



LE FASI DI REALIZZAZIONE

- 9.1 Considerazioni generali
- 9.2 Utilizzo dei canali esistenti o ripristinabili
- 9.3 Ripristino della continuità idraulica lungo la Cerchia Interna

9.1 CONSIDERAZIONI GENERALI

Maurizio Brown, Stefano Sibilla, Maria Cristina Sciandra,
Carlotta Lamera

La realizzazione della riapertura della Cerchia interna del Naviglio dovrà necessariamente avvenire per fasi successive, articolate in modo da consentire l'alimentazione idrica, ovvero la circolazione delle acque all'interno dei tratti riaperti.

Ciò comporta necessariamente un punto di presa e uno di restituzione dell'acqua.

Per definire una possibile successione e ampiezza dei tratti di ciascuna fase, sono stati presi in considerazione, in prima ipotesi:

- il punto di alimentazione principale (Naviglio della Martesana);
- i possibili condotti di scarico di valle delle acque (canalizzazioni esistenti o da ripristinare, anche in via provvisoria);
- il ripristino della continuità idraulica lungo la Cerchia Interna.

Esulano da questa analisi la Conca dell'Incoronata e la Conca di Viarenna la cui realizzazione può essere anticipata (alimentazione provvisoria con pozzi di prima falda).

9.2 UTILIZZO DEI CANALI ESISTENTI O RIPRISTINABILI

In questo caso la fonte primaria di alimentazione è il Naviglio della Martesana che trova recapito per le sue acque, unitamente da quelle del Seveso confluenti in via Melchiorre Gioia in corrispondenza della via Carissimi, nell'incile del Cavo Redefossi in V.le Monte Grappa (Ponte delle Gabelle).

Rimane pervio, anche se ridotto nelle sue dimensioni originarie il canale di via San Marco, dall'incile del Redefossi, fino alla via Fatebenefratelli, in corrispondenza dell'incrocio con la via Borgonuovo. Tale tratto però non ha attualmente uno sbocco nel reticolo idrografico esistente che gli consenta lo scarico delle acque.

Da questo punto la Cerchia interna è completamente interrata.

Per individuare i tratti omogenei di riapertura sono stati rilevati i canali esistenti integralmente o ripristinabili, derivati dalla vecchia Cerchia Interna, ove recapitare le acque:

- Canale di Via Borgonuovo;
- Cavo Borgognone (C.so di Porta Vittoria);
- Roggia Vettabbia (fugone del Magistrato in via Vettabbia);
- Condotto di via Conca del Naviglio.

9.2.1 | CANALE DI VIA BORGONUOVO

Il canale di Via Borgonuovo, caratterizzato da sezione variabile come visibile in Fig 9.2.1.1, collegava la Cerchia Interna con il Grande Sevese tuttora esistente in via Croce Rossa, idraulicamente funzionante, con recapito nella Roggia Vettabbia.

Attualmente il canale di via Borgonuovo raccoglie gli scarichi fognari della via omonima e trova recapito nel condotto fognario esistente sotto il Grande Sevese.

Per il suo riutilizzo bisognerebbe riconnetterlo al Grande Sevese previa realizzazione di un nuovo condotto fognario, per distogliere gli scarichi degli edifici prospicienti. Considerata la ridotta dimensione della sede stradale, ciò comporterebbe la riorganizzazione di tutti i sottoservizi esistenti.

E' stata calcolata a tal proposito la scala delle portate del Cavo di via Borgonuovo per una sezione tipo, scelta tra quelle raffigurate in Fig. 9.2.1.1. Nello specifico si è considerato un canale con base rettangolare larga 1.05 m e alta 1.15 m, sormontata da un arco di circonferenza di raggio pari a circa 0.6 m; nella mezzera della sezione si raggiunge una altezza massima complessivamente di circa 1.60 m. La sezione ricostruita è raffigurata in figura 9.2.1.2.

Ipotizzando una pendenza del 5‰ si stima in moto uniforme una portata di 600 - 650 l/s ovvero valori di portata troppo bassi perché tale canale possa essere utilizzato come recapito. I valori di portata, velocità e riempimento calcolati per il canale in questione sono riportati in seguito in figura 9.2.1.3.

