 di fatto vengono raccolti tutti i reflui del Comune di Edolo.

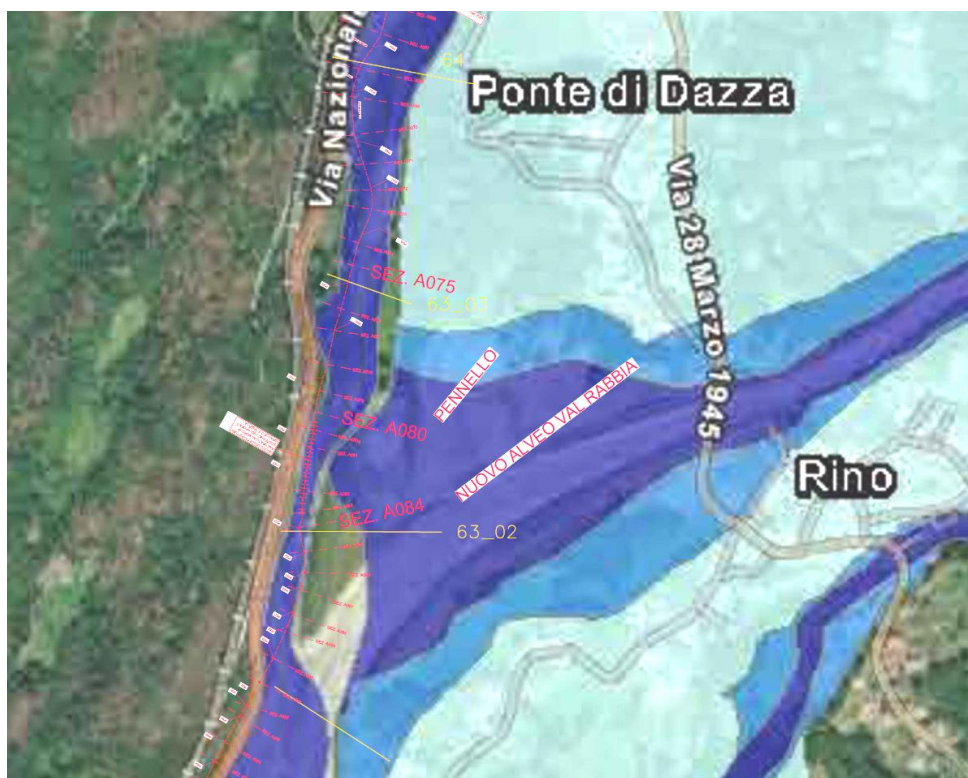
- 
- Dalla Sez. SA 0.07 alla Sez. SA 010/11, il percorso rimane in campagna raggiungendo la sponda destra del canale di scarico Edison che attraversa mediante sifone previo dissabbiatore. Si precisa che **l'immissione di Sonico 1** presenta due rami (1° e 1b), uno in destra e l'altro in sinistra dello scarico Edison;
  - Dalla Sez. SA 011 alla Sez. SA 021, il percorso è ancora in campagna prevalentemente su viabilità agricola fino a porsi in parallelo al sedime del ripristinato percorso ciclabile. Il parallelismo con il tracciato della ciclabile si mantiene sempre in campagna fino alla sezione SA 033;
  - In corrispondenza della sezione SA 033 viene attraversato con sifone il torrente Re di Sonico e subito a valle dello stesso è prevista l'immissione Sonico 2a e 2b, rispettivamente proveniente dal collettore comunale da realizzare sul retro degli insediamenti produttivi e in sinistra idrografica della roggia Ullà e l'altro 2b costituente i reflui del capoluogo di Sonico e che scorre in sinistra idrografica del torrente Re di Sonico;
  - In corrispondenza della sezione SA 034, nella proprietà della Ditta Plona (cava e cls), si dovrà provvedere all'attraversamento di un accumulo di materiale di cava (o con spingitubo o preferibilmente con scavo in sezione ristretta a cielo aperto);
  - Dalla Sez. SA 035 alla Sez. SA 046, il tracciato rimane sulla sede viaria interna del cantiere Plona (in parte su sterrato ed in parte su battuto di cls);
  - Dalla Sez. SA 046 alla Sez. SA 048, il tracciato è in campagna in sponda sinistra del fiume Oglio. In corrispondenza della Sez. SA 048b avviene l'attraversamento, con scavo in sezione ristretta a cielo aperto, sotto il ponte ferroviario. il piano di transito è costituito dall'argine in cls e blocchi di pietra che dovrà essere scavato con escavatore a martello per una sezione minima necessaria. La condotta nel tratto di scavo di circa 10 m sarà protetta e avvolta con guaina bugnata e ricoperta con getto di cls e massi come in origine, previa posa di nastro e filo pilota per la ricerca in radiofrequenza.
  - Dalla Sez. SA 048b alla Sez. SA 050, il percorso è in campagna con parallelismo alla linea elettrica Terna che rimane sul lato della SS 42;
  - Dalla Sez. SA 050 alla Sez. SA 051, è previsto l'attraversamento interrato della SS42 mediante spingitubo che avrà una camicia con tubo in acciaio del diametro 100 cm con lo scopo di facilitare l'ingresso di operatori uin sicurezza nel caso di intoppi, imprevisti o solo ispezioni.



- 
- All'uscita dello spingitubo verrà realizzata una cameretta che in sede di esecuzione servirà come pozzetto di spinta dello spingitubo e in esercizio come pozzetto di raccolta dell'immissione nr 3 di Sonico proveniente dalla località Rio Blanco e zona urbanistica.
  - Dalla Sez. SA 052 alla Sez. SA 054, la condotta passa dalla sponda sinistra alla sponda destra del fiume Oglio (località Ponte Dassa) con un'importante opera idraulica (sifone tipo 1);
  - Dalla Sez. SA 054 alla Sez. SA 064, in sponda destra, il percorso rimane interrato sotto l'esistente campo da Cross. Le operazioni di rinterro e ripristino dovranno tener conto dei dossi e degli avvallamenti originari e necessari come elementi tecnico-sportivi per la pista da cross.;
  - Dalla Sez. SA 064 alla Sez. SA 076, il percorso rimane nel boschetto a fianco dell'argine destro dell'Oglio per poi portarsi a mezza costa sulla scarpata di sostegno della SS.42;
  - Dalla Sez. SA 076 alla Sez. SA 080, il percorso è a mezza costa sulla scarpata di sostegno della SS 42, inizialmente nella cotica terrosa di copertura e, alla fine, in roccia con la necessità di interventi di scavo e/o di riporto con muretti in pietra in funzione degli avvallamenti orografici; in taluni casi i pozzetti potrebbero sporgere anche minimamente dal terreno.
  - Dalla Sez. SA080a alla Sez. SA084, la condotta rimane appesa al muro di sostegno della SS42. La tipologia costruttiva della condotta, utilizzata in questo tratto, è in acciaio S275, serie normale DN 400, sp.6,3 mm, giunto sferico, con protezione anti corrosiva interna (mediante resine epossidiche) ed esterna (mediante triplo strato di PEAD nero fumo). La condotta sarà appoggiata su mensole metalliche inghisate nel muro con passo di circa 2 m, dotate di selle con materiale plastico e protezione superiore in lamiera zincata preverniciata di colore grigio scuro antracite. La verifica idraulica di sicurezza della quota della condotta rispetto alle piene del fiume Oglio, come richiesto in conferenza dei servizi è stata effettuata consultando il PGRA e la tabella dei *Profili di penna dei corsi d'acqua del reticolo principale* relativo al fiume Oglio nella zona dei comuni di Sonico e Malonno, oltre che la relazione idraulica redatta dallo Studio Paoletti nell'ambito degli interventi di regimazione idraulica del fiume Oglio in corrispondenza alla confluenza con la Val Rabbia di Sonico BS. Nella seguente tabella e planimetria di allineamento si evince che la quota del fondello della condotta fognaria in progetto è ampiamente protetta rispetto alla quota del livello del fiume Oglio in caso di piena T500 (condizione a 500 anni considerata *rara*). Anche dalla consultazione della relazione idraulica sopracitata si evince che la situazione non cambia per quanto riguarda il tratto

## Collettamento Fognario dei Comuni di Malonno – Sonico – Edolo (BS)

in oggetto anche in caso di deposito di materiale inerte depositato per trasporto solido dal torrente Rabbia nell'alveo dell'Oglio dopo la confluenza. Si allegano in proposito la relazione idraulica con tutti i suoi contenuti (allegato A13).

[illegible]

- In corrispondenza della Sez. SA 084 la condotta si immette in sede stradale (SS 42) e vi rimane fino alla Sez. SA 103 con profondità media di circa 150 cm. sul fondello, con pozzetti di ispezione dotati di salto di fondo e chiusini interrati. In questa sezione è prevista l'interferenza con la linea della fibra ottica che scorre in banchina e che viene riattraversata in corrispondenza della Sez. SA 103; Come menzionato in relazione generale la posa della fognatura, parzialmente in questo tratto e parzialmente in quello successivo, interferisce con il progetto e la realizzazione di rialzo del piano di calpestio

---

stradale per protezione dalle esondazioni della Val Rabbia. In funzione della tempistica realizzativa dei 2.

- Dalla Sez. SA 103 alla Sez. SA 139, il percorso si sposta in banchina alla distanza di circa 3,00 metri dal filo della SS 42. In questo tratto, che è stato interessato recentemente da una importante ricarica per la costituzione dell'argine della Val Rabbia, è previsto il superamento di due piccoli fossati. In questo tratto è prevista l'immissione n° 4 di Sonico che, originariamente doveva essere intercettata in corrispondenza della Sez. SA 107, ma che con il nuovo studio di fattibilità è stata spostata alla Sez. SA 115a (in corrispondenza della casamatta). Il motivo di tale modifica è legato alle importanti opere di regimazione del fiume Oglio realizzate recentemente in corrispondenza della confluenza della Val Rabbia. Tali recenti opere hanno triplicato la larghezza dell'alveo del fiume Oglio, in corrispondenza dell'attraversamento originariamente previsto. Si è ritenuto più corretto, a tutela della condotta, attraversare il fiume Oglio più a valle con sede dell'alveo più stretta. Questa scelta comporta necessariamente una modifica di impianto da flusso idraulico a gravità a quello in pressione con l'utilizzo di una stazione di pompaggio. La scelta non è penalizzante in quanto la portata da immettere risulta limitata. In questa tratta è previsto il parallelismo con la linea della fibra ottica che scorre nella banchina appena a fianco della strada. Come indicato nel punto precedente l'interferenza con il rialzo della SS42 termina all'incirca con la sez. 103, mentre si mantiene l'interferenza con la sistemazione dell'argine in quanto l'attraversamento della condotta di pompaggio che restituisce alla sez. 115a (immissione nr 4) passa in corrispondenza del tratto indicato sul progetto dell'ing. Toigo con la dicitura "recupero materiale detritico". Sempre relativamente al progetto di difesa arginale a firma dell'ing. Toigo e relativamente alla tavola 07 si rileva interferenza tra le sez. 110 e 112 del ns progetto con l'area di deposito materiale eccedente. La perimetrazione indicata si avvicina alla banchina stradale sx e potrebbe interferire con il tracciato di scavo. E' sufficiente che il reinterro rimanga discosto di pochi m. Si tratterà di coordinare i lavori reciproci, a seconda di quando verranno realizzati.
- Dalla Sez. SA 139 alla Sez. SA 142, il percorso rimane in banchina, ma in zona non interessato dai lavori sopra citati. In questa tratta è previsto il parallelismo con la linea della fibra ottica che scorre nella banchina appena a fianco della strada;
- Dalla Sez. SA 142 alla Sez. SA 153, la condotta si sposta dalla banchina alla sede stradale (SS 42) per consentire l'attraversamento della grande rotatoria che c'è a monte dell'abitato di Malonno. In corrispondenza della rotatoria è prevista un'interferenza con

---

la condotta del gas metano in media pressione oltre che una doppia interferenza con la linea della fibra ottica;

- Dalla Sez. SA 153 alla Sez. SA 173, la condotta è nuovamente in campagna a circa 3-4 metri dalla sede stradale (SS 42); Rispetto al tracciato in banchina indicato sullo Studio di fattibilità si è prevista una distanza dalla sede stradale minore per non interferire con le previsioni di arginatura dello Studio Idraulico elaborato per conto della Comunità Montana di Valle Camonica. Pertanto in caso di interferenza con muretti, alberature od altro rispetto alla precedente stesura si terrà come priorità la vicinanza alla sede della SS42.
- Dalla Sez. SA 173, la condotta, sempre in campagna, diverge dalla Statale per portarsi verso il Fiume che raggiunge in corrispondenza della Sez. SA 191 quando attraversa un ex canale idroelettrico. A monte della Sez. SA 192, in corrispondenza delle Sezioni SA 197 e SA 198 la condotta interferisce con la linea del gas metano. Nello stesso tratto la condotta interseco lo scarico di acque fognarie di Malonno (passaggio sotto il campo sportivo) ma ad una quota incompatibile a raccogliere. La quota di passaggio della condotta intercomunale è interrata di circa 1,40 m rispetto al piano di campagna, mentre la condotta comunale è a – 3,80 dal piano di campagna. Come già indicato in relazione generale l'unico modo per raccogliere i reflui, è realizzare un sistema di pompaggio e sfiorare le eccedenze in caso di aventi meteo.
- Dalla Sez. SA 198 alla Sez. SA 199, la condotta, con scavo a cielo aperto in sezione ristretta, sottopassa il "Ponte delle Capre" e si pone sui terreni a monte della ciclabile che si snoda in fregio all'argine del fiume Oglio;
- In corrispondenza della sezione nr 199, nel pozzetto ivi collocato la condotta consortile riceve i reflui dell'immissione nr 5 di Convento, Garda, Zazza, Comparte, Magher.
- Dalla Sez. SA 199 alla Sez. SA 210, la condotta è in campagna e si accinge ad immettersi in sede alla ciclabile;
- Dalla Sez. SA 210a alla Sez. SA 216, la condotta è prevalentemente in sede alla ciclabile ed in parte a lato della stessa;
- Dalla Sez. SA 216 alla Sez. SA 222 la condotta rimane in sede ciclabile, attraversando un boschetto;
- nella Sez. SA 222, trasversale all'Ogliolo, la condotta, tramite sifone si collega al tratto realizzato con il primo lotto funzionale (pozzetto contraddistinto dal punto di rilievo A640.

- 
- La quota fondello di restituzione nel pozzetto è pari a 491,82 m s.l.m., mentre la quota fondello di partenza della condotta esistente appena realizzata con altro appalto è 491,62 m s.l.m., con una disponibilità residua di salto di 20 cm.

## *2.2 Tratti di collettamento comunali.*

Per consentire il conferimento al collettore consortile della maggior quantità di acque reflue dei Comuni interessati, saranno previsti alcuni **tratti secondari** di collettore per raggiungere il collettore principale in progetto, oltre ad eventuali tratti fognari a completamento del reticolo fognario comunale. Questi interventi sono inclusi nel presente progetto, pur con documentazione progettuale separata per consentirne un appalto distinto ed eventualmente anche in più stralci.

Su richiesta del Committente, nell'ambito di questo progetto è stata fatta una stima di costi, inserita nel quadro economico, per consentire una programmazione finanziaria. Di seguito si elencano sommariamente i tratti necessari, e a seguire le descrizioni di dettaglio dei singoli tratti di collettamento comunali.

