



CONSORZIO BONIFICA MUZZA BASSA LODIGIANA

Lodi: Via Nino dall'Oro n° 4 – tel. 0371/420189 – fax: 0371/50393 – e-mail: cmuzza@muzza.it

REGIONE LOMBARDIA
Direzione Generale Sicurezza Protezione Civile e
Immigrazione – Decreto n°7448 del 28/07/2016

RIPRISTINO DELL'ARGINE SUL TORRENTE
MOLGORA A PROTEZIONE DELLA FRAZIONE
LAVAGNA DI COMAZZO

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICA GENERALE

Edizione
Settembre 2016

Il Presidente
Ettore Grecchi

Il Responsabile del Procedimento
Dott. Ing. Marco Chiesa

I Progettisti
Dott. Ing. Marco Chiesa – Dott. Ing. Giuseppe Meazza

Inquadramento generale

Il presente progetto esecutivo "*Intervento 60 (scheda Rasda 19171) - Ripristino dell'argine sul torrente Molgora a protezione della frazione Lavagna di Comazzo*" - Importo contributo di € 390.000,00 di cui all'allegato 1 "**FSUE - TABELLA DEGLI INTERVENTI AMMESSI A CONTRIBUTO IN ORDINE DI PRIORITÀ EVENTI DAL 9 OTTOBRE AL 18 NOVEMBRE 2014**" al **D.d.g. 28 luglio 2016 - n. 7448 della D.G. Sicurezza Protezione Civile e Immigrazione di Regione Lombardia** che individua gli Interventi ammessi a finanziamento ai sensi dell'art. 3, comma 2, del regolamento (CE) n. 2012/2002 del Consiglio del 11 novembre 2002, modificato dal regolamento (UE) n. 661/2014 del parlamento europeo e del Consiglio del 15 maggio 2014 e adotta il piano degli interventi approvato dal capo dipartimento della protezione civile con atto n. RIA/0038361 del 27 luglio 2016 e approvazione delle «Procedure operative» per la richiesta di rimborso delle spese ammesse a contributo."

Le ordinanze di riferimento del Capo del Dipartimento della Protezione Civile sono le seguenti:

- Ordinanza del Capo del Dipartimento della Protezione Civile **n. 226 del 3 marzo 2015**, recante: «Primi interventi urgenti di protezione civile conseguenti alle eccezionali avversità atmosferiche che hanno colpito il territorio della Regione Lombardia nei giorni dall'11 al 22 novembre 2014», pubblicata nella Gazzetta Ufficiale n. 60 del 13 marzo 2015;
- Ordinanza del Capo del Dipartimento della Protezione Civile **n. 348 del 3 giugno 2016**, recante: «Ulteriori interventi urgenti di protezione civile conseguenti alle eccezionali avversità atmosferiche che hanno colpito il territorio della Regione Lombardia nei giorni dal 11 al 22 novembre 2014.

Il progetto, edizione Settembre 2016, riguarda le opere di difesa idraulica a protezione dell'abitato di Lavagna, frazione del comune di Comazzo in provincia di Lodi, per esondazioni del torrente Molgora in seguito ai danni provocati dagli eventi meteorologici critici del novembre 2014. Gli interventi sono interamente ricadenti in provincia di Lodi.

La zona degli interventi si trova in corrispondenza dell'ultimo tratto del torrente Molgora, nel territorio comunale di Comazzo in provincia di Lodi, dove il torrente funge da confine oltre che tra i comuni di Comazzo e Truccazzano, anche tra le province di Lodi e Milano e tra i territori dei Parchi dell'Adda Nord e dell'Adda Sud.

Le necessità di intervento, ancorchè conseguenti alle condizioni di precarietà statico-funzionale delle strutture d'alveo del torrente, ormai inadeguate al regime idrologico cui è sottoposto, si concentrano sulla mitigazione degli effetti delle esondazioni del torrente in

sponda destra nel tratto tra cascina Vittoria e Molino Molgora che coinvolgono direttamente l'abitato di Lavagna, come avvenuto nel novembre 2014 con conseguenze drammatiche per la relativa popolazione.

Gli interventi di ripristino dei danni occorsi alle arginature del torrente in seguito ai citati eventi alluvionali del novembre 2014, ancorchè utili al pristino stato delle strutture del torrente non offrirebbero alcun miglioramento dal punto di vista del potenziamento della resistenza alle esondazioni del torrente da parte del centro abitato di Lavagna, non rispondendo alle primarie esigenze di tutela della popolazione della citata frazione, nonchè delle vie di comunicazione e dei territori agrari produttivi circostanti.

In via alternativa e prioritaria risulta realizzabile un'opera di difesa idraulica, nella fattispecie un'arginatura, direttamente a protezione dell'abitato di Lavagna e della sua popolazione e che, potendo contare sulla contiguità agli estremi con altre opere simili già realizzate nell'ambito di altri interventi, darebbe luogo ad significativo incremento della protezione idraulica da eventuali future esondazioni del torrente.