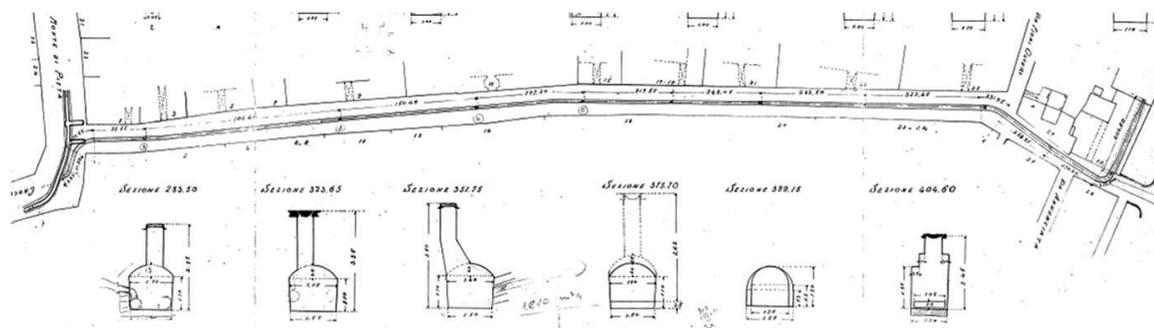


FIG. 9.2.1.1
Planimetria e sezioni del canale di via Borgonuovo

FIG. 9.2.1.2
Sezione tipo del Cavo di Via Borgonuovo ricostruita (a destra).

Sezione Cavo Borgonuovo

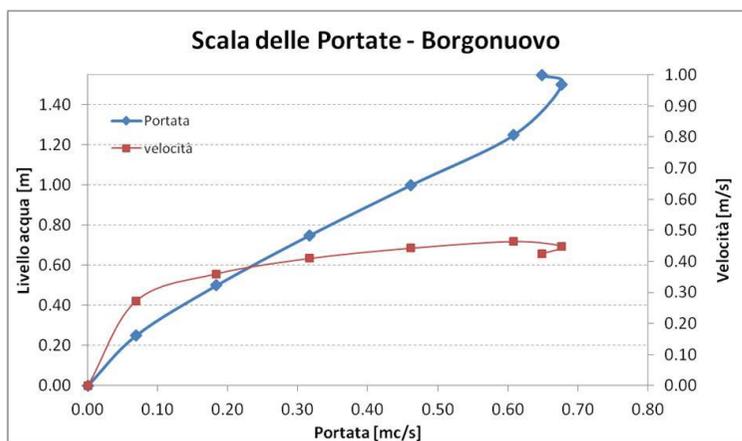
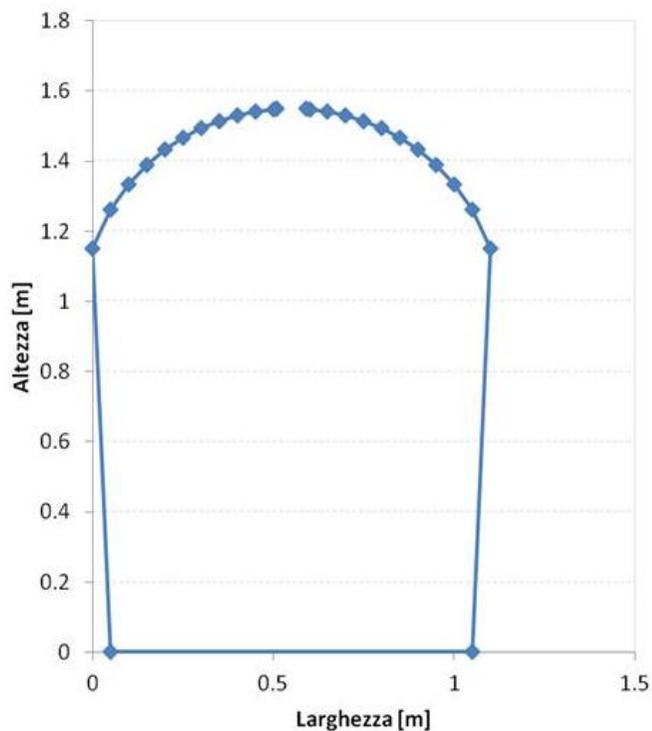