### Comune di Edolo (che confluiranno nell'immissione di Edolo)

- Tronco Plerio-via Primavera – questo ramo raccoglie i reflui della frazione di Plerio e quelli della via Primavera che scende sino al capoluogo e più precisamente al punto di incrocio tra la via Nicolina e la statale per l'Aprica.
- Destra idrografica dell'Oglio dalla galleria sino alla tangenziale per Corteno – questo ramo raccoglie i reflui scaricati a monte del ponte sull'Oglio sia provenienti dalla sinistra che destra idrografica del fiume. La condotta prosegue a valle in destra idrografica, lungo l'argine, raccogliendo i reflui dell'abitato di Edolo che si trovano sulla destra del fiume.
- La raccolta complessiva dei reflui del Comune di Edolo avviene a valle del lago Enel in corrispondenza con la partenza del collettore intercomunale in progetto.

### Comune di Sonico

- Raccordi per doppia immissione in destra e sinistra idrografica, in corrispondenza del canale di scarico Edison (immissioni 1a e 1b).
- Tratto di collettore comunale per l'immissione rif. 2a, profilo 1, che raccoglie gli scarichi degli edifici lungo un tratto della SS42, con inizio dalla sez. A023 sino alla sez. A033 (roggia Ullà), riunita in corrispondenza della nuova pista ciclabile limitrofa al cantiere

Plona, sez. A033 con l'immissione 2b relativa agli scarichi dell'abitato di Sonico attualmente ricondotti in corrispondenza della ss42 nel Re di Sonico.

- Tratto di fognatura proveniente dalla zona urbanistica di espansione posta tra Sonico e Rino (rif. 3b) e il tratto di fognatura proveniente dall'agglomerato urbano denominato Rio Blanco (rif. 3a), riuniti in corrispondenza del ponte Dassa e confluenti nel collettore intercomunale prima del sifone di attraversamento (immissione 3).
- Tratto di fognatura proveniente dalla frazione di Rino, in destra del torrente Remulo, che percorre la strada comunale sino al fiume Oglio in sponda sinistra e che tramite stazione di pompaggio, attraversa l'Oglio verso la sponda destra, confluenndo nel pozzetto P79 limitrofo alla casamatta della vecchia linea di difesa militare della prima guerra mondiale (immissione 4).

### Comune di Malonno

Tratto fognario di collettamento della frazione di Garda e del Convento (Comune di Sonico) e delle frazioni di Zazza e Comparte e agglomerato urbano Magher del comune di Malonno. Il tratto comprende alcune ramificazioni e confluisce nel collettore intercomunale in corrispondenza del ponte delle Capre (immissione nr 5).

Per quanto riguarda tutti i dati tecnici si rimanda ai tabulati a supporto del profilo idraulico e ai tabulati di calcolo dei diametri e tipologia delle condotte.

## **2.3 Descrizione in dettaglio dei singoli *collettori comunali* in immissione, nell'intercomunale**

### **2.3.1 Edolo - Tronco Plerio-via Primavera :**

Il ramo fognario parte dalla sez 01 che è in corrispondenza dello scarico a ruscello "valle di S. Clemente" dei reflui della frazione di Plerio. La condotta, previo sfioratore, attraversa il ruscello e scorre in destra idrografica dello stesso alla distanza media di circa 10 m sino al piazzale sterrato posto sulla Sx della strada comunale denominata via Primavera, in corrispondenza di un tornante (progr. circa 140,00 m). La fognatura percorre tutta la via Primavera, sul lato sinistro valle scendendo, attraversando anche il ponticello sulla valletta e affiancandosi all'acquedotto che si incontra in corrispondenza di un piazzale posto sulla DX con serbatoio di accumulo, in curvone girante a destra (sezione 17-18). Il percorso quindi vede quindi il parallelismo tra la condotta fognaria e l'acquedotto che si trova sulla sinistra. Lungo il percorso sono presenti

caditoie e tombotti in alcuni tratti. Tra la sez. 40 e la sez 41 (progr. 1.190,00 circa) è previsto con altro progetto a cura e costo del comune di Edolo un tombotto di attraversamento della valletta denominata “valle dei Serioi” che nella primavera del 2024 ha creato danni per esondazione nella zona. L’interferenza verrà risolta probabilmente passando sotto il tombotto, dato che la strada è con pendenza e permette il recupero della livelletta. In corrispondenza dell’incrocio con la statale per l’Aprica è prevista interferenza con alcuni grigioni e una condotta di scarico di acque meteoriche. Il percorso si porta quindi in destra scendendo della Statale sino a raggiungere a monte la scaletta di accesso alla via Nicolina. Questo è il punto di restituzione dei reflui alla rete fognaria di Edolo. Il breve tratto fognario di collegamento (circa 30 m) tra il pozzetto nr P32 e il pozzetto P33 della rete fognaria sarà realizzato a cura e costo del comune di Edolo nell’ambito del progetto e dei lavori di regimazione della valletta recentemente esondata (progr.1.324 m circa e Q. fondo tubo 693,58 m s.l.m.). Lunghezza totale reale del tratto pari a 1.333,00 circa.

### **2.3.2 Edolo - Destra idrografica dell’Oglio –**

Il tratto fognario ha lo scopo di collettare i reflui delle abitazioni poste in fregio alla SS42, che rimangono a monte della galleria in centro paese sulla strada verso Ponte di legno. Esiste già un tratto fognario che scarica direttamente in sponda DX del fiume Oglio a monte di un piccolo spiazzo a parcheggio (vedi rif S1 dell’indice scarichi sulla relazione generale). Il pozzetto di partenza che avrà anche funzionalità di “scaricatore di piena” è collocato a fianco del marciapiede e a valle dell’ultima costruzione a monte della galleria sulla sinistra scendendo della strada. La condotta, di tipologia Gres DN 250 mm, scende a sinistra e si porta a destra dopo la galleria per raccogliere i reflui del pozzetto fognario esistente rif. P03 proveniente dalla via Martiri della Libertà. Successivamente la condotta gira sinistra attraversando la via principale e si porta sul marciapiede per scendere direttamente sul cordolo superiore dell’argine Dx regimato del fiume Oglio. Prosegue, in tipologia Pead De 315mm, sull’argine del fiume Oglio, protetto da un muretto in pietra, attraversa la passerella di accesso al municipio, in tipologia tubo di acciaio rivestito in pead solo per questo tratto (A.S. DN 250 mm), mentre sino alla briglia sul fiume utilizza la condotta esistente in cls De 40 cm. In corrispondenza della briglia, la vecchia condotta esistente scaricava a fiume. Il progetto, previo scaricatore di piena, prevede di proseguire sull’argine con una nuova condotta di tipologia Pead De 315 mm sino alla sezione 13 dove il diametro per sopraggiunta confluenza, si porta a de 400mm. A valle dell’attraversamento sotto il ponte ferroviario la condotta esce dalla sede dell’argine e si porta in banchina a prato sino all’immissione nel pozzetto della rete fognaria comunale a valle del polo

scolastico. Lungo il percorso sono presenti varie immissioni fognarie che saranno dotate tutte di Scaricatore di piena. Lunghezza totale reale del tratto = 940 m circa.

**2.3.3 Sonico rif. 1 – immissione 1a e 1b presso lo scarico del canale Edison –**

Si tratta di 2 piccoli raccordi fognari, uno a monte e uno a valle del sifone di attraversamento del canale di scarico Edison. Trattandosi di condotte in sede agricola sono stati previsti in materiale PRFV.

**2.3.4 Sonico rif. 2a –**

Collettore parallelo alla **roggia Ullà** e che preleva i reflui dei capannoni in fregio alla SS42 (immissione 2a). Il collettore della roggia Ullà parte dalla sez. SA023 (intercomunale) e prosegue sulla sponda SX della roggia, mentre in dx sarà posizionato il collettore intercomunale. La condotta prevista è in PRFV DN 200-250 mm, salvo l'ultimo tratto di attraversamento sifonato del Re di Sonico, in Pead De 315mm. Lungo il suo percorso raccoglie gli scarichi delle varie attività produttive/commerciali e residenziali poste in fregio alla SS42. Lunghezza complessiva reale del tratto circa 367,00 m.

**2.3.5 Sonico rif. 2b –**

Collettore che raccoglie lo scarico dei reflui del capoluogo di Sonico, attualmente scaricati nel **Re di Sonico** (immissione 3). La condotta parte appena a valle della SS42, ove la vecchia fognatura scaricava nel Re di Sonico. La condotta, previo pozzetto scaricatore di piena è di tipo PRFV DN 250 mm e percorre circa 125 m in sponda sx del Re di Sonico si congiunge con la condotta di Sonico 2 e restituiscono sulla sez. SA033 nel collettore intercomunale.

**2.3.6 Sonico rif. 3 – Rio Blanco –**

Trattasi di 2 rami che confluiscono nel pozzetto di monte del sifone di Ponte Dassa, previa riunione delle 2 condotte separate nel pozzetto posto a ridosso del muro della strada asfaltata denominata Rino/Ponte Dassa (P07). Il ramo di cui al profilo 1 (reflui di Rio Blanco, immissione 2a) in gres Dn 250 mm intercetta la fognatura comunale sulla seconda curva più a monte della via Rino-ponte Dassa, previo scaricatore di piena e mantenimento come sfioratore del vecchio tubo in cemento proseguente a fiume. Scende sulla strada comunale asfaltata a destra monte della stessa sino a ponte Dassa, ove con pozzetto P07 adiacente al muro di sostegno dei prati riceve i reflui del secondo ramo. Il secondo ramo in PRFV DN 250 mm invece raccoglie i reflui della zona urbanistica di espansione parzialmente insediata (immissione 2b) e collocata fra i paese di Sonico e quello di Rino. Parte ex novo da lato valle della strada comunale verso Rino



e scende lungo i prati sino al pozzetto prima citata P07 del primo ramo di Rio Blanco. Lunghezza rispettivamente dei 2 tratti 279,00 m e 294,00 m circa.

#### **2.3.7 Sonico rif. 4 – Rino –**

Raccoglie i reflui della rete fognaria della frazione di Rino che scaricano in destra idrografica del torrente Remulo. Il prelievo avviene nel pozzetto esistente posto a valle del cimitero, che verrà adeguato alla funzione di Scaricatore di piena, con mantenimento del tratto finale esistente di condotta al Remulo per la funzionalità di sfioro. La condotta prevista è in gres DN 250 per tutto il percorso dalla sezione 1 alla sezione 41, parte in campagna e prevalentemente in sede stradale comunale. Lungo la strada verranno raccolti gli scarichi di abitazioni residenziali ed attività agricole incontrate. L'unica interferenza importante è al bivio della stradina d'argine presso la sezione 32, nella quale la condotta fognaria passa sopra la rete elettrica. In fondo al tratto in sx idrografica e a fianco del nuovo argine, alla progressiva 1.282,00 circa, ove verrà realizzata una stazione di pompaggio per l'attraversamento in subalveo del fiume Oglio sino alla sponda destra. La condotta in pressione Pead De 125 PN 16 è lunga circa 105 m e termina nel pozzetto P30 che è in corrispondenza della sez. 42. Da questo punto la portata ritorna a pelo libero e a gravità con condotta in gres DN 250 mm sino al pozzetto P079 del collettore intercomunale situato a fianco della casamatta militare. Lunghezza complessiva del ramo da Rino al collettore intercomunale pari a 1.498,00 m circa.

#### **2.3.8 Malonno rif. 5 –**

Convento, Garda, Zazza, Comparte, Magher – Il collettore comunale presenta varie ramificazioni prima di confluire nel collettore intercomunale. A monte sotto l'abitato di Garda (territorio del comune di Sonico) raccoglie i reflui dell'abitato e con ramo da destra quelli del complesso religioso presente (convento). Dal pozzetto esistente del convento parte una condotta in Pead De 200 mm lunga 144,00 m reali circa fino al pozzetto di confluenza P02 del ramo principale. Il percorso è molto ripido nel primo tratto e richiede ancoraggi in roccia e protezione della condotta nel reinterro. Il ramo principale parte dalla stradina che conduce alla valletta, modificando in scaricatore di piena il pozzetto esistente P.. e mantenendo la condotta esistente verso la valletta con la funzione di sfioro. La condotta prevista è in Pead De 200mm, tenuto conto della zona impervia e molto pendente, e prosegue nel bosco sino a quando raggiunge la strada comunale prima del ponte sul torrente Valle di Zazza, nel pozzetto P10. L'attraversamento è previsto con condotta in acciaio DN 250 appesa sul lato a valle del ponte con lunghezza di circa 9,00 m. La condotta in gres DN 250 prosegue lungo la strada, lato valle destro sino alla frazione di Comparte dove a valle di un parcheggio è previsto un pozzetto a

monte e valle del muro alto di sostegno collegati da un tratto di 5 m di condotta in acciaio. Qui riceve i reflui della frazione di Comparte. Scendendo (sez. 19). Dal pozzetto P20 il tracciato con condotta in PRFV DN 250 mm prosegue nei prati sino al pozzetto P29 ove riceve le immissioni della frazione di Zazza da un lato (dx e dell'agglomerato di Prabello dall'altro (Sx). Prosegue quindi a valle parte nel prato e parte nel bosco sino al pozzetto P34 che immette la condotta in una mulattiera protetta da muri laterali in pietra. La condotta prosegue lungo la mulattiera fino a portarsi in sede stradale al pozzetto P44 sulla corsia DX scendendo, a fianco di una valletta e scaletta in pietra di accesso al bosco. Qui avviene il cambio di tipologia della condotta in gres DN 250 mm fino a valle della sez. 52 pozzetto P50 ove vi è l'immissione della località "Magher". Il ramo confluyente Magher parte dallo scarico esistente nella valletta sotto le abitazioni ove verrà creato il pozzetto P01 con funzione di scaricatore di piena. La condotta in PRFV DN 250 scende lungo il prato sino a raggiungere una stradina privata, attraversare un ruscello spesso in secca e confluire nel pozzetto P50 del ramo principale prima descritto. La lunghezza reale del tratto di condotta è di 212,00 m circa. A valle del pozzetto P50 la condotta in gres DN 250 scende sul lato valle della strada sino al ponte delle Capre che viene attraversato con condotta in acciaio DN 250 appesa e protetta prima di confluire nel pozzetto P141 del collettore intercomunale. La lunghezza reale del tratto principale e dei vari rami del tratto di Malonno sono i seguenti : Ramo principale 3.037,00 m circa; ramo Magher 212,00 m circa; ramo convento 144,00 m circa.

#### ***2.4 Censimento e valutazione delle **interferenze del collettore intercomunale** con sotto servizi esistenti***

In fase preliminare, durante i rilievi celerimetrici e sulla scorta della documentazione fornita dalle Amministrazioni Comunali interessate, si sono individuate le principali interferenze con le opere in progetto.

Durante la fase di rilievo topografico a supporto dello studio di fattibilità sono state individuate e rilevate le reti, le urbanizzazioni, le vie di comunicazione, i manufatti ed i corsi d'acqua presenti lungo il tracciato dei nuovi collettori e nelle aree interessate da nuovi manufatti.

Sugli elaborati grafici di rilievo e di progetto (planimetrie, sezioni, profili longitudinali) sono riportate la posizione, le fotografie, le quote caratteristiche ed un particolare quotato (solo per manufatti di una certa consistenza) degli elementi che vanno ad interferire con il progetto.

Considerato che tutte le opere in progetto sono localizzate essenzialmente al di fuori dai centri abitati, in campagna e/o area demaniale, lungo strade secondarie e solo per un tratto lungo la S.S. 42 e comunque fuori dei centri abitati, le urbanizzazioni e sotto servizi presenti, escludendo le reti fognarie comunali da intercettare, sono trascurabili e comunque facilmente superabili.

