

## PIANO NAZIONALE DI INTERVENTI INFRASTRUTTURALI E PER LA SICUREZZA NEL SETTORE IDRICO (PNIISI)

Completamento funzionale della bacinizzazione del  
Collettore Generale di Bonifica ed Irrigazione ai fini  
della resilienza dell'approvvigionamento irriguo in  
relazione ai cambiamenti climatici in atto e contestuale  
miglioramento della gestione del rischio idraulico per  
il territorio Lodigiano sul fronte del Fiume Po

### PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

# RELAZIONE TECNICA GENERALE

BACINIZZAZIONE C.G.B.I.  
TRAVERSE MOBILI MEZZANO VECCHIO CASTELNUOVO B.A.

Il Responsabile Unico del Progetto

dott. ing. Marco Chiesa

I progettisti

dott. ing. Andrea Mazzi

dott. ing. Luigi Tibollo



Organismo  
di Ispezione

**PROITER**

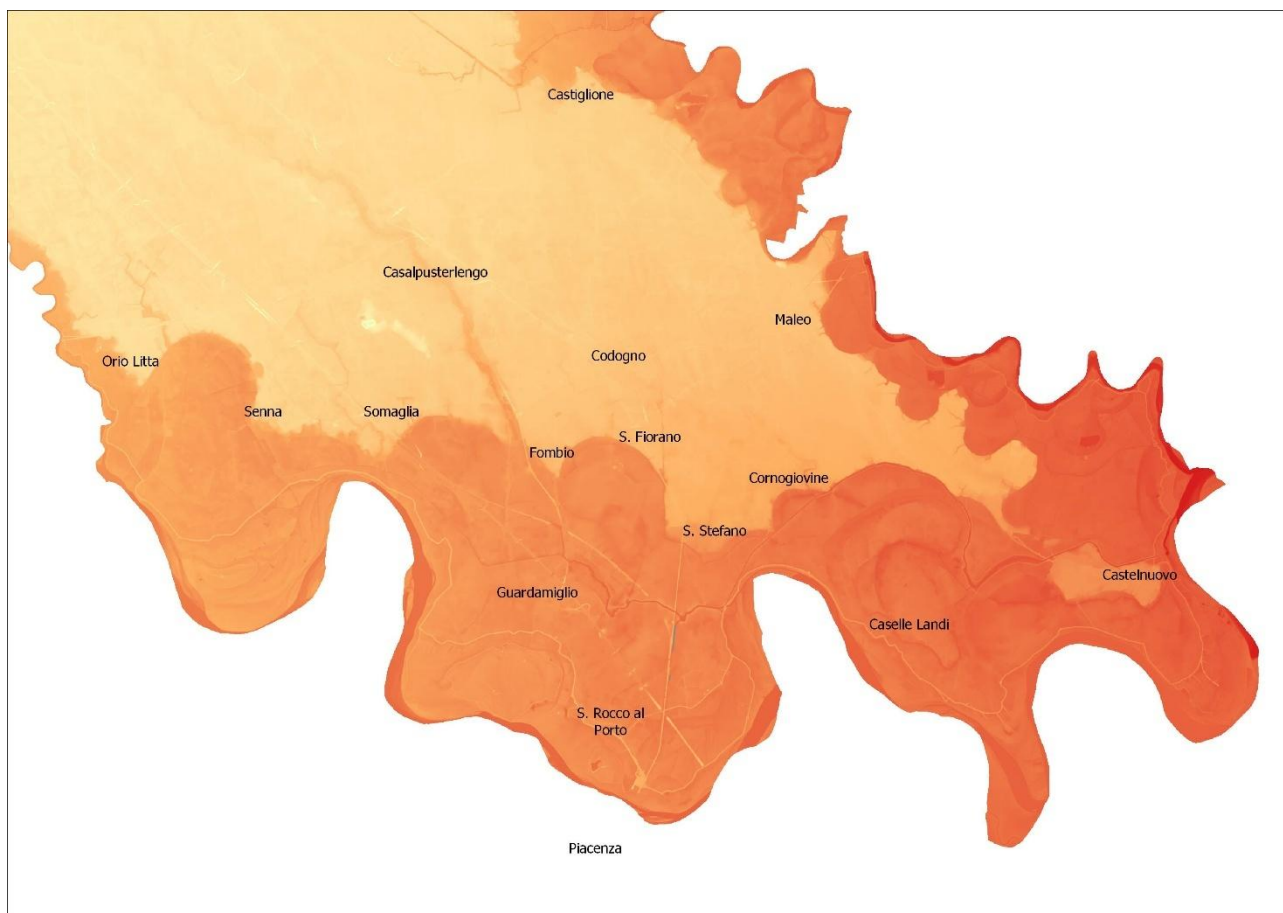
Incaricato della verifica ai sensi  
dell'art.42 del D.Lgs 36/2023 e ss.mm.ii.

COLLABORATORI:

- |                 |                         |
|-----------------|-------------------------|
| - Geologo:      | dott. Giovanni Bassi    |
| - Strutturista: | dott. ing. Neno Begovic |
| - Archeologo:   | dott. Paul Blocley      |

## Introduzione

La presente relazione fa parte del progetto di fattibilità tecnico-economica per la realizzazione di due briglie a geometria variabile sul Collettore Generale di Bonifica, principale dorsale di drenaggio del comprensorio basso del Consorzio Bonifica Muzza Bassa Lodigiana. Tale canale, assieme alla funzione di recepimento e smaltimento delle acque di colo, assolve anche a quella di approvvigionamento irriguo per migliaia di ettari, serviti mediante impianti di sollevamento dislocati lungo il suo percorso, ed è proprio a servizio di due di questi impianti che si prevede di realizzare due traverse mobili che sostituiscano quelle provvisorie attualmente predisposte e smantellate ogni stagione, permettendo così di esercire gli impianti irrigui garantendo, al contempo, la sicurezza idraulica, analogamente a quanto realizzato nel recente passato per altri due analoghi impianti.



