



Consorzio Bonifica Muzza Bassa Lodigiana

Convenzione tra Regione Lombardia e Consorzio Bonifica Muzza
Bassa Lodigiana per attività da svolgersi sul reticolo idrico
principale all'interno del territorio comprensoriale

Programma di attività ed interventi
di cui alla Delibera X/7759 del 17/01/2018

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITÀ
IDRAULICA E DELL'AFFIDABILITÀ STATICA DELLE
STRUTTURE D'ALVEO DEL COLATORE SILLARO
ANCHE CON TECNICHE DI INGEGNERIA
NATURALISTICA NEI COMUNI DI VILLANOVA SILLARO,
PIEVE FISSIRAGA E BORGO SAN GIOVANNI

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE SPECIALISTICA GEOTECNICA

Edizione
Agosto 2018

Il Presidente
Ettore Grecchi

Il Responsabile del Procedimento
dott. Ing. Marco Chiesa

I Progettisti
dott. Ing. Marco Chiesa – geom. Ernesto Davidi

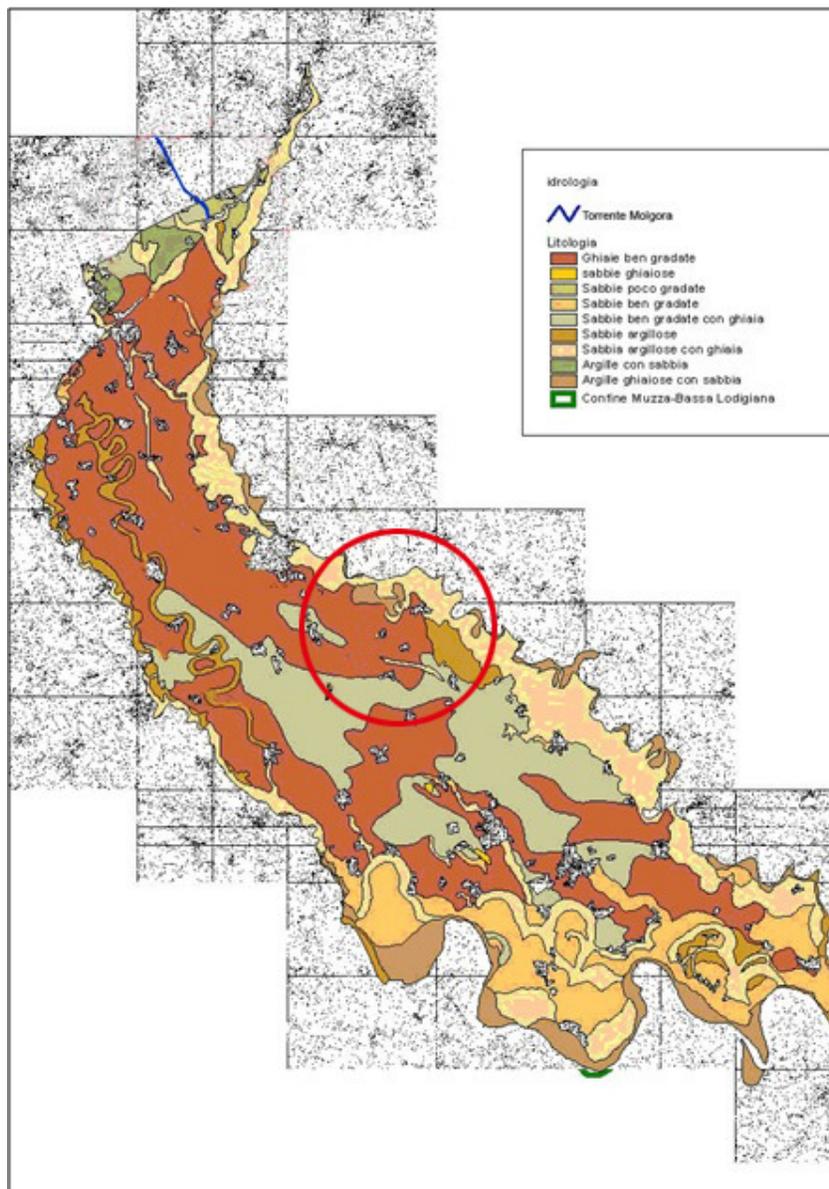
Introduzione

La presente relazione tecnica **geologico – geotecnica** espone le indagini tecniche esecutive condotte per gli interventi da eseguirsi nell'ambito del procedimento di cui alla “Convenzione tra Regione Lombardia e Consorzio Bonifica Muzza Bassa Lodigiana per attività da svolgersi sul reticolo idrico principale all'interno del territorio comprensoriale” in essere tra Regione Lombardia e il Consorzio Bonifica Muzza Bassa Lodigiana. Le indicazioni scaturite dai rilievi di campagna e dai sopralluoghi eseguiti nell'iter progettuale hanno permesso di calibrare le soluzioni tecniche individuate e di adeguarle alla specificità dello stato in essere delle infrastrutture d'alveo rinvenute. Le opere si suddividono in più parti distinte a formare un unico “corpo” di intervento rivolto al perseguimento dell'obiettivo prioritario del ripristino funzionale del colatore Sillaro e della riduzione del rischio idraulico dell'abitato di Villanova del Sillaro. A supporto delle scelte tecniche eseguite sono state condotte indagini di carattere tecnico-scientifico al fine della migliore implementazione delle soluzioni adottate, in coerenza alla specificità dei luoghi e delle caratteristiche geomorfologiche delle zone oggetto di intervento. Gli aspetti che sono stati presi in esame sono i seguenti:

- geologici e geotecnici

I risultati ottenuti sono comunque inquadrabili in una generale unitarietà delle caratteristiche fisiche del territorio lodigiano, ovvero delle macrozone che lo compongono, con particolare riferimento all'assetto litologico.

Nella figura seguente sono riportate le litologie presenti nel comprensorio Muzza bassa lodigiana con particolare riferimento alla zona oggetto dell'intervento.



Litologia del comprensorio Muzza Bassa Lodigiana con indicazione della zona di intervento

Per quanto riguarda i periodi migliori per l'esecuzione delle opere, questi coincidono con i mesi invernali in quanto statisticamente gli eventi pluviali si manifestano con minor frequenza, inducendo periodi sufficientemente lunghi caratterizzati da ridotti deflussi in torrente.