---

Il tracciato del collettore intercomunale interferisce puntualmente con le seguenti strutture e reti esistenti:

- Nel tratto iniziale prima della sezione A001, interferenza con la linea elettrica Terna, con passaggio della condotta fognaria sotto, con scavo a sezione aperta.
- Nel tratto successivo, in campagna, prima della sezione A007, interferenza con la linea elettrica Terna, con passaggio della condotta fognaria sotto, con scavo a sezione aperta.
- Nel tratto di attraversamento del canale di scarico Edison, sez. longitudinale A010, mediante manufatto a sifone, in campagna, interferenza con la linea elettrica Terna, con passaggio della condotta fognaria sotto, con scavo a sezione aperta.
- Interferenza con la nuova pista ciclabile in fregio al cantiere Plona, tra le sez. A033 e A034, che richiede lo scavo a sezione aperta del manufatto e il suo successivo ripristino.
- Interferenza con la Linea ferroviaria Brescia appena prima del ponte Dassa, con passaggio della tubazione sotto il ponte e con necessità di rimuovere con scavo in roccia e struttura in massi di pietra e cls una piccola parte dell'argine che ricopre la fondazione., con successivo ripristino.
- Interferenza con la Strada Statale n°. 42 del Tonale e della Mendola: il nuovo collettore consortile intercetta la S.S. 42 in corrispondenza di ponte Dassa (Sonico). La tubazione verrà posata mediante spingitubo con tubo di protezione esterno in acciaio in modo da non interferire con il sovrastante traffico veicolare.
- Interferenza sulla SS42 in prospicenza alla val rabbia tra le sezioni 90 e 103 con il progetto di rialzo della sede stradale. La problematica consiste solo nella tempistica di quale dei 2 progetti verrà realizzato per primo.
- Interferenza con il cavo della fibra ottica in corrispondenza delle sezioni 103 e 142 , con attraversamento della condotta sotto le stesse.
- Interferenza con lo scarico fognario comunale di Malonno con passaggio sopra lo stesso a valle delle tribune del campo sportivo, sez A197.
- Interferenza con la via Matteotti, tratto in pendenza per raggiungere il Ponte delle capre, passando con la condotta interrata sotto il sottopasso di accesso alla ciclabile e alla strada agricola d'argine destro del fiume Oglio.
- Interferenza con la pista ciclabile a tratti tra le sezioni da A199 a A222; il ripristino dei tratti di ciclabile scavata ed altri sarà interessato da asfaltatura.

### **3 DISPONIBILITA' DELLE AREE**

#### *3.1 Opere di collettamento*

Parte del tracciato del collettore interessa strade comunali o strade agro-silvo-pastorali. Per tutti i terreni di proprietà privata interessati dal passaggio della condotta, verrà costituita una servitù di passaggio come meglio evidenziato nel “Piano Particellare di Esproprio”.

### **4 SCELTA DEI MATERIALI**

La rete di collettamento è stata attentamente studiata anche in rapporto alle acque sotterranee per prevedere che i livelli di falda interessino solo saltuariamente il livello di giacitura delle tubazioni e manufatti costituenti il sistema di collettamento.

Si è evitato anche qualsiasi compromissione qualitativa delle acque sotterranee. Ne consegue che i materiali e i criteri progettuali e costruttivi della rete di collettamento (tubazioni e manufatti) devono essere concepiti in modo da presentare, per tutta la durata di vita attesa, ampie garanzie di tenuta idraulica da e verso l'esterno.

La notevole estensione dei tratti di collettore da costruire e le diverse situazioni ambientali attraversate, la natura ed il grado di inquinamento delle portate convogliate, hanno imposto una particolare attenzione alla scelta dei materiali ed al dimensionamento delle tubazioni, al fine di prevedere l'uso delle canalizzazioni che meglio si adattano alle diverse situazioni di posa riscontrate.

Sono state adottate tubazioni di diverso materiale e con diverse sezioni come di seguito indicato, per quanto riguarda il **collettore intercomunale**:

- Dalla Sez. SA 000 alla Sez. SA 007 in vetroresina PRFV DN 400 PN10 SN 16000
- Dalla Sez. SA 007 alla Sez. SA 010 in vetroresina PRFV DN 500 PN10 SN 16000
- Sulla Sez. SA 010 in PEAD DE 500 SN>8 SDR 21-S10 in corrispondenza del sifone sullo scarico Edison
- Dalla Sez. SA 010 alla Sez. SA 017 in vetroresina PRFV DN 500 PN10 SN 16000
- Dalla Sez. SA 017 alla Sez. SA 030 in vetroresina PRFV DN 400 PN10 SN 16000
- Dalla Sez. SA 030 alla Sez. SA 030c in vetroresina PRFV DN 500 PN10 SN 16000
- Sulla Sez. SA 030c in PEAD DE 500 SN>8 SDR 21-S10 in corrispondenza del sifone sul Torrente Re di Sonico

- 
- Dalla Sez. SA 030c alla Sez. SA 050 in Grès ceramico DN 500 PN min = 0,5 bar
  - Dalla Sez. SA 050 alla Sez. SA 052v in PEAD DE 500 SN>8 SDR 21-S10 in corrispondenza sia dello spingitubo che del sifone sul Fiume Oglio
  - Dalla Sez. SA 052v alla Sez. SA 080a in vetroresina PRFV DN 500 PN10 SN 16000
  - Dalla Sez. SA 080a alla Sez. SA 084 in acciaio al carbonio serie normale DN 400 con rivestimento interno in resine epossidiche ed esterno in triplo strato di PEAD nero fumo con pressione minima di collaudo PN 40 bar. Giunto a bicchiere sferico, appeso al muro della SS42.
  - Dalla Sez. SA 084 alla Sez. SA 103 in Grès ceramico DN 400 PN min = 0,5 bar
  - Dalla Sez. SA 103 alla Sez. SA 124 in vetroresina PRFV DN 400 PN10 SN 16000
  - Dalla Sez. SA 124 alla Sez. SA 142 in vetroresina PRFV DN 500 PN10 SN 16000
  - Dalla Sez. SA 142 alla Sez. SA 154 in Grès ceramico DN 500 min = 0,5 bar
  - Dalla Sez. SA 154 alla Sez. SA 222 in vetroresina PRFV DN 500 PN1 SN 16000
  - Sulla Sez. SA 222 in PEAD DE 500 SN>8 SDR 21-S10 in corrispondenza del sifone sul Fossato Ogliolo
  - Dalla Sez. SA 222v alla Pozzetto di cui al punto A640 in vetroresina PRFV DN 500 PN10 SN 16000

Per quanto riguarda i **collettori comunali** :

Tratto di via >Primavera a Edolo :

- Dal pozzetto P01 al P07 in PRFV DN 250 SN 16000
- Dal pozzetto P07 al P32 in Gres DN 250 ;

Tratto lungo l'argine DX del fiume Oglio a Edolo :

- Dal pozzetto P01 al P04 in Gres DN 250 ;
- Dal pozzetto P04 al P05 in acciaio saldato DN 250 riv. In Pead ;
- Dal pozzetto P05 al P08 esistente in CLS De 400 ;
- Dal pozzetto P08 al P12 in PEAD De 315 SN>8 SDR 21-S10
- Dal pozzetto P12 al P18 in PEAD De 400 SN>8 SDR 21-S10

Tratti di immissione Sonico 1 – scarico Edison : trattandosi di brevi raccordi dalla fognatura esistente ai pozzetti del sifone, al fine di potersi tagliare a misura, verranno realizzati in PEAD De 250, SN > 8 SDR 21-S10

Tratto per immissione Sonico 2, roggia Ullà :

- Dal pozzetto P01 al rif. R18 in PRFV DN 250 SN 16000 ;

- 
- Dal rif. R18 alla sez. SA030c (tratto a piccolo sifone) in PEAD De 315 SN>8 SDR 21-S10
  - Dalla sez. SA030c al pozzetto P09 in PRFV DN 250 SN 16000

Tratto per immissione Sonico 1, Re di Sonico :

- dal pozzetto P01 al P09 in PRFV DN 250 SN 16000

Tratto abitato di Rio Blanco, comune di Sonico :

- dal pozzetto P01 al P07 in Gres DN 250 ;

Tratto della nuova espansione urbanistica, rif. Rio Blanco, comune di Sonico :

- dal pozzetto P01 al P07 in PRFV DN 200 SN 16000 ;
- dal pozzetto P07 al pozzetto di monte dello sghiaiatore del sifone di ponte Dassa in Gres DN 250 ;

Tratto di Rino (comune di Sonico) :

- Dal pozzetto P01 al P29 in Gres DN 250
- Dal pozzetto P29 al P30 (pompaggio) in Pead De 125 mm PN 16
- Dal pozzetto P30 al pozzetto P079 (nr intercomunale) in Gres 250
- 

Tratto da Garda, Zazza, Comparte

ramo principale :

- dal pozzetto P01 al pozzetto P10 ( spalla a monte del ponte) in Pead De 200 SN>8 SDR 21-S10 ;
- dal pozzetto P10 al P11 (attraversamento ponte) in acciaio saldato DN 250 mm rivestito in Pead ;
- dal pozzetto P11 al pozzetto P20 in gres DN 250 ;
- dal pozzetto P20 al pozzetto P22 in acciaio DN 250 (salto muro) ;
- dal pozzetto P22 al pozzetto P44 in PRFV DN250 SN 16000 ;
- dal pozzetto 44 al pozzetto P82 (monte ponte delle capre) in Gres DN 250 ;
- dal pozzetto P82 al P141 (nr collettore intercomunale) in acciaio DN 250 riv. In Pead ;

ramo Convento : dal pozzetto P01 al pozzetto P02 (ramo principale) in Pead De 200 mm SN>8 SDR 21-S10

ramo Magher : dal pozzetto P01 al pozzetto p54 in PRFV DN 250 SN 16000

- La scelta di tali materiali per le condotte è essenzialmente di carattere tecnico in quanto:

- Il **PRFV** è inattaccabile chimicamente, ha una perfetta tenuta idraulica e presenta economicità di fornitura e posa. E' stato preferito per l'interramento in campagna o su strade sterrate;
- Il **PEAD**, offre le migliori caratteristiche nei confronti dell'inattaccabilità chimica, della perfetta tenuta idraulica in tratti sottofalda e della scorrevolezza dei liquami. E' stato preferito per la realizzazione di tratti con spingitubo e sifoni;
- Il **GRES** è inattaccabile chimicamente, ha una perfetta tenuta idraulica ed ha un'alta resistenza in corrispondenza di carichi pesanti. E' stato preferito per l'interramento in sede stradale;
- L'**ACCIAIO** protetto internamente e rivestito esternamente in triplo strato di PEAD e ulteriormente protetto meccanicamente dall'alto mediante lattonerie, è stato preferito nei tratti sospesi a cielo aperto per la sua duttilità e per le indubbie caratteristiche di resistenza meccanica nel tempo

## **5 TIPOLOGIE DI POSA IN OPERA**

La posa della tubazione del collettore fognario è prevista parte in aperta campagna e parte lungo il sedime di strade esistenti e quindi gli interventi di scavo, posa e protezione della tubazione differiscono in funzione dell'ambito di realizzazione della canalizzazione.

### *5.1 Posa delle tubazioni su strada urbana pavimentata*

Nel caso di strade urbane pavimentate, una volta proceduto al taglio della pavimentazione, allo scavo in sezione con eventuale armatura delle pareti di scavo, per la posa in opera delle tubazioni è prevista:

- Per profondità di ricoprimento  $\geq 1,00$  m. la realizzazione di un letto continuo di posa, rinfilanco e cappa in sabbia di cava lavata o sabbiaccio;
- Per profondità di ricoprimento  $< 1,00$  m. formazione del massetto di posa, rinfilanco e cappa superiore continui in calcestruzzo a 200 kg di cemento R 325 gettati senza ausilio di casseri per uno spessore minimo di cm 15 misurati sull'estradosso della tubazione.

Successivamente si procederà al reinterro in strati ben battuti e costipati con idoneo materiale (materiale di risulta vagliato e/o misto di cava) ed al ripristino della pavimentazione stradale (massicciata cm. 25, fondazione bitumata cm. 8-10, tappetino d'usura cm 3).

### *5.2 Posa delle tubazioni su strada sterrata e/o campagna*

Nel caso di strade sterrate e/o campagna, una volta proceduto alla demolizione della massicciata in materiale arido od in alternativa allo scoticamento superficiale ed al decespugliamento e taglio di alberi e/o arbusti, per la posa in opera delle tubazioni è prevista:

- Per profondità di ricoprimento  $\geq 1,00$  m. la realizzazione di un letto continuo di posa, rinfiacco e cappa in sabbia di cava lavata o sabbiaccio;
- Per profondità di ricoprimento  $< 1,00$  m. formazione del massetto di posa, rinfiacco e cappa superiore continui in calcestruzzo a 200 kg di cemento R 325 gettati senza ausilio di casseri per uno spessore minimo di cm 15 misurati sull'estradosso della tubazione.

Nella parte superiore sarà ripristinato il piano di campagna con reinterro in strati battuti di materiale vagliato proveniente dagli scavi, con successivo ripristino della pavimentazione in misto granulare stabilizzato e inghiaiata, fino al raggiungimento delle quote originarie od in alternativa al ripristino superficiale con terreno vegetale ed eventuale inerbimento.

### *5.3 Posa delle tubazioni in condizioni particolari*

Parte della tubazione verrà **ancorata a manufatti esistenti**, in questo caso la condotta sarà costituita da:

- una tubazione in acciaio al carbonio, serie normale, internamente rivestita in resine epossidiche o poliammidiche ed esternamente rivestito in triplo strato in PEAD nero fumo. Giunto a banchiera sferica con saldature ad elettrodo;
- la condotta sarà posta in opera mediante apposite mensole di sostegno in acciaio zincato di idonee dimensioni ed interasse ancorate al manufatto esistente (muro d'argine/sostegno, pilastro, ecc.) con tasselli/barre filettate e zincate e resinate oltre a cravatte ferma tubo zincate e selle di idoneo materiale plastico; sarà ulteriormente protetta in sommità da azioni meccaniche da una latteniera di idoneo spessore in lamiera zincata preverniciata, sorretta da staffe metalliche con passo uguale a quello delle mensole.
- ispezione ogni 50/100 ml. mediante pezzo speciale a T dotato di flangia cieca a tenuta imbullonata, asportabile per consentire l'ispezione.

Per quanto concerne la posa delle tubazioni in situazioni ambientali particolari, quali la presenza di falda o l'**attraversamento di corsi d'acqua**, si prevede il rivestimento protettivo delle tubazioni con calcestruzzo armato, previa interposizione di strato di scorrimento.



Nel caso di **attraversamento stradale** si procederà alla posa in opera di un tubo guaina di protezione in acciaio mediante impiego di macchina spingitubo.

Per tutte le tipologie di condotte interrato è previsto il posizionamento di un nastro monitore in superficie e di un filo pilota direttamente appoggiato/fissato sulla generatrice superiore della condotta per la ricerca e profondità della rete tecnica con dispositivo ad induzione magnetica.

Nel caso di **presenza di roccia o materiale inerte di grossa pezzatura** : la condotta sarà protetta con fogli avvolgenti di polietilene ad alta densità di forma gofrata per garantire uno scudo protettivo agli speroni di roccia o a sassi da frantumazione.