*Figura 1 - Territorio comprensoriale Muzza-Bassa Lodigiana, porzione centro-meridionale. La resa cromatica del DTM evidenzia chiaramente la netta distinzione nella giacitura del territorio alto, più chiaro, da quello basso, più scuro e depresso. Si notino le solche dei colatori del territorio alto, dei quali quella del Brembiolo è nettamente evidente fra Casalpusterlengo e Fombio.*

## Contesto progettuale

### Il Comprensorio della Bassa Lodigiana

La striscia di terreno che si estende per circa 14'000 ettari dal Lambro all'Adda, delimitata a sud dal fiume Po e a nord dalla costa, prende il nome di Bassa Lodigiana, ed è il risultato dell'erosione operata dalle millenarie e instabili divagazioni di quei fiumi del terrazzo

quaternario superiore, formato da terreni che hanno oggi una giacitura mediamente più elevata di circa 10 m rispetto alle terre basse.

Proprio la citata costa o scarpata, rappresenta il netto confine fra due territori che, per genesi e conformazione, hanno caratteristiche morfologiche profondamente differenti. Il territorio alto è prettamente pianeggiante e costituito da terreni di medio impasto, con una debole pendenza verso sud-est, percorso da alcuni colatori minori di origine naturale il cui corso, nell'approssimarsi alla scarpata, va via via incassandosi per raccordarsi al bassopiano e, soprattutto, ha una giacitura sempre maggiore rispetto ai colmi di piena del fiume Po. La Bassa è invece una pianura più irregolare, nella quale sono ben riconoscibili le vestigia dei paleoalvei fluviali, con la conseguente variabilità di giacitura e tessitura, che va dai prevalenti limi a zone, più o meno estese, fortemente sabbiose; è, infine, sempre superato dai livelli di morbida del fiume Po, dalle cui piene viene difeso per mezzo di arginature di seconda categoria.

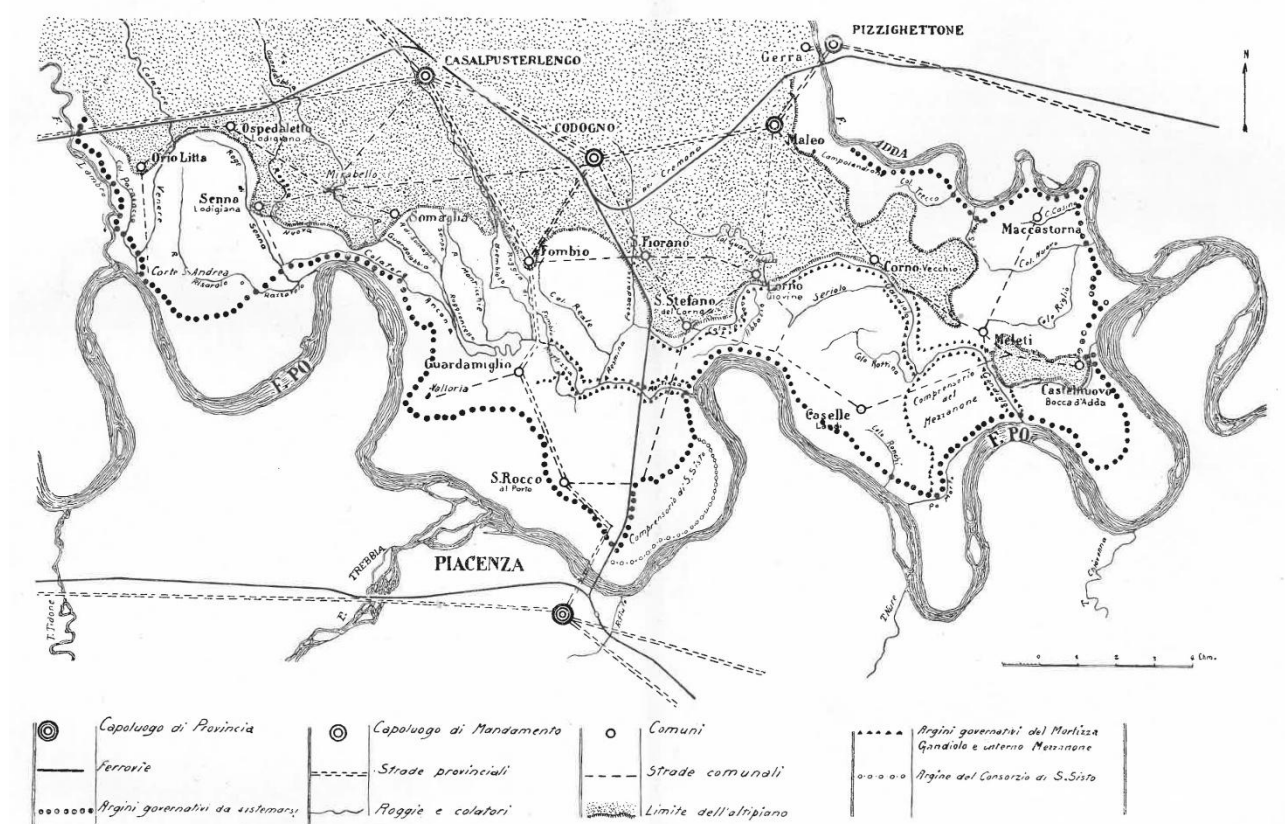


Figura 2 - Carta del comprensorio precedente alle sistemazioni per la bonifica del bassopiano. Si notino l'assenza del canale Allacciante e la foce del Gandiolo a sud di Meleti e dell'altipiano isolato di Castelnuovo.

Le differenze costitutive sin qui elencate hanno determinato un altrettanto diverso sviluppo idraulico: l'altipiano capillarmente irrigato dalle derivazioni del Muzza grazie alla regolare conformazione territoriale e alla possibilità di colare in ogni circostanza, il bassopiano, invece, irrigato diffusamente in epoche remote solo per la porzione più occidentale e solcato da due colatori principali naturali che ne hanno assicurato il colo solo a seguito di importanti opere di sistemazione idraulica, con l'installazione di macchine per il sollevamento delle acque, grazie alle quali è stato altresì possibile irrigare buona parte del comprensorio non raggiunto dalle acque di Muzza.