FIG. 9.2.1.3
Scala delle portate per il canale Borgonuovo

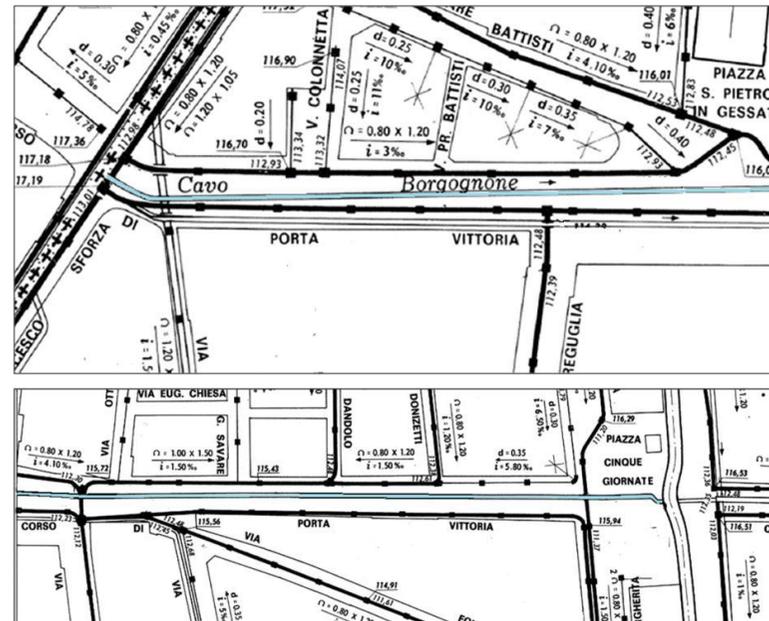


FIG. 9.2.2.1
Planimetrie Cavo
Borgognone

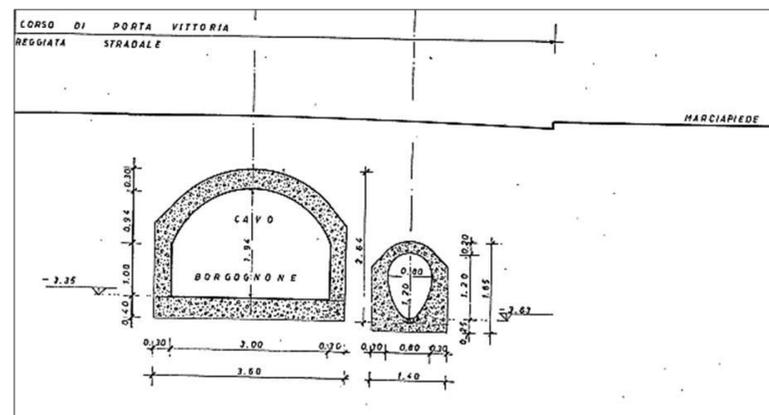


FIG. 9.2.2.2
Sezione tipo del Cavo
Borgognone in C.so
di P.ta Vittoria.

9.2.2 | CAVO BORGOGNONE

Il canale derivava dalla Cerchia Interna in via Francesco Sforza e percorrendo Corso di porta Vittoria, trovava recapito nel tratto di valle tuttora attivo lungo Corso XXI Marzo, dopo aver sottopassato il Cavo Redefossi in P.zza 5 Giornate (Fig. 9.2.2.1).

Il canale è tuttora esistente, corre al centro della carreggiata, ma risulta inattivo dall'epoca della soppressione della Cerchia Interna.

Non ci sono rilievi certi del tratto che dovrebbe fiancheggiare il monumento di P.zza 5 Giornate che, probabilmente potrebbe essere stato soppresso, all'epoca della costruzione del monumento e, in ogni caso andrà ricostruito e collegato direttamente al Cavo Redefossi. Così come fatto per il cavo Borgognuovo, è stato effettuato un calcolo idraulico di massima per stimare la scala delle portate e poter stabilire, in regime di moto uniforme, la portata idrica e la velocità della corrente che attraversa il cavo, in funzione del livello idrico.

Tale stima è stata effettuata assumendo come geometria del canale Borgognone, la sezione tipo raffigurata in Fig. 9.2.2.2. Nello specifico si è considerato un canale con base rettangolare larga 3 m e alta 1 m, sormontata da un arco di circonferenza di raggio 1.7 m; nella mezzeria della sezione si raggiunge una altezza massima complessivamente di circa 1.90 m. La sezione ricostruita è raffigurata in Fig. 9.2.2.3.

Dal calcolo idraulico è possibile affermare che il canale in questione, a completo riempimento, può trasportare fino a 3 m³/s (confronta Fig. 9.2.2.4), confermando la possibilità di recupero dello stesso come scaricatore in quanto l'entità delle portate transitabili a pieno riempimento è compatibile con le grandezze idrauliche necessarie per garantire il buon funzionamento del sistema riaperto.

9.2.4 | CONDOTTO DI VIA CONCA DEL NAVIGLIO

Lungo Via Conca del Naviglio esiste un condotto che raccoglie acque meteoriche di dimensione interne $\Omega = 1,80 \times 2,00$ m con recapito in Darsena.



FIG. 9.2.4.1
Planimetria del
canale di via Conca
del Naviglio.

9.2.5 | SEQUENZA DI APERTURA

Nell'ipotesi dell'utilizzo come punti di recapito i canali esistenti, la sequenza di apertura deve procedere da monte verso valle ed essere articolata come indicato di seguito (Fig. 9.2.5.1):

1. **Naviglio della Martesana Via Melchiorre Gioia:
Cassina di Pomm – Via Carissimi**
Alimentazione garantita dalle acque della Martesana, scarico nella tombinatura esistente di Martesana e Seveso.
2. **Realizzazione del canale di deviazione del Torrente Seveso**
3. **Naviglio della Martesana Via Melchiorre Gioia:
Via Carissimi – Ponte delle Gabelle (V.le Monte Santo)**
Alimentazione garantita dalle acque della Martesana, scarico nella tombinatura esistente del Cavo Redefossi.
4. **Naviglio della Martesana Via San Marco:
Ponte delle Gabelle-Via Fatebenefratelli**
Alimentazione garantita dalle acque della Martesana, scarico nel Canale di Via Borgonuovo da realizzare ex novo, ristrutturando il sistema fognario e dei sottoservizi esistenti.
5. **Naviglio Interno: Vie Fatebenefratelli, Senato e San Damiano**
(C.so di Porta Vittoria) – 1.652 m
Alimentazione garantita dalle acque della Martesana, scarico nella tombinatura esistente del cavo Borgognone di cui occorre ripristinare la continuità in corrispondenza di Piazza 5 Giornate, per consentire l'immissione delle acque nel Redefossi.
6. **Naviglio Interno: Vie F. Sforza, S. Sofia e Molino delle Armi (Via Vettabbia) – 1.474 m**

Alimentazione garantita dalle acque della Martesana, scarico nella tombinatura esistente della Roggia Vettabbia in via Vettabbia (Fugone del Magistrato).