Tale opportunità è stata descritta e posta all'attenzione della D.G. Sicurezza Protezione Civile e Immigrazione di Regione Lombardia dall'Amministrazione comunale di Comazzo con nota PEC Prot. 3901 del 9 agosto 2016, chiedendone la sussistenza della realizzabilità ai sensi di quanto previsto dall'art 3 del Regolamento UE 661/2014. Detta nota contiene una disamina dei vantaggi funzionali e della sicurezza idraulica della popolazione di Lavagna, con una analisi economica di sintesi che evidenzia il leggero minor costo del pristino stato dell'argine del Molgora rispetto alla diretta protezione della Frazione, condizione alla quale quest'ultima deve essere ricondotta in sede progettuale.

Tale nota è stata inviata al Consorzio Bonifica Muzza Bassa Lodigiana per conoscenza, che ne ha riscontrato, tra l'altro, l'aderenza alle indicazioni delle procedure operative del Regolamento UE 661/2014, in particolare all'art.3, rilevando altresì il miglioramento della capacità di resistenza alle eventuali future alluvioni aumentando la sicurezza idraulica dell'abitato di Lavagna colpito dagli allagamenti del 2014. Venivano demandate all'UTR di Lodi, per la competenza sullo specifico corso d'acqua e per indicazione delle procedure operative del Decreto, le valutazioni di natura economica, da esprimersi in sede di Conferenza dei servizi.

Con nota prot. Y1.2016.0009280 del 30/08/2016 la stessa Direzione Generale ha comunicato che *"Facendo seguito alla vostra richiesta dell'11 agosto 2016 con la quale vengono illustrate le motivazioni della scelta progettuale di realizzare l'Infrastruttura, ossia l'argine, a ridosso della frazione Lavagna per potenziarne la difesa, così come previsto nelle indicazioni riportate nell'art. 3 delle procedure operative allegate al decreto 7448 del 28/07/2016, motivazioni supportate dalla nota del Consorzio di Bonifica Muzza Bassa Lodigiana del 12/08/2016, si ritiene che la scelta sia condivisibile in quanto in linea con le disposizioni del Regolamento CE*

n° 2012/2002 del Consiglio del 11 novembre 2002, modificato dal regolamento UE n° 661/2014".

Tale ultimo passaggio ha pertanto definito la realizzabilità dell'arginatura a protezione dell'abitato di Lavagna, in conformità alle disposizioni del Regolamento CE n° 2012/2002 del Consiglio del 11 novembre 2002, modificato dal regolamento UE n° 661/2014".

Per quanto esposto le scelte tecniche di cui al presente progetto hanno avuto come base prioritaria quella di non intervenire ne sul regime idrologico ne su quello idraulico del torrente, che nella fattispecie si sarebbero tradotti in modificazioni dei carichi idraulici in tutto il nodo di sfocio del torrente, bensì di optare per una difesa diretta dell'abitato di Lavagna nei confronti dei flussi idrici conseguenti ad esondazioni locali del torrente.

Si è così individuata nell'arginatura del lato ovest di Lavagna, con un tracciato ad andamento nord - sud, l'intervento che potesse cogliere gli obiettivi sopra menzionati, con anche la possibilità di integrare utilmente opere già presenti.

Queste ultime sono costituite dalla circostanza che nell'ambito della "Riqualifica s.p.181 da Comazzo a Merlino con diramazione fraz. Lavagna (cd06)" del Consorzio TEEM in accordo con l'Amministrazione Comunale si sono realizzati alcuni tratti di pista ciclabile, utilmente in rilevato, con sagome e andamento idraulicamente idonei, integrando al contempo le due funzionalità di contenimento idrico e di ciclabilità. Essi pertanto costituiscono il completamento funzionale dell'argine oggetto del presente progetto da realizzarsi a ridosso dell'abitato di Lavagna.

Da un punto di vista economico, in coerenza con quanto sopra esposto, il progetto è stato ottimizzato in alcune lavorazioni minori, mantenendo efficacia e funzionalità, conseguendo l'adeguamento finanziario in equivalenza agli interventi di pristino stato. L'importo complessivo dell'intero intervento è pari a € 370.000,00

Il torrente Molgora: caratteristiche fisiche, idrologiche ed idrauliche

Per completezza si ritiene opportuno procedere ad una descrizione generale, rivolta a meglio evidenziare le caratteristiche morfologiche, idrauliche, idrologiche e territoriali afferenti al torrente Molgora.

Il torrente Molgora è un corso d'acqua pubblico iscritto negli elenchi della Regione Lombardia con il codice MI020 LO022 (la doppia simbologia è dovuta al fatto che esso funge da confine tra le province di Milano e Lodi). Esso rappresenta il tipico corso d'acqua pedemontano che, con direzione nord - sud, raccoglie le acque pluviali di una vasta porzione di territorio afferente all'alta pianura Lombarda. La dinamica della sua formazione è del tutto simile a

quella degli altri grandi corsi d'acqua che hanno origine dalla catena alpina e caratterizzano la pianura nel suo assetto territoriale.

Il processo evolutivo che ha caratterizzato il territorio della pianura padana ha visto da sempre una forte interazione con i corsi d'acqua che lo attraversano, fonti di risorsa e recapiti idrici in uno scambio perenne che ne ha sancito lo sviluppo nel tempo sotto ogni aspetto, sociale, rurale ed industriale. Tuttavia l'eccessiva pressione antropica che grava sui corsi d'acqua lombardi, relativamente ai deflussi originati dal drenaggio di superfici impermeabilizzate, è oggi tra i principali elementi di criticità tra i diversi aspetti che afferiscono alla gestione dei fiumi. La conseguenza più gravosa si manifesta in termini di valori di portata massima di piena e nell'incremento della rapidità di corrivazione. E' la diretta conseguenza di un territorio drenato che negli ultimi decenni ha visto crescere esponenzialmente le superfici impermeabilizzate, fenomeno legato al grande sviluppo edilizio ed industriale dei territori dell'hinterland milanese, nella fattispecie quelli ad est, direttamente afferenti al Molgora.