## Il Collettore Generale di Bonifica

La Bassa Lodigiana, per quanto sin qui esposto, si configura come un territorio stretto fra le acque dei grandi fiumi e quelle provenienti dall'altopiano a nord e, perciò, con un drenaggio assai complesso e difficoltoso. È percorso da due colatori di origine del tutto naturale: il Mortizza e il Gandiolo. Il primo, con portate medie assai più consistenti del secondo, trae origine dalla confluenza di Brembiolo e Ancona, provenienti rispettivamente dal territorio alto fra Brembio e Casalpusterlengo e dalla porzione occidentale del bassopiano; il secondo, dalla confluenza tra Fossadazzo, colo del territorio alto di Codogno, con coli minori nel bassopiano di S. Fiorano. Ambedue i colatori hanno come recapito il fiume Po, nei pressi di S. Stefano Lodigiano per il Mortizza, più precisamente in località Chiavicone e, almeno in origine, a est del territorio del Mezzanone di Caselle Landi per il Gandiolo. Tali corsi d'acqua sono altresì da secoli arginati, onde contenere i rigurgiti delle piene del grande fiume e, per tale ragione, venivano meno alla loro funzione di drenaggio ogniqualvolta il Po superava i livelli di morbida.

La particolare giacitura del bassopiano, che da un'elevazione massima nei pressi di Orio Litta di circa 52 m.s.l.m. digrada sino ai 42 delle zone più depresse site fra Castelnuovo e Maccastorna, ha consentito la messa a punto di una soluzione per assicurare in ogni circostanza il drenaggio del territorio capace di sfruttare questo dislivello che da ponente a levante segue la direzione del fiume Po. Tale soluzione, intuita da più tecnici sul finire del XIX secolo, fra i quali si distinse per completezza nella proposta l'ing. Tosi, fu infine perfezionata da una commissione del Ministero dei Lavori Pubblici presieduta dall'ing. Maganzini, pervenendo alla definizione e quindi all'approvazione del progetto nel 1911, con inizio dei lavori nel 1914.



Figura 3 - Collettore Generale di Bonifica. Sono distinte le quattro tratte che lo costituiscono ed evidenziati gli impianti irrigui cerchiati in giallo e quelli idrovori di bonifica, cerchiati in rosso. L'impianto n. 3 di Resmina ha funzione promiscua. In ordine da ovest a est: 1-Irriguo Chierichezze; 2-Irriguo Braglia; 3-Promiscuo Resmina; 4-Idrovoro di bonifica S. Rocco; 5-Irriguo Mezzana Casati; 6-Irriguo Mezzano Vecchio; 7-Irriguo Cancelliera; 8-Idrovoro di bonifica Rottino; 9-Irriguo S. Antonio; 10-Irriguo Bondiocca. Col rombo rosso è contrassegnato, infine, il Chiavicone.

Tali lavori prevedevano, per l'ossatura fondamentale di bonifica del territorio basso, il recapito di tutte le acque del bassopiano nel punto più depresso disponibile nel

comprensorio, ossia presso la Rocca di Castelnuovo Bocca d'Adda. Allo scopo, venne scavato a tra il 1915 e il 1919 un nuovo canale che consentisse di convogliare le acque del Gandiolo, con recapito originario presso il Mezzanone di Caselle Landi, a nord dell'abitato di Castelnuovo, sopprimendo poi il tratto di terminale abbandonato; quindi si scavò a partire dal 1922 un nuovo canale 'Allacciante' il Mortizza al Gandiolo, opportunamente adeguato per ricevere le acque del primo durante i periodi di piena, mantenendo però al contempo la possibilità di scaricare il Mortizza in Po, laddove possibile, col suo alveo originario: a tale scopo venne completato sul finire degli anni '20 il manufatto detto Chiavicone, con funzione sia di chiavica che di scaricatore-diversore delle acque di Mortizza in Gandiolo, per tramite del canale Allacciante. Nel corso degli anni '30, venne poi sistemato il canale Ancona, giungendo così al completamento di un nuovo collettore di bonifica di tutto il bassopiano, che, partendo da quest'ultimo canale, può sfruttare in tempo di piena parte degli alvei naturali preesistenti e nuovi canali appositamente realizzati per conferire nel punto più basso, e quindi con maggior vantaggio altimetrico, le acque proprie del comprensorio.

### **Gli impianti irrigui e gli impianti idrovori**

Non appena venne raggiunto un sufficiente grado di completamento della dorsale di drenaggio, si avviarono, su iniziativa di singoli privati o, più frequentemente, di consorzi autonomi, i lavori per consentire l'irrigazione di quelle terre che, sino agli inizi del XX secolo, erano sprovviste di dotazione e opere irrigue, prelevando le acque necessarie proprio dal nuovo collettore di bonifica. I primi impianti realizzati allo scopo furono quelli di Caselle Landi – Regona e Mezzanone – di San Rocco al Porto e Guardamiglio – Chierichezze, Braglia e Mezzana Casati – e della porzione alta di Castelnuovo – impianto S. Antonio. Tali impianti vennero in buona parte approntati ed eserciti già negli anni '20 e completati nel decennio successivo. Proprio durante gli anni '30 si provvide altresì all'inizio dei lavori degli impianti idrovori di bonifica, per un numero complessivo di cinque, tre dei quali aventi come recapito il collettore di bonifica: Resmina e San Rocco nel tratto Mortizza a monte del Chiavicone, Rottino nel tratto Gandiolo, poco a monte di Castelnuovo. Assieme a questi, venne altresì completata quella parte di rete di colo che drena le zone sufficientemente elevate del bassopiano da non necessitare dell'ausilio di mezzi meccanici per il sollevamento.

La funzione del Collettore Generale di Bonifica è, pertanto, sin dalla sua origine duplice, fungendo sia da canale di drenaggio che di approvvigionamento irriguo; com'è naturale, ciascuna delle due funzioni comporta esigenze di esercizio peculiari e ben differenziate che, talvolta, possono anche confliggere. È il caso, ad esempio, che si presenta laddove occorra elevare il pelo d'acqua nel canale per poter garantire il prelievo agli impianti irrigui: tale condizione è sin dappprincipio stata conseguita mediante la realizzazione di traverse provvisorie, da allestirsi a inizio stagione e rimuoversi al suo termine: la necessità di realizzarle è tanto importante per il funzionamento degli impianti irrigui, quanto lo è la loro rimozione per gli idrovori di bonifica e per quei coli che recapitano sempre a gravità nel Collettore.

