




## CONSORZIO DI BONIFICA PIANURA DI FERRARA

Sede legale e recapito postale:  
44121 Ferrara - Via Borgo dei Leoni, 28 - C.F. 93076450381  
web: [www.bonificaferrara.it](http://www.bonificaferrara.it) - e-mail: [info@bonificaferrara.it](mailto:info@bonificaferrara.it)  
pec: [posta.certificata@pec.bonificaferrara.it](mailto:posta.certificata@pec.bonificaferrara.it)

aderente all'  
Associazione Nazionale Bonifiche, Irrigazioni e Miglioramenti Fondiari

### CANALE S. NICOLÒ – MEDELANA (OC92)

#### PROGETTO ESECUTIVO



**Finanziato  
dall'Unione europea**  
NextGenerationEU



**Mims**  
Ministero delle infrastrutture  
e della mobilità sostenibili

**Ripristino delle condizioni di stabilità arginale del canale  
San Nicolò -Medelana  
CUP: J96G20000500001**

**PNRR-M2C4-I4.1-A2-1: Ripristino della piena funzionalità idraulica  
del canale S. Nicolò Medelana**

#### RELAZIONI

#### RELAZIONE TECNICA GENERALE

Data

**09/11/2021**

Elab.

**R-3820-CONSNM-PE-01-01**

Rev.

**01  
AGOSTO 2022**

IL PROGETTISTA  
(Dott. Ing. Elisa Maniezzo)



IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  
(Dott. Ing. Marco Volpin)

**1. INDICE**

<b>1.</b>	<b>INDICE.....</b>	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b>PRINCIPALI FONTI BIBLIOGRAFICHE .....</b>	<b>4</b>
<b>3.</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>5</b>
<b>4.</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>6</b>
<b>5.</b>	<b>INQUADRAMENTO TERRITORIALE E DEL SISTEMA IRRIGUO E DI SCOLO.....</b>	<b>7</b>
<b>6.</b>	<b>ANALISI STORICO CRITICA.....</b>	<b>8</b>
<b>7.</b>	<b>RILIEVI ED INDAGINI INTEGRATIVE PER LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA.....</b>	<b>12</b>
7.1	PREMESSA.....	12
7.2	RILIEVO .....	14
7.3	INDAGINI SUL RIVESTIMENTO.....	16
7.4	INDAGINI SUL TERRENO .....	22
<b>8.</b>	<b>ATTUALI CRITICITA' DEL SISTEMA .....</b>	<b>23</b>
<b>9.</b>	<b>OBIETTIVI DEL PROGETTO.....</b>	<b>24</b>
<b>10.</b>	<b>COMPATIBILITA' CON IL PRINCIPIO DI NON ARRECARRE DANNO SIGNIFICATIVO AGLI OBIETTIVI AMBIENTALI (DNSH) .....</b>	<b>24</b>
<b>11.</b>	<b>DEFINIZIONE DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO .....</b>	<b>26</b>
<b>12.</b>	<b>STRALCI FUNZIONALI.....</b>	<b>27</b>
<b>13.</b>	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA.....</b>	<b>28</b>
<b>14.</b>	<b>ACQUISIZIONE AREE DI INTERVENTO ED INDENNIZZI .....</b>	<b>29</b>
<b>15.</b>	<b>INDAGINE GEOLOGICA.....</b>	<b>29</b>
<b>16.</b>	<b>INDAGINE ARCHEOLOGICA PRELIMINARE .....</b>	<b>29</b>
<b>17.</b>	<b>VALUTAZIONE PRELIMINARE DEL RISCHIO BELLICO .....</b>	<b>30</b>
<b>18.</b>	<b>COMPATIBILITÀ URBANISTICA E AMBIENTALE .....</b>	<b>30</b>
<b>19.</b>	<b>C.A.M. (CRITERI AMBIENTALI MINIMI).....</b>	<b>30</b>
<b>20.</b>	<b>VERIFICA DELLE INTERFERENZE .....</b>	<b>30</b>
20.1	PREMESSA .....	30
20.2	OPERE D'ARTE.....	30
20.3	OPERE DI PRESA .....	43
<b>21.</b>	<b>VALUTAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO AREE DI CANTIERE .....</b>	<b>43</b>
<b>22.</b>	<b>PIANO GESTIONE ACQUE METEORICHE DI DILAVAMENTO .....</b>	<b>44</b>
<b>23.</b>	<b>AUTORIZZAZIONE ALLO SCARICO .....</b>	<b>44</b>
<b>24.</b>	<b>BILANCIO IDRICO AREE DI CANTIERE .....</b>	<b>44</b>
<b>25.</b>	<b>PIANO DI GESTIONE DEI RIFIUTI .....</b>	<b>44</b>
<b>26.</b>	<b>GESTIONE TERRE E ROCCE DA SCAVO E BILANCIO MATERIE .....</b>	<b>45</b>
<b>27.</b>	<b>MODALITA' DI ESECUZIONE LAVORI E SICUREZZA CANTIERE .....</b>	<b>45</b>
<b>28.</b>	<b>PROGRAMMA LAVORI E TEMPI DI ESECUZIONE .....</b>	<b>45</b>
<b>29.</b>	<b>QUADRO ECONOMICO .....</b>	<b>45</b>



---

<b>30.</b>	<b>MODALITA' DI AFFIDAMENTO DEI LAVORI.....</b>	<b>46</b>
------------	---	-----------



## **2. PRINCIPALI FONTI BIBLIOGRAFICHE**

- [1] Lancellotta R., “*Geotecnica*” – Ed. Zanichelli, Bologna (2000).
- [2] Jaeger C., “*Rock Mechanics and Engineering*” – Ed. Cambridge, London (1979).
- [3] Anderson M.G., Richards S., “*Slope stability*” – Ed. JWS, New York (1992).
- [4] Farulla C. A., “*Analisi di stabilità dei pendii*” – Ed. Hevelius, Napoli (2000).
- [5] Bowles J., “*Foundation analysis and design*” – Ed. McGrawHill, London (1998).
- [6] Viggiani C., “*Fondazioni*” – Ed. Hevelius, Napoli (2000).
- [7] Atkinson J., “*Geotecnica*” – Ed. McGraw-Hill, Milano (1997).
- [8] Nova R., “*Fondamenti di meccanica delle terre*” - Ed. McGraw-Hill, Milano (1997).
- [9] Pozzati P., Ceccoli C.: “*Teoria e tecnica delle costruzioni*” – Ed. Utet, Torino (1997);
- [10] M. Corrao, G. Coco Geofisica Applicata 2009 Dario Flaccovio Editore
- [11] M. Mele Interazione terreno-struttura in prospettiva sismica 1990 Dario Flaccovio Editore
- [12] T. Crespellani, J. Facciorusso Dinamica dei terreni per le applicazioni sismiche 2010 Dario Flaccovio Editore
- [13] RUE Ferrara 2013 Relazione Geologico Sismica. Prof. Ing. Vincenzo Fioravante, ing. Daniela Giretti
- [14] Gruppo di lavoro CPTI (2004). Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2004 (CPTI04), INGV, Bologna
- [15] Gutenberg B., Richter C.F. (1944). Frequency of earthquakes in California. Bulletin of the Seismological Society of America, 34(4), 1985-1988.
- [16] Associazione Geotecnica Italiana AGI (2005). Linee Guida “Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica”, Patron, Bologna



### **3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Le Normative di riferimento adottate sono le seguenti:

- D.M. 17 gennaio 2018 “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”
- Circ. Ministero delle infrastrutture e dei trasporti n.7 del 21 gennaio 2019, “Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle “Norme Tecniche per le Costruzioni” di cui al DM del 17 gennaio 2018”.
- D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380; “Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia”.
- LEGGE REGIONALE N. 19 DEL 30-10-2008 REGIONE EMILIA-ROMAGNA NORME PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO SISMICO
- D.Lgs. 50/2016. Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonche' per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture. (16G00062) (GU Serie Generale n.91 del 19-4-2016 – Suppl. Ordinario n. 10);
- D.Lgs. 42/2004. Codice dei beni culturali del paesaggio;
- Decreto del Min. delle Infrastrutture 14/01/2008. Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni;
- D.Lgs. 81/2008. Testo unico sulla sicurezza;
- D.Lgs. 152/2006. Norme in materia ambientale;
- L.R. Emilia Romagna 9/99 sulla Valutazione di Impatto Ambientale;
- L.R. Emilia Romagna 31/2002. Disciplina generale dell'edilizia;
- D.M. 161/2012. Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo;
- L. 177/2012. Modifiche al decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di sicurezza sul lavoro per la bonifica degli ordigni bellici;
- D.P.R. 327 del 8/06/2001 Testo Unico sulle procedure espropriative per pubblica utilità;
- L.R. Emilia Romagna n. 37 del 19/12/2002. Disposizioni regionali sugli espropri.



#### **4. PREMESSA**

La presente relazione si inserisce nel **Progetto Esecutivo** denominato **“RIPRISTINO DELLE CONDIZIONI DI STABILITÀ ARGINALE DEL CANALE SAN NICOLÒ - MEDELANA”**.

La progettazione, secondo quanto disposto dal Documento Preliminare alla Progettazione, è stata sviluppata secondo due successivi approfondimenti tecnici: progetto di fattibilità tecnica ed economica, e progetto esecutivo, tralasciando dunque la stesura del progetto definitivo, i cui contenuti sono in parte già presenti nel progetto di fattibilità tecnica ed economica, ed in parte nel presente livello di progettazione.

Il progetto di fattibilità tecnica ed economica è stato approvato con Delibera di Comitato Amministrativo n. 302 del 25/11/2020.

## 5. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E DEL SISTEMA IRRIGUO E DI SCOLO

Il canale San Nicolò Medelana è una importante opera di difesa idraulica e di derivazione irrigua inserita nel territorio ferrarese nel sistema Po di Volano - Navigabile. E' un cavo pensile, posto pochi chilometri a sud est dal capoluogo estense, a sezione trapezia, lungo circa 14,6 chilometri, per la maggioranza del proprio corso dominante rispetto al territorio attraversato. La realizzazione, che risale agli anni 30 dello scorso secolo, nella propria primaria funzione, rispondeva alla duplice necessità di porre in sicurezza il sistema Burana-Volano, scolmando le portate effluenti nel primo tronco del Po di Volano attraverso un collegamento tra il Po di Primaro in località San Nicolò e il Po di Volano stesso a valle della traversa Valpagliaro in località Medelana, e consentire la derivazione irrigua per il fitto reticolo che il canale è andato ad intersecare.