Il suo corso si sviluppa infatti per una lunghezza di oltre 50 km nell'ambito di diversi territori comunali nella Brianza dell'est milanese, nella quale funge da recapito idraulico di quasi tutti i centri urbani ed industriali ubicati nel bacino idrografico. Importanti centri quali Merate, Vimercate, Agrate Brianza, Gorgonzola e Melzo, solo per citarne alcuni, sversano le loro portate di origine pluviale nel Molgora che a sua volta recapita i deflussi nel canale Muzza allo sfocio in località Lavagna, al confine tra i comuni di Comazzo e Truccazzano.

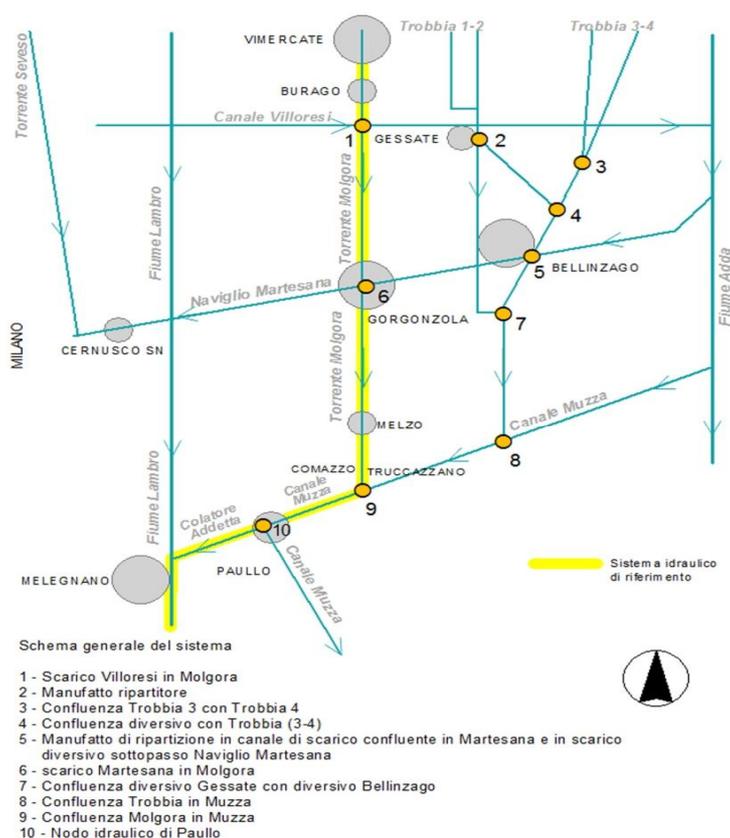
I volumi idrici che pervengono al Molgora (e di conseguenza al Muzza, canale per il quale si rende necessaria una specifica regolazione in funzione delle portate immesse, in qualunque condizione idraulica esso si trovi, con pesanti difficoltà di manovra sia in termini di tempi disponibili che di ripercussioni sull'esercizio produttivo sotteso dal canale) sono quindi andati soggetti ad un continuo incremento a fronte di infrastrutture d'alveo che non hanno avuto il necessario corrispondente adeguamento in termini di capacità idraulica e sicurezza funzionale. Il problema quindi non si esaurisce con le criticità di vettoriamento del torrente Molgora, essendo esso solo una parte di un insieme idraulico molto più articolato e complesso: il *sistema Molgora - Muzza - Addetta - Lambro*, che costituisce una dorsale idraulica strategica, di importanza sovra regionale, attraverso la quale vengono fatti defluire i deflussi drenati nel bacino idrografico del solo molgora. Per meglio comprendere l'entità e l'estensione del quadro idrologico - idraulico di riferimento nel quale si colloca l'intervento qui pianificato, occorre quindi allargare la visione territoriale, oltre al Molgora, sino a ricomprendere:

- il tratto centrale del canale Muzza nel quale sversa come detto il Molgora,
- il colatore Addetta che funge da diversivo nei confronti delle portate derivanti dall'immissione
del Molgora

- il fiume Lambro, recapito ultimo del sistema, che riceve così dall'affluente indiretto Molgora, una frazione del suo "pacchetto" idrologico.

Per questa sovrapposizione di portate "esterne" ai contributi idrologici propri, detto sistema soffre oggi di una inadeguatezza idraulica nei confronti dei deflussi di piena sopra indicati, in termini sia di repentinità di formazione dei colmi che di inadeguata capacità idraulica di recepimento, come del resto già segnalato in passato ai competenti Enti con specifica corrispondenza.

I rischi connessi a tale condizione sono quelli dell'impossibilità di gestire flussi idrici superiori alle reali capacità del sistema, ovvero rischi di esondazione di zone urbane e industriali, rischi di interruzione dell'esercizio irriguo e produttivo sotteso dal canale Muzza, rischi di danni alle infrastrutture idrauliche per le sovrasollecitazioni alle quali sono sottoposte. Si riporta di seguito lo schema idraulico di riferimento di quanto descritto al fine di facilitarne la comprensione.