### Assetto idraulico attuale

Come accennato nel precedente paragrafo, non di rado accade che il pelo d'acqua disponibile lungo il Collettore di Bonifica non sia sufficiente ad assicurare il corretto funzionamento degli impianti irrigui su di esso dislocati. Per porre rimedio a tale condizione, si provvede ad elevarlo mediante la realizzazione di opere di sostegno provvisionali, per far fronte a una necessità dettata in parte da aspetti tecnici, come impedire che nel corso dell'esercizio le pompe aspirino aria causando malfunzionamenti dannosi per le macchine e, in parte prevalente, dall'esigenza di assicurare il prelievo anche in condizioni di scarsità idrica. La natura del corso d'acqua da cui gli impianti attingono, alimentato unicamente da acque di colo del sovrastante altopiano, rende infatti le portate e, di conseguenza, i livelli idrici disponibili in alveo, assai variabili e dipendenti da fattori diversi, in massima parte estranei al basso comprensorio attraversato dal Collettore. La disponibilità di colli, ad esempio, varia considerevolmente da inizio a fine stagione, a seconda che i terreni irrigui del territorio alto siano più o meno asciutti; è poi fortemente influenzata dall'entità della derivazione da Adda effettuata per tramite del canale Muzza, oltretutto, naturalmente, dalle precipitazioni. Ne consegue che non di rado, specialmente all'inizio della stagione irrigua, quando maggiore è l'esigenza idrica, con terreni freschi di lavorazione e capaci di trattenere la massima quantità d'acqua, le portate disponibili nel Collettore sono assai ridotte, nell'ordine di pochi  $\text{m}^3/\text{s}$ , rendendo difficoltoso e precario il prelievo anche in presenza delle traverse provvisionali.



Figura 4 - Tratto Allacciante del Collettore Generale di Bonifica in prossimità di S. Stefano Lodigiano, poco a monte dell'impianto Mezzano Vecchio. In alto, durante l'esercizio irriguo con buona disponibilità idrica, in basso in condizioni di piena interna (maggio 2024).



A tale scopo, oltre un decennio fa, si è provveduto a realizzare due briglie a geometria variabile, una per l'esercizio degli impianti di Braglia e Resmina sul Mortizza (numeri 3 e 2 in Figura 3) e un'altra per l'impianto Cancelliera, sul Gandiolo (numero 7 in Figura 3). Esse hanno sostituito nelle funzioni le opere provvisorie che venivano predisposte in precedenza, col vantaggio di poter essere agevolmente abbattute qualora le condizioni idrauliche del tratto da queste influenzato non risultassero compatibili con la loro presenza. Tale opportunità risulta sempre più cruciale alla luce degli ultimi eventi a carattere alluvionale che hanno in più occasioni interessato il Lodigiano, fra i quali si distinguono per intensità e gravosità per il reticolo consortile quelli del novembre 2014 e i due eventi del 2024, il primo a maggio e il secondo a settembre. Proprio nel 2024, contraddistinto dalla massima cumulata pluviale mai registrata in tutte le stazioni del comprensorio, si è verificato un evento di piena proprio quando ancora non era stata rimossa una delle due traverse, quella di Corno Giovine. L'anomalo e importante ritardo nella stagione agraria, indotto dalle incessanti e intense piogge primaverili, culminate con l'evento alluvionale del 15 maggio, ha determinato un altrettanto eccezionale prolungamento della stagione irrigua, specialmente per il comprensorio di Corno Giovine, rendendo pertanto impossibile rimuovere la relativa briglia nel mese di agosto, come usualmente avviene. Il 5 settembre, una precipitazione di intensità e cumulata eccezionale ha investito un'area compresa fra Codogno, Somaglia e San Rocco al Porto, arrivando a punte di oltre 200 mm in poco più di quattro ore, causando esondazioni in molti punti del reticolo interno e allagamenti diffusi.



*Figura 5 - Tratto Mortizza del Collettore Generale di Bonifica, fotografato presso l'immissione dell'impianto idrovoro di bonifica S. Rocco: a sinistra in condizioni di magra, a destra di piena, con esondazioni in golena (maggio 2024).*

Il livello idrometrico del fiume Po era, in quel frangente, basso, così che si è potuto beneficiare della possibilità di scaricare in Po presso il manufatto Chiavicone la maggior parte della portata transitante in Mortizza; i tiranti erano però tanto elevati da causare un consistente deflusso, nell'ordine delle decine di metri cubi al secondo, anche nel canale Allacciante, nel quale era ancora presente l'opera provvisoria. Risulta evidente come in una circostanza simile la possibilità di abbattere tempestivamente il sostegno avrebbe assicurato qualche beneficio alla grave situazione idraulica indotta dalla precipitazione; situazione che avrebbe certamente visto effetti ancor più gravosi se la traversa di Bondiocca non fosse stata rimossa prontamente nei giorni immediatamente precedenti,

trovandosi relativamente prossima all'impianto idrovoro Rottino (numero 8 in Figura 3), le cui capacità di smaltimento dipendono dal tirante presente nel Gandiolo.

Non meno critiche sono le condizioni di scarsità idrica, delle quali si sono potuti osservare gli aspetti più esasperati nel 2022, allorquando la disponibilità idrica, dal mese di luglio, era scesa a poche centinaia di litri al secondo lungo tutto il Collettore di Bonifica, rendendo estremamente difficoltoso anche soltanto l'avviamento dei gruppi di sollevamento. Va osservato inoltre che le briglie provvisorie, specialmente quella di Bondiocca, hanno un'efficacia direttamente proporzionale alle portate transitanti, per via degli inevitabili meati fra i blocchi che le costituiscono, risultando, perciò, tanto meno efficienti quanto minore è la portata transitante e quindi, per assurdo, di minore utilità proprio quando la loro funzione sarebbe più essenziale.