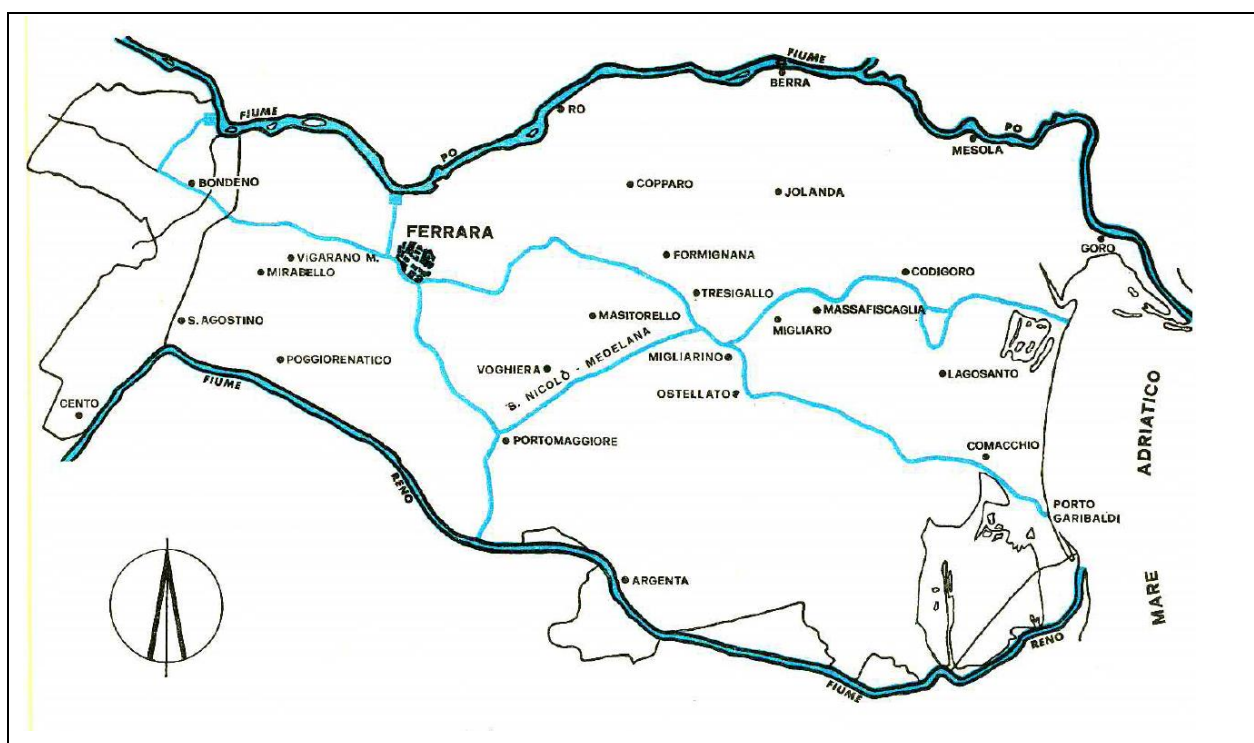


Figura 1. Il canale San Nicolò Medelana nel sistema idraulico principale del Ferrarese.



## **6. ANALISI STORICO CRITICA**

Il Canale San Nicolò-Medelana fu eseguito negli anni 30 del secolo scorso in diversi lotti, in base al progetto generale del 16 novembre 1931 a firma degli ingg. Augusto Bragaglia e Vittorio Montanari.

L'opera, un canale in terra di lunghezza pari a circa 14,6 km, fu concepita nell'intento di contribuire alla sistemazione idraulica del Navigli Volano e Primaro nella loro triplice funzione di canali di scolo, di navigazione e di derivazione.

Sotto il profilo idraulico il canale doveva funzionare da scaricatore delle acque del Primaro, conducendo direttamente nel tronco mediano del Volano una portata di **18 mc/s**.

Purtroppo, come è noto, il canale è rimasto pressoché inutilizzato sin dal 1938, data della sua ultimazione, a causa di difetti di tenuta lungo buona parte del suo sviluppo imputabile alla elevata permeabilità di arginature e fondo alveo.

Negli anni 80 del secolo scorso, per valorizzare ed utilizzare l'opera, sono stati progettati e realizzati degli interventi di impermeabilizzazione del fondo e delle sponde mediante un rivestimento in calcestruzzo.

Nell'ambito del progetto del 1982 a firma dell'ing. Bruno Cassarini, è stato condotto uno studio idrogeologico, a cura dell'Istituto di Geologia di Ferrara, che ha riguardato aspetti geomorfologici, sedimentologici ed idrogeologici del territorio interessato dal canale.

Dalle conclusioni di tale studio è emerso, a conferma di quanto già noto, che il canale San Nicolò-Medelana presentava vari problemi di tenuta e stabilità, ed è emerso altresì una grande variabilità di comportamento lungo l'asta del canale.

Il progetto di impermeabilizzazione delle sponde, che ha subito alcune revisioni tra il 1978 ed il 1982, ha consentito di realizzare un canale rivestito per 11.325 m dei 14.625 m totali, con pendenza del fondo pari a 8 cm/km, a sezione costante di forma trapezia con larghezza del fondo pari a 10 metri interamente rivestito e scarpate di pendenza 2/3 di altezza 4,10 metri con altezza del rivestimento è pari a 3,40m dal fondo a monte alla sezione 46 e 3,60m dal fondo a valle della sezione 46.

Il rivestimento del fondo è stato concepito per essere in grado di sostenere il traffico anche di mezzi pesanti per l'esecuzione dei lavori e della manutenzione del canale, a tale scopo sono state previste 7 rampe di accesso al fondo ad una distanza di circa 2km l'una dall'altra.

Il fondo è costituito da uno strato di 20cm di sabbia di cava su cui poggia una soletta di calcestruzzo di cemento pozzolanico di spessore 15cm armata con rete elettrosaldata.

Il rivestimento della sponda è costituito da uno strato di appoggio di spessore 15cm in calcestruzzo in cemento pozzolanico sul quale sono alloggiare delle lastre prefabbricate in cemento armato precompresso dello spessore di 5cm e dimensioni 5,80 x 2,50 metri.



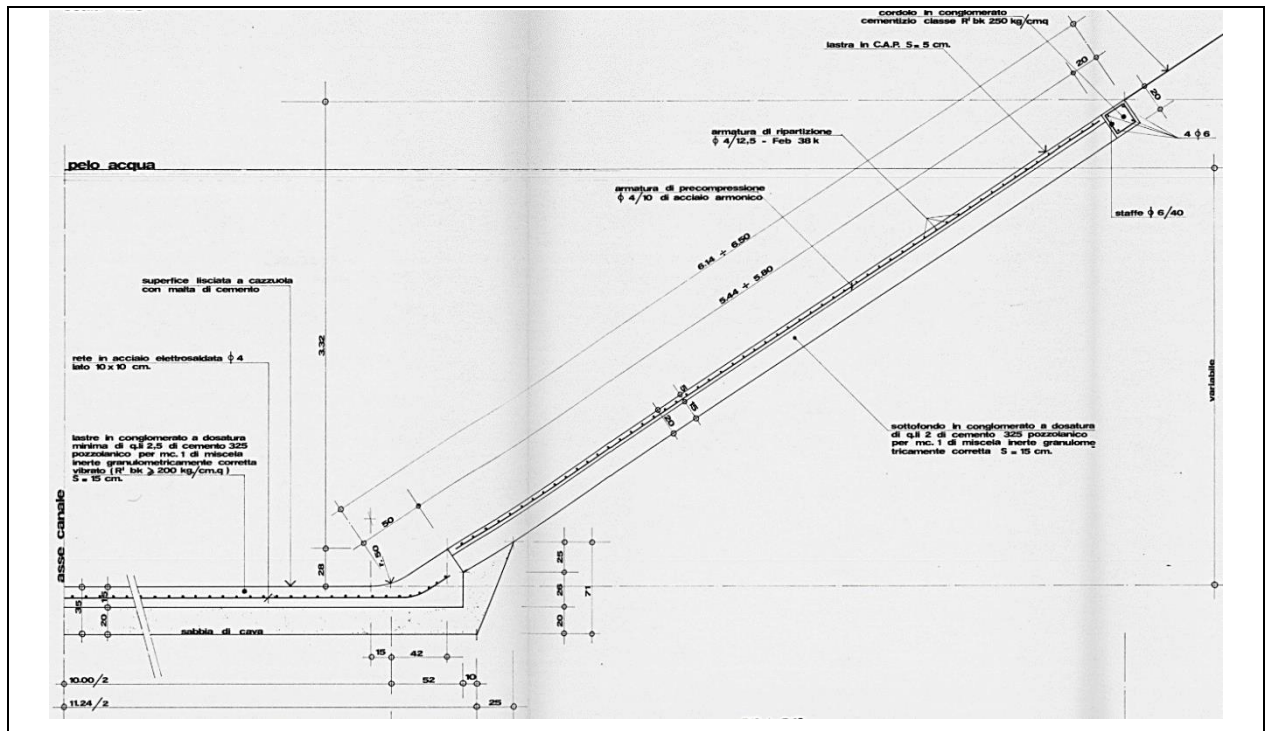
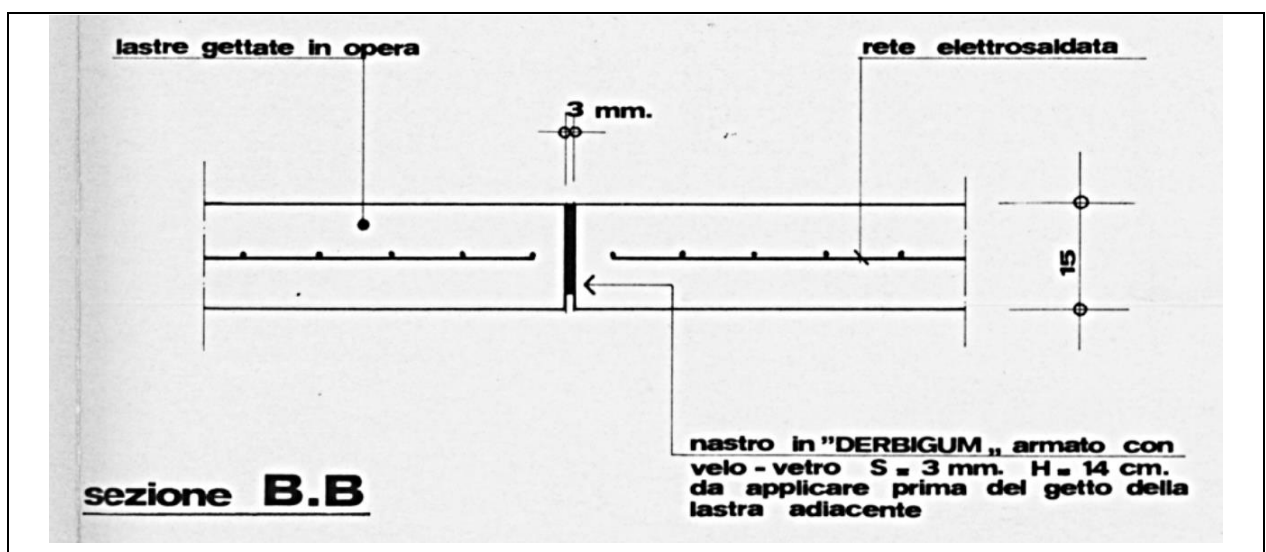


Figura 2. Sezione tipologica rivestimento realizzato negli anni '80.

