

**D.g.r 31 luglio 2019 – n. XI/2075**

**Preso d'atto del programma stralcio 2019 di interventi di mitigazione del rischio idrogeologico a cura del Ministero dell'ambiente. Del territorio e del mare ed approvazione del Programma Regionale 2019 – 2021 di interventi prioritari, strutturali e di manutenzione straordinaria, nelle aree a rischio idrogeologico molto elevato nonché conseguenti a calamità naturali a salvaguardia della pubblica incolumità**

Lavori di manutenzione urgente sponda colatore Muzza in prossimità ponte SP. 107 in Comune di San Martino in Strada

**PROGETTO DEFINITIVO**

# **RELAZIONE SPECIALISTICA GEOLOGICA - GEOTECNICA**

EDIZIONE: FEBBRAIO 2021

Il Responsabile Unico del  
Procedimento  
Dott. ing. Marco Chiesa

Il Progettista  
dott. ing. Marco Chiesa

**COLATORE MUZZA**

## LA GEOLOGIA TERRITORIALE

Il territorio del Consorzio bonifica Muzza-Bassa lodigiana è caratterizzato dal punto di vista litostratigrafico da una potente serie di depositi alluvionali pleistocenici-olocenici (periodo Quaternario).

La principale caratteristica che contraddistingue il sottosuolo comprensoriale è l'estrema variabilità che presentano le facies litografiche sia in senso verticale che orizzontale rispecchiando quindi condizioni ambientali di tipo continentale fluviale-fluvioglaciale.

I litotipi principali sono sabbioso-limosi, ghiaioso-sabbiosi, e, in misura minore, argillosi. In genere sono caratterizzati da una tessitura non costante nonché da una graduale diminuzione della granulometria mano mano che ci si sposta dalla zona Nord verso quella Sud del comprensorio.

Tra i litotipi più frequentemente presenti si elencano i seguenti:

- depositi ghiaiosi, sabbiosi, sabbioso-limosi attuali e recenti. Costituiscono i depositi alluvionali degli alvei abbandonati ed attivi oltre che i terrazzi morfologici immediatamente sottostanti il livello fondamentale della pianura. Sono localizzati in prossimità e lungo gli alvei dei fiumi che contornano il territorio lodigiano: Adda, Lambro e Po. I litotipi più grossolani sono ubicati lungo il corso settentrionale del fiume Adda. Altrove, in particolare avvicinandosi alla valle del Po, vengono invece a prevalere le granulometrie medio-fini. Caratteristica tipica è la graduale diminuzione delle dimensioni dei litotipi spostandosi verso la parte meridionale del comprensorio;
- depositi alluvionali argillosi d'ambiente palustre. Sono limitati ad aree piuttosto ristrette lungo il corso meridionale del fiume Adda;
- depositi alluvionali fluviali e fluvioglaciali caratterizzati da sabbie-ghiaiose, limi-sabbiosi, argille-limose ed argille. Costituiscono i litotipi predominanti lungo l'intero comprensorio e caratterizzano il livello fondamentale della pianura. In particolare, i litotipi sabbioso-ghiaioso prevalgono nel settore centro - settentrionale e sono caratterizzati da una discreta omogeneità e da una buona potenza. Lungo la maggior parte del comprensorio prevalgono invece i depositi limosi-sabbiosi e limosi. La