*Figura 6 - Tratto Gandiolo del Collettore Generale di Bonifica presso il ponte di Meleti, fotografato nel luglio 2022. A valle della sezione qui fotografata, sono presenti due impianti di sollevamento consorili – Bondiocca e S. Antonio – e uno privato – Cascina Cigolina. Non riuscirà difficile figurarsi le difficoltà nell'esercirli, specie tenuto conto che, in condizioni di disponibilità ordinaria, tutti i basamenti in cemento armato dell'attraversamento sono abbondantemente sommersi dalla corrente.*

### **Le traverse di Mezzano Vecchio e Bondiocca**

I due impianti non ancora dotati di traversa fissa regolabile, sono quelli di Mezzano Vecchio, appartenente al bacino irriguo Corno Giovine, e quello di Bondiocca, che serve l'omonimo bacino irriguo nel bassopiano nord di Castelnuovo (rispettivamente i numeri 6 e 10 in Figura 3). Per tali impianti vengono attualmente eseguite due briglie provvisorie, con caratteristiche costitutive ed esecutive differenti e peculiari per ciascuna, derivanti dalla grande diversità nelle strutture dell'alveo nei rispettivi tratti. Il canale Allacciante, presso l'impianto di Corno Giovine, presenta infatti una sezione trapezoidale con rivestimento in calcestruzzo su fondo e sponde, e la traversa viene realizzata in prossimità di un attraversamento stradale. Tale particolare circostanza, assieme alla possibilità di ridurre



sensibilmente le portate transitanti agendo sul Chiavicone sito poco a monte, consente la posa di blocchi regolari in calcestruzzo operando dal ponte esistente mediante escavatore cingolato, sino a costituire una briglia di altezza uniforme rispetto al fondo.



*Figura 7 - La traversa provvisoria che si realizza per l'impianto Mezzano Vecchio.*

Presso l'impianto irriguo Bondiocca, invece, l'alveo è rivestito con pietrame posato a secco unicamente sulle sponde e per uno sviluppo contenuto, mentre il fondo è in terra. È altresì assai meno efficace la regolazione che si può operare al Chiavicone, idraulicamente distante diversi chilometri, condizione che rende impossibile accedere a piedi in alveo. L'opera provvisoria viene perciò eseguita interamente mediante escavatore cingolato, che posa a partire dalla sponda sinistra blocchi di pietrame calcareo, costituendo così una scogliera trasversale. Ambedue le strutture, terminata la richiesta irrigua estiva, vengono smantellate procedendo con analoghe lavorazioni a quelle necessarie al loro allestimento.





*Figura 8 - La traversa provvisoria che si realizza per l'impianto Bondiocca.*



## Opere in progetto

Per quanto sopra esposto, risulta evidente la necessità di predisporre delle strutture capaci di migliorare l'efficienza di ritenzione e bacinizzazione lungo il Collettore Generale di Bonifica laddove occorre ancora intervenire con opere provvisionali e offrire, al contempo, maggiore sicurezza idraulica a tutta l'asta della dorsale di drenaggio.

### Traversa di Bondiocca

Per l'impianto nel territorio di Castelnuovo, si è scelto un tipo di briglia del tutto analogo a quelli già realizzati in passato: una paratoia a ventola, in acciaio e azionata da pistoni oleodinamici. La scelta è stata dettata sia dalle caratteristiche dell'alveo, fondamentalmente naturale, sia perché il tratto di Gandiolo a monte della sezione nella quale si prevede di collocare la briglia presenta sponde e golene densamente boscate: l'eventualità di trasporto di materiale vegetale anche di dimensioni importanti non è perciò trascurabile, condizione che richiede una struttura capace di resistere a sollecitazioni anche importanti esercitate dal materiale flottante.

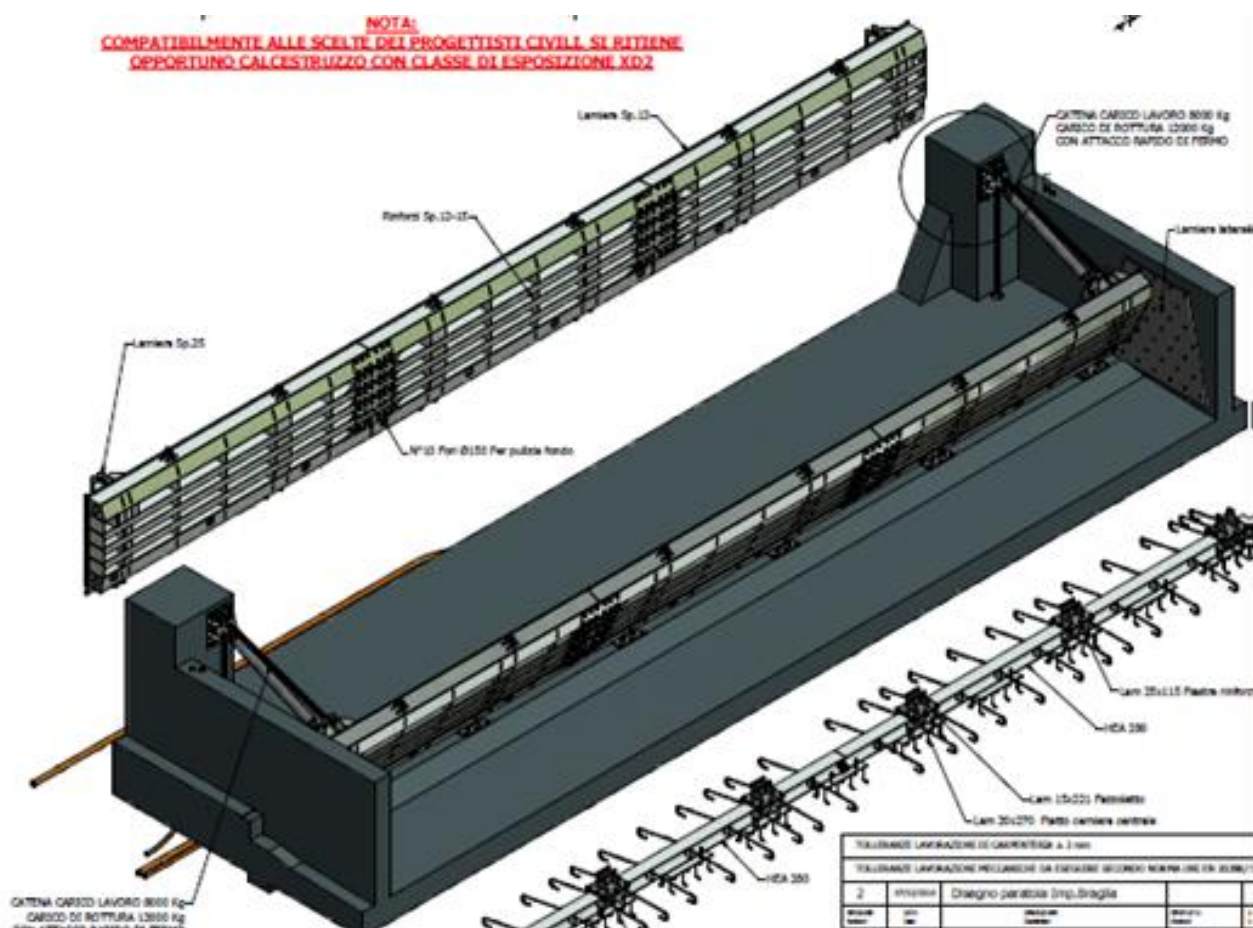


Figura 9 - Schema qualitativo della traversa in progetto.