7. **Via Molino delle Armi, da via Vettabbia a Via Conca del Naviglio (P.zza della Resistenza Partigiana)**

Alimentazione garantita dalle acque della Martesana, scarico nel Condotto esistente in via Conca del Naviglio (recapito in Darsena).

8. **Via Conca del Naviglio, da Via Molino delle Armi alla Darsena**

Alimentazione garantita dalle acque della Martesana, scarico in Darsena.

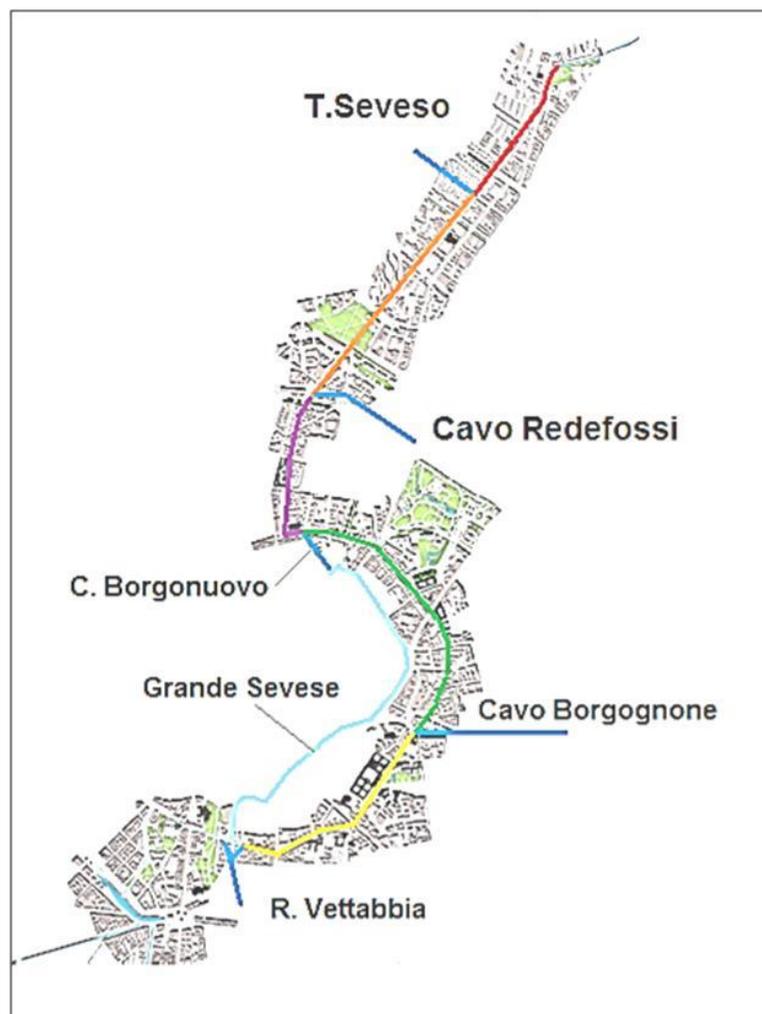


FIG. 9.2.5.1
Sequenza delle fasi di riapertura.