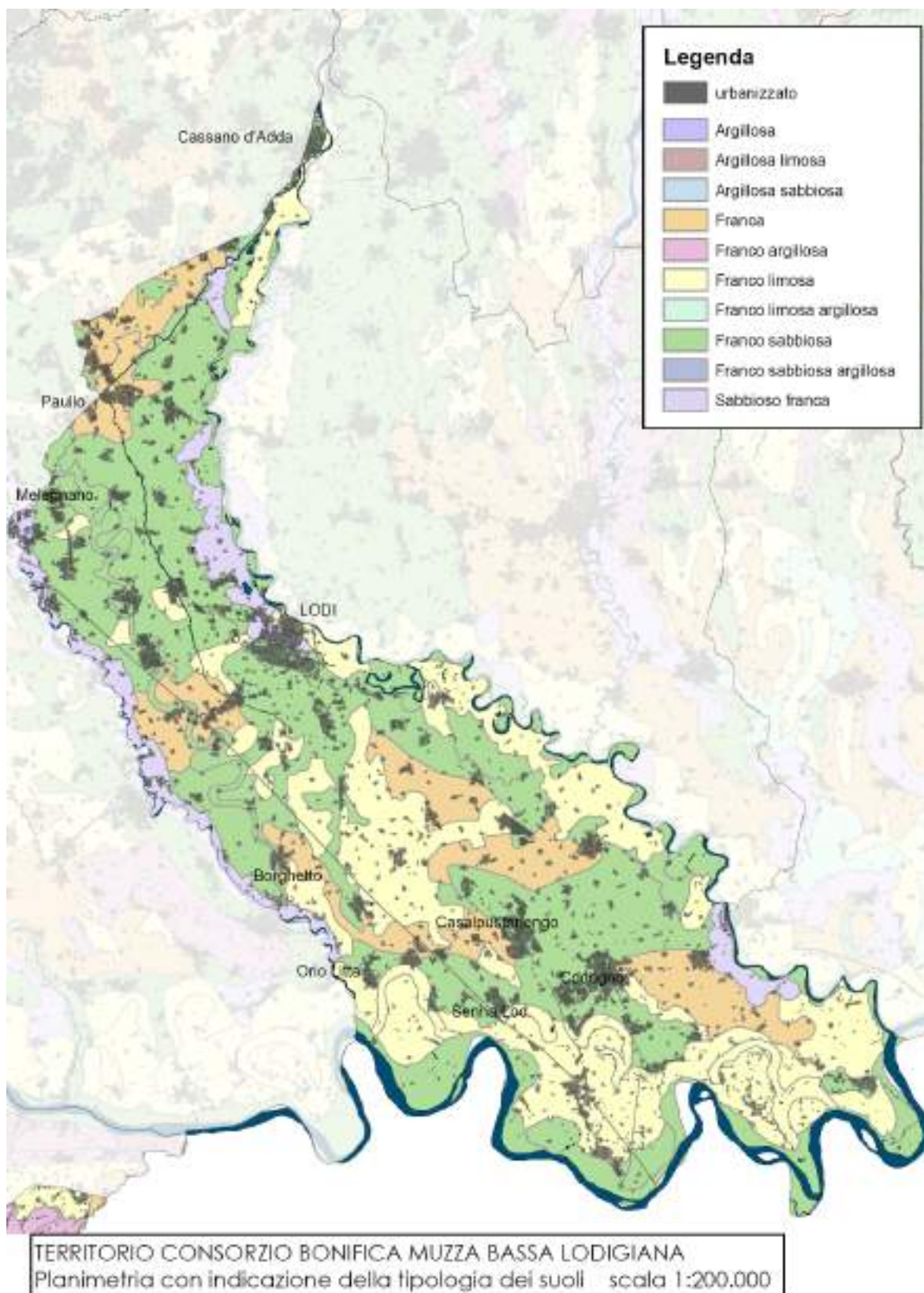
caratteristica fondamentale è l'estrema eterogeneità in senso verticale ed orizzontale, tipica di un ambiente continentale fluviale anastomizzato.

- Depositi alluvionali fluvioglaciali caratterizzati da un potente suolo d'alterazione argilloso di colore giallo-ocra. Rappresentano i litotipi più antichi presenti all'interno del comprensorio. Compaiono in aree molto limitate nel settore centro-meridionale.

L'intervento in progetto sul colatore Muzza, come già specificato nella relazione tecnica generale, si colloca nella parte centrale del comprensorio, (vedasi l'inquadramento territoriale di tavola 1).

La maglia è medio-grossolana, come descritto in precedenza corrisponde a un litotipo legato essenzialmente all'evoluzione morfologica degli alvei dei fiumi. Oltre ai depositi di tipo ghiaioso-sabbioso nella zona di intervento si incontrano anche litotipi di carattere argilloso.