Nel rivestimento di fondo l'interasse dei giunti trasversali è pari a 2,50 metri e sono stati sigillati con nastri Derbigum armati con velo di vetro dello spessore di 3mm

I giunti delle lastre del rivestimento di sponda sono stati sigillati con malta di cemento ed additivi espansivi



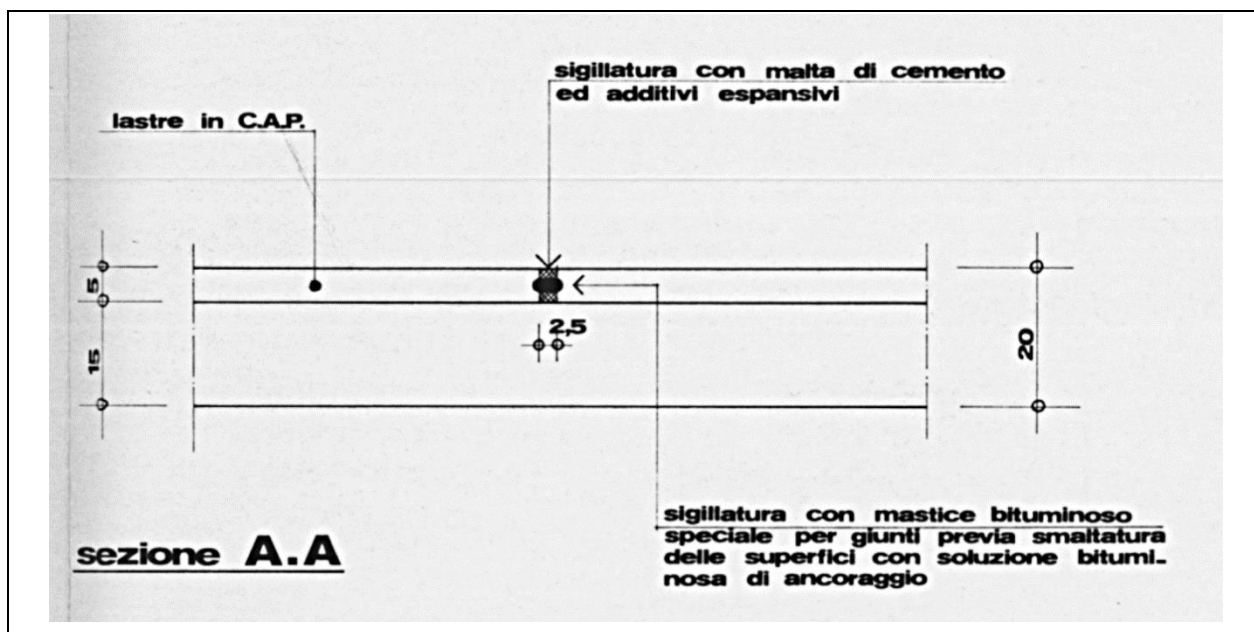


Figura 3. Metodologia di sigillatura dei giunti.

Il progetto ha previsto anche la risagomatura degli argini che sono stati ringrossati e portati ad una larghezza in sommità di 6m in sinistra e 5m in destra idraulica per consentire il transito dei mezzi e la manutenzione del canale.

In virtù della presenza del rivestimento, la portata di progetto del canale diviene pari a **27 mc/s**.

Nonostante gli interventi di rivestimento ed impermeabilizzazione delle sponde, ultimati nel 2000, il canale ha presentato anche negli anni successivi e presenta tutt'ora problematiche di tenuta, riscontrate già in fase di collaudo nel 2003.

Nei primi mesi del 2010 è stata condotta un'analisi delle effettive condizioni dell'opera attraverso la presa visione degli elaborati relativi agli ultimi lavori di sistemazione terminati nel 2000, attraverso gli esiti del collaudo eseguito nel corso del 2003, attraverso una serie di misure freatimetriche appositamente condotte ed infine attraverso informazioni puntuali su riscontri di campo. A completamento di questa fase preliminare sono state effettuate alcune verifiche idrauliche semplificate.

Il quadro emerso era risultato il seguente:

- *Nel primo tronco si ha motivo di ritenere di poter raggiungere quote max dell'ordine di 11,60 m (+ 1,60 mslm), con valori di portata dell'ordine di 10 – 12 m<sup>3</sup>/s, altamente insufficienti, e notevolmente inferiori ai 27 m<sup>3</sup>/s per cui è stato progettato il canale.*
- *In base alle conoscenze di campo disponibili i tratti dove risulta maggiormente urgente un intervento di "potenziamento e impermeabilizzazione arginale" presentano una estensione di circa 1.400 m.*
- *Perplessità, in quanto non confortate da esperienze critiche dirette, rimangono per la restante parte maggioritaria del canale, di circa 13.000 m. Non risulta infatti possibile valutare a priori il*



*comportamento di questi ultimi tratti una volta sollecitati con quote idrometriche di 12.80 – 13.30, mai raggiunte e necessarie per far defluire i 27 m<sup>3</sup>/s per cui è stato progettato il canale.*

Il Consiglio di Amministrazione, con delibera n.76 del 15 aprile 2010, in ragione di quanto emerso dall'indagine preliminare speditiva di cui sopra, ha quindi dato mandato all'Area Tecnica di eseguire ulteriori analisi approfondite per realizzare una progettazione delle opere necessarie a rendere pienamente funzionale il canale S. Nicolò Medelana.

Nel corso dell'estate 2010 sono state effettuate le ulteriori indagini così articolate:

1. Disamina generale di carattere geologico;
2. Saggi e indagini visive nei punti critici;
3. Installazione di una fitta rete piezometrica per il monitoraggio delle linee di filtrazione arginali per vari stati idraulici di vaso del canale;
4. controllo in sito e ricostruzione della successione litologica del corpo arginale dalle carote estratte e campionamento dei livelli significativi.

A verifiche ultimate sono stati prodotti alcuni elaborati tecnici che hanno permesso di evidenziare quanto si riporta di seguito:

1. Per buona parte del canale il rivestimento interno in calcestruzzo, pur presentandosi visivamente generalmente in buono stato di conservazione sia per la componente in calcestruzzo che per i giunti di collegamento tra gli elementi componenti, non costituisce di fatto ostacolo per la filtrazione dell'acqua nel corpo arginale;
2. Le pendenze delle linee di filtrazione per i vari livelli di vaso del canale sono risultate nella maggioranza dei casi di circa 10-12/1 (h/v), contro un valore da sempre ritenuto come riferimento dalla letteratura specialistica di settore pari a 6/1 (h/v): l'azione impermeabilizzante del rivestimento risulta pertanto assolutamente inadeguata alla funzione attesa.
3. Il risultato delle indagini di cui sopra non concorda pienamente con quanto rilevabile dall'esperienza storica di campo, con alcuni tratti arginali che dalle indagini risultano deboli, ma non hanno riscontri diretti di problematiche relative a filtrazioni o sifonamenti, e altri tratti che dalle ultime valutazioni appaiono non problematici ma che dall'esperienza sono stati soggetti a sifonamenti o filtrazioni importanti.

Attualmente permangono le limitazioni funzionali imposte nel 2010 al Canal San Nicolò – Medelana in attesa di mettere in opera interventi risolutivi generalizzati.

## **7. RILIEVI ED INDAGINI INTEGRATIVE PER LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA**

### **7.1 Premessa**

Sulla base di quanto riscontrato nel 2010 e di quanto ricostruito dall'analisi storico critica, si è ritenuto fondamentale eseguire dei rilievi e delle indagini integrative che nello specifico sono consistiti in:

- Rilievo del canale esistente per una fascia di larghezza 100 metri e per tutta la sua lunghezza (14.6 km) mediante laser scanner 3D installato su drone;
- Rilievo dei manufatti interferenti mediante laser scanner 3D installato su drone;
- Rilievo GPS delle quote sotto il pelo libero non ricavabili dalla scansione;
- Prelievo di campioni di calcestruzzo dall'opera idraulica per le successive prove di laboratorio (prova di compressione, prova di assorbimento e prova di permeabilità a carico costante);
- Rilievo di sezioni resistenti di strutture in c.a.;
- Indagine tomografica elettromagnetica per la ricostruzione di sezioni longitudinali;
- N° 3 Sondaggi geognostici fino alla profondità di 8 m con prelievo di campionature per le successive prove di laboratorio (determinazione del contenuto di acqua, determinazione del peso di volume, limiti di Atterberg, analisi granulometriche e prove di permeabilità).



*Figura 4. Airborne laser scanning*



La scelta dei punti di indagini è stata fatta in accordo con il committente concentrando gli sforzi nei tratti dove storicamente si sono verificate le problematiche maggiori

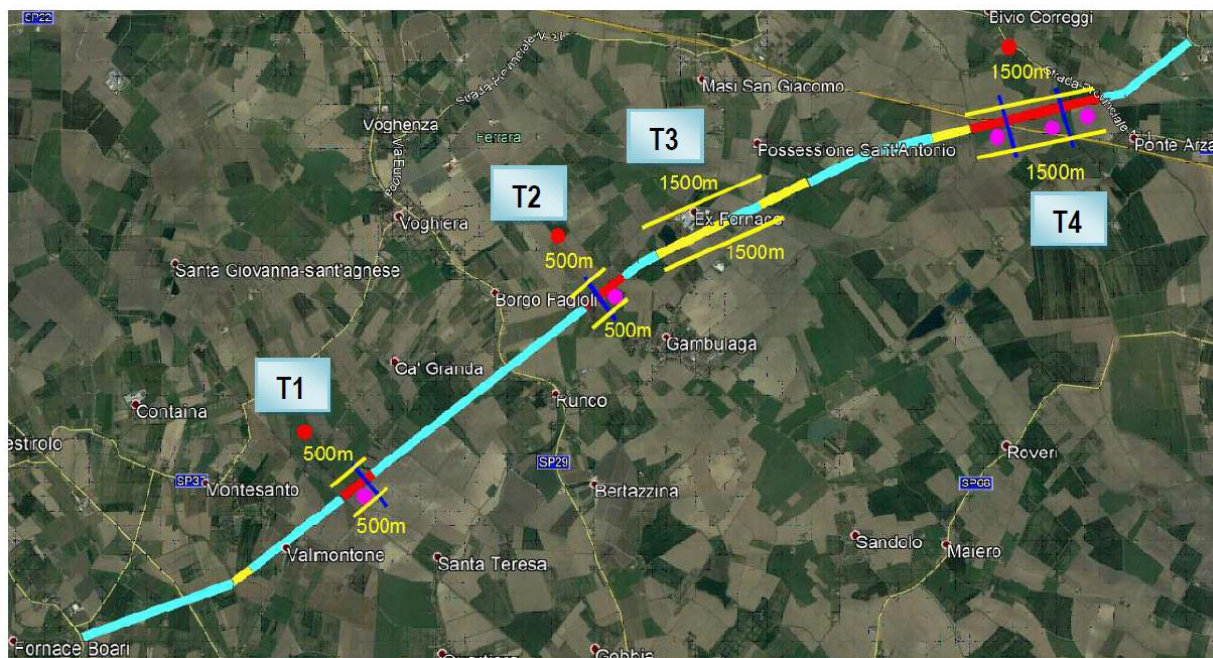


Figura 5. Ubicazione tratti indagati con tomografia elettrica (T1-T4)