Infine, per quanto concerne le opere propedeutiche all'esecuzione dei lavori per il conseguimento delle condizioni di lavorabilità, esse consistono nelle manovre idrauliche finalizzate all'ottenimento del minor deflusso in canale. Nello specifico, si tratta di deviare e ridurre la dove possibile, i flussi idrici di origine colatoria afferenti al canale, utilizzando i canali interconnessi allo stesso. E' questa una tipica attività di regolazione e gestione idraulica che il Consorzio esercisce specificamente sulla rete irriguo - idraulica direttamente gestita, ottemperando alle molteplici necessità afferenti alla circolazione idrica superficiale con quelle proprie cantieristiche. Basti pensare al verificarsi di eventi pluviometrici in corso d'opera: condizione che impone in tempi brevi il riassetto idraulico del corso d'acqua, che non può essere escluso dal ciclo di recepimento - vettoriamento - smaltimento misto pluviale e la conseguente adozione di azioni preventive di mitigazione e adeguamento della pianificazione delle lavorazioni in cantiere.

Aspetti geologici e geotecnici

Vengono qui analizzati gli aspetti fisici, idrogeologici e geotecnici del territorio nel quale sono previsti gli interventi in progetto per la realizzazione dell'intervento di ripristino della funzionalità idrica e dell'affidabilità statica delle strutture d'alveo del Colatore Sillaro. Le informazioni geologico-geotecniche sono state ricavate dai vari PGT dei Comuni interessati dagli interventi, che risultano essere: Villanova del Sillaro, Pieve Fissiraga e Borgo San Giovanni.

Il territorio del Comune di Borgo San Giovanni, secondo quando riportato nel PGT del Comune stesso, risulta dal punto di vista geomorfologico movimentato dalla presenza dell'incisione fluviale del Fiume Lambro e dalla depressione valliforme occupata dal Colatore Sillaro. La porzione centro-orientale del territorio comunale si sviluppa nell'ambito del Livello Fondamentale della pianura, costituito, secondo la cartografia geologica ufficiale, da depositi fluviali del Pleistocene superiore, riferibili al "Fluvioglaciale-Fluviale Würm"; procedendo verso le incisioni vallive dei corsi d'acqua citati, si incontra un ripiano ascrivibile alle "Alluvioni Antiche", separato dall'alveo inciso (corrispondente alle "Alluvioni Attuali") da terrazzi, di altezza limitata, ascrivibili alle "Alluvioni Recenti". La struttura di questi depositi è caratterizzata da estrema variabilità sia in senso verticale che orizzontale, con prevalenza di materiali sabbiosi e sabbiosolimosi nella coltre superficiale, avente spessore variabile, e sabbioso-ghiaiosa negli

strati più profondi sottostanti, la cui composizione granulometrica diventa via via più grossolana nell'ambito dei ripiani più recenti dei corsi d'acqua in precedenza citati. In particolare nel territorio comunale sono distinguibili le seguenti formazioni geologiche, riferibili a differenti unità geomorfologiche:

- 1) Alluvioni attuali: Corrispondono ai depositi attuali dell'alveo attivo del Fiume Lambro, essenzialmente costituiti da depositi ghiaioso-sabbiosi.
- 2) Alluvioni recenti (Olocene recente ed attuale): Di natura essenzialmente sabbioso-ghiaiosa, con locali intercalazioni lenticolari limoso-sabbiose, costituiscono il più basso ripiano che orla le alluvioni attuali del F. Lambro, sulle quali risulta sospeso di almeno 5-6 metri. Pur essendo in genere ormai fissato e sfruttato ai fini agricoli, risulta periodicamente esposto ad esondazioni in regime di piena straordinaria.
- 3) Alluvioni Antiche (Olocene antico): Sono le alluvioni immediatamente esterne alla fascia di meandreggiamento del F.Lambro, costituenti terrazzi fluviali sopraelevati di alcuni metri rispetto alle Alluvioni recenti. Sono costituite da depositi a litologia variabile da ghiaioso-sabbiosa a sabbiosa e sabbioso-limosa, con tendenza alla diminuzione delle ghiaie procedendo verso Sud. Sotto l'aspetto idraulico questo ripiano non risulta esposto al pericolo di esondazione da parte del F.Lambro.
- 4) Fluvioglaciale e Fluviale Wurm (Pleistocene superiore): Sono i depositi costituenti il Livello Fondamentale della Pianura, rappresentati da alluvioni prevalentemente sabbiose e sabbioso-limose, con lenti a granulometria via via più grossolana (sabbie ghiaiose) con l'aumentare della profondità.

Si tratta in generale di suoli profondi a substrato sabbioso-limoso, limoso e localmente sabbioso, a tessitura media localmente grossolana, con drenaggio buono; il pH risulta nel complesso neutro, con Tasso di Saturazione Basica (TSB) medio in superficie alto in profondità.

Il territorio del Comune di Pieve Fissiraga dal punto di vista tessiturale si differenzia leggermente dal Comune di Borgo San Giovanni per via dei depositi del livello fondamentale della pianura, costituiti da limi e limi sabbiosi con intercalazioni argillose. Si tratta di suoli che formano il Livello Fondamentale della Pianura, in aree con tessitura dei sedimenti sabbioso-limosa e con un drenaggio a volte difficoltoso. Tali formazioni affiorano prevalentemente in aree utilizzate a seminativo irriguo (mais) o a prato.

Le unità geopedologiche individuate dal PGT all'interno del territorio comunale di Pieve Fissiraga, sono divise tra loro secondo una classificazione gerarchica che individua sistemi, sottosistemi, unità di paesaggio e sottounità di paesaggio. In generale, il Comune di Pieve Fissiraga è costituito da suoli molto profondi, a tessitura moderatamente grossolana in superficie e media in profondità, subacidi in superficie e neutri in profondità, con drenaggio buono, substrato sabbioso-limoso. Sono suoli tipici delle aree modali pianeggianti del preesistente sistema fluviale a meandri; si tratta dell'unità geopedologica più diffusa e continua rilevata nell'area di studio.

Infine, per quanto riguarda il territorio del Comune di Villanova del Sillaro, si osserva che non sono state trovate informazioni specifiche circa la natura del territorio. Si presume però che, data la vicinanza ai Comuni appena descritti, la relativa litologia non sia molto diversa.

Idrogeologia del territorio

Il comprensorio del Consorzio Bonifica Muzza Bassa Lodigiana presenta una morfologia pianeggiante con andamento altimetrico via via decrescente spostandosi dalle zone a Nord (Cassano d'Adda altezza media s.l.m. m 133) a quelle a Sud (Caselle Landi altezza media s.l.m. m 43). Lungo i circa 70.000 ha del territorio esiste una fitta ed estesa rete di canali con alvei, per la stragrande maggioranza in terra i quali, oltre ad assolvere la propria funzione prettamente irrigua e di bonifica, danno luogo ad un intenso e fondamentale interscambio con la sottostante falda freatica.