Schema idraulico generale di riferimento e particolare del complesso Molgora - Muzza - Addetta - Lambro

Ancorchè il presente progetto riguardi una singola zona dell'intero sistema, si è ritenuto opportuno fornire le conoscenze, pur in via sintetica, necessarie ad avere una panoramica generale delle criticità che riguardano, da un punto di vista idraulico, la dorsale di riferimento del torrente Molgora per il drenaggio pluviale, in un territorio caratterizzato da una intensa, continua antropizzazione e quindi di complessa soluzione.

L'intervento previsto dalla presente perizia progettuale, di entità contenuta, ha carattere locale ed ha un obiettivo specificamente puntuale: la mitigazione degli effetti dei deflussi di piena nei pressi dello sfocio nel canale Muzza in località Lavagna, al confine tra i comuni di Comazzo e Truccazzano. Nel seguito sono indicate le modalità di intervento e gli obiettivi perseguiti con le opere previste.

La base idrologica di riferimento: eventi alluvionali novembre 2014

La tracimazione del torrente Molgora e l'allagamento dell'abitato di Lavagna

Come già descritto nei paragrafi precedenti l'intervento previsto è finalizzato alla eliminazione degli effetti conseguenti alle esondazioni in sponda destra del torrente Molgora nel tratto al termine del suo percorso compreso tra Cascina Vittoria e Molino Molgora. In occasione degli eventi alluvionali che hanno coinvolto tutto il nord Italia nel novembre 2014, a seguito di piogge intense e prolungate, il Molgora è andato soggetto a piene che hanno saturato la sua capacità idraulica provocando rotture arginali ed esondazioni.

Le piogge che hanno caratterizzato l'autunno 2014 sono state caratterizzate da durate prolungate e scrosci con elevata intensità, combinazione di fenomeni che ha provocato molteplici situazioni di criticità in tutto il bacino padano. Il Molgora non ha fatto eccezione: nei grafici allegati sono riportate le pluviometrie di 3 stazioni nel relativo bacino idrografico dalle quali si può osservare come si sono superati i 300 mm di pioggia cumulata in 7 giorni, pari ad un quarto del totale pluviale annuo.

Pertanto al pari degli altri territori del nord Italia, il bacino imbrifero del torrente Molgora è stato interessato da intensi eventi pluviali che lo hanno portato in condizioni di piena in due occasioni, il 12 e il 15 novembre 2014, a livelli idrometrici di oltre 3 m misurati all'idrometro di Gorgonzola.

Contestualmente a dette condizioni anche gli altri principali colatori del comparto idraulico est milanese afferenti al corso nord del canale Muzza (in particolare le Trobbie) hanno raggiunto elevati valori di deflussi, tutti recapitati in quest'ultimo in tempi rapidissimi. I diagrammi di piena del Molgora allegati, registrati agli idrometri di Gorgonzola e Cavaione, rendono conto dell'elevata intensità dei valori di colmo delle portate e della loro estrema velocità di risalita.

La situazione idrologica è stata da subito particolarmente gravosa, ancorchè debitamente monitorata e prevista, con i limitati tempi di reazione concessi dalla veloce corrivazione dei corsi d'acqua in input.

Nel tratto di torrente oggetto del presente progetto, in sponda destra tra cascina Vittoria e Molino Molgora, si è verificata una diffusa tracimazione spondale per rottura/scavalco arginale, che ha dato luogo alla esondazione con elevati valori di portata in efflusso. Sono stati interessati da deflusso superficiale ampie porzioni di terreno coltivato prospiciente il torrente, che, per il declivio che li caratterizza, lo ha indirizzato in direzione nord - sud-est, coinvolgendo l'abitato di Lavagna che è stato investito dal flusso idrico. Vedasi a maggior chiarimento la tavola n°4 "Stima e ricostruzione della propagazione del flusso idrico"

Dalle testimonianze raccolte dagli abitanti, con la collaborazione dell'Amministrazione comunale, si è appurato che il tratto di strada provinciale interna all'abitato si è trasformata in vettore della corrente idrica che ha sistematicamente allagato le abitazioni del centro urbano, con sommersione allagamenti e danni ingentissimi agli interni, agli arredi, ai beni mobili ed immobili, alle rimesse e ai veicoli. Altresi si sono potute reperire alcune preziose informazioni relative ai livelli idrici raggiunti dal flusso idrico in esondazione, che hanno costituito la base sperimentale di riferimento per la definizione altrimetrica delle opere di protezione. Sono stati individuati e marcati su punti di riferimento noti (murature, pali, cancellate) il pelo libero dell'acqua, collegandolo all'altimetria dell'area nell'ambito del rilievo topografico.

Vedasi la Tav. 06 in scala 1:1.000/1:200 "Profilo altimetrico del tracciato originale di progetto con indicazioni idrometriche reperite in loco".

La presenza di un flusso in scorrimento di così forte energia e portata, all'altezza dell'abitato di Lavagna a più di 500 metri dalla sua origine e su un fronte di oltre 400 metri, denota una considerevole concentrazione in direzione dell'abitato stesso, circostanza connessa sia alla natura ed all'estensione della breccia arginale, che alla morfologia locale.