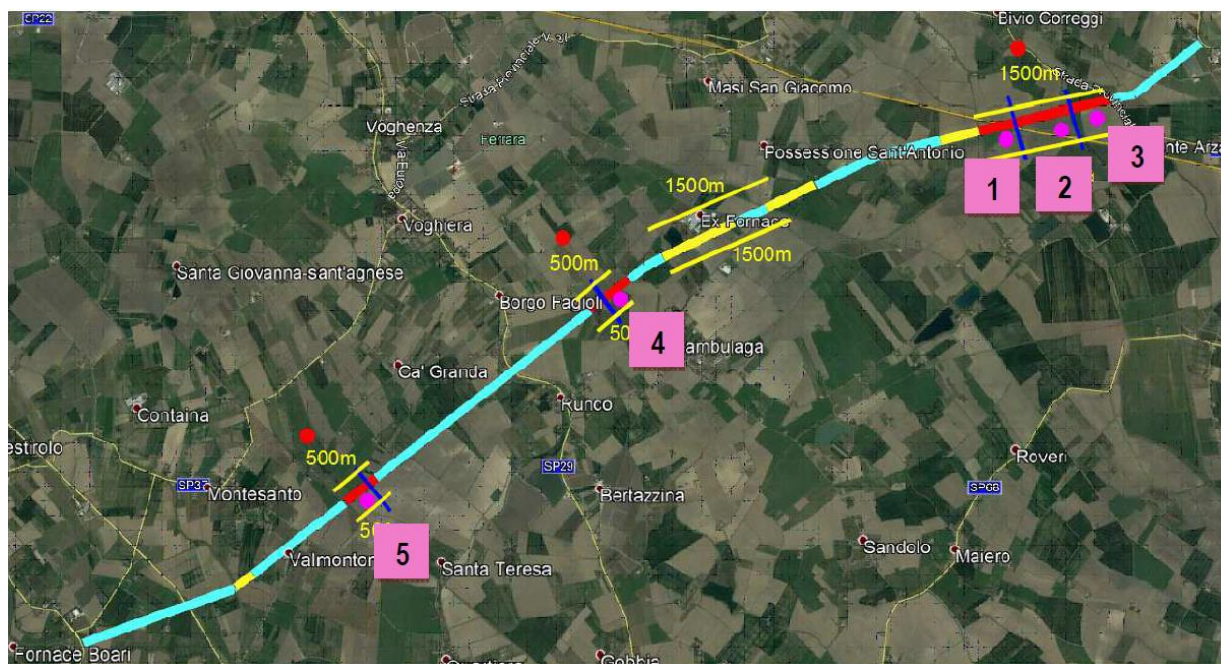


Figura 6. Ubicazione punti di prelievo campioni di calcestruzzo (1-5)



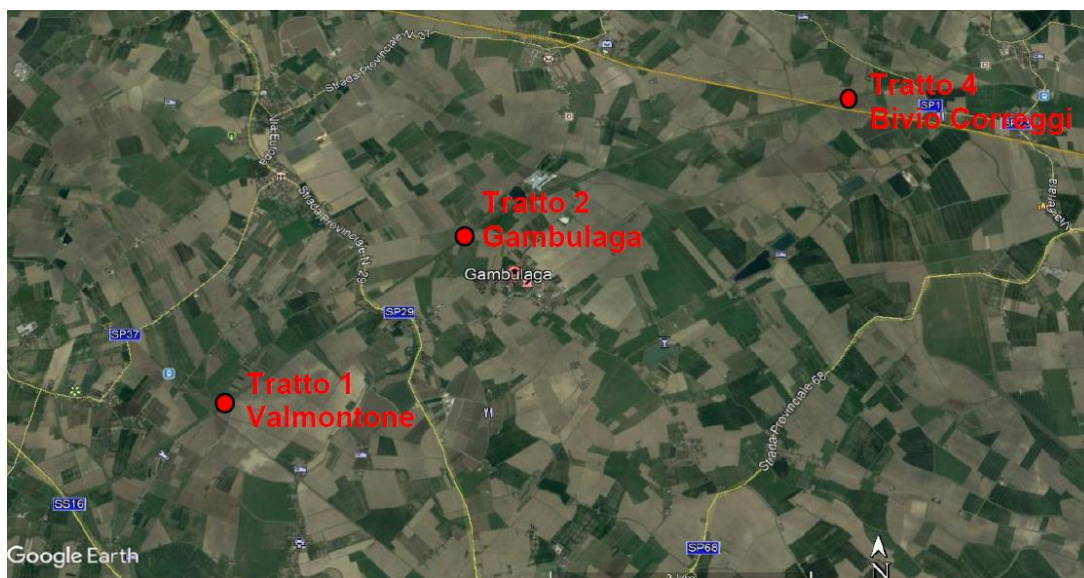


Figura 7. Ubicazione sondaggi geotecnici

La trattazione completa in merito ai rilievi ed alle indagini è oggetto di specifica relazione tecnica allegata al Progetto Esecutivo. Di seguito si riportano i principali risultati.

## 7.2 Rilievo

Il rilievo laser scanner 3D del canale, unito alle informazioni ottenute con il rilievo GPS hanno consentito di elaborare planimetria, sezioni e profilo del canale; di individuare la posizione e la geometria delle opere interferenti, delle scalette di accesso, delle opere di presa ricostruendo in maniera precisa lo stato di fatto dell'opera.



Figura 8. Nuvola di punti opere interferenti

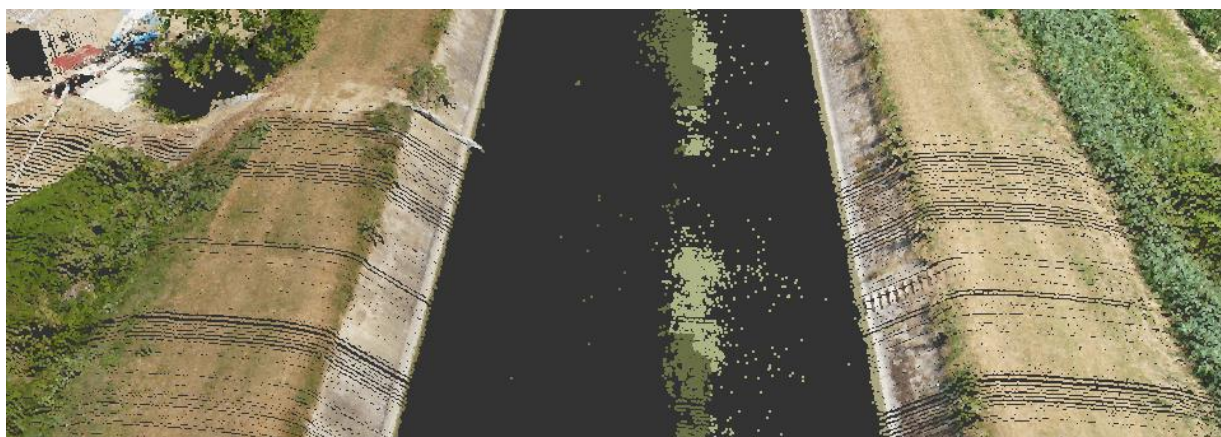


Figura 9. Nuvola di punti scalette e opere di presa private

Il canale San Nicolò Medelana è un canale artificiale a sezione trapezia con base minore circa 10metri e sponde con pendenza 2/3, lungo 14.6 chilometri, per la maggioranza del proprio corso dominante rispetto al territorio attraversato.

Il Canale ha una pendenza di 8cm/km da San Nicolò verso Medenala ed è suddiviso in due tronchi separati dall'Opera Chiusa Rostra che si trova circa a metà del tracciato alla progressiva 7+156.66.

Allo stato attuale il canale risulta rivestito sul fondo e sulle sponde con una lastra di calcestruzzo di spessore medio pari a 15cm caratterizzata dalle problematiche di permeabilità ed ammaloramento dei giunti ampiamente descritte negli elaborati di progetto.

Le sponde hanno un'altezza di circa 3.70 metri rispetto al fondo canale ed il rivestimento non raggiunge mai la sommità arginale in quanto è stato progettato per avere un franco di 50cm rispetto al livello di massima piena. L'altezza del rivestimento è pari a circa 3.40 metri rispetto al fondo canale.

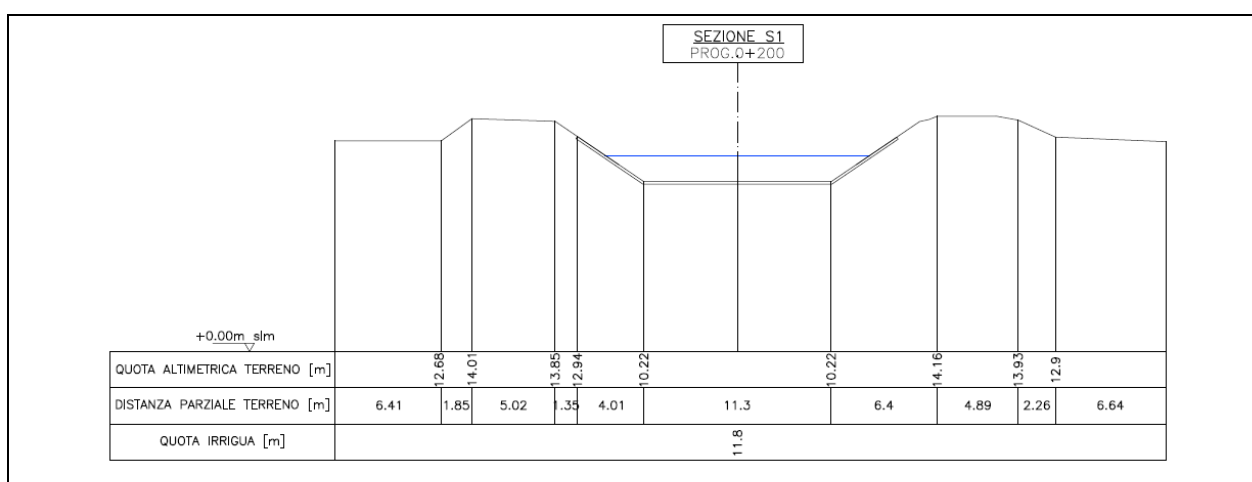


Figura 10: Sezione Stato di Fatto



Lungo il tracciato del canale sono state ricostruite 73 sezioni trasversali ad interasse di 200 metri una dall'altra.

Sono state individuate le opere che attraversano il tracciato:

- Opere d'arte che sovrappassano il canale (ponti) definite opere interferenti
- Opere d'arte che sottopassano il canale (botti) definite opere non interferenti

Per le opere d'arte interferenti si è provveduto ad eseguire una scansione di dettaglio al fine di ricostruire pianta e prospetti dell'opera.