## **6 MANUFATTI E OPERE D'ARTE PARTICOLARI**

### *6.1 Pozzetti di ispezione collettore consortile*

I pozzetti d'ispezione devono essere disposti a una distanza massima di 50 m e comunque in corrispondenza di tutte le confluenze e cambiamenti di direzione. Distanze più lunghe non sono in genere consigliabili, anche per esigenze di aerazione prima delle ispezioni.

I pozzetti d'ispezione saranno per tutte le tipologie di condotta del tipo prefabbricato in cemento armato di larghezza interna 1000 mm e altezza variabile.

In casi particolari previsti dalla D.L. saranno eseguito in calcestruzzo, classe di esposizione XC1 classe di resistenza a compressione C 32/40 (Rck 30 N/mm<sup>2</sup>) armato con acciaio in barre del tipo B450 C, internamente rivestito con mattonelle 20x10x2 UNICERAB 02 fino a 50 cm. al di sopra della quota dell'estradosso della tubazione e ad intonaco in cemento ferrico pozzolanico lisciato per la rimanente altezza.

Per tutti i pozzetti saranno completi di chiusino circolare in ghisa sferoidale (classe D400) con guarnizione anti-odore, con calcestruzzo e malta confezionati con cemento ferrico pozzolanico.

I pozzetti d'ispezione saranno conformati in modo tale da non introdurre apprezzabili perdite di carico per le portate di tempo asciutto, tali da evitare il ristagno del liquame e la conseguente formazione di depositi putrescibili.

### *6.2 Pozzetti con salto di fondo collettore consortile o comunali*

I pozzetti avranno altezza variabile fra il piano di scorrimento della tubazione più bassa e la quota di campagna, come da profilo o dettagli

Saranno eseguiti come sopra indicato

N.B. per quanto riguarda i pozzetti in sede stradale sovracomunale saranno posti sotto lo strato di misto cementato e asfalto.

### *6.3 Pozzetti sfioratori di allacciamento al collettore consortile*

La totalità delle immissioni comunali di Edolo Sonico e Malonno hanno tuttora autorizzazione allo scarico nei corpi idrici superficiali, il collegamento delle stesse al collettore fognario principale presuppone l'utilizzo di sfioratori che saranno tarati in funzione degli abitanti equivalenti considerati nel dimensionamento del sistema di depurazione.

Non sono quindi necessarie nuove autorizzazioni allo scarico, i pozzetti sfioratori entreranno in funzione solamente in tempo di pioggia dove la portata in eccesso verrà scaricata direttamente nel corpo idrico superficiale attraverso gli attuali collettori.

Il pozzetto sfioratore, sarà in opera o prefabbricato, eseguito in calcestruzzo, classe di esposizione XC1 classe di resistenza a compressione C 32/40 (Rck 30 N/mm<sup>2</sup>) armato con acciaio in barre del tipo B450 C, internamente rivestito (pareti e fondo) con mattonelle in gres 20x10x2 UNICERAB 02 fino a 50 cm. oltre la quota dell'estradosso della tubazione più alta e sulla soglia sfiorante, ad intonaco pozzolanico liscio per la rimanente altezza.

Completo di chiusino circolare con guarnizione anti odore in ghisa sferoidale D400, di lama metallica regolabile di sfioro e di paratoia in acciaio di regolazione. Calcestruzzo e malta confezionati con cemento ferrico pozzolanico.

Sono previsti pozzetti con dimensioni interne nette di 1,50 x 1,50 x 2,50h max.

### *6.4 Manufatti di attraversamento*

Nel presente studio di fattibilità, nella definizione planimetrica del tracciato è stata rilevata e considerata la presenza di attraversamenti tenendo conto dei vincoli conseguenti almeno agli attraversamenti più importanti e impegnativi (ad es: fiume Oglio, SS42, torrenti ecc.), dai quali possono derivare importanti condizionamenti nella scelta dei tracciati stessi e talvolta anche della stessa struttura generale della rete e nella manutenzione delle opere.

Le scelte progettuali hanno tenuto conto degli aspetti gestionali di tali infrastrutture che, soprattutto nel caso di sifoni, richiedono spesso periodici controlli e manutenzioni.

Gli aspetti idraulici considerati nelle scelte di base e nei calcoli di dimensionamento attengono:

- alle decisioni circa il tipo di moto, a pelo libero o in pressione, previsto per tutto il campo delle possibili portate convogliate;
- alla valutazione delle portate massime e minime di progetto ed alle corrispondenti velocità idriche per ognuna delle tubazioni fognarie che compongono la struttura di attraversamento;

- 
- alla valutazione delle perdite di carico distribuite e concentrate lungo lo sviluppo di ognuna delle tubazioni fognarie che compongono la struttura di attraversamento;
  - alla valutazione, nel caso di moto in pressione, anche se saltuariamente, delle opere di salvaguardia delle infrastrutture attraversate;
  - alla valutazione delle esigenze di ventilazione dei manufatti di attraversamento;
  - all'esigenza di equipaggiare i manufatti di attraversamento con apparecchiature mobili di regolazione e manutenzione.

Il progetto presenta anche la necessità di realizzare dei manufatti speciali detti “sifoni rovesciati” che consentono il sottopasso degli ostacoli. Il funzionamento dal punto di vista idraulico è stato reso possibile determinando il dislivello ingresso-uscita che compensasse le perdite di carico.

Nota tecnica - Il sifone funziona a canna piena, con corrente in pressione e seppure, per la sua geometria, la corrente non sia uniforme, in letteratura viene considerato accettabile adottare la formula di Glauckler – Strickler:

$$\Delta H_1 = J \cdot L + k \cdot \frac{V^2}{2g}$$

in cui  $\Delta H$  rappresenta le perdite distribuite,  $L$  la lunghezza del sifone e  $J$  la cadente idrica calcolata come

$$J = \frac{v^2}{c^2 \cdot R_i^{4/3}}$$

dove

- $J$  rappresenta la cadente idrica;
- $c$  il coefficiente di scabrezza che per tubazioni in PEAD è considerato uguale a  $90 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ;
- $v$  la velocità della corrente in moto uniforme, calcolata come  $v = Q/A$  dove  $Q$  rappresenta la portata e  $A$  l'area dell'intera sezione della tubazione;
- $R_i$  raggio idraulico, che equivale al rapporto fra l'area e il perimetro bagnato.

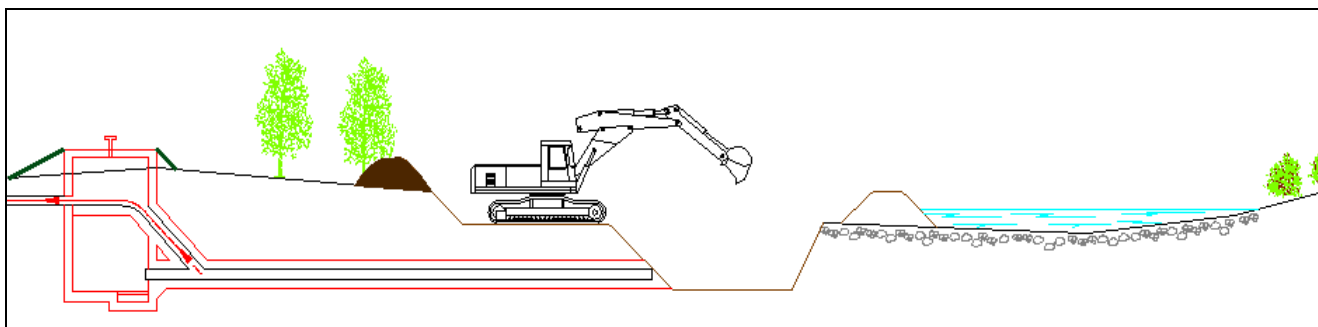
Le tipologie individuate successivamente si differenziano in base alle dimensioni del manufatto, in rapporto al corso d'acqua che devono attraversare:

- Tipologia 1 da 60m a 30m
- Tipologia 2 da 30m a 15m
- Tipologia 3 da 15m a 5m
- Tipologia < 5m (attraversamenti sottoservizi, tombotti, piccole rogge)

#### **6.4.1 Modalità costruttive**

Si sottolinea infine che i nuovi manufatti non andranno in nessun modo a modificare le attuali caratteristiche del corso d'acqua (sezione idraulica, pendenza, scabrezza del fondo, rivestimenti spondali e di fondo).

- La realizzazione dei sifoni avverrà in due fasi distinte, una per sponda, durante le quali si provvederà a raccogliere e convogliare le acque mediante una canalizzazione provvisoria. Ognuna delle due fasi comprenderà le seguenti lavorazioni:
  - Demolizione di eventuali manufatti e/o rivestimenti dell'alveo;
  - Scavo in sezione e di sbancamento per la posa delle tubazioni e la realizzazione del pozzetto di imbocco/sbocco;
  - Posa in opera della/delle tubazioni con saldatura di testa degli elementi e realizzazione del rivestimento protettivo in c.a. e/o massi ciclopici;
  - Realizzazione del pozzetto di imbocco/sbocco in opera o con elementi prefabbricati che garantiscano l'impermeabilità nei due sensi;
  - Allacciamento al pozzetto della tubazione in arrivo/partenza;
  - Maturazione dei getti;
  - Reinterro e ripristino dei manufatti interessati dai lavori.
- Durante l'esecuzione si dovrà garantire il deflusso minimo vitale e si dovranno acquisire le necessarie precauzioni per la sopravvivenza della fauna ittica;
- Nel corso dei lavori non si dovranno creare vie preferenziali al deflusso tali da provocare allagamenti e trasporto di materiale alle aree di valle; si dovrà prestare particolare cura a non lasciare macchinari, materiali da costruzione e di risulta all'interno dell'alveo;
- I lavori dovranno essere svolti nel periodo di magra dei corsi d'acqua e, in ogni caso, si dovranno consultare giornalmente i bollettini con le previsioni metereologiche in modo da poter prevedere le piene improvvise e si dovrà provvedere a ripristinare lo stato dei luoghi e dei manufatti idraulici interessata dai lavori.



**Scavo tipo per sifone**

---

#### 6.4.2 Manufatti di attraversamento, Sifoni Tipologia 1

- *Collettore principale in attraversamento al fiume Oglio a **Ponte Dassa** sulla sez. A052a, tra la S3m e la S3v, dopo l'Immissione Sonico 4 (Lunghezza sifone 54 metri circa)*

Sarà costituito da due pozzetti (uno per lato) in cemento armato realizzati in opera (luce netta interna 2,50 x 3,90 circa) con soletta di copertura carrabile, collegati fra loro da **due tubazioni** in Pead posate sotto l'alveo con un rivestimento in c.a. e massi ciclopici non gelivi. La prima tubazione avrà la funzione di normale servizio e la seconda entrerà in servizio esclusivamente in occasione degli interventi manutentivi di pulizia o straordinari per eventuali guasti. Per ciascun pozzetto l'accesso alla camera interrata sarà garantito da due chiusini circolari con luce netta di 600 mm dotati di guarnizione elastomerica anti odore e antirumore, al di sotto dei quali si troveranno scale alla marinara che consentiranno la discesa fino alla griglia postata al di sopra della soglia di sfioro. In ingresso alla camera i reflui provenienti dal collettore intercomunale in Pead saranno sfiorati da una soglia costituita da una lama in acciaio inox: in caso di magra tutte le acque verranno convogliate in una delle due tubazioni che attraversano l'alveo e che si portano a quota adeguata. I collettori saranno realizzati in Pead con pendenza minima pari allo 0,2% (in questo caso pari allo 1,48%) e protetti tramite un ricoprimento in calcestruzzo con funzione anche di ancoraggio; la profondità minima dell'estradosso superiore dall'alveo sarà di 1 m. In testa a ciascuna tubazione sia in ingresso che in uscita è prevista la presenza di paratoie per consentire la manutenzione dei manufatti. I pozzetti, come si evince anche dai particolari costruttivi, saranno suddivisi da un grigliato realizzato al piano d'imbocco e di sbocco del collettore principale nel quale si aprono due accessi alla parte sottostante il cui fondo si attesta al di sotto del letto del corso d'acqua. In questa camera, oltre all'alloggiamento dell'elettropompa per la raccolta liquami, sono collegate le tubazioni posate a quota di subalveo e attraverso una flangia cieca saranno consentiti prelievi e spurghi.

L'intero manufatto (pozzetti, tubazioni ecc.) garantirà la completa impermeabilità nei due sensi. Le sponde del corso d'acqua saranno ripristinate con scogliera in massi ciclopi.

#### 6.4.3 Manufatti di attraversamento, Sifoni Tipologia 2

- *Collettore principale in attraversamento allo scarico **centrale Edison** tra la sez. longitudinale A010 Immissione Sonico 1a e 1b (Lunghezza 28 metri circa)*

Saranno costituiti da due pozzetti (uno per lato) in cemento armato realizzati in opera (luce netta interna circa 1,20 x 1,20, con h variabile) con soletta di copertura carrabile, collegati fra

loro da una singola tubazione in Pead posata sotto l'alveo con un rivestimento in c.a. e massi ciclopici non gelivi. Per ciascun pozzetto l'accesso alla camera interrata sarà garantito da un chiusino circolare con luce netta di 600 mm dotato di guarnizione elastomerica anti odore e antirumore, al di sotto dei quali si troverà una scala alla marinara che consentirà la discesa fino alla griglia postata al di sopra della soglia di sfioro. In ingresso alla camera i reflui provenienti dal collettore intercomunale in Pead saranno sfiorati da una soglia costituita da una lama in acciaio inox: in caso di magra tutte le acque verranno convogliate nella tubazione che attraversa l'alveo e che si porta a quota adeguata. La condotta di attraversamento sarà realizzata in Pead con pendenza minima dello 0,2% (in questo caso pari allo 1,97%) e protetti tramite un ricoprimento in calcestruzzo con funzione anche di ancoraggio; la profondità minima dell'estradosso superiore dall'alveo sarà di 1 m.

#### **6.4.4 Manufatti di attraversamento Sifoni Tipologia 3**

- *Collettore principale in attraversamento al **Torrente Re di Sonico** sulla tra la sez. A030b e la sez. A030c Immissione Sonico rif. 2 (Lunghezza 7 metri circa) – pendenza singola condotta 2,11%.*
- *Collettore principale in attraversamento all'affluente Ogliolo del fiume Oglio tra la sez. A222 e la sez. A223 (Lunghezza 7 metri circa) – pendenza della singola condotta 2,96%*

Saranno costituiti da due pozzetti (uno per lato) in cemento armato realizzati in opera (luce netta interna circa 1,20 x 1,20, con h variabile) con soletta di copertura carrabile, collegati fra loro da tubazione in Pead posata sotto l'alveo con un rivestimento. Per ciascun pozzetto l'accesso alla camera interrata sarà garantito da chiusino circolare con luce netta di 600 mm dotato di guarnizione elastomerica anti odore e antirumore, al di sotto del quale si troverà la scala alla marinara che consentirà la discesa. La condotta sarà realizzata in Pead con pendenza minima dello 0,2% ( in questi casi 2,11 e 2,96%) e protetta tramite un ricoprimento in calcestruzzo con funzione anche di ancoraggio.

#### **6.4.5 Manufatti di attraversamento Tipologia 4**

I sifoni di tipo 4 , non dettagliati nei particolari tipo, poiché di tipologia tradizionale semplice, attraverseranno canalizzazioni interrate esistenti o fossati: saranno costituiti da due pozzetti (uno per lato) in cemento armato realizzati in opera con luce netta interna di 1,00 m x 1,00 m con soletta di copertura carrabile e collegati fra loro da una tubazione in Pead.