Le opere previste

Si è già esposto nei paragrafi precedenti che non si intende intervenire sul regime idraulico del Molgora, evenienza che, negli obiettivi prefissati, comporterebbe un intervento ingente in termini di tempi e costi, optando per una protezione passiva che preservi la frazione dell'abitato di Lavagna da ulteriori allagamenti.

Si tratta di una arginatura costituita con un rilevato in materiale terroso naturale completamente rinverdito che si sviluppa con direzione nord – sud, in adiacenza alla s.p. n° 181 nel primo tratto, limitrofo ad ovest all'abitato, ed in coerenza con la strada bianca per Rossate a sud (vedasi la tavola n°2 Planimetria generale in scala 1:2.000).

Come detto il tracciato del rilevato arginale è completato a nord ed a sud dai rilevati ciclabili già realizzati.

Il rilevato arginale si integrerà con l'esistente assetto irriguo-idraulico delle aree coltivate limitrofe e sarà dotato, a tal fine, dei manufatti necessari a consentirne la trasparenza rispetto ai flussi idrici irrigui e coltizi che oggi intersecano l'andamento del suo tracciato. E' prevista la realizzazione di chiaviche arginali per il sottopasso del rilevato e la chiusura a tenuta idraulica degli spechi, dotate di organi di regolazione e manovra, così come sono previsti gli attraversamenti dell'argine per consentire il superamento dello stesso e poter fruire degli accessi preesistenti. Altresì sono in progetto manufatti di intercettazione e regolazione idraulica per il mantenimento delle possibilità di regolazione irriguo - idraulica preesistenti.

L'altimetria del rilevato arginale è stata individuata anche sulla base delle risultanze idrauliche osservate (le indicazioni reperite in loco dai cittadini residenti) in occasione dell'evento alluvionale del novembre 2014. Il riferimento idrologico è infatti costituito dal citato evento che, nella sua drammaticità, fornisce le dirette informazioni sperimentali dell'avvenimento avverso che si vuole mitigare.

Riscontri diretti in termini di quote idriche raggiunte ai margini ed all'interno dell'abitato allagato costituiscono la base per il dimensionamento altimetrico del rilevato arginale, differenziandosi dalla classica analisi idrologica applicabile a corpi idrici attivi.

Infatti pur essendo la pluviometria registrata nel bacino del Molgora ed i relativi due colmi di piena registrati a Gorgonzola, corrispondenti ad elevati tempi di ritorno (alcune stazioni del bacino hanno registrato scrosci con tempi di ritorno di oltre 100 anni, quale ad esempio Rodano), individuare univocamente sulla base dell'analisi idrologica gli effetti indotti da tutti i fenomeni fisici che si sviluppano è difficoltoso. La rottura/tracimazione arginale, il ruscellamento superficiale su superfici rurali irregolari di decine di ettari, nonché l'instaurarsi di fenomeni tipicamente idraulici (diffusi e bidimensionali) in corrispondenza di dossi, marciapiedi, murature e quant'altro nell'abitato, induce l'introduzione di incertezze e approssimazioni che rendono detta metodologia meno preferibile rispetto all'osservazione diretta come sopra specificato, per altro riferita, come detto, ad un contesto idrologico pluviale con entità pari a quella prevista dalla normativa ($Tr = 100$ anni).

In tale contesto di riferimento si è mantenuta la coerenza con le indicazioni normative in merito ai franchi di sicurezza da adottarsi per opere di contenimento idraulico nei confronti dei massimi tiranti idrici raggiunti dalla corrente idrica di riferimento: 1 metro. Pertanto la quota di circa 104,90 metri s.l.m. raggiunta dalla corrente in corrispondenza dell'inizio dell'abitato, nel punto dove deteneva la maggiore energia idraulica, viene contenuta con un franco di quell'entità, ovvero con una quota del piano di coronamento arginale pari a 105,90 m s.l.m.

Il deflusso superficiale ha poi interessato il lato ovest di Lavagna proseguendo in direzione nord - sud, rientrando nell'abitato in più punti dando luogo ai rovinosi allagamenti già

descritti. Il profilo altimetrico dell'argine tiene conto delle indicazioni riscontrate in loco (vedasi tavola n 6 "Profilo altimetrico del tracciato arginale di progetto con indicazioni idrometriche reperite in loco"), esso è connotato da pendenza variabile in coerenza sia all'idrometria che alla morfologia delle superfici limitrofe.

Le lavorazioni previste per la realizzazione dell'intervento nel suo complesso sono le seguenti:

- Opere provvisoriale e di carattere generale: esecuzione di tutte le opere di carattere provvisorio, preparatorio e logistico per consentire un ottimale svolgimento di tutti i lavori, deviazione di tutte le acque opere di aggettamento, tubazioni provvisorie, ture in terra, sbarramenti e segnaletica stradale preparazione del cantiere baracche, recinzioni e ogni altra prestazione o lavoro provvisorio necessario, compresa la rimozione delle stesse
- Scavo in sezione obbligata per scotico strato superficiale materiale terroso per formazione piano di imposta argine torrente.