### 7.3 Indagini sul rivestimento

I prelievi eseguiti nel rivestimento esistente hanno interessato l'intero spessore delle solette, sia in corrispondenza delle lastre, sia in corrispondenza dei giunti. La scelta di eseguire carotaggi passanti è volta a determinare se al di sotto dello strato di calcestruzzo fosse presente una guaina impermeabilizzante e la tipologia di materiale al di sotto di questa. Di seguito si riportano le informazioni ricavate in situ:

**Carotaggio 1:** campione di lunghezza totale pari a 120 mm. Al di sotto della carota 1 non è presente sormonto né foglio impermeabile. Sotto la soletta è presente ghiaietto e limo. All'interno del campione è presente una rete diametro 6 mm.



Figura 11. Doc fotografica carotaggio 1

**Carotaggio 1G:** il giunto risulta essere molto degradato, al suo interno è presente erba e terra fino alla profondità di 75 mm (lunghezza totale del campione 120 mm). Al di sotto del giunto è presente un foglio impermeabile





Figura 12. Doc fotografica carotaggio 1G

**Carotaggio 2:** campione di lunghezza totale pari a 170 mm. Al di sotto della carota 2 non è presente sormonto né foglio impermeabile. Sotto la soletta è presente ghiaietto e limo. All'interno del campione è presente una rete diametro 6 mm a profondità 140 mm (non è possibile determinare il passo della rete).

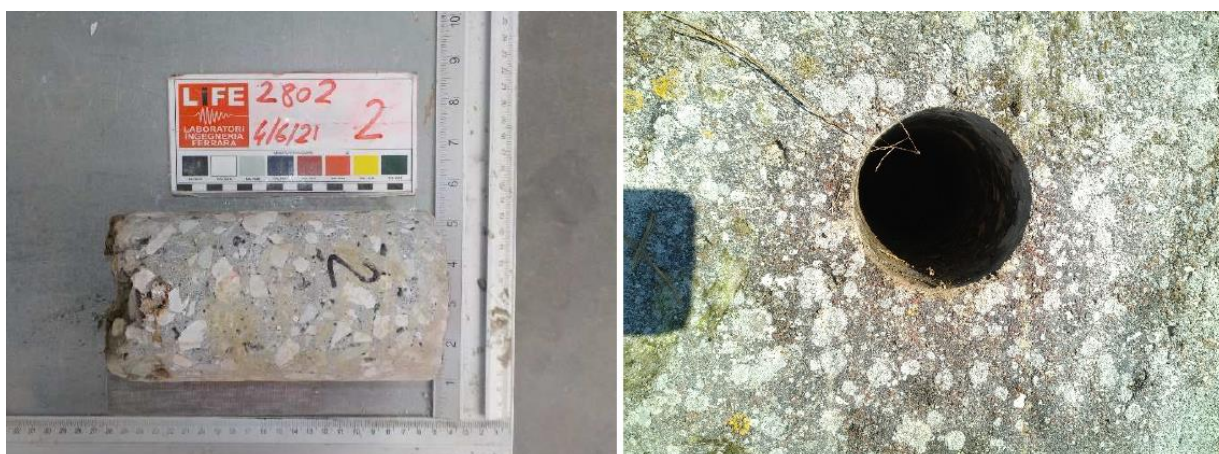


Figura 13. Doc fotografica carotaggio 2

**Carotaggio 2G:** è presente un taglio netto fino alla profondità di 40 mm (spessore pari a 5 mm), per i restanti 130 mm invece il campione presenta una cavillatura. Al di sotto del giunto non è presente un foglio impermeabile, ma direttamente terreno argilloso – limoso.



Figura 14. Doc fotografica carotaggio 2G

**Carotaggio 3:** il carotaggio in questa zona ha individuato 80mm di calcestruzzo, una rete ossidata diametro 6 mm, 10 mm di vuoto (probabilmente causati dallo spalling dovuto all'ossidazione), altri 20mm di calcestruzzo e infine terreno limoso – argilloso.



Figura 15. Doc fotografica carotaggio 3

**Carotaggio 3G:** è presente un taglio netto fino alla profondità di 15 mm (spessore pari a 7 mm), per i restanti 95 mm invece il campione risulta integro. Sul fondo del campione è presente un ferro di armatura.



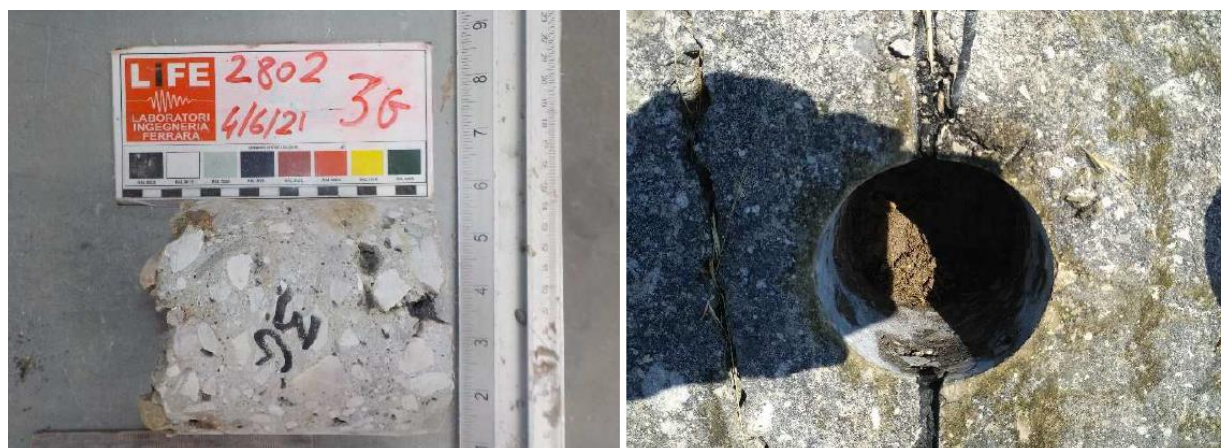


Figura 16. Doc fotografica carotaggio 3G

**Carotaggio 4:** campione di lunghezza totale pari a 170 mm. Al di sotto della carota 4 non è presente nessun foglio impermeabile. Sotto la soletta è presente limo argilloso. All'interno del campione è presente una rete diametro 6 mm a profondità 160 mm (non è possibile determinare il passo della rete).



Figura 17. Doc fotografica carotaggio 4

**Carotaggio 4G:** è presente un taglio netto fino alla profondità di 50 mm (spessore pari a 20 mm), per i restanti 120 mm è presente solamente una cavillatura in cui, al momento, non è ancora presente terreno e erba. Sul fondo del campione è presente un foglio impermeabilizzante in bitume.



Figura 18. Doc fotografica carotaggio 4G

**Carotaggio 5:** campione di lunghezza totale pari a 190 mm. al di sotto della carota 6 non è presente nessun foglio impermeabile. All'interno del campione è presente una rete diametro 6 mm a profondità 160 mm (non è possibile determinare il passo della rete).



Figura 19. Doc fotografica carotaggio 5

**Carotaggio 5G:** è presente un taglio netto fino alla profondità di 40 mm (spessore pari a 20 mm), per i restanti 130 mm è presente solamente una cavillatura in cui, al momento, non sono ancora presenti terreno e erba. Al di sotto dell'area indagata è presente terreno limoso.





Figura 20. Doc fotografica carotaggio 5G

I risultati sono riassunti nella tabella seguente:

Campione	sp. tot (mm)	Rete	Posizione rete da estradosso (mm)	Tipo di terreno piano di posa	Presenza foglio materiale impermeabile	Stato del giunto	Profondità giunto (mm)
1	120	diam. 6	-	ghiaietto e limo	no		
1G	120				si	molto degradato	75
2	170	diam. 6	140	ghiaietto e limo	no		
2G	170			argilla-limi	no	spessore 5mm	40
3	110	diam. 6	80	argilla-limi	no		
3G	110		sul fondo		no	spessore 7mm	15
4	170	diam. 6	160	argilla-limi	no		
4G	170				si	spessore 20mm	50
5	190	diam. 6	160		no		
5G	170					spessore 20mm	40

Campione	Profondità penetrazione acqua (mm)	ID	Assorbimento acqua (%)
1			
1G			
2	63		
2G			
3			
3G			
4	33	Tratto 4 - 1	2
4G		Tratto 4 - 2	2,9
5	27		
5G			

Dalle prove eseguite, il calcestruzzo prelevato dalle strutture dell'opera in oggetto esplica un valore medio della resistenza cubica a compressione pari a  $R_{c1m} = 53.0 \text{ MPa}$

La massa volumica dei provini testati, determinata in accordo alla norma UNI EN 12390-7, risulta assai omogenea e si attesta nell'intorno del valore medio pari a  $m_v = 2263 \text{ kg/m}^3$ .



#### **7.4 Indagini sul terreno**

Le indagini geotecniche e la tomografia elettrica hanno evidenziato una variabilità circa la composizione litologica degli argini lungo il tracciato.

Nel tratto T1 si nota una differenziazione anche tra l'argine destro e quello sinistro. Nel sinistro la composizione arginale è principalmente limo argillosa nel destro si nota invece un livello limi sabbiosi alla base arginale.

Nei tratti T2 e T3 il livello limo sabbioso diviene più marcato e con maggiori contenuti in sabbia.

Nel tratto T4 si ritorna ad una composizione arginale principalmente limo argillosa.

I dati rilevati concordano con lo studio del 2010. Si rimanda alla Relazione Geotecnica per maggiori dettagli.



## **8. ATTUALI CRITICITA' DEL SISTEMA**

Le analisi condotte hanno messo in evidenza le seguenti criticità:

- lo spessore medio del rivestimento è pari a 15cm e non raggiunge mai il valore previsto dal progetto pari a 20cm
- la lastra in calcestruzzo presenta la rete di armatura nella zona inferiore o appoggiata sul fondo rendendola pertanto inefficace;
- per buona parte del canale il rivestimento interno in calcestruzzo non costituisce di fatto ostacolo per la filtrazione dell'acqua nel corpo arginale, non tanto per la parte in calcestruzzo che si presenta in buono stato di conservazione ma per i giunti di collegamento tra gli elementi componenti che non presentano alcuna sigillatura e che in molti casi sono passanti interessando tutto lo spessore della lastra.
- le pendenze delle linee di filtrazione per i vari livelli di invaso del canale sono risultate nella maggioranza dei casi di circa 10-12/1 (h/v), contro un valore da sempre ritenuto come riferimento dalla letteratura specialistica di settore pari a 6/1 (h/v): tale risultato conferma che l'azione impermeabilizzante del rivestimento risulta inadeguata alla funzione attesa.

Il rivestimento esistente non è in grado di garantire la necessaria impermeabilità e la litologia arginale si presenta alquanto variabile generando fenomeni di filtrazione e sifonamento che sono stati osservati nel corso degli anni nel momento in cui si tenta di innalzare la quota idrica dall'attuale livello irriguo a quote superiori.