Un chiusino con guarnizione elastomerica anti odore e antirumore consentirà l'accesso alla camera interrata, raggiungibile eventualmente con scalette alla marinara fisse o portatili.

L'intero manufatto (pozzetti, tubazioni ecc.) dovrà garantire la completa impermeabilità nei due sensi.

Nel capitolo successivo (capitolo Aspetti idraulici) si entrerà nel merito dei singoli sifoni dimensionandoli in funzione delle portate di magra e di piena.

## **7 ASPETTI IDRAULICI OPERE DI COLLETTAMENTO**

Il sistema della rete delle fognature dei comuni di Malonno, Edolo e Sonico è prevalentemente di tipo misto con separazione a monte di parte delle acque meteoriche mediante scolmatori. I collettori sono quindi dimensionati in base alle portate meteoriche, che risultano nettamente prevalenti rispetto a quelle reflue in occasione dei massimi eventi di progetto. Poiché la durata dei periodi piovosi è relativamente breve, per la maggior parte del tempo i collettori sono interessati dalle sole acque nere, con frequenti problemi di velocità troppo esigua, e conseguente possibilità di sedimentazione di solidi e innesco di processi anaerobici putrefattivi. D'altra parte, i sistemi unitari godono del frequente lavaggio operato spontaneamente nei periodi piovosi dalle acque meteoriche.

Poiché in tempo di pioggia l'impianto di depurazione può accettare in ingresso portate, normalmente definite nere diluite, poco superiori a quelle nere medie di tempo secco, il supero deve essere sfiorato direttamente nei corpi idrici recettori per mezzo di appositi manufatti scolmatori/scaricatori di piena, posti lungo la rete ovunque sia possibile lo scarico in un idoneo recettore o comunque all'ingresso del depuratore. Le portate di supero da recapitare nei corpi idrici recettori dovrebbero essere definite in base alle esigenze idrauliche e ambientali dei recettori stessi (in accordo con gli obiettivi di qualità definiti dall'Autorità competente), onde garantire che la diluizione assicurata dai corpi idrici possa condurre alla stabilizzazione degli inquinanti in tempi e spazi accettabili.

### ***7.1 Calcolo delle portate***

I criteri progettuali adottati per il calcolo della tubazione costituente il sistema di collettamento di cui trattasi, recepiscono e rispettano i dettami espressi nel "Piano Regionale di Risanamento delle Acque", di seguito definito P.R.R.A., che rappresenta il quadro programmatico in materia. In particolare, il P.R.R.A., oltre a fornire le linee guida principali necessarie ad inquadrare l'intervento costruttivo in un contesto organico con gli altri interventi simili già realizzati e da realizzare, fornisce i valori di portata dei liquami che verranno prodotti nel futuro dai territori comunali interessati dall'intervento.

Il valore della portata in tempo asciutto ed in tempo di pioggia usato per il dimensionamento del collettore, è calcolato in funzione del massimo numero di abitanti equivalenti previsti nel P.R.R.A. che determina il numero di abitanti equivalenti nell'anno 2022 (inizio progettazione); infatti, considerata la natura teorica dei modelli di calcolo delle proiezioni demografiche e la dinamica di sviluppo del territorio non in forte espansione, si ritiene plausibile far coincidere la produzione di liquame nel prossimo ventennio corrispondente a quella del 2022.

Per quanto concerne le ipotesi di sviluppo demografico che definiscono le conseguenti produzioni di reflui da destinare alla depurazione, si rimanda alla “*Relazione generale*” allegata alla presente progettazione.

## 7.2 Verifiche Idrauliche delle condotte a pelo libero

Il valore della portata dei liquami prodotti dalle varie aree comunali e addotta all'impianto di depurazione di Malonno, dedotto dal Piano Regionale di Risanamento delle Acque è pari a **60 l/s** in tempo asciutto e **157,6 l/s** in tempo di pioggia.

Il valore unitario della portata dei liquami che affluiscono all'impianto di trattamento delle acque reflue, utilizzato per le necessarie verifiche idrauliche di portata e funzionalità, è pari a **300** litri per abitante equivalente al giorno in tempo asciutto e **1.500** l/ab-g in tempo di pioggia, considerati uniformemente distribuiti nelle 24 ore.

In ogni sezione tipo del collettore, la portata transitante in condizioni di tempo asciutto e di massima pioggia è data dalla somma delle rispettive portate che si immettono a monte. Pertanto, noti i valori di abitanti equivalenti è stato possibile definire i valori di liquami immessi da ogni ambito comunale nelle due condizioni investigate ed è stato possibile calcolare, per tipologia di sezione, la portata transitante ed attuare quindi le necessarie verifiche idrauliche.

$$Q_a = A.E. \cdot 300 \cdot \frac{l}{24 \cdot 3600s}$$

$$Q_p = A.E. \cdot 1500 \cdot \frac{l}{24 \cdot 3600s}$$

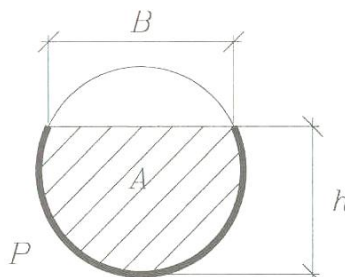
Le grandezze geometriche caratteristiche della sezione trasversale di una corrente a pelo libero sono riportate nella figura seguente, dove:

A: area bagnata [m<sup>2</sup>]

P: perimetro bagnato [m]

B: larghezza in superficie [m]

h: tirante idrico [m].





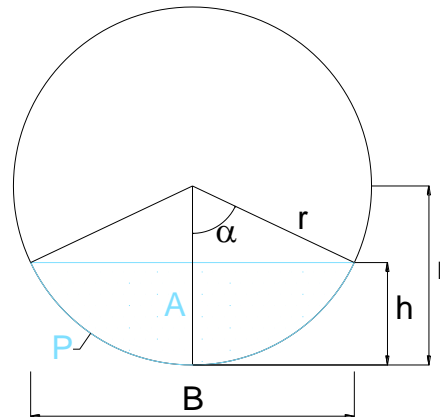
Nel caso di sezione circolare della condotta, le grandezze geometriche sono definite dalle formule seguenti (gradi espressi nel sistema sessagesimale):

$$\alpha = \arccos\left(\frac{r-h}{r}\right) = \arccos\left(1 - \frac{h}{r}\right)$$

$$A = \frac{1}{2} \cdot r^2 \cdot \left[ \frac{\pi}{90} \cdot \alpha - \sin(2 \cdot \alpha) \right]$$

$$P = r \cdot \left[ \frac{\pi}{90} \cdot \alpha \right]$$

$$B = r \cdot [2 \cdot \sin(\alpha)]$$



Il legame fra pendenza idraulica, diametro del tubo, velocità di deflusso e portata è rappresentato dalla formula di Gauckler-Strickler, valida in condizioni di moto uniforme in regime turbolento:

$$V = K \times R_i^{2/3} \times \sqrt{i}$$

e dalla formula  $Q = V \times A$

in cui:

V = Velocità di deflusso [m/s]

K = Coefficiente di scabrezza di Gauckler – Strickler [ $m^{1/3} \cdot s^{-1}$ ]

$R_i$  = A/P Raggio idraulico [m]

A = Area della sezione del fluido [ $m^2$ ]

P = Perimetro bagnato [m]

i = Pendenza del fondo della tubazione [m/m]

Q = Portata della tubazione [ $m^3/s$ ].

Le condizioni di funzionamento del collettore debbono soddisfare alcuni requisiti specifici che ne garantiscono un corretto dimensionamento. In particolare sono i seguenti :

- Velocità minima di deflusso circa **0,50 m/s**: infatti, per velocità minori si manifesterebbe il deposito delle parti in sospensione ed il conseguente intasamento del condotto. Questa verifica deve essere ovviamente attuata con il valore di portata nera media in tempo asciutto. Qualora non si riuscisse a rispettare tale limite, si dovrebbero prevedere dei pozzetti di cacciata con adeguati sistemi di lavaggio.
- Velocità massima di deflusso circa **3 m/s**: la presenza di particelle in sospensione e velocità maggiori potrebbero causare un'eccessiva abrasione delle tubazioni e quindi un loro repentino invecchiamento. Quindi, questa verifica deve essere eseguita usando il valore della portata massima in tempo di pioggia.
- Altezza liquida massima: **0,50 D** nel caso di diametri della tubazione inferiori e uguali a 400 mm e **0,70 D** nel caso di diametri della tubazione e superiori; questa condizione evita con buona sicurezza fenomeni di rigurgito.

Per la verifica idraulica si adottano i seguenti valori cautelativi del coefficiente di scabrezza di Gauckler - Strickler in funzione della tipologia dei materiali impiegati:

- pari a **110 m<sup>1/3</sup>·s<sup>-1</sup>** nei tubi in PRFV
- pari a **90 m<sup>1/3</sup>·s<sup>-1</sup>** nei tubi in Grès
- pari a **90 m<sup>1/3</sup>·s<sup>-1</sup>** nei tubi in Acciaio
- pari a **90 m<sup>1/3</sup>·s<sup>-1</sup>** nei tubi in p.e.a.d.

#### **7.2.1 Portata addotta dal collettore principale al depuratore intercomunale di Malonno**

Valori di riempimento e velocità, calcolati nei tratti con pendenza uniforme in funzione delle portate di progetto in tempo di asciutto e di pioggia, sono verificati lungo tutto il tratto del collettore, nei casi in cui la velocità è superiore a 3m/s sono stati inseriti pozzetti con salto di fondo.

## Progetto di fattibilità tecnico - economica

Collettamento Fognario dei Comuni di Malonno – Sonico – Edolo (BS)

### Relazione Tecnica

Portate di progetto collettore intercomunale							
TRATTO	NOTE	Diametro nominale condotta	Tipologia condotta	Abitanti equivalenti Immissione	Abitanti equivalenti totali progr.	Tempo asciutto (300l/ab.)	Tempo di pioggia (1500l/ab.)
		Unità di misura		abe	abe	l/s	l/s
				parziali	progressivi	300	1500
Immissione EDOLO	A valle lago Enel	incl. Immissione 1a e 1b Edison		9200	9.200	31,94	159,72
da sez. 000 a sez. 007		400	PRFV				
da sez. 007 a sez. 010		500	PRFV				
Immissione SONICO 1 (1a e 1b)	Canale scarico Edison	sifone	PEAD De 500	370	9.570	33,23	166,15
da sez. 011 a sez. 017		500	PRFV				
da sez. 017 a sez. 022		400	PRFV				
da sez. 022 a sez. 030		400	PRFV				
da sez. 030 a sez. 030b		500	PRFV				
Immissione SONICO 2 (2a roggia Ullà e 2b Re di Sonico)	Ante cantiere Plona	sifone	PEAD De 500	741	10.311	35,80	179,01
da sez. 030c a sez. 038		400	PRFV				
da sez. 038 a sez. 050		500	PRFV				
da sez. 050 a sez. S3m		spingitubo SS 42	PEAD De 500				
Immissione SONICO 3 (3a Rio Blanco e 3b zona urbanistica limitrofa)	Ponte Dassa			150	10.461	36,32	181,61
da sez. S3m a sez. S3v	doppia canna	sifone	PEAD De 500				
da sez. S3v a sez. 054		500	PRFV				
da sez. 54 a sez. 062		500	PRFV				
da sez. 062 a sez. 080a		500	PRFV				
da sez. 080a a sez. 084		400	ACCIAIO				
da sez. 084 a sez. 103		400	GRES				
da sez. 0103 a sez. 115A		400	PRFV				
Immissione SONICO 4 (frazione di Rino)	Casamatta bellica	pozz. Casamatta		689	11.150	38,72	193,58
da sez. 115A a sez. 124		400	PRFV				
da sez. 124a sez. 133		500	PRFV				
da sez. 133 a sez. 139		500	PRFV				
da sez. 139 a sez. 142		500	PRFV				
da sez. 142 a sez. 153		500	GRES				
da sez. 153 a sez. 199		500	PRFV				
Immissione 5 Convento, Garda, Zazza, Comparte, Magher)	Ponte delle Capre	POZZETTO	Ponte delle capre	485	11.635	40,40	202,00
da sez. 199 a sez. 222		500	PRFV				
lungo la sez. 222	Ogliolo	sifone	PEAD De 500				
da sez. 222 a P640		500	PRFV				

## Progetto di fattibilità tecnico - economica

Collettamento Fognario dei Comuni di Malonno – Sonico – Edolo (BS)

### Relazione Tecnica

#### 7.2.2 Portata addotta dal collettore principale al depuratore intercomunale di Malonno

Anche per i tratti Comunali di collettamento reflui, si sono effettuate le calcolazioni e le verifiche delle tubazioni in funzione degli abitanti equivalenti serviti e dei diametri e delle tipologie dei tubi utilizzati, tali calcolazioni sono riportate nelle apposite tabelle di cui agli allegati. Sotto si riporta una tabella di sunto sul calcolo di A.E. e di portate afferenti per tutti i tratti secondari presi in considerazione.

PORTATE DI PROGETTO COLLETTORI COMUNALI IN BASE AGLI ABITANTI EQUIVALENTI						
			ab. equival. parziali	ab. equival. progressivi	L/s	L/s
VIA PRIMAVERA- EDOLO			400	400	1,39	6,94
EDOLO IN DESTRA OGLIO		zona	ab. equival.	ab. equival.	L/s	L/s
SINO PONTE SS 42		PROF. 1	120	120	0,42	2,08
A VALLE PONTE SS42		PROF.2	621	621	2,16	10,78
TOTALE DA POZZETTO P07		SOMMA	741	741	2,57	12,86
IMMISSIONE SONICO 1 (1A E 1B Edison)		totale		370	1,28	6,42
SONICO IMMISSIONE 2		zona	ab. equival.	ab. equival.	L/s	L/s
2a- roggia Ullà		PROF 1	75	75	0,26	1,30
2b - Re di Sonico		PROF2	75	75	0,26	1,30
		SOMMA	150	150	0,52	2,60
SONICO IMMISSIONE 3 - RIO BLANCO		zona	ab. equival.	ab. equival.	L/s	L/s
3a - Rio Blanco zona di espansione		PROF 1	75	75	0,26	1,30
3B - Rio Blanco agglomerato urbano		PROF2	75	75	0,26	1,30
		SOMMA	150	150	0,52	2,60
SONICO IMMISSIONE 4 - RINO			689	689	2,39	11,96
IMMISSIONE - GARDA - CONVENTO	20		20	20	0,07	0,35
GARDA PRINCIPALE SINO A ZAZZA, INCL CONVENTO, A	155		175	175	0,61	3,04
GARDA, ZAZZA E COMPARTI SINO CONFLUENZA	155		330	330	1,15	5,73
DA CONFLUENZA MAGHER CON PORTATA TOTALE	155		485	485	1,68	8,42
SOLO PORTATA AGGLOMERATO MAGHER				155	0,54	2,69

#### 7.3 Verifiche Idrauliche manufatti d'attraversamento dei corsi d'acqua

##### 7.3.1 Sifone sul Fiume Oglio sulla sez. A052A, appena a valle dell'immissione rif. 3 di Sonico (manufatto TIPOLOGIA 1)

Trattasi di un sifone rovesciato in PEAD composto da un tratto sub-orizzontale di 54 m a doppia canna, e da due tratti inclinati (entrata-uscita) comprensivi di pozzetti d'ispezione solo per la canna di servizio, con dimensioni riportate sugli elaborati grafici allegati. con un dislivello disponibile di 0,60m.