Localizzazione su Tav. 03 = Prog. 0+000 a Prog 0+ 525

Elaborato di riferimento:

- *Tav. 03 Planimetria_Tracciato*
- *Tav 07 Sezioni in progetto*
- *Tav 08 Sezioni tipologiche*

- Formazione di rilevato secondo le sagome prescritte con materiali idonei, provenienti sia dagli scavi che dalle cave, il compattamento a strati fino a raggiungere la densità prescritta, l'umidimento, la profilatura dei cigli, delle banchine e delle scarpate; compresi ogni lavorazione ed onere per dare il rilevato compiuto a perfetta regola d'arte: per materiali provenienti dalle cave, compresa la fornitura. Con riferimento alla norma C.N.R.U.N.I. 10006/1963, le terre preferibilmente da utilizzare per la formazione di rilevati saranno di tipo argilloso e limoso (classi A-4, A-5, A-6, A-7) , con contenuto minimo di sabbia pari al 15% e con indice di plasticità inferiore a 25. Non si dovranno utilizzare le materie organiche e le sabbie pulite. Il materiale posto in opera dovrà avere valori del peso in volume allo stato secco pari al 95% del peso di volume secco ottenuto nella prova di compattazione Proctor normale con tolleranza di +/- 1%; la corrispondente umidità dovrà avere i valori compresi fra +/- 2% dell'umidità ottimale ottenuta nella suddetta prova di compattazione. Definita anche la percentuale di umidità, questa deve essere mantenuta costante con una tolleranza di +/- 1%.

Localizzazione su Tav. 03 = Prog. 0+000 a Prog 0+ 525

Elaborato di riferimento:

- *Tav. 03 Planimetria_Tracciato*
- *Tav 07 Sezioni in progetto*
- *Tav 08 Sezioni tipologiche*

- Formazione di diaframma al paramento esterno dell'argine compresa stesura, rullatura, costipazione e sagomatura secondo le sagome di progetto costituito in Materiale terroso naturale di tipo argilloso e limoso, riferite alla classificazione della terre CNR-UNI 10006: classi A-6 e A-7 con contenuto di sabbia pari o superiore al 15% e con indice di plasticità inferiore al 15%

Localizzazione su Tav. 03 = Prog. 0+000 a Prog 0+ 525

Elaborato di riferimento: - *Tav. 03 Planimetria_Tracciato*
 - *Tav 07 Sezioni in progetto*
 - *Tav 08 Sezioni tipologiche*

- Formazione di difese idrauliche in pietrame mediante fornitura e posa in opera di blocchi di pietrame di media pezzatura tipo "rezzato" compresa la formazione del letto di posa, la conformazione secondo sagome e dimensioni progettuali in corrispondenza di curve, manufatti e parti soggette ad elevati valori di corrente idrica.

Localizzazione su Tav. 03 : *Prog. 0+000 a Prog 0+ 020*

Prog. 0+053 a Prog 0+ 080

Prog. 0+167 a Prog 0+ 187

Prog. 0+288 a Prog 0+ 328

Elaborato di riferimento: - *Tav. 03 Planimetria_Tracciato*
 - *Tav 07 Sezioni in progetto*

- Costituzione di strade di servizio mediante cassonetto con profondità 30 cm, stesura di geotessile tessuto non tessuto in fiocco di prima scelta con massa areica > 200 gr/mq e resistenza a trazione > 12 kN/m, fornitura e posa in opera di mistone naturale di sabbia e ghiaia per uno spessore pari a 20 cm, fornitura e posa in opera di pietrischetto nello spessore di 10 cm, (spessori intesi a seguito di compattazione e rullatura) compresa la compattazione mediante rullatura, rinfiacco con il materiale di scavo del cassonetto, il carico del materiale di scavo del cassonetto in eccedenza, compresa la movimentazione del materiale di scavo in tutta l'area di cantiere.

Localizzazione su Tav. 03 = Prog. 0+000 a Prog 0+ 525

Elaborato di riferimento: - *Tav. 03 Planimetria_Tracciato*
 - *Tav 07 Sezioni in progetto*
 - *Tav 08 Sezioni tipologiche*

- Costituzione nuova chiavica arginale su canale di raccolta acque irrigue con annesso manufatto di attraversamento del canale in sottopasso al nuovo argine costituito da tubazioni in c.c.a. armato del diametro di 80 cm – **Manufatto n°1**