Il risultato delle indagini condotte non concorda pienamente con quanto rilevabile dall'esperienza storica di campo, con alcuni tratti arginali che dalle indagini risultano deboli, ma non hanno riscontri diretti di problematiche relative a filtrazioni o sifonamenti, e altri tratti che dalle ultime valutazioni appaiono non problematici ma che dall'esperienza sono stati soggetti a sifonamenti o filtrazioni importanti.

Questa condizione comporta la necessità di eseguire un intervento generalizzato su tutta l'asta del canale.

Onde poter contare pienamente sull'utilizzo della linea come scolmatore, nel rispetto delle ipotesi progettuali di seguito descritti, risulta necessario un intervento generale di impermeabilizzazione dei corpi arginali.



## **9. OBIETTIVI DEL PROGETTO**

L'obiettivo del progetto è quello di ripristinare la corretta impermeabilizzazione dell'alveo per tutta la lunghezza dell'opera al fine poterla utilizzare per lo scopo originario, ovvero sia come opera di **derivazione** che come **scolmatore**, migliorando di fatto anche la gestione della risorsa idrica e riducendo le perdite.

L'intervento porterà all'aumento della sicurezza dell'approvvigionamento idrico e della resilienza del sistema soprattutto in riferimento agli eventi siccitosi;

Sarà inoltre favorita la misurazione la misurazione ed il monitoraggio degli usi.

Le **prestazioni** che si intendono raggiungere con gli interventi di progetto sono le seguenti:

- 1) Come **opera di derivazione** si potrà contare sul ripristino delle potenziali quote irrigue originarie:
  - Nel I Tronco (da San Nicolò prog. 0+000 alla Chiusa Rostra prog. 7+156.66) la quota irrigua di progetto sarà pari a **+12,80 m** (+2,80 mslm); questo consentirà di ridurre notevolmente la necessità di sollevamento meccanico attraverso l'impianto di sollevamento di Belriguardo;
  - Nel II Tronco (dalla Chiusa Rostra prog. 7+156.66 alla chiusa Medelana prog. 14+600) la quota irrigua di progetto sarà pari a **+11,90 m** (+1.90 mslm)
- 2) In condizioni di necessità si potrà utilizzare come **scolmatore** con le seguenti condizioni:
  - Portata massima **27 mc/s** e condizione di valle in corrispondenza della chiusa Medelana **+12,50 m** (+2.50 mslm)

## **10. COMPATIBILITA' CON IL PRINCIPIO DI NON ARRECARE DANNO SIGNIFICATIVO AGLI OBIETTIVI AMBIENTALI (DNSH)**

Alla luce dell'art. 17 del Regolamento (UE) 2020/852, relativamente ai possibili danni significativi arrecati dall'intervento, si riportano le seguenti considerazioni:

- a) riguardo alla mitigazione dei cambiamenti climatici (significative emissioni di gas a effetto serra) il prevedibile impatto dell'opera è trascurabile, se non positivo, in considerazione degli effetti diretti e degli effetti indiretti primari nel corso del ciclo di vita; ciò è garantito dal fatto che il ripristino previsto consentirà una riduzione delle perdite idrauliche durante la stagione irrigua e questo consentirà una diminuzione dei prelievi dalla fonte, che oggi avvengono per sollevamento meccanico, con conseguente dispendio energetico;
- b) riguardo all'adattamento ai cambiamenti climatici, l'intervento non conduce a un peggioramento degli effetti negativi del clima attuale e del clima futuro previsto, anzi, l'impatto dell'opera su quest'obiettivo ambientale è positivo per i seguenti motivi: l'intervento mira a migliorare la



resilienza agli effetti dei cambiamenti climatici nel breve termine, in quanto garantisce il coesistere di molteplici soluzioni al problema della sicurezza idraulica del territorio e allo stesso tempo rafforza l'irrigazione senza aumentare l'estrazione di acqua; il ripristino delle condizioni ottimali dell'asta darà anche la possibilità di mantenere un utile volume di invaso durante la stagione secca;

- c) riguardo all'uso sostenibile e alla protezione delle acque, l'impatto dell'opera è positivo perché l'intervento viene proposto proprio allo scopo di garantire una più razionale gestione dell'acqua, sia in termini di sicurezza idraulica del territorio, sia in termini di utilizzo a scopi irrigui. Ripristinare l'efficienza dell'asta significa garantire la sicurezza degli ecosistemi presenti a fronte di eventi meteorici nefasti e dà la possibilità di garantire nei fossi minori intersecati un deflusso minimo vitale durante la stagione secca;
- d) relativamente all'economia circolare, compresi la prevenzione e il riciclaggio dei rifiuti, l'intervento non comporterà inefficienze significative nell'uso delle risorse né aumenterà la produzione di rifiuti. Anche durante la fase di cantiere non si prevede la demolizione e smaltimento dell'esistente, ma soltanto una sovrapposizione del nuovo sul vecchio e i sedimenti saranno riutilizzati nelle pertinenze del canale; nella successiva fase di gestione e utilizzo del canale, si prevede di ridurre la necessità di interventi di rimozione e smaltimento di elementi deteriorati e la scelta progettuale mira alla massima durabilità ottenibile per questo genere di opere;
- e) riguardo alla prevenzione e alla riduzione dell'inquinamento, l' prevedibile impatto dell'opera è trascurabile, se non positivo, in considerazione degli effetti diretti e degli effetti indiretti primari nel corso del ciclo di vita. Ciò è garantito dal fatto che il ripristino previsto consentirà una riduzione delle perdite idrauliche durante la stagione irrigua e questo consentirà una diminuzione dei prelievi dalla fonte, che oggi avvengono per sollevamento meccanico, con conseguente dispendio di energia ottenuta in generale da fonti non rinnovabili e che comportano inquinamento atmosferico; l'aumento di emissioni legato alla fase di cantiere sarà temporaneo e non significativo rispetto all'attuale condizione;
- f) con riferimento alla protezione e al ripristino della biodiversità e degli ecosistemi, il lavoro non impatterà in maniera significativa sugli ecosistemi; il tracciato oggetto di intervento non ricade in zone SIC o ZPS e non attraversa aree codificate nella direttiva HABITAT. La realizzazione dell'opera garantirà invece la possibilità di mantenere un deflusso minimo vitale in stagione secca e quindi dare un contributo positivo alla sopravvivenza degli habitat ed ecosistemi attraversati. L'impatto del cantiere su questo obiettivo sarà minimo perché il canale si configura già come corso d'acqua artificiale con alveo impermeabilizzato.

## 11. DEFINIZIONE DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO

Gli interventi consistono nella realizzazione di un nuovo rivestimento in **calcestruzzo impermeabile** dello spessore di **10cm** da porre in opera sopra il rivestimento esistente.

L'intervento complessivo si svilupperà a partire dall'opera di modulazione di San Nicolò (prog. 0+000) fino alla Sez. 73 (prog. 14+600) in prossimità della Chiusa Medelana per una lunghezza complessiva di **14.600 metri**.

Si prevede di utilizzare un materasso in cls flessibile iniettabile con conglomerato cementizio auto compattante; si tratta di impiegare dei casseri in geotessuto opportunamente costruiti in stabilimento, per gettare al loro interno un calcestruzzo a matrice fine. La presenza di particolari legacci consente il getto a spessore costante.



*Figura 21. Materasso flessibile iniettabile*

Il materasso sarà installato a canale vuoto e pulito posizionando il geotessuto sul rivestimento esistente. Il geotessuto sarà già preconfezionato in pezzi di dimensioni standard, dotati di zip ai bordi per il successivo collegamento al pezzo successivo.

Un lato del geotessuto sarà fissato tramite picchetti metallici alla testa dell'argine, successivamente, si collegherà l'altro lato del geotessuto alla testa dell'argine opposto.

Completato il posizionamento del geotessuto lungo la sezione del canale, si procederà con la sigillatura del geotessuto con il rivestimento esistente ed il getto del calcestruzzo.

Questa tecnica consente di fare getti molto estesi riducendo al minimo i giunti freddi dovuti alle riprese di getto.

Il conglomerato cementizio sarà auto compattante (SCC) classe C25/30 (Rck 30 N/mm<sup>2</sup>) preconfezionato conforme alla norma UNI 11040, conforme alle prescrizioni del punto 8.2.2 della norma UNI EN 206-1, con dimensione massima degli inerti a 25 mm (UNI 1100), classe di esposizione XC2, classe di consistenza (spandimento) SF1.

Lo sviluppo trasversale del rivestimento avrà una lunghezza variabile tra i 20 ed i 25 metri lineari in funzione delle dimensioni geometriche della sezione trasversale ed avrà l'obiettivo di rivestire completamente la sezione fino alla testa arginale.

Questo consentirà di contenere le quote idriche del canale anche in condizioni di funzionamento a scolmatore senza incorre nel rischio che la quota idrica superi la quota del rivestimento.

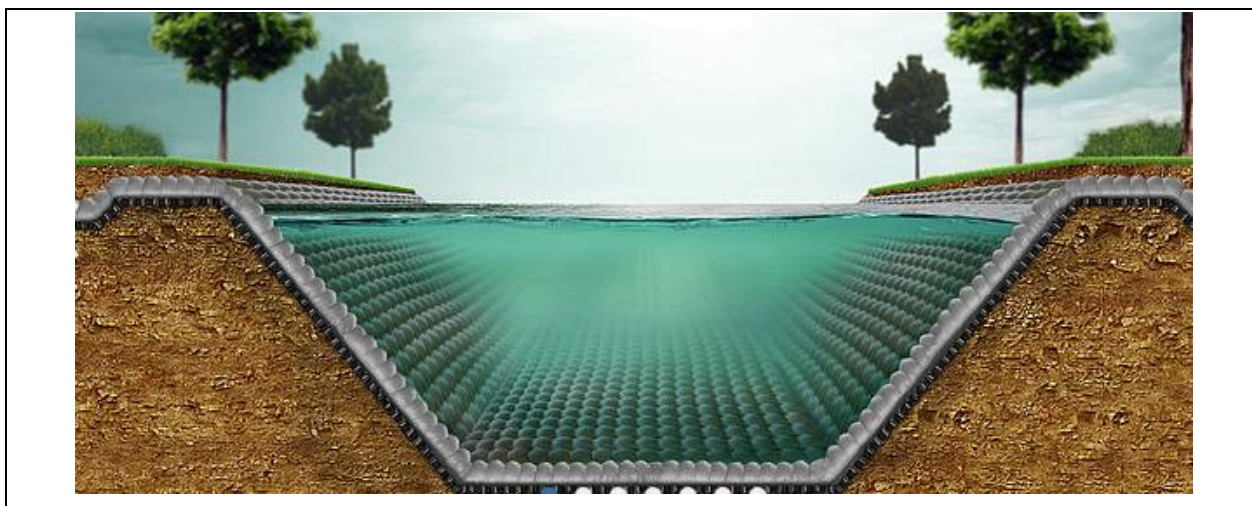


Figura 22. Rendering della sezione di progetto

L'intervento di progetto consente:

- il raggiungimento degli obiettivi di progetto sia come opera di derivazione che come scolmatore;
- l'impermeabilizzazione del canale con la conseguente riduzione delle perdite;
- la messa in sicurezza dei corpi arginali nei confronti della stabilità sia in condizioni stazionarie che transitorie (ved. Relazione di Calcolo).