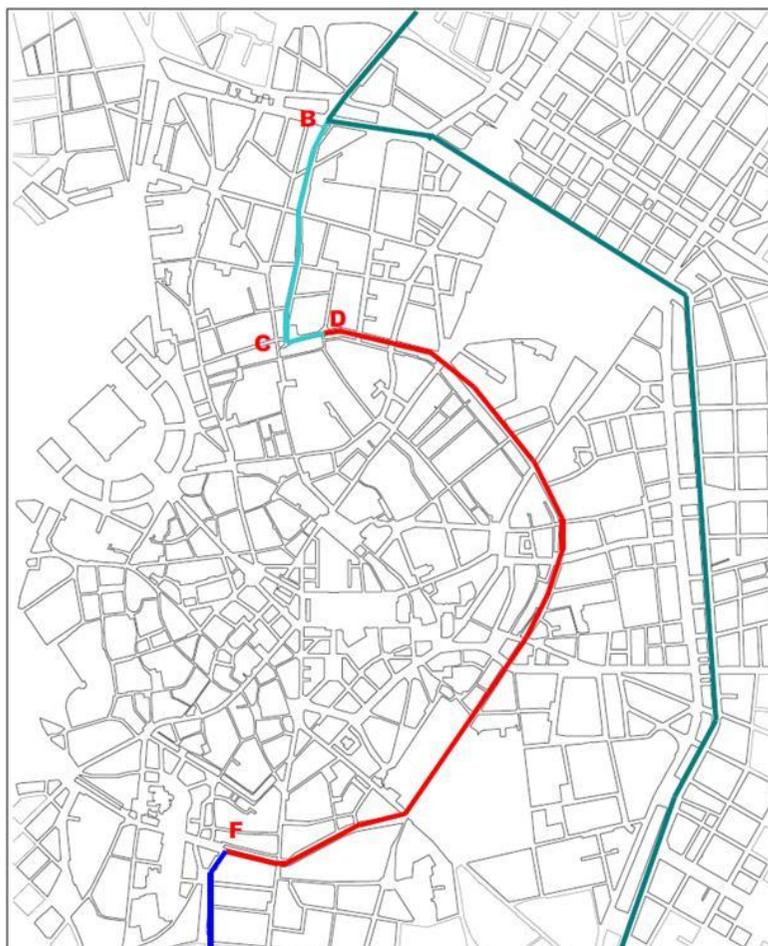


FIG. 9.3.1
Tracciato della tubazione.

9.2.6 | DIFFICOLTÀ E SVANTAGGI

La proposta descritta nei paragrafi precedenti tuttavia, presenta degli svantaggi e delle difficoltà dal punto di vista della realizzazione, che vengono di seguito brevemente elencati:

- lunghezza eccessiva dei tratti da realizzare;
- vincolo della consecutività dei tratti da monte verso valle;
- oneri e costi per il ripristino dei canali in uscita (Borgonuovo e Borgognone).

9.3 RIPRISTINO DELLA CONTINUITÀ IDRAULICA LUNGO LA CERCHIA INTERNA

Questa seconda ipotesi prevede la possibilità di ripristinare il collegamento idraulico tra la Martesana e la Roggia Vettabbia lungo la Cerchia interna, preliminarmente alla riapertura del naviglio (Fig. 9.3.1).

La proposta progettuale, come mostrato in Fig. 9.3.2, prevede la posa di una tubazione all'interno della struttura esistente della Cerchia Interna tra Via Fatebenefratelli, in prossimità dell'incrocio con Via Borgonuovo (D) e Via Molino delle Armi/Via Vettabbia (F) Fugone del Magistrato, per una lunghezza di circa 3.130 m.

Il tratto B-C-D (Via San Marco e Fatebenefratelli fino all'incrocio con la Via Borgonuovo) è esistente e pervio.

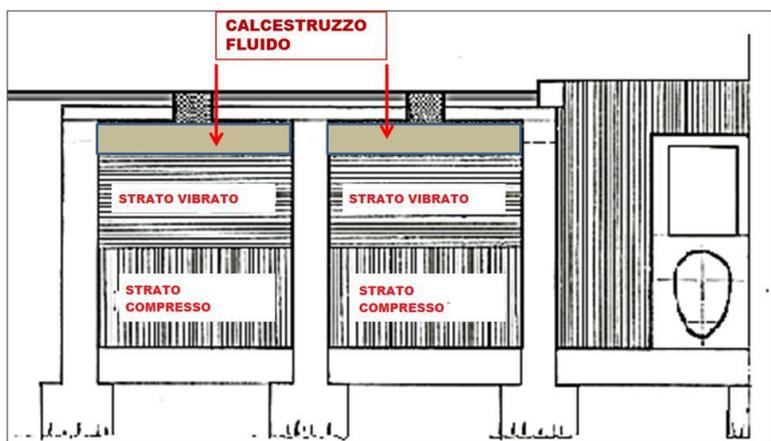


FIG. 9.3.2
Sezione della struttura esistente della Cerchia Interna e del riempimento con mista di sabbia e ghiaia.

La soluzione proposta consentirebbe di procedere alla riapertura di tratti più brevi e non necessariamente consecutivi, garantendo in ogni caso l'alimentazione idraulica e quindi la presenza di acqua corrente.

Dal punto di vista esecutivo rimarrebbero comunque da realizzare preliminarmente le prime due fasi indicate nell'ipotesi precedente:

1. **Naviglio della Martesana Via Melchiorre Gioia:**
Cassina di Pomm – Via Carissimi
Alimentazione garantita dalle acque della Martesana, scarico nella tombinatura esistente di Martesana e Seveso.
2. **Realizzazione del canale di deviazione del Torrente Seveso**
Necessarie alla separazione delle acque della Martesana da quelle del Seveso.