Abitanti equivalenti Nr. 10.461

$$Q_{\min} = (10461 \cdot 300 \text{ l/ab.giorno}) / (24 \cdot 3600) = 36,32 \text{ l/s}$$

$$Q_{\max} = (10461 \cdot 1500 \text{ l/ab.giorno}) / (24 \cdot 3600) = 181,61 \text{ l/s}$$

Coefficiente di scabrezza di Strickler  $K_s = 90 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ;

Lunghezza totale  $L = 54,06 \text{ m}$

a) **DIMENSIONAMENTO CANNA DI MAGRA**

Imponendo una velocità minima di 0.6 m/s si ottiene il diametro massimo della tubazione per la portata minima:

$$D_{1, \text{teor}} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\min}}{\pi \cdot V_{\min}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot (36.32/1000)}{3.1416 \cdot 0.6}} = 0.199 \text{ m}$$

Dunque passando al diametro commerciale si considera  $D_1 = 0.4522 \text{ m}$

Applicando l'equazione del bilancio energetico tra monte e valle:

$$\Delta h = L \cdot J + K \cdot \frac{V^2}{2g}$$

$$A_1 = \pi \cdot \frac{0.4522^2}{4} = 0.1606 \text{ m}^2$$

$$J_1 = \frac{Q_{\min}^2}{K_s^2 \cdot \left(\frac{D_1}{4}\right)^{4/3} \cdot A_1^2} = \frac{(36.32/1000)^2}{90^2 \cdot \left(\frac{0.4522}{4}\right)^{4/3} \cdot 0.1606^2} = 0.00007734 \text{ m/m}$$

Si ottiene:

$$V_1 = \frac{(36.32/1000)}{0.1606} = 0.2262 \text{ m/s}$$

$$\Delta h_{\min} = L \cdot J + K \cdot \frac{Q_{\min}^2}{2g \cdot A_1^2} = 54,06 \cdot 0.00007734 + 4 \cdot \frac{(36.32/1000)^2}{2 \cdot 9.81 \cdot 0.1606^2} = 0.0146 \text{ m}$$

Si noti che  $\Delta h_{\min} \leq \Delta h_{\text{geod}} = 1.20 \text{ m}$

b) **DIMENSIONAMENTO CANNA DI PIENA**

Imponendo una velocità massima di 3.0 m/s si ottiene il diametro massimo dell'altra tubazione:

$$D_{2, teor} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{max}}{\pi \cdot V_{max}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot (181.61/1000)}{3.1416 \cdot 3}} = 0.28 \text{ m}$$

Dunque passando al diametro commerciale si considera  $D_1 = 0.4522\text{m}$  al quale corrispondono i seguenti dati:

Applicando l'equazione del bilancio energetico tra monte e valle:

$$\Delta h = L \cdot J + K \cdot \frac{V^2}{2g}$$

$$A_2 = \pi \cdot \frac{0.4522^2}{4} = 0.1606 \text{ m}^2$$

$$J_2 = \frac{Q_{min}^2}{K_s^2 \cdot \left(\frac{D_1}{4}\right)^{4/3} \cdot A_2^2} = \frac{(181.61/1000)^2}{90^2 \cdot \left(\frac{0.4522}{4}\right)^{4/3} \cdot 0.1606^2} = 0.001933 \text{ m/m}$$

Si ottiene:

$$V_2 = \frac{(181.61/1000)}{0.1606} = 1.1308 \text{ m/s}$$

$$\Delta h_{max} = L \cdot J + K \cdot \frac{Q_{min}^2}{2g \cdot A_2^2} = 54.06 \cdot 0.001933 + 4 \cdot \frac{(181.61/1000)^2}{2 \cdot 9.81 \cdot 0.1606^2} = 0.3652 \text{ m}$$

Si noti che  $\Delta h_{max} \ll \Delta h_{geod} = 1.20\text{m}$

### 7.3.2 Sifone scarico centrale Edison in corrispondenza della sez. A010 Immissione Sonico rif. 1a e 1b (TIPOLOGIA 2)

Trattasi di un sifone rovesciato in PEAD composto da un tratto sub-orizzontale di 27,90 m circa e da due tratti inclinati comprensivi di pozzetti d'ispezione con le caratteristiche riportate negli elaborati grafici; con un dislivello disponibile di 1,00 m.

Abitanti equivalenti Nr. 9200 ( l'immissione di Sonico 1 avviene in gran parte a valle del sifone )

$$Q_{min} = (9200 \cdot 300 \text{ l/ab.giorno}) / (24 \cdot 3600) = 31.94 \text{ l/s}$$

$$Q_{max} = (9200 \cdot 1500 \text{ l/ab.giorno}) / (24 \cdot 3600) = 159.72 \text{ l/s}$$

Coefficiente di scabrezza di Strickler  $K_s = 90 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ;

Lunghezza totale  $L = 27.90 \text{ m}$

a) **DIMENSIONAMENTO CANNA DI MAGRA**

Imponendo una velocità minima di  $0.6 \text{ m/s}$  si ottiene il diametro massimo della tubazione per la portata minima:

$$D_{1, \text{teor}} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\min}}{\pi \cdot V_{\min}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot (31.94/1000)}{3.1416 \cdot 0.6}} = 0.26 \text{ m}$$

Dunque passando al diametro commerciale si considera  $D_1 = 0.4522 \text{ m}$

Applicando l'equazione del bilancio energetico tra monte e valle:  $\Delta h = L \cdot J + K \cdot \frac{V^2}{2g}$

$$A_1 = \pi \cdot \frac{0.4522^2}{4} = 0.1606 \text{ m}^2$$

$$J_1 = \frac{Q_{\min}^2}{K_s^2 \cdot \left(\frac{D_1}{4}\right)^{4/3} \cdot A_1^2} = \frac{(31.94/1000)^2}{90^2 \cdot \left(\frac{0.4522}{4}\right)^{4/3} \cdot 0.1606^2} = 0.00005981 \text{ m/m}$$

Si ottiene:

$$V_1 = \frac{(31.94/1000)}{0.1606} = 0.1988 \text{ m/s}$$

$$\Delta h_{\min} = L \cdot J + K \cdot \frac{Q_{\min}^2}{2g \cdot A_1^2} = 27.90 \cdot 0.00005981 + 4 \cdot \frac{(31.94/1000)^2}{2 \cdot 9.81 \cdot 0.1606^2} = 0.010 \text{ m}$$

Si noti che  $\Delta h_{\min} \ll \Delta h_{\text{geod}} = 1.00 \text{ m}$

b) **DIMENSIONAMENTO CANNA DI PIENA**

Imponendo una velocità massima di  $3.0 \text{ m/s}$  si ottiene il diametro massimo dell'altra tubazione:

$$D_{2, \text{teor}} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\max}}{\pi \cdot V_{\max}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot (159.72/1000)}{3.1416 \cdot 3}} = 0.26 \text{ m}$$

Dunque passando al diametro commerciale si considera  $D_1 = 0.4522 \text{ m}$  al quale corrispondono i seguenti dati:

Applicando l'equazione del bilancio energetico tra monte e valle:

$$\Delta h = L \cdot J + K \cdot \frac{V^2}{2g}$$

$$A_2 = \pi \cdot \frac{0.4406^2}{4} = 0.1606 \text{ m}^2$$

$$J_2 = \frac{Q_{\min}^2}{K_s^2 \cdot \left(\frac{D_1}{4}\right)^{4/3} \cdot A_2^2} = \frac{(159.72/1000)^2}{90^2 \cdot \left(\frac{0.4522}{4}\right)^{4/3} \cdot 0.1606^2} = 0.001495 \text{ m/m}$$

Si ottiene:

$$V_2 = \frac{(159.82/1000)}{0.1606} = 0.995 \text{ m/s}$$

$$\Delta h_{\max} = L \cdot J + K \cdot \frac{Q_{\min}^2}{2g \cdot A_2^2} = 27.90 \cdot 0.001495 + 4 \cdot \frac{(159.72/1000)^2}{2 \cdot 9.81 \cdot 0.1606^2} = 0.243 \text{ m}$$

Si noti che  $\Delta h_{\max} \ll \Delta h_{\text{geod}} = 1.00 \text{ m}$

**7.3.3 Sifone di attraversamento Torrente Re di Sonico tra la sez. A030b e la sez. A030c  
limitefo a Immissione Sonico 2a e 2b (TIPOLOGIA 3)**

Trattasi di un sifone rovesciato in PEAD composto da un tratto sub-orizzontale di 7,00 m circa e da due tratti verticali costituenti i 2 pozzetti d'ispezione con le caratteristiche riportate sugli elaborati grafici e con un dislivello disponibile di 0,46 m.

Abitanti equivalenti Nr. 9570 ( le immissioni Sonico 2a e 2b avvengono a valle del sifone )

$$Q_{\min} = (9570 \cdot 300 \text{ l/ab.giorno}) / (24 \cdot 3600) = 33.23 \text{ l/s}$$

$$Q_{\max} = (9570 \cdot 1500 \text{ l/ab.giorno}) / (24 \cdot 3600) = 166.15 \text{ l/s}$$

Coefficiente di scabrezza di Strickler  $K_s = 90 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ;

Lunghezza totale  $L = 6.63 \text{ m}$

**a) DIMENSIONAMENTO CANNA DI MAGRA**

Imponendo una velocità minima di 0.6 m/s si ottiene il diametro massimo della tubazione per la portata minima:

$$D_{1, \text{teor}} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\min}}{\pi \cdot V_{\min}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot (33.23/1000)}{3.1416 \cdot 0.6}} = 0.27 \text{ m}$$

Dunque passando al diametro commerciale si considera  $D_1 = 0.4522 \text{ m}$



Applicando l'equazione del bilancio energetico tra monte e valle:

$$\Delta h = L \cdot J + K \cdot \frac{V^2}{2g}$$

$$A_1 = \pi \cdot \frac{0.4522^2}{4} = 0.1606 \text{ m}^2$$

$$J_1 = \frac{Q_{\min}^2}{K_s^2 \cdot \left(\frac{D_1}{4}\right)^{4/3} \cdot A_1^2} = \frac{(33.23 \div 1000)^2}{90^2 \cdot \left(\frac{0.4522}{4}\right)^{4/3} \cdot 0.1606^2} = 0.00006472 \text{ m/m}$$

Si ottiene:

$$V_1 = \frac{(33.23/1000)}{0.1606} = 0.21 \text{ m/s}$$

$$\Delta h_{\min} = L \cdot J + K \cdot \frac{Q_{\min}^2}{2g \cdot A_1^2} = 6.63 \cdot 0.00006472 + 4 \cdot \frac{(33.23/1000)^2}{2 \cdot 9.81 \cdot 0.1606^2} = 0.010 \text{ m}$$

Si noti che  $\Delta h_{\min} \ll \Delta h_{geod} = 0.46 \text{ m}$

**b) DIMENSIONAMENTO CANNA DI PIENA**

Imponendo una velocità massima di 3.0 m/s si ottiene il diametro massimo dell'altra tubazione:

$$D_{2, teor} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\max}}{\pi \cdot V_{\max}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot (166.15/1000)}{3.1416 \cdot 3}} = 0.27 \text{ m}$$

Dunque passando al diametro commerciale si considera  $D_1 = 0.4522 \text{ m}$  al quale corrispondono i seguenti dati:

Applicando l'equazione del bilancio energetico tra monte e valle:

$$\Delta h = L \cdot J + K \cdot \frac{V^2}{2g}$$

$$A_2 = \pi \cdot \frac{0.4522^2}{4} = 0.1606 \text{ m}^2$$

$$J_2 = \frac{Q_{\min}^2}{K_s^2 \cdot \left(\frac{D_1}{4}\right)^{4/3} \cdot A_2^2} = \frac{(166.15 \div 1000)^2}{90^2 \cdot \left(\frac{0.4522}{4}\right)^{4/3} \cdot 0.1606^2} = 0.001618$$

Si ottiene:

$$V_2 = \frac{(166.15/1000)}{0.1606} = 1.03 \text{ m/s}$$

$$\Delta h_{\max} = L \cdot J + K \cdot \frac{Q_{\min}^2}{2g \cdot A_2^2} = 6.63 \cdot 0.001618 + 4 \cdot \frac{(166.15/1000)^2}{2 \cdot 9.81 \cdot 0.1606^2} = 0.23 \text{ m}$$

Si noti che  $\Delta h_{\max} \ll \Delta h_{\text{geod}} = 0.46 \text{ m}$

**7.3.4 Sifone Torrente Ogliolo (affluente Fiume Oglio ) sulla sez. A222 Immissione Malonno 1 (TIPOLOGIA 3)**

Trattasi di un sifone rovesciato in PEAD composto da un tratto sub-orizzontale di 13.50 m e da due tratti verticali di risalita nei pozzetti d'ispezione con le caratteristiche riportate sugli elaborati grafici con un dislivello disponibile di 0.40 m.

Abitanti equivalenti Nr. 11635 ( l'immissione Malonno 1 avviene a valle del sifone e fa parte del primo stralcio lavori, già eseguito )

$$Q_{\min} = (11635 \cdot 300 \text{ l/ab.giorno}) / (24 \cdot 3600) = 40.40 \text{ l/s}$$

$$Q_{\max} = (11635 \cdot 1500 \text{ l/ab.giorno}) / (24 \cdot 3600) = 202.00 \text{ l/s}$$

Coefficiente di scabrezza di Strickler  $K_s = 90 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ;

Lunghezza totale  $L = 13.50 \text{ m}$

**a) DIMENSIONAMENTO CANNA DI MAGRA**

Imponendo una velocità minima di 0.6 m/s si ottiene il diametro massimo della tubazione per la portata minima:

$$D_{1, \text{teor}} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\min}}{\pi \cdot V_{\min}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot (40.40/1000)}{3.1416 \cdot 0.6}} = 0.29 \text{ m}$$

Dunque passando al diametro commerciale si considera  $D_1 = 0.4522 \text{ m}$

Applicando l'equazione del bilancio energetico tra monte e valle:

$$\Delta h = L \cdot J + K \cdot \frac{V^2}{2g}$$

$$A_1 = \pi \cdot \frac{0.4522^2}{4} = 0.1606 \text{ m}^2$$

$$J_1 = \frac{Q_{\min}^2}{K_s^2 \cdot \left(\frac{D_1}{4}\right)^{4/3} \cdot A_1^2} = \frac{(40.40/1000)^2}{90^2 \cdot \left(\frac{0.4522}{4}\right)^{4/3} \cdot 0.1606^2} = 0.00009567 \text{ m/m}$$

Si ottiene:

$$V_1 = \frac{(40.40/1000)}{0.1606} = 0.25 \text{ m/s}$$

$$\Delta h_{\min} = L \cdot J + K \cdot \frac{Q_{\min}^2}{2g \cdot A_1^2} = 13.50 \cdot 0.00009567 + 4 \cdot \frac{(40.40/1000)^2}{2 \cdot 9.81 \cdot 0.1606^2} = 0.01 \text{ m}$$

Si noti che  $\Delta h_{\min} \ll \Delta h_{geod} = 0.40 \text{ m}$

**b) DIMENSIONAMENTO CANNA DI PIENA**

Imponendo una velocità massima di 3.0 m/s si ottiene il diametro massimo dell'altra tubazione:

$$D_{2, teor} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\max}}{\pi \cdot V_{\max}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot (202.00/1000)}{3.1416 \cdot 3}} = 0.29 \text{ m}$$

Dunque passando al diametro commerciale  $D_2 = 0.4522 \text{ m}$  al quale corrispondono i seguenti dati:

Applicando l'equazione del bilancio energetico tra monte e valle:

$$\Delta h = L \cdot J + K \cdot \frac{V^2}{2g}$$

$$A_2 = \pi \cdot \frac{0.4522^2}{4} = 0.1606 \text{ m}^2$$

$$J_2 = \frac{Q_{\min}^2}{K_s^2 \cdot \left(\frac{D_1}{4}\right)^{4/3} \cdot A_2^2} = \frac{(202.00 \div 1000)^2}{90^2 \cdot \left(\frac{0.4522}{4}\right)^{4/3} \cdot 0.1606^2} = 0.002392 \text{ m/m}$$

Si ottiene:

$$V_2 = \frac{(202.00/1000)}{0.1606} = 1.26 \text{ m/s}$$

$$\Delta h_{\max} = L \cdot J + K \cdot \frac{Q_{\min}^2}{2g \cdot A_2^2} = 13.50 \cdot 0.002392 + 4 \cdot \frac{(202.00/1000)^2}{2 \cdot 9.81 \cdot 0.1606^2} = 0.35 \text{ m}$$

Si noti che  $\Delta h_{\max} < h_{geod} = 0.40 \text{ m}$

**7.4 Pozzetti scaricatori di piena per immissioni al collettore consortile**

Il Regolamento Regionale in merito alle acque meteoriche da avviare alla depurazione, prevede che gli sfioratori di piena delle reti fognarie di tipo unitario siano realizzati in modo da lasciare

direttamente defluire all'impianto di trattamento delle acque reflue urbane la portata nera diluita corrispondente al più elevato dei valori derivanti dall'applicazione dei seguenti criteri, tenuto conto della nostra situazione:

a) apporto di 1500 litri per abitante equivalente al giorno, considerati uniformemente distribuiti nelle 24 ore, determinando in termini idraulici, ossia per rapporto tra il consumo giornaliero medio industriale accertato e la dotazione idrica della popolazione residente, assunta pari a 300 l/abxg, gli a.e. degli scarichi di acque reflue industriali non caratterizzabili in base all'apporto di sostanze biodegradabili.

b) rapporto di diluizione pari a 2 rispetto alla portata nera, calcolata come media giornaliera per gli apporti civili e come media su 12 ore per quelli industriali, salvo presenza di significativi complessi che lavorino su più turni giornalieri; il rapporto di diluizione è incrementato a 2,5 nel caso gli apporti industriali in termini di abitanti equivalenti superino il 50% del totale.

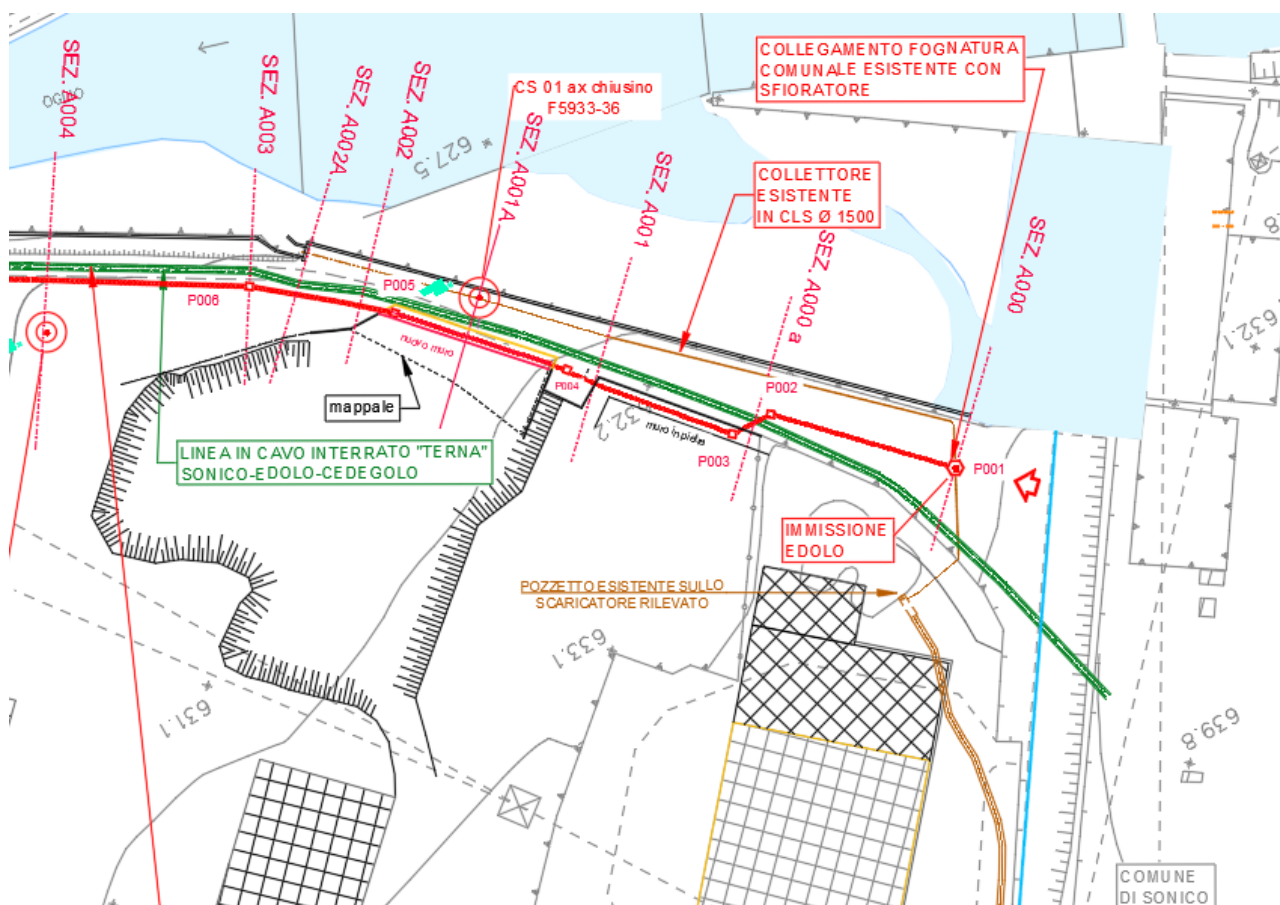
Gli scaricatori di piena, utilizzati per regolare le portate nel collettore intercomunale di Malonno, saranno realizzati in modo da lasciare direttamente defluire all'impianto di depurazione la portata nera diluita pari a 1.500 litri per abitante equivalente al giorno, in accordo con le prescrizioni più rigorose, in quanto le acque reflue trattate vengono convogliate nel fiume Oglio che si immette poi nel lago d'Iseo. Il collettore principale non presenta nuovi scaricatori di piena lungo il suo percorso ; le portate provenienti dalle varie immissioni sono regolate mediante singoli scaricatori di piena utilizzando gli scarichi comunali a fiume attuali e autorizzati ( fatti salvi i tratti di Rino denominato Sonico immissione 4, che ora scarica nel Torrente Remulo e di Convento, Garda, Zazza, Comparte e Magher, che ora scarica in vallette poste in sinistra idrografica del Fiume Oglio ). Regolando le portate in entrata delle singole immissioni comunali, il collettore dimensionato in base alla portata di progetto, è in grado di conferire completamente i reflui verso il depuratore di Malonno mantenendo rapporti di riempimento e velocità del flusso in conformità con la normativa in materia. Le immissioni che devono essere regolate mediante scolmatore sono le seguenti: Edolo restituzione iniziale; Sonico immissioni 1a e 1b, Sonico 2a e 2b, Sonico 3a e 3b Rio Blanco, Sonico immissione 4 Rino, e infine Malonno immissione 5. Di seguito viene dimensionata la tubazione che successivamente al manufatto sfioratore andrà a collegarsi al collettore principale. Gli scaricatori a fiume entreranno in funzione ogni volta che la portata in arrivo sarà superiore alla portata massima ovvero quella calcolata in tempo di pioggia con il valore di 1500 l ab/giorno. La pendenza utilizzata per calcolare il valore di riempimento della tubazione in uscita dal manufatto sfioratore sarà valutata in base alla pendenza del tratto precedente all'ingresso e ai punti quotati battuti nei pressi delle immissioni.

#### 7.4.1 Immissione "EDOLO "

##### **Valori di progetto:**

- Tubazione in arrivo cls diametro 1500mm
- Abitanti equivalenti 9200
- Portata in tempo d'asciutto 31.94 l/s
- Portata in tempo di pioggia 159.72 l/s

"Edolo 1" essendo la prima immissione del collettore Edolo-Sonico-Malonno, avrà una portata



regolata mediante manufatto di sfioro, per consentire l'ingresso di una portata massima di 159.72 l/s; dalle verifiche idrauliche redatte in precedenza, la tubazione in PEAD che consente di mantenere rapporti di riempimento adeguati rispetto alla portata di progetto ha un **diametro di 400mm, in PRFV.**

#### ***Stralcio immissione "Edolo "***

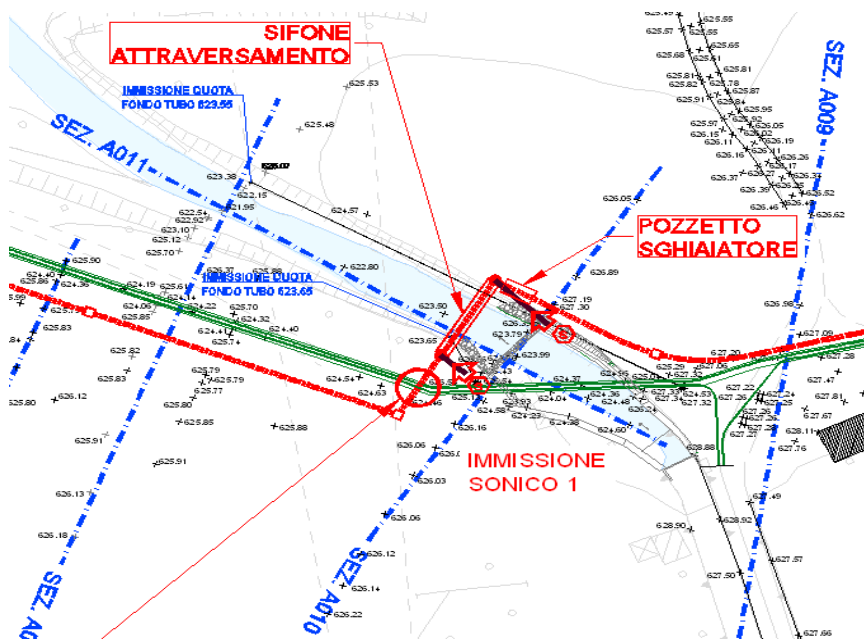
#### **7.4.2 Immissione "SONICO 1a e 1b"**

L'immissione "Sonico 1" è data da due ingressi sul collettore principale in corrispondenza del sifone d'attraversamento sullo scarico della Centrale Edison. In questo caso i manufatti di sfioro della fognatura comunale sono due, ognuno dei quali deve essere regolato in modo da conferire la portata di progetto calcolata per quella determinata immissione.

##### **Valori di progetto:**

- Tubazioni in arrivo diametri non conosciuti
- Abitanti equivalenti totali n. 370 (da distribuire sui due tratti )
- Portata in tempo d'asciutto 1.28 l/s
- Portata in tempo di pioggia 6.42 l/s

Le tubazioni in PEAD che collegano i manufatti di sfioro al collettore principale possono essere ricondotte ad un **diametro di 250mm**.



**Stralcio immissione "Sonico 1"**

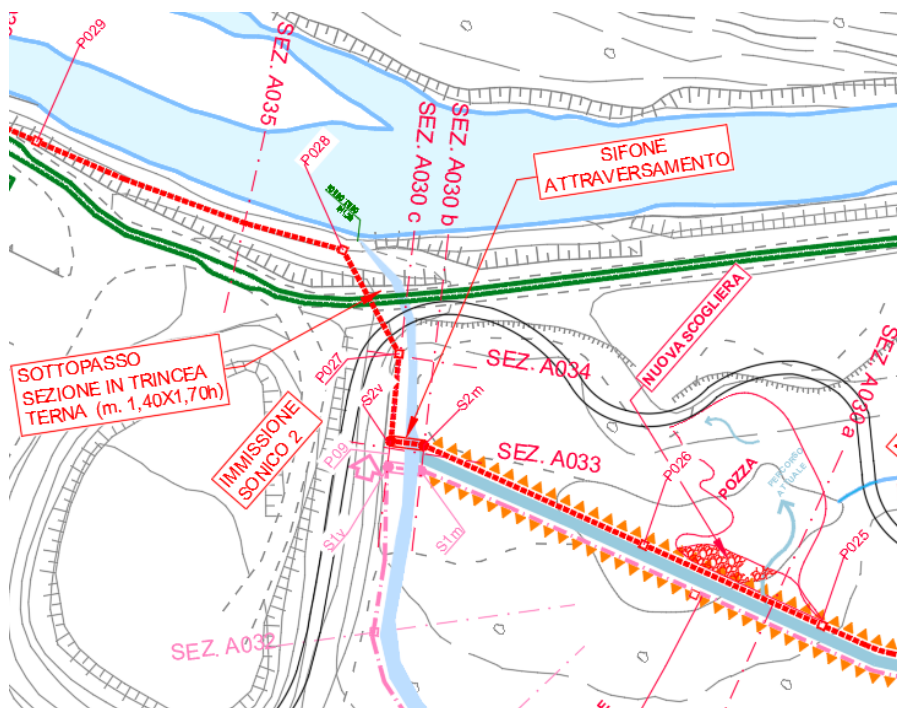
#### **7.4.3 Immissione "SONICO 2a + 2b"**

L'immissione "Sonico 2a + 2b" è la confluenza di due rami della fognatura comunale di Sonico (roggia Ullà e Re di Sonico) che devono essere sfiorati prima del collegamento al collettore principale.