Tra gli interventi di progetto è prevista anche l'integrazione degli organi di regolazione principali nel sistema di telecontrollo consortile.

## **12. STRALCI FUNZIONALI**

L'intervento complessivo si svilupperà a partire dall'opera di modulazione di San Nicolò (prog. 0+000) fino alla Sez. 73 (prog. 14+600) in prossimità della Chiusa Medelana per una lunghezza complessiva di 14.600 metri.

Il presente Progetto Esecutivo rappresenta il **Primo Stralcio Funzionale** e prevede di realizzare l'intervento di progetto dalla Sez. 25 (prog. 5+000) alla Sez. 73 (prog. 14+600) per una lunghezza complessiva di **9.600 metri**.

Si è scelto di intervenire partendo dal tratto di valle poiché è quello dove storicamente si sono verificate le problematiche maggiori. Non si ritiene che l'intervento sia suddivisibile in lotti, dovendo garantire uniformità e completezza di intervento su un'unica asta irrigua.



Al termine della realizzazione degli interventi di progetto previsti per il Primo Stralcio Funzionale sarà possibile raggiungere le seguenti prestazioni:

3) Come **opera di derivazione**

- Nel I Tronco (da San Nicolò alla Chiusa Rostra) la quota irrigua di progetto sarà pari a **+12,50 m** (+2.80 mslm)
- Nel II Tronco (dalla Chiusa Rostra a Medelana) la quota irrigua di progetto sarà pari a **+11,90 m** (+1.90 mslm)

4) Come **scolmatore** con le seguenti condizioni

- Portata massima 27 mc/s e condizione di valle **+11,50 m** (+1.50 mslm)

**E' evidente che la messa in opera parziale del rivestimento non consente di raggiungere le prestazioni a scolmatore e di derivazione indicate al Capitolo 9. Per raggiungere tali valori sarà necessario completare l'intero intervento, ovvero i restanti 5.000 metri tra l'opera di modulazione di San Nicolò (prog. 0+000) e la Sez. 25 (prog. 5+000).**

### **13. PROGETTAZIONE ESECUTIVA**

Per la progettazione esecutiva degli interventi sono state condotte le seguenti verifiche:

- A. Verifiche idrauliche
- B. Verifiche di stabilità
- C. Verifiche a sollevamento

Le verifiche idrauliche, condotte con l'ausilio del software di calcolo Hec-Ras hanno consentito di verificare la compatibilità geometrica tra livello idraulico di progetto e sezione rivestita e determinare i livelli idraulici di progetto per le verifiche di stabilità.

L'esito di tali verifiche ha prodotto la necessità di limitazioni funzionali da mettere in atto al termine dell'esecuzione del Primo Stralcio Funzionale fino al completamento dell'opera:

per uso come scolmatore      **limitazione di utilizzo a scolmatore a piena portata solamente se il livello del Po di Volano misurato in corrispondenza della Chiusa Medelana è inferiore a +11.50 m (+1.50 m.s.l.m.)**

per uso irriguo	I Tronco da San Nicolò a Chiusa Rostra	<b>+12.50m</b>
	II Tronco da Chiusa Rostra a Medelana	<b>+11.90m</b>



Le verifiche di stabilità e sifonamento, condotte con l'ausilio dei software SEEP/W e SLOPE/W della GeoSlope, hanno consentito di verificare la stabilità del paramento arginale lato canale e lato campagna in diverse configurazioni di progetto.

Le verifiche a galleggiamento hanno evidenziato che con canale vuoto e falda a piano campagna non è possibile svuotare completamente il canale. Sono state pertanto individuati dei criteri per consentire lo svuotamento anche parziale del canale:

Nel I Tronco (da San Nicolò prog. 0+000 alla Chiusa Rostra prog. 7+156.66):

- Se il livello della falda risulta  $> +10,20\text{m}$  (+1,20 m.s.l.m.), sarà possibile svuotare il canale mantenendo all'interno almeno 1.5m di battente
- Se il livello della falda  $< +10,20\text{m}$  (+1,20 m.s.l.m.), sarà possibile svuotare completamente il canale.

Nel II Tronco (dalla Chiusa Rostra prog. 7+156.66 alla chiusa Medelana prog. 14+600):

- Se il livello della falda risulta  $> +9,70\text{m}$  (-0,30 m.s.l.m.), sarà possibile svuotare il canale mantenendo all'interno almeno 1.5m di battente
- Se il livello della falda  $< +9,70\text{m}$  (-0,30 m.s.l.m.), sarà possibile svuotare completamente il canale.

Poiché questi criteri prevedono che si debba monitorare il livello di falda, e dal momento che i piezometri del 2010 non sono più fruibili, prima dell'inizio dei lavori ne dovranno essere installati di nuovi. Tali piezometri serviranno da monitoraggio sia durante i lavori che nel corso della vita utile dell'opera. L'onere di installazione è compreso fra le somme a disposizione alla voce *B1 Indagini in sito e prove di laboratorio*.

#### **14. ACQUISIZIONE AREE DI INTERVENTO ED INDENNIZZI**

Non si prevede la necessità di acquisizione di nuove aree al Demanio. Saranno eventualmente previste aree di occupazione temporanea utili per l'esecuzione dei lavori.

#### **15. INDAGINE GEOLOGICA**

Ai fini della progettazione degli interventi è stata redatta una relazione geologica volta a valutare la compatibilità degli stessi con la natura geologica ed idrogeologica dell'area, anche in relazione al rischio idrogeologico.

#### **16. INDAGINE ARCHEOLOGICA PRELIMINARE**

Gli interventi riguardano terreni di riporto, non è quindi necessaria una indagine che valuti il rischio archeologico.



## **17. VALUTAZIONE PRELIMINARE DEL RISCHIO BELLICO**

Essendo i terreni oggetto di intervento di recente riporto, non è necessaria una valutazione preliminare del rischio bellico

## **18. COMPATIBILITÀ URBANISTICA E AMBIENTALE**

La tipologia di interventi proposti non interferisce con aspetti paesaggistici o ambientali.

In particolare, la zona di intervento non attraversa zone SIC e ZPS.

## **19. C.A.M. (CRITERI AMBIENTALI MINIMI)**

Le opere in progetto non rientrano tra quelle per le quali debbano essere previsti Criteri Ambientali Minimi ai sensi del D.M. 11 Ottobre 2017.

## **20. VERIFICA DELLE INTERFERENZE**

### **20.1 Premessa**

Interferenze rilevate:

- Opere d'arte che sovrappassano il canale (ponti) definite opere interferenti
- Opere d'arte che sottopassano il canale (botti) definite opere non interferenti
- Opere di presa del Consorzio
- Opere di presa private

### **20.2 Opere d'arte**

Di seguito si riportano le opere d'arte individuate lungo il tracciato. Per quelle interferenti che sovrappassano il canale si è provveduto ad eseguire una scansione di dettaglio per la ricostruzione del prospetto. Le informazioni sono state impiegate sia per il calcolo idraulico che per la definizione del dettaglio di fissaggio e sigillatura del materasso in calcestruzzo all'opera stessa riportato di seguito



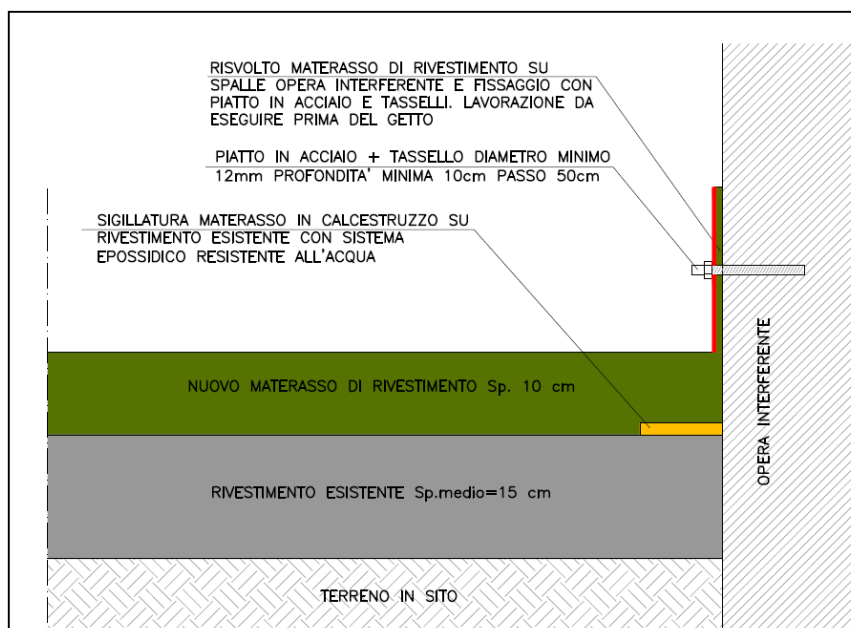


Figura 23. Dettaglio sigillatura e fissaggio materasso su opere d'arte interferenti