Nella figura seguente sono riportate le litologie presenti nel comprensorio Muzza bassa lodigiana con particolare riferimento alla zona oggetto dell'intervento ubicata, come già descritto nella relazione tecnica generale, nella parte "centrale" del territorio lodigiano, nel comune di San Martino in Strada in Provincia di Lodi.



## LA IDROGEOLOGIA

Il territorio del comprensorio del Consorzio di 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, assicurando una importante connessione idrica tra acque superficiali e acque profonde.

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

Ovviamente lungo tutto il territorio nelle aree prospicienti i corsi d'acqua principali la direzione generale dei deflussi è influenzata localmente dalle interazioni che esistono tra livello d'acqua in canale e la quota piezometrica della falda, confinata o meno che sia.

Dagli studi effettuati sul piano Cave della Provincia di Lodi nell'anno 2003, si è individuata una soggiacenza della falda freatica nel territorio di interesse compresa tra i 2,5 metri e i 4 metri. Accertando che per la tipologia di interventi in progetto, che prevedono, tra le altre, la realizzazione di difese idrauliche in pietrame, da posarsi a secco, l'influenza dei fenomeni di interazione con il livello freatico restano marginali. Nel caso di condizioni idrometeorologiche avverse si provvederà con puntuali sistemi di aggotamento e smaltimento idrico.

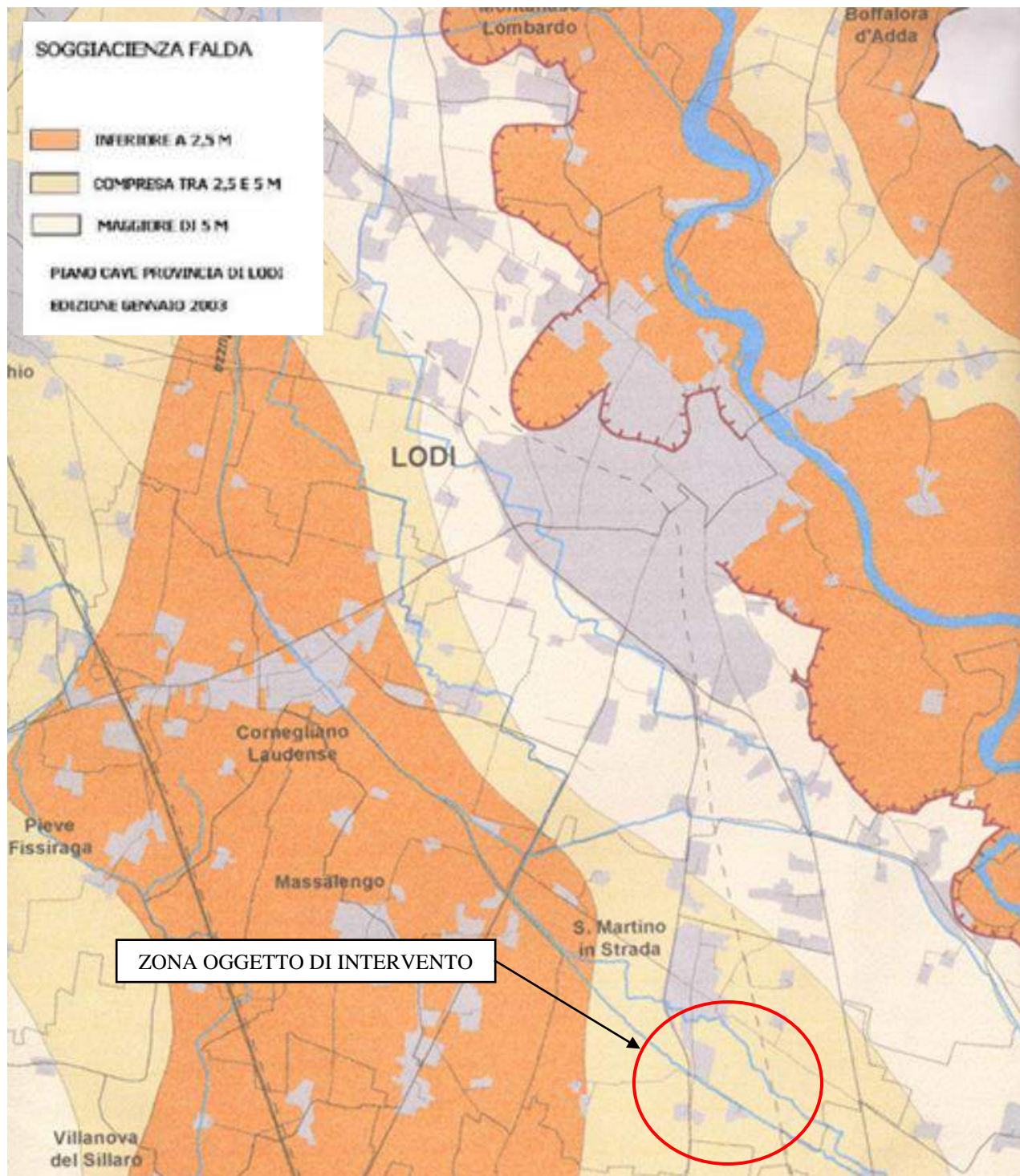
La falda freatica principale presenta dei valori di permeabilità che sono influenzati dalle caratteristiche litostratigrafiche dei depositi alluvionali (vedasi tabella a seguire).