Il nuovo condotto, come si può notare in Fig. 9.3.3, potrebbe essere posato all'interno del canale centrale del tratto coperto riempito di mista costipata di sabbia e ghiaia ubicato sotto la corsia riservata ai mezzi pubblici. Tale soluzione sarebbe la meno invasiva durante l'esecuzione dei lavori di posa e potrebbe consentire il mantenimento della viabilità su almeno due corsie. L'inserimento potrebbe avvenire dall'interno in modo da:

- mantenere l'integrità delle strutture esistenti;
- inserire la tubazione nello spazio occupato dal terreno di riempimento, senza intaccare i setti verticali e la copertura (Fig. 9.3.3);
- operare con tecnologie "no-dig", realizzando degli accessi localizzati, di ampiezza limitata (5 ÷ 6 m), realizzati mediante demolizione della copertura, a distanza variabile, localizzate agli estremi di tratti rettilinei del canale, ad una distanza media di 100 m (Fig. 9.3.4 e Fig. 9.3.5).

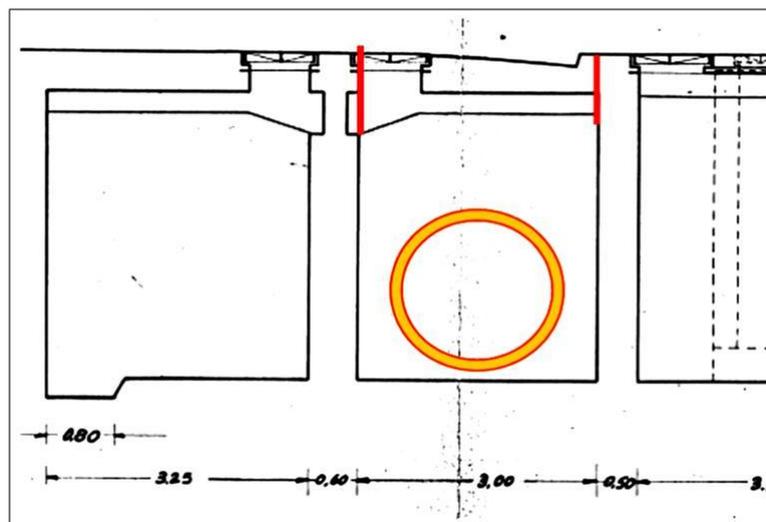


FIG. 9.3.3
Sezione dei canali centrale ed esterno della Cerchia Interna, con l'indicazione della collocazione della nuova tubazione e della porzione di copertura da demolire per la realizzazione delle camere di accesso.

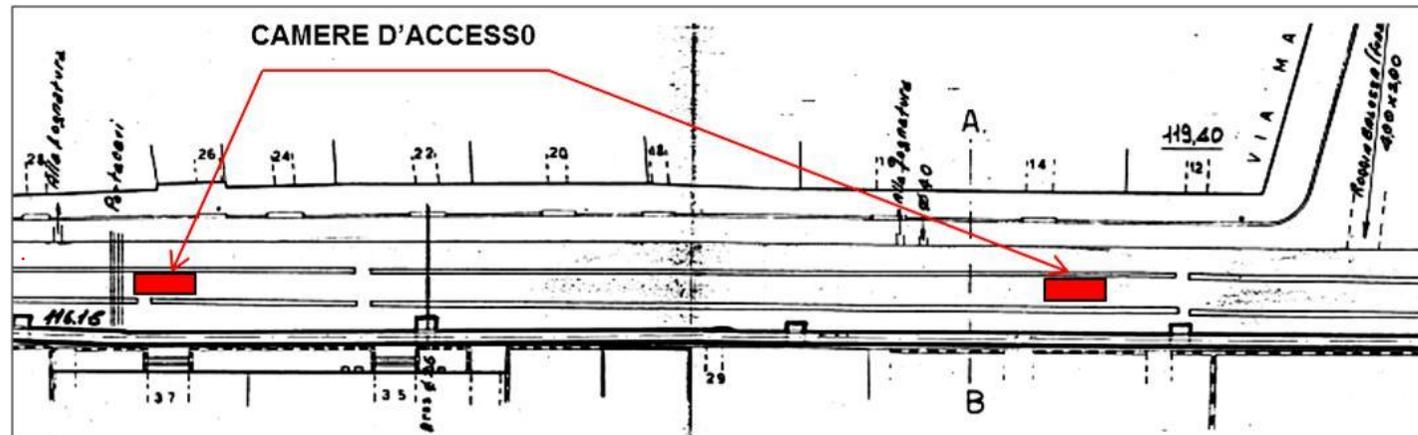


FIG. 9.3.4
Posizionamento delle camere d'accesso lungo il tracciato della Cerchia Interna.