La paratoia verrà realizzata interamente in acciaio verniciato, incluso l'attuatore di movimentazione, con tampone composto da lamiere di adeguato spessore. Quest'ultimo avrà forma lenticolare, piatta da un lato e inarcata dall'altro, così da favorire il deflusso a paratoia aperta. Il tampone sarà irrigidito da setti verticali, in corrispondenza dei quali saranno saldate le cerniere per consentire la rotazione della paratoia; sono poi previsti due

setti orizzontali, che aumentino la rigidità torsionale del tampone rispetto all'asse di cerniera. Le dimensioni della struttura principale del tampone previste sono di circa 18.0 x 2.8 m, e su tutta la lunghezza del fondo verrà applicato un profilo a 'L' con striscia in gomma morbida per migliorare la tenuta.

La posizione di paratoia chiusa è prevista con il tampone inclinato di 25° rispetto alla verticale: in questo modo il baricentro cade circa 190 mm al di là dell'asse di cerniera – lato valle, permettendo una eventuale apertura per caduta della paratoia in condizioni di emergenza. A paratoia aperta, invece, il tampone risulterà parallelo al fondo del canale, la cui quota verrà mantenuta invariata rispetto allo stato di fatto, onde assicurare la piena trasparenza idraulica dello sbarramento in condizioni di apertura totale, senza perciò in alcun modo indurre qualsiasi variazione sui parametri idraulici della corrente nel tratto interessato dall'opera.



*Figura 10 - Una delle traverse già realizzate sul Collettore Generale di Bonifica. Per l'impianto Bondiocca, si è prevista la realizzazione della medesima tipologia.*

La tenuta è prevista su tre lati, tramite un sistema formato da lamiera di spessore adeguato a cui verrà aggiunta una guarnizione in EPDM, spessore 6 mm, ripiegata a "C" alle estremità del tampone. La tenuta laterale avverrà sulle pareti in Aisi 304, in modo continuo, in tutte le posizioni assunte dal tampone. La tenuta sul lato inferiore (fondo) avverrà, invece, mandando in appoggio la lamiera e la guarnizione sul piatto di fondo quando la paratoia sarà chiusa; la tenuta di fondo sarà protetta da un carter che impedisca che il materiale si fermi sulle cerniere. La rotazione della paratoia avverrà attorno a due cerniere, saldate in corrispondenza dei setti verticali della struttura del tampone; le cerniere saranno dotate di



bronzine autolubrificanti in acqua e smontabili, per permettere una eventuale futura rimozione del tampone. I corpi fissi delle cerniere saranno imbullonati alla lamiera di fondo, spesso 10 mm. La paratoia verrà pre-assemblata in officina, garantendo il perfetto allineamento degli assi delle singole cerniere. Il fondo dovrà, quindi, essere inghisato in opera, posizionando gli assi delle cerniere perpendicolarmente all'asse del canale, in modo da garantire l'allineamento tra la traiettoria del tampone e le pareti laterali (anch'esse inghisate in opera).

Alla massima elevazione la traversa raggiungerà, con l'inclinazione suddetta, un petto di sfioro di circa 2,5 m rispetto al fondo del canale nel tratto in prossimità dell'impianto Bondiocca, potendo così, tramite regolazione automatizzata, mantenere un'analoga altezza di pelo libero in ogni condizione di deflusso durante l'esercizio irriguo. Tale tirante idrico corrisponde a quello che, in condizioni di buona disponibilità idrica, si osserva a monte della traversa provvisoria in pietrame che viene allo scopo allestita e assicura il buon funzionamento dei due impianti di sollevamento consortili, Bondiocca e S. Antonio.

Assieme all'azionamento automatico e a quello manuale da quadro, la paratoia avrà un'ulteriore possibilità di azionamento per esigenze di sicurezza: grazie all'inclinazione che viene comunque mantenuta anche a massima elevazione, è in ogni circostanza possibile abbattere in modo controllato la paratoia per semplice caduta mediante scarico degli attuatori: ciò offre garanzie di sicurezza anche in caso di guasti sull'impianto di movimentazione. La potenza necessaria all'azionamento dei motori della centralina idraulica sarà di 20 kW, per la cui disponibilità si prevede l'eventuale adeguamento della fornitura elettrica in essere presso l'impianto, al quale sarà in ogni caso collegata la nuova opera.

### Opere provvisorie

Per la realizzazione dell'opera occorrerà predisporre un bypass provvisorio del colatore Gandiolo, onde garantire, in ogni circostanza, la piena disponibilità idraulica del canale, oltretutto riparare il cantiere da eventuali allagamenti, anche considerato che il Gandiolo è un corso d'acqua la cui portata è regolabile solo in parte, mantenendo inevitabilmente in ogni condizione un discreto deflusso di base, dovuto anzitutto al drenaggio della falda superficiale e ad alcuni canali e corsi d'acqua minori che vi si immettono apportando i relativi contributi.

Tale bypass verrà realizzato in sponda destra e avrà sezione utile pari a quella del Gandiolo in quel tratto. Si è previsto il rivestimento di sponde e fondo mediante scogliera in pietrame calcareo, onde difendere dall'azione erosiva della corrente il terreno smosso di fresco. Tale soluzione consente di evitare l'interferenza con servizi e strutture presenti, concentrate in massima parte in sponda sinistra: impianto irriguo e relative condotte di aspirazione, argine di seconda categoria con strada alzaia sommitale nonché la strada di accesso alla Cascina Cigolina. Una volta terminati i lavori, si provvederà al completo ripristino delle aree interessate dalle opere in adiacenza al canale.