In questo contesto si evidenzia l'effetto drenante esercitato dai fiumi Lambro, Adda e Po al contorno che intercettano la falda delimitandone il perimetro. Si è quindi in presenza di una struttura acquifera sotterranea che ha una direzione principale di scorrimento nord-ovest sud-est passando parallela ai fiumi Lambro e Adda, con il bacino del fiume Po quale recapito ultimo.

Le caratteristiche idrogeologiche specifiche

Non sono disponibili delle prove sito specifiche che riguardano l'argomento in oggetto. Del resto, tanto in fase progettuale che in quella realizzativa non serve avere informazioni dettagliate sui sottosuoli e sull'acquifero. Tuttavia, se non altro per avere un quadro indicativo che può definire mediamente l'ambito del medio corso del Sillaro, si possono richiamare prove effettuate nei pressi dell'abitato di Bargano, in occasione

di lavori precedenti. In tale occasione è emerso che l'acquifero, rispetto alle profondità medie dei suoli è piuttosto basso, disponibile solo a 8,00 m dal piano di campagna. Come detto, analogamente a quasi tutto il comprensorio, risulta apprezzabilmente influenzato dalla pratica irrigua. La soggiacenza infatti, oscillante in un intorno di ~ 1,00 m, raggiunge la massima profondità in genere tra aprile e maggio; il massimo livello viene registrato per lo più intorno alla metà di agosto, periodo in cui solitamente si esaurisce l'irrigazione e il meccanismi delle restituzioni per filtrazione sono al loro culmine. La stratigrafia si compone di:

- sabbia e limo scarsamente argillosi fino a poco più di un metro di profondità dal piano di campagna;
- sabbia fine debolmente limosa fino a ~ 3,00 m dal p.c.
- sabbia fine con marginale presenza di ghiaietto fino a m.6,00 sotto il p.c.

Accertando che per la tipologia di interventi in progetto, che prevedono la realizzazione di difese e manufatti idraulici, movimenti terra poco profondi e altre lavorazioni diverse in superficie, l'influenza dei fenomeni di interazione con il livello freatico restano comunque marginali. Nel caso di condizioni idrometeorologiche avverse, oltre ad operare come anzidetto con specifiche manovre idrauliche per la riduzione dei flussi idrici afferenti al canale, si provvederà anche con puntuali sistemi di aggotamento e smaltimento idrico, quali pompe idrovore mobili o impianti well-point nel caso di getti di platee o diaframmi sotterranei.

Dall'analisi delle carte della soggiacenza della falda disponibili dal geoportale, si osserva che il passo di scala idrometrica non è purtroppo così piccolo da consentire un'analisi di dettaglio locale delle zone di interesse. Tuttavia da esperienze dirette in loco si può dire che gli ultimi anni hanno visto una progressiva riduzione del fenomeno risorgivo sia in termini quantitativi delle portate emunte che dell'affioramento di falda.

A tal fine si sono ricercati eventuali dati piezometrici recenti al fine del riscontro di tale condizione, importante non solo ai fini cantieristici di realizzazione delle opere, bensì anche per la funzionalità idraulica del manufatto, che non viene interessato da significative filtrazioni idriche che ne accrescerebbero il carico idraulico.

Infine, si riportano nella tabella che segue i valori di permeabilità della falda del territorio lodigiano in quanto, essendo strettamente adiacente alla zona in oggetto, costituisce un sicuro riferimento per i relativi parametri di interesse.

Nel merito, la falda freatica principale presenta dei valori di permeabilità che sono influenzati dalle caratteristiche litostratigrafiche dei depositi alluvionali.

Permeabilità oltre 1 m/s	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-7} - 10^{-9}$
Ciottoli, ghiaie senza elementi fini	Sabbie, sabbie e ghiaie	Sabbie fini, limi, argille con limi e sabbie	Argille omogenee
Perm. elevata	buona	cattiva	impermeabile

Valori di permeabilità della falda freatica del territorio lodigiano

In effetti i litotipi ghiaiosi e ghiaioso - sabbiosi presentano valori di permeabilità da buoni a medi all'aumentare delle granulometrie più fini. Nel comprensorio sono presenti un po' ovunque principalmente lungo le aree adiacenti al fiume Adda. Da segnalare invece che i depositi sabbiosi, sabbioso-limosi, limoso-argillosi e argillosi, che sono poi quelli più frequenti in tutto il territorio, hanno una permeabilità da media a bassa proporzionale all'aumentare della componente argillosa.