### Valori di permeabilità della falda freatica del territorio lodigiano

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

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.

Nella figura seguente è riportata la soggiacenza della falda nel territorio del comprensorio Muzza bassa lodigiana con particolare riferimento alla zona oggetto dell'intervento.



## L'IDROLOGIA TERRITORIALE

Il comprensorio del Consorzio Muzza si sviluppa per più di 75.000 ettari nella pianura lombarda, in quella porzione di territorio racchiusa tra i fiumi Lambro (a ovest) Adda (a est) ed il Po (a sud): presenta aspetti idrologici ed idraulici che per densità idraulica, morfologia della rete e capillarità della distribuzione idrica, sono connotati da caratteristiche particolari, forse uniche. Caratterizzante è la netta separazione altimetrica tra la parte "alta" del territorio e la parte "bassa" costituita dalla valle del Po, distinte da una differenza media in quota di circa 10 metri.

Il Consorzio Bonifica Muzza Bassa Lodigiana gestisce questo territorio, in applicazione alla Legge Regionale n° 31/2008 provvedendo alla gestione, manutenzione ed esecuzione delle opere pubbliche di bonifica ed in generale al "governo delle acque" e a tutte le relative connessioni che lo stesso comporta.

Il sistema idrico comprensoriale può essere suddiviso, per le diverse caratteristiche di approvvigionamento, adduzione e distribuzione, in due zone corrispondenti alla parte "alta" e "bassa" del territorio, che, come sopra indicato, sono morfologicamente distinte dal "gradone morfologico" delimitante il paleo alveo del fiume Po.

Il bassopiano è il classico territorio di bonifica, di recente costituzione, con la stragrande maggioranza dei terreni che soggiacciono ai livelli di piena (anche di 10 metri) o di cosiddetta "morbida" dei fiumi limitrofi, ragione per la quale, per garantirne la sicurezza idraulica, occorre frequentemente azionare gli impianti idrovori dislocati sul territorio, ciascuno dei quali sottende un proprio bacino di drenaggio.

La parte alta del comprensorio, è invece il tipico territorio di antica irrigazione, che utilizza le acque del Canale Muzza e le distribuisce attraverso una fitta rete di canali che sottendono una superficie agraria irrigua particolarmente pregiata di oltre 50.000 ettari. L'esercizio della rete irrigua della parte alta avviene attraverso una rete di canali organizzati in ordine gerarchico che vede, partendo dal canale Muzza, più sottolivelli ordinati in modo decrescente di derivazione (primo, secondo ordine e così via) tutti di competenza consortile, fino al completamento locale, poderale e interpoderale della distribuzione, che avviene con canali privati aziendali o interaziendali. Nel seguito si riporta una sintetica



descrizione del colatore Muzza al fine di una migliore definizione nell'ambito degli interventi previsti.