### Traversa di Mezzano Vecchio

Il tratto di canale Allacciante dal quale attinge l'impianto del bacino di Corno Giovine, collocato a valle del Chiavicone e dell'immissione del Canale Emissario, può godere di

scarsissima probabilità di transito di materiale vegetale di grandi dimensioni, grazie ad alvei con sezione regolare e costantemente mantenuta mediante sfalcio. È altresì presente, per estese porzioni di questi due canali, un rivestimento spondale in calcestruzzo o con scogliere in massi calcarei per l'Allacciante, in ciottoli di fiume posati a secco per l'Emissario. Grazie a queste particolarità, si è potuto optare per una briglia mobile realizzata mediante uno scudo metallico largo 18 m, alto 2 m e azionato da un tubolare in tessuto gommato a riempimento pneumatico, soluzione considerevolmente più economica rispetto alla paratoia a ventola oleodinamica. Alla massima elevazione, il petto di sfioro raggiungibile è di 1,8 m, capace di assicurare il prelievo all'impianto Mezzano Vecchio anche in condizioni di scarsità idrica estrema: tale tirante, infatti, è quello che si osserva in condizioni di esercizio irriguo del Canale Allacciante con una buona disponibilità idrica in corrispondenza della briglia provvisoria che viene attualmente predisposta. Analogamente a quanto previsto per l'altra traversa, verrà predisposta una struttura in cemento armato di fondazione e alloggiamento degli organi mobili, capace di ospitarne interamente l'ingombro ad abbattimento completo, assieme a un sistema di controllo automatizzato dei livelli di monte nel canale, che consenta, in ogni circostanza, l'abbattimento dello scudo per assicurare la piena disponibilità idraulica del canale, anche in condizioni di guasto: è previsto, infatti, l'abbattimento controllato mediante valvola di sicurezza che consente lo sgonfiamento del tubolare laddove si superi il battente impostato senza poter intervenire con le ordinarie manovre automatiche o manuali.



*Figura 11 - Esempio di traversa mobile azionata mediante tubolare gonfiabile, analoga per funzionamento a quella scelta per l'impianto Mezzano Vecchio.*

La larghezza della struttura, analogamente a quanto previsto per quella di Bondiocca, è maggiore rispetto all'alveo attualmente esistente e consente il raggiungimento di condizioni di totale trasparenza idraulica ad abbassamento completo dello scudo metallico, senza compromettere così la capacità idraulica del tratto di canale nel quale viene inserita. L'alimentazione elettrica verrà anche in questo caso assicurata dall'impianto



esistente, con ogni accorgimento necessario a garantire la potenza occorrente all'azionamento dei motori e della sensoristica presenti.

### Opere provvisionali

Anche in questo caso occorrerà provvedere alla realizzazione di un bypass che consenta in ogni circostanza idraulica di poter smaltire le acque transitanti nel Canale Allacciante. L'alveo provvisorio si svilupperà in sponda sinistra, con medesima sezione del canale esistente, previa costituzione di rilevato arginale per garantire la continuità dell'argine esistente in sponda sinistra. La scelta di questa sponda discende dal minore impatto dell'opera sulle strutture esistenti: sono presenti infatti in sponda destra, oltre all'argine, una strada alzaia necessaria per l'accesso a un'abitazione e le strutture dell'impianto irriguo esistente. Il nuovo alveo verrà rivestito con pietrame per l'intera sezione utile, onde scongiurare fenomeni erosivi per opera della corrente sul terreno. Al termine delle lavorazioni, verrà ripristinato lo stato dei luoghi e ricostituito l'argine in sponda sinistra nel suo originario tracciato.

### Elenco delle lavorazioni

Le lavorazioni previste per la realizzazione delle traverse mobili sono, in sintesi, nel seguito elencate:

- opere provvisionali e di carattere generale: esecuzione di tutte le opere di carattere provvisorio, preparatorio e logistico per consentire un ottimale svolgimento di tutti i lavori, decespugliamento e taglio della vegetazione arborea arbustiva interferente con le lavorazioni, formazione di rampe di accesso all'alveo, sbarramenti e segnaletica stradale preparazione del cantiere e ogni altra prestazione o lavoro provvisorio necessario, compresa la rimozione delle stesse ed i pristini stati;
- realizzazione di canale in terra per deviazione delle portate, rivestito con materiale inerte calcareo di pezzatura medio-grande (sp.60 cm), formazione di argini di contenimento della massima piena;
- realizzazione di manufatto in c.c.a. per l'alloggiamento della traversa mobile sommergibile a ventola (una movimentata con attuatore oleodinamico mentre l'altra azionata tramite gonfiamento di un tubolare di tessuto gommato), previa installazione di opere metalliche palancole per il sostegno dei paramenti di scavo e relativo impianto per l'aggottamento delle acque di filtrazione e/o falda al fine di consentire l'ottimale svolgimento delle lavorazioni;
- opere edili complementari relative all'impiantistica, locale tecnico per alloggiamento quadri elettrici, quadri di comando, predisposizione sensoristica di telecontrollo e monitoraggio;
- fornitura e posa in opera degli sbarramenti metallici e relativa impiantistica di telecontrollo, monitoraggio e gestione;
- rinterri e rimozione delle opere provvisionali precedentemente descritte;
- realizzazione di difese spondali e platea di fondo dei tratti di colatore in prossimità dell'area oggetto di lavorazione con riutilizzo del materiale inerte utilizzato per l'esecuzione dei canali di by-pass provvisori;
- sistemazione e livellamento dei terreni occupati durante lo svolgimento delle opere;

## Quadro economico e affidamento dei lavori

I lavori sono classificati nella categoria prevalente di Opere generali OG8 "Opere fluviali, di difesa, di sistemazione idraulica e di bonifica", per importi di classifica III.