Localizzazione su Tav. 03 = Prog. 0+240

Elaborato di riferimento: - *Tav. 03 Planimetria_Tracciato*

- *Tav 09 Chiavica Arginale su canale di raccolta acque irrigue – Manufatto 1*
- *Tav 12 a C.c.a. Manufatto 1*
- Costituzione nuova chiavica arginale su canale irrigatore con annesso manufatto di attraversamento del canale in sottopasso al nuovo argine costituito da tubazioni in c.c.a. armato del diametro di 80 cm e canale di raccordo in terra con il canale esistente – **Manufatto n°2**
Localizzazione su Tav. 03 = Prog. 0+311
Elaborato di riferimento:
 - *Tav. 03 Planimetria_Tracciato*
 - *Tav 10 Chiavica Arginale su canale di raccolta acque irrigue – Manufatto 2*
 - *Tav 12 b C.c.a. Manufatto 2*
- Realizzazione di nuovo manufatto di ferma e derivazione con annesso manufatto di attraversamento del canale irrigatore, costituito da tubazioni in c.c.a. armato del diametro di 80 cm, in sottopasso alla nuova rampa di accesso campestre - **Manufatto n°3 e rampa di accesso**
Localizzazione su Tav. 03 = Prog. 0+397
Elaborato di riferimento:
 - *Tav. 03 Planimetria_Tracciato*
 - *Tav 11 Manufatto di ferma e derivazione – Manufatto 3*
 - *Tav. 14 Rampa accesso campestre*
 - *Tav 12 c C.c.a. Manufatto 3*
- Realizzazione di nuova rampa di accesso alla strada comunale per Rossate
Localizzazione su Tav. 03 = Prog. 0+525
Elaborato di riferimento:
 - *Tav. 03 Planimetria_Tracciato*
 - *Tav. 15 Manufatto 4 - Rampa accesso strada comunale per Rossate*
- Scavo in sezione obbligata per formazione alveo canali in fregio al nuovo rilevato arginale
Localizzazione Colo su Tav. 03 =da Prog. 0+025 a Prog 0 + 311
Localizzazione Canale Irrigatore su Tav. 03 =da Prog. 0+311 a Prog 0 + 525
Elaborato di riferimento:
 - *Tav. 03 Planimetria_Tracciato*
 - *Tav 07 Sezioni in progetto*
 - *Tav 08 Sezioni tipologiche*
- Fornitura e posa di paratoie metalliche piane con relativi organi di manovra

Localizzazione su Tav. 03 = Prog. 0+240; Prog. 0+311; Prog. 0+397

- Elaborato di riferimento:
- Tav. 03 Planimetria_Tracciato
 - Tav 09 Chiavica Arginale su canale di raccolta acque irrigue – Manufatto 1
 - Tav 10 Chiavica Arginale su canale di raccolta acque irrigue – Manufatto 2
 - Tav 11 Manufatto di ferma e derivazione – Manufatto 3
 - Tav 13 Particolate Paratoia

Stima della spesa e quadro economico

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.

Si prevedono di eseguire in economia mediante amministrazione diretta, con maestranze proprie, acquisto diretto di materiali e nolo a caldo di mezzi operativi, gli interventi propedeutici a quelli principali quali parte del decespugliamento dei paramenti di sponda del canale e delle zone limitrofe interessate dall'esecuzione dei lavori.

La spesa presunta omnicomprensiva ammonta a **€ 370.000,00**= distinti nel seguente quadro economico:

A) Opere con affidamento in appalto	€	199.805,42
B) Opere in economia mediante amministrazione diretta (escluse dall'appalto)	€	14.452,01
C) Sommano per lavori ed opere	€	214.257,43
D) oneri sic. 81/2008 e s.m.i. non soggetti a ribasso	€	4.000,00
E) Sommano complessivamente per lavori ed opere	€	218.257,43
F) Occupazioni, danni, frutti pendenti, espropri	€	66.725,94
H) IVA	€	48.016,63
I) Spese tecniche generali	€	37.000,00
L) Sommano complessivamente per l'intervento	€	370.000,00

Aspetti gestionali ed organizzativi

La nuova opera di difesa idraulica dell'Abitato di Lavagna entrerà a far parte delle dotazioni infrastrutturali del territorio comunale di Comazzo. Essa, come descritto nelle pagine precedenti, esplica funzionalità di protezione idraulica in modo permanente, interfacciandosi funzionalmente con il reticolo irriguo - idraulico. Ciò ha indotto la necessità di realizzare opere di regolazione idraulica, le cosiddette chiaviche arginali, finalizzate alla trasparenza dell'opera rispetto ai flussi idrici che la sottopassano (circolazione irriguo - idraulica) in condizioni ordinarie, consentendo di ripristinare la piena tenuta idraulica in occasione di eventi alluvionali che ne richiedano l'attivazione.

Si tratta pertanto di opere che necessitano di una specifica attività gestionale dedicata, al fine di consentirne l'idonea regolazione in termini di tempo ed efficacia, con capacità di intervento h24 in tutti i giorni dell'anno.

Si ritiene che lo svolgimento di tale compito possa essere attribuito nell'ambito dell'Amministrazione Comunale, individuando i servizi e le professionalità più idonee all'assunzione dell'impegno, con il vantaggio di essere già sul luogo in qualunque periodo dell'anno. Si pensa ad esempio al Dipartimento di Protezione civile Comunale, dotato di personale dedicato ed addestrato, che sarebbe altresì già allertato in occasione di eventi meteorologici critici. Si ritiene in proposito che periodiche esercitazioni dedicate possano essere utili a mantenere in efficienza la capacità di reazione e di intervento. Non occorre, si ritiene, di disporre di una capacità d'azione estesa e con numerose persone, bensì di tempestività e chiarezza di esecuzione nell'esecuzione di poche precise attività.

Affidamento dei lavori

Ai sensi dell'articolo 216 comma 14 del D.Lgs 50/2016 si mantiene in applicazione l'articolo 61 del D.P.R. 5 Ottobre 2010 n° 207, Regolamento di esecuzione ed attuazione del D.Lgs 12 Aprile 2006 n° 163 Codice dei Contratti, in base al quale i lavori sono classificati nella categoria prevalente di Opere generali: **Opere fluviali, di difesa, di sistemazione idraulica e di bonifica «OG8» per importi di classifica I.**

In conformità a quanto previsto dal Decreto Legislativo n° 50/216 e s.m.i., si prevede di affidare i lavori principali in appalto, con affidamento a corpo, tramite procedura negoziata di cui al comma 2 lettera "b" dell'art. 36 del Decreto n° 50 del 18 aprile 2016 con selezione dell'offerta migliore mediante il criterio del prezzo più basso determinato attraverso ribasso percentuale sull'importo dei lavori posto a base di gara.