##### **Valori di progetto:**

- Doppia tubazione in arrivo PRFV diametro DN 250 per la Roggia Ullà, profilo 1, rif 2a e DN 200/250 per la fognatura scaricata sul Re di Sonico, profilo 2, rif. 2b.
- Abitanti equivalenti  $75 + 75 = 150$  abe
- Portata complessiva in tempo d'asciutto 0.52 l/s
- Portata complessiva in tempo di pioggia 2.60 l/s
- La pendenza delle condotte è influente per questi valori di portata

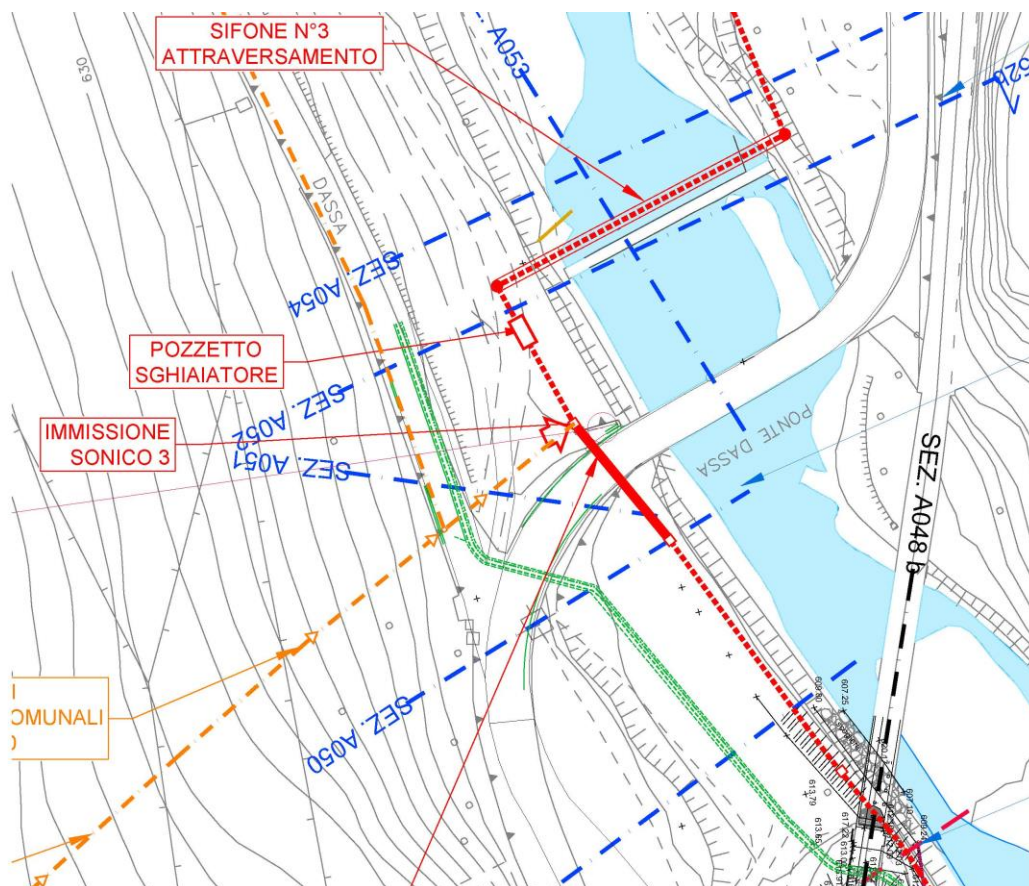
La tubazione in PRFV che collega il manufatto di sfioro al collettore principale può essere ricondotta ad un **diametro di 315 mm per il convogliamento di entrambi i rami.**





- Portata in tempo di pioggia 2.60 l/s
- La pendenza della condotta è ininfluente per questi valori di portata

La tubazione in Grès che collega il manufatto di sfioro al collettore principale può essere ricondotta ad un **diametro di 250 mm** e verrà riportata nel dissabbiatore che è previsto a monte del sifone sul fiume Oglio. L'acqua in esubero proseguirà con il vecchio percorso come sfioro già autorizzato nel fiume Oglio.



***Stralcio immissione "Sonico 3 (3a+3b)"***

#### **7.4.5 Immissione 4 "SONICO – Fraz. di Rino"**

L'immissione 4 di Sonico è costituita dalla condotta fognaria della frazione di Rino che attualmente sversa nel Torrente Remulo. L'ipotesi progettuale originaria, elaborata prima dei consistenti interventi di sistemazione idraulica della Val Rabbia, prevedeva l'attraversamento del fiume Oglio in sifone e quindi per gravità in corrispondenza della sezione A103, con prosecuzione parallela al nuovo collettore per garantire la quota altimetrica di confluenza.

Gli interventi di regimazione del fiume Oglio a valle della confluenza con la Val Rabbia hanno modificato sostanzialmente l'alveo dell'asta del fiume ed hanno di fatto triplicato la distanza tra



le 2 sponde opposte. Si è ritenuto che non fosse più corretto mantenere questa previsione progettuale per le seguenti ragioni:

- Eccessiva lunghezza del sifone (circa 200 m);
- Situazione non consolidata, ma in continua evoluzione del tratto di fiume in oggetto.

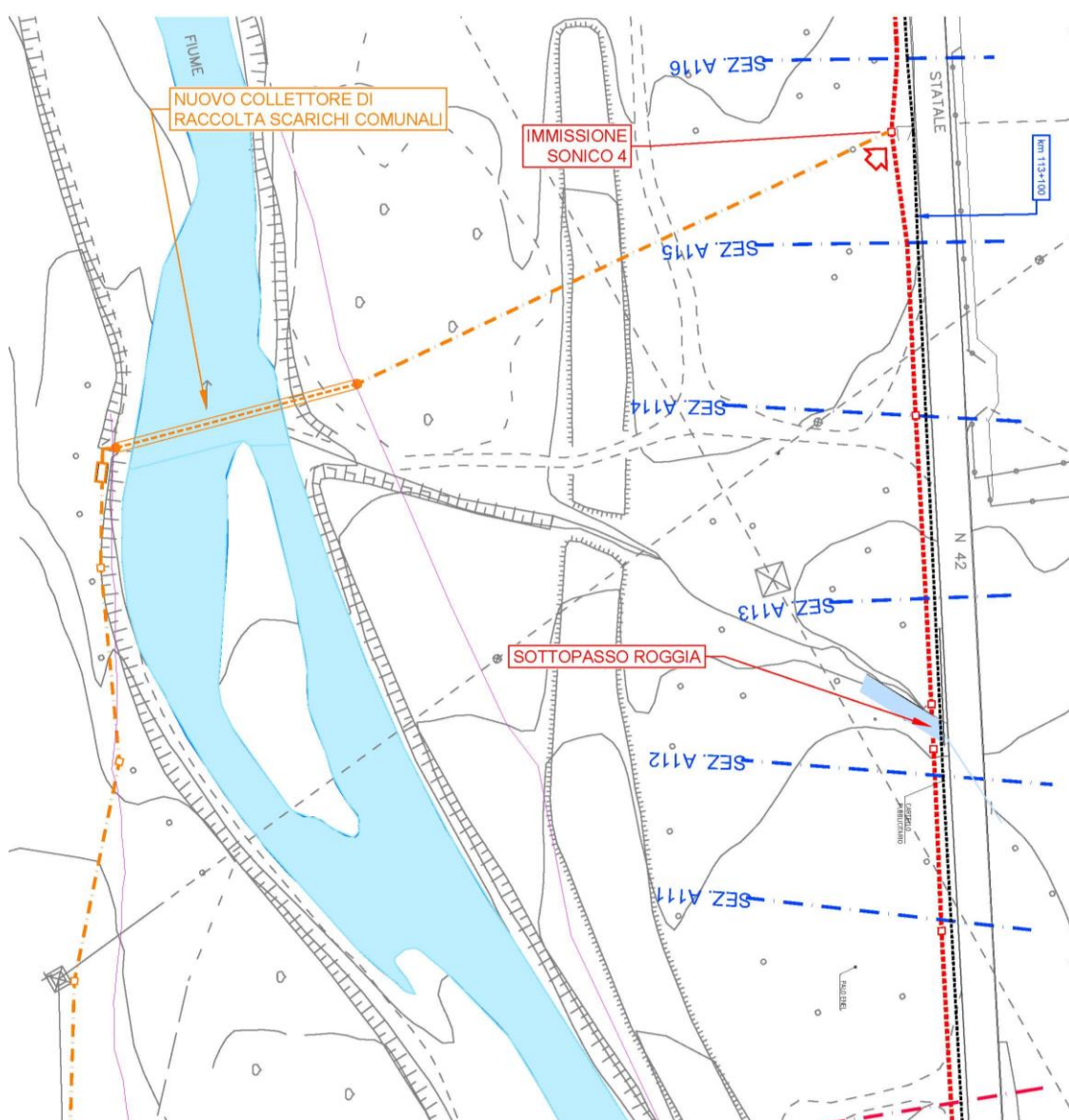
La soluzione proposta ed inserita quale oggetto di studio del presente progetto è la seguente:

- Prosecuzione per circa 200 m in sponda sinistra Oglio del ramo fognario della condotta di Rino, sino a raggiungere una zona in cui il fiume ha mantenuto la sua situazione originaria e con larghezza dell'alveo di circa 60 m;
- Soluzione idraulica di attraversamento mediante stazione di pompaggio a causa dell'altezza maggiore della sponda destra del fiume, ricaricata con gli interventi di sistemazione idraulica recenti.
- Riconduzione finale del ramo fognario di Rino nel pozzetto posto nelle vicinanze della casamatta situata vicino alla sezione A115a.
- Sotto l'aspetto realizzativo la presenza di una linea di media tensione che costeggia la sponda sinistra dell'Oglio e la presenza di un traliccio di MT, proprio in prossimità del pozzetto di pompaggio, agevola questa soluzione.
- Per quanto riguarda gli aspetti del consumo energetico la portata risultante in magra è di circa 2,5 l/s quindi l'impegno energetico risulta estremamente ridotto.

#### **Valori di progetto:**

- Singola tubazione in arrivo Grès diametro 250mm
- Abitanti equivalenti 689
- Portata in tempo d'asciutto 2,39 l/s
- Portata in tempo di pioggia 11.96 l/s

La tubazione, che collega il manufatto pompaggio e di sfioro al collettore principale può essere ricondotta ad una prima porzione premente realizzata in PEAD PN 16 con **diametro di 125 mm** ed una seconda porzione, a gravità, realizzata in Grès con diametro 250 mm. L'acqua in eccesso verrà scaricata a fiume, con posizione dello scaricatore nel **punto di nuovo sversamento**, si dovrà, per tale scarico, provvedere ad una richiesta autorizzativa di nuovo scaricatore di piena presso la provincia di Brescia.



**Stralcio immissione 4 “Rino di Sonico”**

#### **7.4.6 Immissione 5 “CONVENTO, GARDA, ZAZZA, COMPARTE, MAGHER”**

L'immissione in oggetto raccoglie i reflui delle frazioni sopracitate, che ora scaricano in vallette poste in sponda sinistra idrografica del fiume Oglio e che abbiamo fatto confluire, non in modo unitario in sponda destra del fiume Oglio in località “Ponte delle Capre” e quindi nel collettore intercomunale.

#### **Valori di progetto:**

- Singola tubazione in arrivo Acciaio diametro 250 mm.

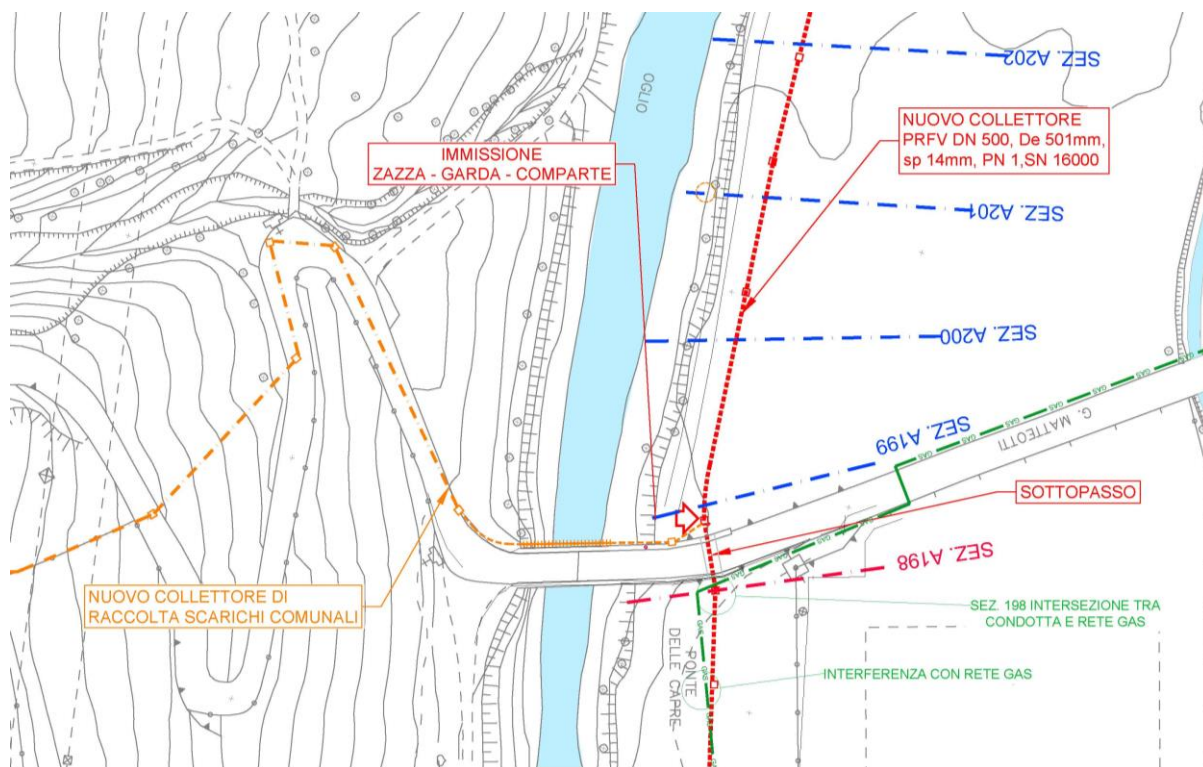
## Progetto di fattibilità tecnico - economica

Collettamento Fognario dei Comuni di Malonno – Sonico – Edolo (BS)

### Relazione Tecnica

- Abitanti equivalenti complessivi delle 3 frazioni : 485 a.e.
- Portata in tempo d'asciutto 1,68 l/s
- Portata in tempo di pioggia 8,42 l/s

La tubazione in Acciaio che collega al collettore principale può essere ricondotta ad un **diametro DN 250 mm** e verrà riportata nel pozzetto di salto presente alla sezione A199.



### Stralcio immissione "Garda-Zazza-Comparte"

Per quanto riguarda le verifiche dei tratti di collettore principale e dei singoli collettori comunali, si rimanda all'allegato A3 che è suddiviso per singolo tratto di livelletta e si presenta come l'estratto più sotto allegato:

CALCOLO PORTATE COLLETTORE FOGNARIO SUDDIVISO PER TRATTE															
Tratto da sez. a sez.	Coefficiente Strickler cautelativo	Pendenza del tratto in %	Di interno in mm	Limiti rif. h/D <= 0,50(400) <= 0,70(oltre)	Altezza del battente in mm	Semiangolo al centro in radianti	Area della sezione in m^2	Contorno bagnato	Raggio idraulico	Portata in litri/sec	Limiti velocità > 0,8 < 3,0		De	sp	Di
SEZIONE SA000/SA007 Q min.	ks [m1/3/s]	p%≡ i[mm/mm]	Di[mm]	h/D	h	α	A	P	Ri	Q	v				
	PRFV			%	[mm]	angolo	[m^2]	[m]	[m]	[l/s]	[m/s]				
	110	1,780%	377	20%	75,40	0,93	0,016	0,350	0,045	29,71	1,869		401	12	377
											Q min. richiesto	31,94			
SEZIONE SA000/SA007 Qmax	ks [m1/3/s]	p%≡ i[mm/mm]	Di[mm]	h/D	h	α	A	P	Ri	Q	v				
	PRFV			%	[mm]	angolo	[m^2]	[m]	[m]	[l/s]	[m/s]				
	110	1,780%	377	49%	184,73	1,55	0,054	0,585	0,093	163,90	3,013				
											Q max richiesto	159,72			
													Immissione Edolo		

**Progetto di fattibilità tecnico - economica**

Collettamento Fognario dei Comuni di Malonno – Sonico – Edolo (BS)

**Relazione Tecnica**

---

Analogamente per il calcolo e dimensionamento dei sifoni di attraversamento si rimanda all'allegato A4. Si precisa che per quanto riguarda l'attraversamento di fossati e rogge di dimensioni ridotte si prevede il sottopasso senza l'utilizzo di sifone, dato che queste si trovano su percorsi rettilinei in zona di campagna, che consente una modifica altimetrica senza particolari problemi.

La presente relazione tecnica di calcolo idraulico è stata redatta dai sottoscritti Ing. Riccardo Mariolini e Ing. Lino Locatelli in nr 51 pagine.