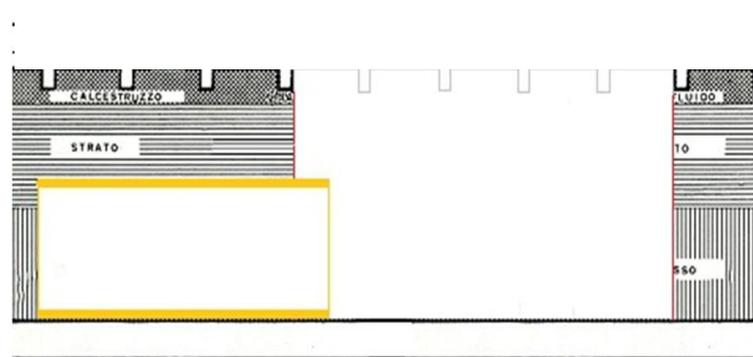


FIG. 9.3.5
Sezione della camera di accesso utilizzabile per la spinta e l'arrivo dello spingitubo.

9.3.1 | POSA DELLA TUBAZIONE CON LA TECNOLOGIA DELLO SPINGITUBO

La nuova tubazione potrebbe essere realizzata con il metodo dello spingitubo, che consiste nell'infiggere orizzontalmente nel terreno le tubazioni mediante martinetti oleodinamici, operanti da una stazione di spinta (Fig. 9.3.1.1), fino ad una camera di arrivo e asportando il terreno rimosso dall'interno della tubazione. La distanza effettiva tra le camere di spinta e di arrivo, risulterà variabile, in quanto condizionata dalla lunghezza dei tratti rettilinei



FIG. 9.3.1.1
Stazione di spinta.

e dalla capacità di avanzamento dello spingitubo (con l'impiego di una stazione intermedia di spinta rappresentata in Fig. 9.3.1.2, in spessore di tubazione, si possono realizzare teoricamente tratte di 150 m e limitate variazioni di direzione).

L'avanzamento medio giornaliero, sulla base di analoghi interventi realizzati, è stimabile in circa 10 m al giorno.

Ovviamente, nei tratti in cui il tracciato della Cerchia subisce significativi cambiamenti di direzione o curva strette, occorrerà procedere alla realizzazione di camere di accesso più ampie.

FIG. 9.3.1.2
Stazione di spinta
intermedia.



9.3.2 | POSSIBILI ALTERNATIVE

Sono state esaminate anche due possibili alternative che consistono:

- a) nell'asportazione completa del materiale di riempimento dagli accessi localizzati, nell'inserimento nello speco vuoto della nuova tubazione e nel successivo riempimento dello spazio compreso tra la tubazione e la struttura del canale, utilizzando calcestruzzi alveolari o alleggeriti, facilmente asportabili nella futura fase di apertura dell'intero alveo;
- b) nella demolizione completa della copertura del canale centrale per tratti limitati, nella posa della tubazione con successivo riempimento dello scavo con mista di sabbia e ghiaia (la stessa asportata dal canale) e il ripristino del piano stradale.

Tali soluzioni, rispetto a quella prima illustrata, sono più invasive, in quanto, in entrambi i casi, non sarebbe agibile la parte superiore della sede stradale e in ogni caso più costose.

9.3.3 | DIMENSIONAMENTO DELLA TUBAZIONE

La dimensione della tubazione è stata condizionata dall'opportunità di mantenere l'integrità delle strutture esistenti.

Dall'esame della documentazione disponibile risulta che, lungo l'intero tracciato, la larghezza del canale centrale risulta sostanzialmente costante, pari a circa 3,00 m.

L'altezza utile, ovvero quella compresa tra il fondo del canale e l'intradosso della copertura risulta invece estremamente variabile.

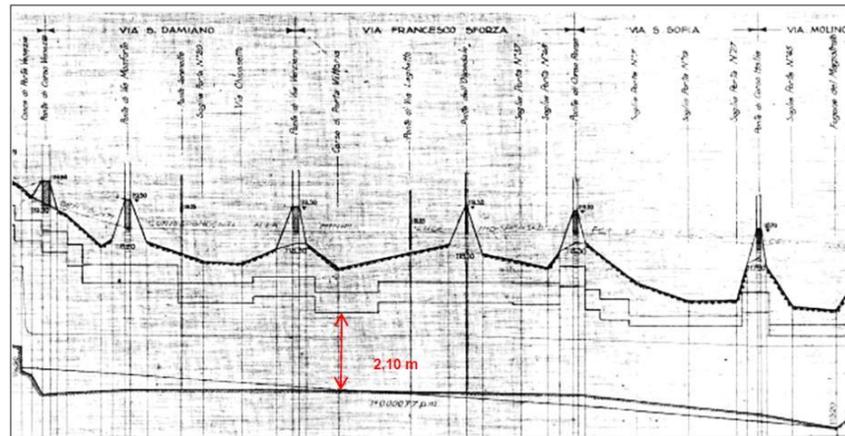


FIG. 9.3.3.1
 Profilo longitudinale della Cerchia Interna.