## MODULATORE DI PRESA S.NICOLO' – OPERA NON INTERFERENTE





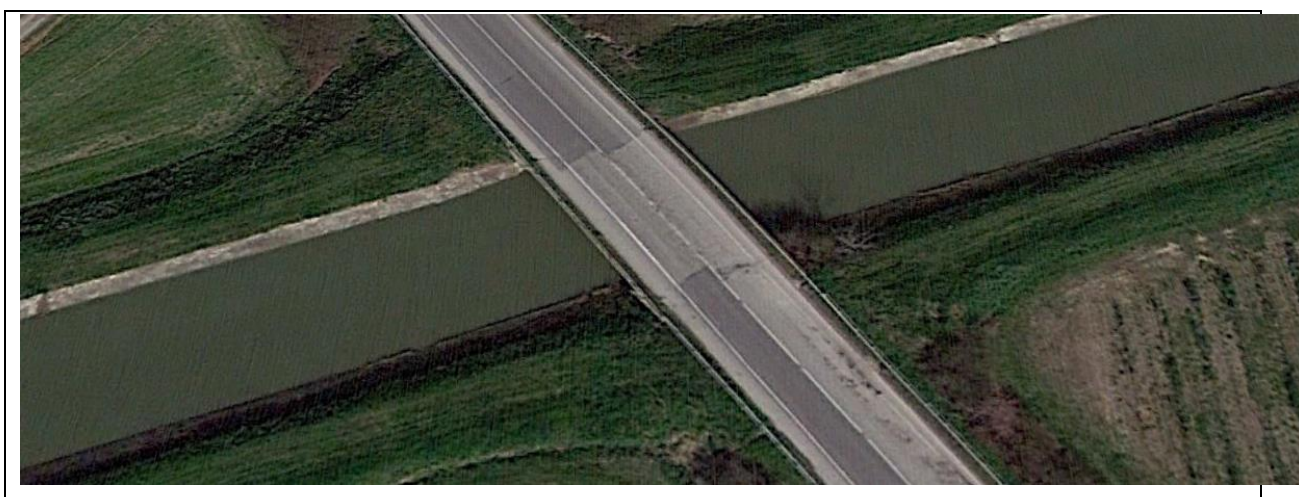
Opera N. 1 – opera non interferente



Botte Musolino – opera non interferente



Opera N.2 Ponte in c.a. rettifica SS16 – Opera interferente





Opera N.3 PONTE GULINELLI 1 - Opera interferente



BOTTE MONTESANTO – Opera non interferente



BOTTE GULINELLI – Opera non interferente



OPERA N. 4 PONTE MONTESANTO QUARTIERE – Opera interferente



OPERA N. 5 PONTE BOTTE FERROVIA FERRARA.RIMINI - - Opera interferente







BOTTE MASSARI – Opera non interferente



OPERA N.6 PONTE RIVALDA– Opera interferente



BOTTE BELRIGUARDO – Opera non interferente







OPERA N. 7 PONTE RUNCO– Opera interferente



OPERA N. 8 PONTE ALAMARI– Opera interferente



OPERA N.9 CHIUSA ROSTRA – Opera interferente







OPERA N.10 PONTE CHIUSA ROSTRA– Opera interferente



OPERA N.11 PONTE GAMBULAGA– Opera interferente



OPERA N.12 PONTE MASSARI– Opera interferente







OPERA N.13 PONTE TREBBO– Opera interferente



OPERA N.14 PONTE GUERRA– Opera interferente



BOTTE CAMPOCIECO – Opera non interferente





OPERA N.15 PONTE CAMPOCIECO– Opera interferente



OPERA N.16 PONTE RACCORDO AUTOSTRADALE FERRARA PORTO GARIBALDI – Opera interferente





OPERA N.17 PONTE RICCI– Opera interferente



ATTRAVERSAMENTO SNAM – Opera non interferente

OPERA N.18 PONTE MASI– Opera interferente







BOTTE ARZANA – Opera non interferente



BOTTE STELLISE– Opera non interferente



OPERA N.19 PONTE-BOTTE FERROVIA FERRARA CODIGORO– Opera interferente





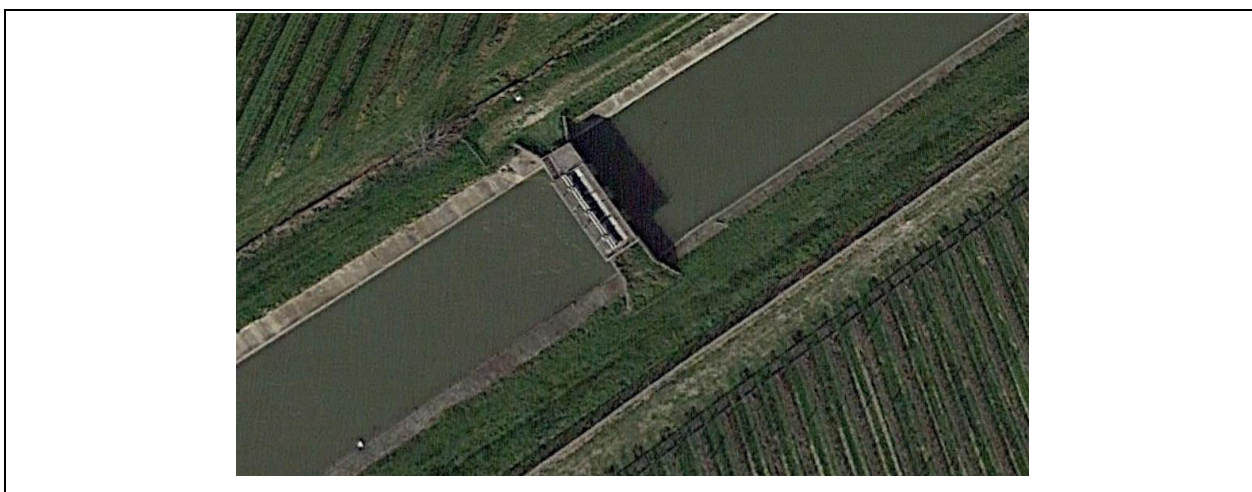
OPERA N.20 PONTE POMARI– Opera interferente



BOTTE CAVALIERI– Opera non interferente



OPERA N.21 PONTE CHIUSA MEDELANA– Opera interferente





## IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO MEDELANA – Opera non interferente



### 20.3 Opere di presa

Le opere di presa si dividono in due tipologie; opere di presa del Consorzio ed opere di presa private.

Le opere di presa del Consorzio sono manufatti comparabili con le opere d'arte pertanto il materasso verrà fissato e sigillato come indicato nel dettaglio di Figura 23.

Per le opere di presa private sono state previste nel QE delle somme a disposizione per lo smontaggio e il successivo rimontaggio al termine dei lavori.

### 21. VALUTAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO AREE DI CANTIERE

La valutazione relativa al Rischio idrogeologico è stata condotta in riferimento agli studi cartografici disponibili per la zona di intervento. L'analisi è interamente riportata nell'elaborato R-3820-CONSNM-PE-02-01\_01 Relazione Geotecnica.

**22. PIANO GESTIONE ACQUE METEORICHE DI DILAVAMENTO**

Per il cantiere in oggetto, in relazione alla dimensione ed alla tipologia dello stesso, non esiste la problematica relativa alle acque di dilavamento in quanto:

1. l'area di cantiere non è caratterizzata da superfici impermeabili;
2. non è previsto l'utilizzo di materiali pericolosi che possano essere dialavati in occasione delle precipitazioni atmosferiche;

**23. AUTORIZZAZIONE ALLO SCARICO**

Il cantiere sarà asservito da WC chimico, dunque non è necessario prevedere l'autorizzazione per nessuno scarico di acque reflue.

**24. BILANCIO IDRICO AREE DI CANTIERE**

Le lavorazioni di progetto che prevedono l'utilizzo di acqua sono le seguenti:

1. Idropulizia del rivestimento spondale esistente;
2. Getto del calcestruzzo di riempimento del materasso;

Nella prima lavorazione è previsto l'utilizzo di un combinata jet che possa raccogliere tutte le acque di pulizia successivamente da convogliare a smaltimento.

Per quanto riguarda il secondo punto, come prescritto nel documento "R-3820-CONSNM-PE-11-05\_00 Capitolato Speciale d'Appalto", al termine del getto del calcestruzzo le autobotti non potranno essere svuotate e pulite in cantiere.

**25. PIANO DI GESTIONE DEI RIFIUTI**

Si dovrà dimostrare che almeno il 70%, calcolato rispetto al peso totale, dei rifiuti non pericolosi ricadenti al capitolo 17 "Rifiuti delle attività di costruzione e demolizione" (compreso il terreno proveniente da siti contaminati (ex Dlgs 152/06) sia inviato a recupero (R1-R13).

Le prescrizioni in materia di gestione dei rifiuti saranno specificate nel documento documento "R-3820-CONSNM-PE-11-05\_00 Capitolato Speciale d'Appalto".



**26. GESTIONE TERRE E ROCCE DA SCAVO E BILANCIO MATERIE**

Prima della posa del materasso verrà fatta la pulizia del canale asportando il terreno depositato sul fondo. Per la caratterizzazione del deposito sono stati prelevati 1 campione ogni 500 metri lineari per un totale di 29 campioni. Le analisi chimiche condotte classificano il materiale di scavo come sedimento non pericoloso ai sensi dell'art. 185 c. 3 del TU ambientale, per cui lo stesso potrà essere destinato alle pertinenze idrauliche del canale.

Nel caso che il terreno depositato sul fondo del canale non dovesse trovare spazio nelle pertinenze idrauliche del canale, date le sue caratteristiche chimico-fisiche potrebbe essere destinato ad altri usi (per esempio miglioramento fondiario o ripresa di frane su altri canali consorziali...) nel rispetto del DPR 120.

Nel CME si è tenuto conto che un 10% del volume stimato per il terreno di deposito, potrebbe essere destinato ad altri usi, e per determinare un prezzo equo è stato assunto nell'EPU il prezzo dello smaltimento a discarica per terreni di scavo classificati come rifiuto, rientranti entro i limiti di colonna A del D.Lgs. 152/2006 (all. 5 parte IV tab. 1).

**27. MODALITA' DI ESECUZIONE LAVORI E SICUREZZA CANTIERE**

I lavori verranno condotti nel periodo invernale quando non è attiva la stagione irrigua. In questo modo si può svuotare il canale ed operare a canale vuoto.

Data la modularità dell'opera è necessario che l'impresa metta in campo il numero di squadre e mezzi necessari a realizzare l'opera nei tempi previsti.

**28. PROGRAMMA LAVORI E TEMPI DI ESECUZIONE**

Per l'esecuzione dei lavori si prevedono 18 mesi compresa la stagione irrigua della durata di 6 mesi.

**29. QUADRO ECONOMICO**

Si riporta in seguito il quadro economico dell'intervento



QUADRO ECONOMICO		
RIPRISTINO DELLE CONDIZIONI DI STABILITÀ ARGINALE DEL CANALE SAN NICOLÒ - MEDELANA		
OGGETTO	Parziale (Euro)	Totale (Euro)
<b>A LAVORI IN APPALTO compresi oneri per la sicurezza</b>		
A1 Importo Lavori	16.467.955,75	
A2 Oneri della Sicurezza non soggetti a ribasso	50.308,33	
<b>IMPORTO TOTALE LAVORI</b>		<b>16.518.264,08</b>
<b>B SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE</b>		
B1 Indagini in sito e prove di laboratorio	30.000,00	
B2 Spese per occupazione temporanea e danni	25.000,00	
B3 Montaggio e smontaggio opere di presa private	15.000,00	
B4 Smontaggio e disconnessione impianto elettrico Sollevamento Runco	20.000,00	
B5 Manutenzione straordinaria e automazione manufatti	600.000,00	
B6 Installazione misuratori di portata e volume	50.000,00	
B7 Oneri Ente Attuatore compresi incentivi (12% di A+B1+B2+B3+B4+B5+B6)	2.070.991,69	
B8 Imprevisti ed eventuali lavori in economia	879.426,13	
<b>TOTALE</b>		<b>3.690.417,82</b>
<b>C I.V.A.</b>		
C1 IVA sui Lavori (22% di A)	3.634.018,10	
C2 IVA su somme a disposizione (22% di B1+B3+B4+B5+B6)	157.300,00	
<b>TOTALE</b>		<b>3.791.318,10</b>
<b>IMPORTO TOTALE</b>	<b>EURO</b>	<b>24.000.000,00</b>

### 30. MODALITA' DI AFFIDAMENTO DEI LAVORI

I lavori verranno affidati secondo quanto previsto dal Codice dei contratti pubblici D.Lgs 50/2016 e s.m.i..