### **Il colatore Muzza: caratteristiche e funzionalità**

Il colatore Muzza, si origina al così detto manufatto "terminale" di Tripoli, in comune di Massalengo, ovvero, il nodo idraulico tramite cui si esaurisce la funzione distributiva dell'omonimo canale ed avviene la regolazione delle eccedenze idrauliche: di esercizio ma in particolare di controllo delle piene.

Dal quel punto, in corrispondenza del ponte della s.p. n° 23 Lodi-S.Colombano, il colatore si sviluppa per circa 20 Km con direzione generale sud-est, sfociando lungo la sponda lodigiana del fiume Adda, in comune di Castiglione, poco a monte del nucleo urbano del paese. All'interno di due precise linee direzionali, est-sudest (tratte iniziale e finale) e sud-sudest (tratta intermedia), l'andamento è molto irregolare con parti fortemente meandrici. L'alveo, infatti, specialmente tra l'intersezione con le strade ss n°9 e la sp n°23, si presenta con sviluppo lineare. L'alveo scavato, quello che per intenderci è più o meno sempre occupato dai deflussi, ha una sezione relativamente costante, il profilo liquido libero è infatti variabile da 20 a 25m. Morfologicamente la sezione trasversale è sempre in trincea rispetto al piano delle terre di riviera con differenza depressionaria che varia da 2 a 7 m circa. La pendenza si differenzia da tratta a tratta mantenendosi comunque <0,03%. Significativi sono i quattro salti di fondo: ponte canale Turana (~1,50m), Colombina (~4,50m), Biraghina (~4,50m), e cascina Taccagna (~1,50m). Una peculiarità del corso d'acqua è la presenza di una pseudo area di golena, rappresentata da superfici laterali più o meno ampie dove è presente una fitta vegetazione spontanea. Detta golena, che in alcuni punti raggiunge e supera tra gli apici opposti distanze di 120m, può essere definita o dal dislivello tra l'alveo scavato ed i piani limitrofi del corso d'acqua, ovvero, come nel caso del tratto parallelo alla sp.26, come sviluppo delle ampie rive che segnano il collegamento tra il fondo molto depresso ed il profilo delle campagne limitrofe alle rive stesse. Dal punto di vista idraulico, la peculiarità del colatore è di non aver un bacino tributario proprio. Se si esclude infatti una trascurabile superficie di riviera, il contributo idraulico risulta essere tutto di provenienza indiretta, ovvero, generato dallo scarico di regolazione dei numerosi canali artificiali (primo fra tutti il Muzza) e dall'immissione dei pochi corsi d'acqua naturali (primo fra tutti il Valguercia). La portata presente, per natura

propria e funzionalità del colatore, è fortemente variabile. Detta variabilità si rappresenta in un'alternanza tra un minimo di 2,00 m<sup>3</sup>/s ed un massimo di 25-30,00 m<sup>3</sup>/s, portata quest'ultima che si manifesta nei periodi di piena con tempo di ritorno pari a 100 anni. Si può ragionevolmente affermare che, mediamente, anche contando su una imprecisata, comunque, apprezzabile presenza di acque risorgive ed affioranti per filtrazione, la portata sia di ~4,00 m<sup>3</sup>/s.

Da un punto di vista sotterraneo i profili dell'acquifero nello specifico potrebbero interferire con l'esecuzione dei lavori, in quanto le escursioni della falda nella zona potrebbero interessare i piani di lavoro. In caso di condizioni meteorologiche sfavorevoli, soprattutto in occasione della posa delle berme di fondazione delle difese in pietrame, si provvederà puntualmente, con idonei mezzi, all'evacuazione dell'eccesso idrico. Gli elementi che, sotto l'aspetto idrologico, potenzialmente interferiscono con le opere da eseguire sono infatti il clima e le condizioni meteorologiche (prioritariamente le manifestazioni pluviali), che vengono monitorati in continuo attraverso le stazioni termo - pluviometriche di Lodi e Codogno, distanti solo pochi km dai luoghi in cui si prevedono di eseguire le opere.