Il contratto sarà stipulato "a corpo".

Si prevedono altresì di eseguire in amministrazione diretta una modesta parte delle lavorazioni, con maestranze proprie, acquisto diretto di materiali e nolo a caldo di mezzi operativi. L'esecuzione avverrà in ottemperanza a quanto previsto dal D.Lgs 50/2016 al comma 2 dell'art. 36.

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 131, comma 2, lettera a), del Codice dei contratti e all'articolo 100 del Decreto n. 81 del 2008, 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 131, comma 2, lettera c), del Codice dei contratti, 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.

Elenco elaborati

Il presente progetto esecutivo si compone dei seguenti elaborati:

- 1- **Relazione tecnica generale** in cui sono evidenziati gli aspetti caratteristici generali e specifici delle opere nonché i criteri utilizzati alla base delle scelte esecutive.
- 2- **Relazione tecnica specialistica idrologico - idraulica** nella quale sono descritte le condizioni idrometeorologiche che hanno caratterizzato il mese di novembre 2014 e dato luogo agli eventi calamitosi che hanno colpito l'abitato di Lavagna.
- 3- **Relazione specialistica geologico - geotecnica** relativa agli aspetti riguardanti la caratterizzazione geologica della zona dei lavori. Altresì è riportata la caratterizzazione geologica generale del territorio con particolare riferimento alla zona oggetto dei lavori.
- 4- **Crono programma** e Prospetto dell'incidenza della mano d'opera elaborati secondo la tempistica generale ed in quella specificatamente operativa connessa alla sola fase dei lavori. Si sono evidenziate le percentuali di incidenza della mano d'opera delle varie fasi lavorative e delle varie voci di costo sull'importo complessivo.
- 5- **Elenco dei prezzi**, dedotti dai listini correnti, in particolare dal prezzario Regionale Opere Pubbliche in vigore, integrato da alcune voci di costo dedotte dai prezzi correnti di mercato della zona;
- 6- **Analisi dei prezzi** applicati nella determinazione del costo delle opere previste, con riferimento alle lavorazioni tipologiche sui due canali oggetto delle opere;
- 7- **Computo metrico estimativo esecutivo e quadro economico** redatti applicando le quantità riscontrate dal progetto ai prezzi di cui l'elenco richiamato nel precedente punto 4. Nel quadro economico sono indicati i costi riguardanti le opere, i costi per l'applicazione dell'IVA e le spese generali e tecniche;
- 8- **Piano di sicurezza e coordinamento** riportante tutte le condizioni di lavoro e le specificità relative alle misure da adottarsi in merito alla sicurezza dei lavoratori;
- 9- **Schema di contratto e Capitolato speciale di appalto Parte prima e Parte seconda, con relativi allegati** contenente le clausole specifiche per la regolamentazione dei rapporti tra consorzio, in qualità di stazione appaltante, ed impresa esecutrice. Descrive inoltre gli aspetti giuridici, tecnici, economici ed esecutivi delle opere da eseguire a corpo. La parte seconda è relativa alle modalità di esecuzione e alle norme di misurazione di ogni lavorazione, i requisiti di accettazione di materiali e componenti, le specifiche di prestazione e le modalità di prove;
- 10- **Rilievo topografico: elenco punti rilevati** contenente le specifiche indagini planaltimetriche condotte per la rilevazione topografica di dettaglio nelle zone di esecuzione dei lavori.
- 11- **La relazione del Responsabile del procedimento** che definisce, come detto, la composizione del progetto in base ai poteri di delega concessi all'art. 93 comma 2 del Decreto Legislativo 12 aprile 2006 n° 163.

12- **Rassegna fotografica generale** in cui si sono evidenziate le peculiarità strutturali e ambientali delle zone dell'intervento.

Elaborati grafici esecutivi

Tav. 01 Inquadramento territoriale	scala 1:50.000- 1:25.000
Tav. 02 Planimetria generale con indicazioni dello stato di fatto	scala 1:5.000
Tav. 03 Planimetria del tracciato arginale di progetto	scala 1:1.000
Tav. 04 Stima e ricostruzione della propagazione del flusso idrico	scala 1:2.000
Tav. 05 Sezioni stato di fatto	scala 1:200
Tav. 06 Profilo altimetrico del tracciato arginale di progetto	scala 1:1.000 – 1:200
Tav. 07 Sezioni di progetto	scala 1:200
Tav. 08 Sezioni tipologiche di progetto	scala 1:20
Tav. 09 Manufatto 1 – Chiavica Arginale su canale raccolta acque irrigue	scala 1:50
Tav. 10 Manufatto 2 – Chiavica Arginale su canale raccolta acque irrigue	scala 1:50
Tav. 11 Manufatto 3 – Manufatto di ferma e derivazione	scala 1:50
Tav. 12 Opere in c.c.a.	scala 1:25
Tav. 13 Particolari costruttivi – Paratoia e chiavica	scala 1:10 – 1:1
Tav. 14 Manufatto 3 – Rampa accesso campestre	scala 1:100
Tav. 15 Manufatto 4 – Rampa accesso strada comunale per Rossate	scala 1:100