In conformità a quanto previsto dal Decreto Legislativo n° 36 del 31 marzo 2023, si prevede di affidare i lavori principali in appalto, con affidamento a corpo, tramite procedura negoziata ex art 50 comma 1 lettera c) del medesimo decreto. Il contratto sarà stipulato "a corpo". I costi degli interventi previsti sono elencati e descritti nello specifico allegato "computo metrico estimativo" in cui la stima economica è stata effettuata in base ai listini prezzi di mercato correnti, in particolare il Prezzario per Opere Pubbliche della Regione Lombardia attualmente in vigore edizione 2025. La spesa presunta onnicomprensiva ammonta a € 3.400.000,00 distinti nel seguente quadro economico:

	<b>Lavori in appalto</b>	
A1	Opere con affidamento in appalto	1.976.068.04 €
	ribasso %	
A2	di cui costi della mano d'opera	381.575.79 €
A3	Oneri sic. D.lgs 81/2008	20.000.00 €
<b>A</b>	<b>Sommano complessivamente per lavori ed opere</b>	<b>1.996.068.04 €</b>
	<b>Somme a disposizione</b>	
B1	Opere in economia mediante amministrazione diretta	140.000.00 €
B2	Rilievi, accertamenti e indagini	10.000.00 €
B2-a	Sorveglianza archeologica	15.000.00 €
B2-b	Bonifica Bellica	35.000.00 €
B3	Allacciamenti ai pubblici servizi	
B4	Imprevisti	58.000.00 €
B5	Occupazioni temporanee per aree di cantiere e frutti pendenti	56.000.00 €
B5-a	Indennità per servitù e espropri	
B5-b	Spese per atti notarili e frazionamenti	
B6	Art. 60, comma 5 lettera a) del D.Lgs. 36/2023.	100.000.00 €
B7	Costi del personale interni (15% di A+B1+B5a+B5b)	320.075.63 €
B8	Spese per attività tecnico amministrative connesse alla progettazione, supporto al responsabile del progetto e di verifica e validazione	83.000.00 €
B9	Eventuali spese per commissioni giudicatrici	
B10	Spese per pubblicità	2.000.00 €
B11	Spese per accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche previste dal capitolato speciale d'appalto, collaudo tecnico amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici	75.000.00 €
B12	IVA (22 % su A +B1+B2+B3)	469.934.97 €
B13A	Incentivo progettazione ex art. 45 c. 3 D.Lgs. 36/2023 (max 1,6% di A)	31.937.09 €
B13B	Incentivo progettazione ex art. 45 c. 5,6,7 D.Lgs. 36/2023 (0,4 % di A + incremento c. 5)	7.984.27 €
<b>B</b>	<b>Sommano complessivamente per somme a disposizione</b>	<b>1.403.931.96 €</b>
<b>C</b>	<b>Sommano complessivamente</b>	<b>€ 3.400.000.00</b>



Si prevede altresì di eseguire in economia mediante amministrazione diretta, anche in base a specifiche valutazioni di opportunità tecnica ed in particolare di convenienza economica, le opere minori, di entità relativamente modesta, che necessitano di interventi minuziosi e che non si prestano quindi, per caratteristiche intrinseche, ad essere inseriti nella valutazione complessiva dell'appalto.

## Coordinamento della sicurezza

In conformità a quanto previsto dalla normativa vigente in materia verrà redatto un piano di sicurezza e coordinamento che l'appaltatore sarà obbligato ad osservare scrupolosamente e senza riserve o eccezioni. Sarà predisposto dal coordinatore per la sicurezza e messo a disposizione da parte del Consorzio, ai sensi dell'articolo 100 del Decreto n. 81 del 2008 e s.m.i., in conformità all'allegato XV, punti 1 e 2, al citato Decreto n. 81 del 2008, corredato dal computo metrico estimativo dei costi per la sicurezza di cui al punto 4 dello stesso allegato. Il piano di sicurezza e coordinamento verrà affiancato dal piano operativo di sicurezza (POS) che, redatto a cura dell'Impresa aggiudicataria, costituisce piano complementare di dettaglio del piano di sicurezza e di coordinamento. Il POS sarà predisposto e consegnato alla Direzione Lavori o al coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione, entro 30 giorni dall'aggiudicazione e comunque prima dell'inizio dei lavori e si riferirà alle scelte proprie autonome e relative responsabilità dell'Impresa aggiudicataria, nell'organizzazione del cantiere e nell'esecuzione dei lavori. Il piano operativo di sicurezza, redatto ai sensi dell'articolo 89, comma 1, lettera h), del Decreto n. 81 del 2008 e del punto 3.2 dell'allegato XV al predetto decreto, comprenderà il documento di valutazione dei rischi di cui agli articoli 28 e 29 del citato Decreto n. 81 del 2008, con riferimento allo specifico cantiere e dovrà essere aggiornato ad ogni mutamento delle lavorazioni rispetto alle previsioni. I piani di sicurezza dovranno essere redatti in conformità all'allegato XV al Decreto n. 81 del 2008, nonché alla migliore letteratura tecnica in materia. La presente documentazione progettuale comprende l'elaborato "Prime indicazioni sulla stesura dei piani di sicurezza e coordinamento" contenente tutte le caratteristiche e le condizioni di lavoro e le specificità relative alle misure da adottarsi in merito alla sicurezza dei lavoratori.

## Considerazioni conclusive

Gli interventi proposti, oltre ai benefici sulla sicurezza idraulica del Collettore Generale di Bonifica, permetteranno il completamento della bacinizzazione di questo, oggi possibile solo parzialmente e mediante soluzioni provvisorie la cui efficacia, come purtroppo evidenziato nella crisi idrica del 2022, è del tutto insufficiente durante le siccità.

Non si possono però trascurare gli effetti che, in tali circostanze, la ritenzione controllata delle portate nella principale dorsale di drenaggio del territorio basso, col relativo innalzamento dei tiranti idrici, possa offrire per il contenimento degli abbassamenti delle piezometrie nei corpi idrici superficiali, che sono in misura consistente influenzati dal reticolo idrico superficiale. L'intervento si configura pertanto di strategica utilità per il territorio, sia in termini di sicurezza che di preservazione del suo patrimonio idrico e, di conseguenza, con benefici risvolti ambientali.

A tale riguardo, va rimarcato che la scelta di paratoie a ventola, oltrech  capaci di mantenere intatta la capacit  idraulica del corso d'acqua, assicura un adeguato inserimento paesaggistico, grazie alla sobriet  delle strutture visibili durante l'esercizio e la loro quasi totale scomparsa a completo abbattimento.