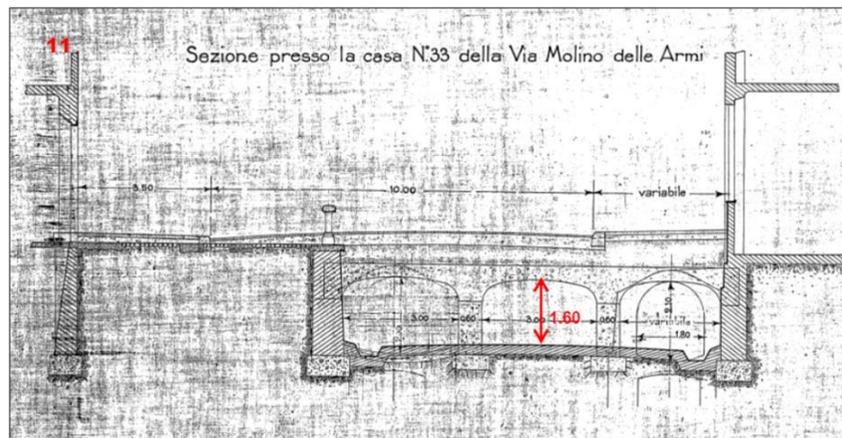


FIG. 9.3.3.3
 Sezione di via Molino delle Armi al civico 33.

Esaminando il profilo longitudinale mostrato in Fig. 9.3.3.1 (in scala 1:5000/1:50), sarebbe mantenuta, per l'intera tratta interessata, un'altezza minima di circa 2 m.

In realtà, esaminando le poche sezioni disponibili, l'altezza minima, come si evince dalla tabella riportata di seguito in Fig. 9.3.3.2, è pari a 1,60 m, in via Molino delle Armi, in corrispondenza al civico 33 (vd. Fig. 9.3.3.3).

Sezione	Località	Altezza utile (m)
1	Via Fatebenefratelli, ang. Borgonuovo	2,40
2	Via Senato, 4	2,50
3	Via Senato 12	2,30
4	Via San Damiano	2,60
5	Ponte del Verziere	2,30
6	Via F. Sforza 5	2,10
7	Via F. Sforza ponte C.so P.ta Romana	1,80
8	Via S. Sofia 1	2,10
9	Via S. Sofia 13	2,30
10	Via Molino delle Armi 19	2,30
11	Via Molino delle Armi 33	1,60

FIG. 9.3.3.2
 Sintesi delle altezze utili ricavate dall'esame delle sezioni costruttive disponibili.

Si è ritenuto pertanto di prevedere l'utilizzo di una tubazione di diametro esterno non superiore a 1,40 m.

Tale dimensione sarebbe compatibile anche con l'utilizzo della tecnica dello spingitubo.

E' stato ipotizzato l'utilizzo di tubazioni in PRFV, più leggera e di più facile movimentazione rispetto alle tubazioni in calcestruzzo armato, oltre che dotate di spessori e scabrezza minori, a vantaggio della capacità di portata idraulica.

Inoltre, la sua rimozione, nella fase di riapertura del Naviglio risulterebbe più agevole.

Le camere di accesso potrebbero essere trasformate in punti di ispezione per la manutenzione del nuovo condotto, ad esempio come mostrato in Fig. 9.3.3.4, calando al loro interno le tubazioni necessarie a collegare le tratte di monte e di valle, applicando sulla sommità del tubo pezzi speciali a sella, per realizzare il passo d'uomo, e procedendo al riempimento del vano residuo con la mista di scavo asportata.

Tali tubazioni sono compatibili anche con il metodo dello spingitubo.

A titolo esemplificativo, ipotizzando l'utilizzo di tubazioni di 3 m di lunghezza, con una resistenza alla spinta superiore ai 100.000 kN.

La portata idraulica massima, per una pendenza compresa tra 1 e 0,8 per mille, potrebbe raggiungere un valore di circa 1,8 m³/s.

Potrebbe dunque essere garantita una portata continua di almeno 1,5 m³/s.

Il costo per la posa della tubazione per l'intera lunghezza di 3.130 m, considerando eventuali imprevisti, è stato stimato in 19 ÷ 20 M€ al netto dell'IVA e considerando la possibilità di reimpiego della mista asportata dallo scavo, che risulterebbe di buona qualità.

9.3.4 | VANTAGGI E SINERGIE

La seconda proposta esecutiva di realizzazione per fasi della riapertura del sistema idrico dei Navigli milanesi descritta poc'anzi, presenta vantaggi notevoli rispetto alla precedente proposta di riattivazione, che vengono elencate in seguito:

- la realizzazione del nuovo condotto è prevista anche nell'ambito **dell'AQST Milano Rurale** recentemente approvato dalla Regione Lombardia e inserito tra gli interventi dell'**Attività M1 – POTENZIAMENTO E MIGLIORAMENTO DEL SISTEMA IRRIGUO** e potrebbe essere anticipato rispetto al programma del progetto Navigli;
- garanzia dell'alimentazione per la riapertura del Canale a tratti, anche non necessariamente consecutivi.



FIG. 9.3.3.4
Pozzetto di ispezione.