

MI-E-799 INTERVENTO PER L'ELIMINAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO NELL'ABITATO DI BIRINGHELLO IN COMUNE DI RHO

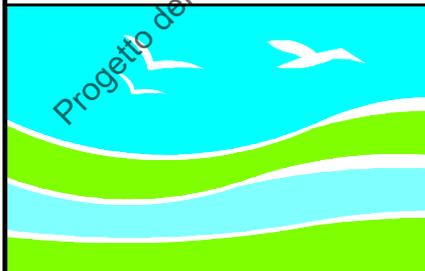
PROGETTO DEFINITIVO

R01 – RELAZIONE GENERALE

PROGETTISTA:
 DOTT. ING.
FULVIO BERNABEI



GRUPPO DI LAVORO:
 DOTT. ING. **STEFANO ADAMI**
 DOTT. ING. **LORENZO BENINCASA STAGNI**
 DOTT. ING. **ALBERTO MELODIA**



DIZETA INGEGNERIA

STUDIO ASSOCIATO

Via Bassini, 19 – 20133 MILANO Tel. 02-70600125
 amministrazione@dizetaingegneria.it Fax 02-70600014

DATA		GIUGNO 2022	
COMMESSA N°	003/2020		REDATTO
CODICE COMMESSA	ESBOZZENTERHO		CONTROLLATO
NOME FILE	R01		APPROVATO BERNABEI

Mod. 7.3 F – Rev. 01	REV.	DATA	DESCRIZIONE MODIFICA	REDATTO	CONTR.	APPR.

INDICE

1	Premessa	3
3	Inquadramento generale	6
3.1	Il torrente Bozzente	6
3.2	Il fiume Olona	10
3.3	Il sistema fognario comunale di Rho	11
3.4	La vasca di Nerviano	13
3.5	Allagamenti storici e problematiche locali	15
3.6	Pianificazione degli interventi sull'asta del Bozzente a medio termine	21
4	Documenti e studi pregressi	23
5	Descrizione degli interventi in progetto	25
5.1	Adeguamento del nodo deviatore in Olona	27
5.2	Manutenzione straordinaria deviatore in Olona	32
5.3	Manufatto di collegamento Nodo deviatore in Olona- Vasca A	34
5.4	Area di laminazione A	38
5.5	Manufatto di collegamento tra aree di laminazione A e B	41
5.6	Area di laminazione B	43
5.7	Manufatto di scarico dell'area di laminazione B nel deviatore in Olona	45
5.8	Sistemazione esterna e viabilità di progetto	47
6	Analisi idrologico e idrauliche	49
6.1	Idrologia	49
6.2	Idraulica	50
7	Impatto ambientale e paesistico	51
8	Studio delle interferenze	52

9 Conclusioni	53
10 Elenco elaborati	54

Progetto definitivo approvato da AIPO in data 15/06/2022 soggetto a modifiche e ulteriori approfondimenti nei successivi step progettuali

1 Premessa

Il presente documento costituisce relazione tecnica del progetto definitivo che ha lo scopo di dare risposta alla domanda di sicurezza idraulica che l'abitato di Rho necessita nei confronti dei frequenti fenomeni alluvionali prodotti dal Torrente Bozzente.

All'interno del comprensorio urbanizzato, particolare attenzione in questo senso meritano:

1. il tratto tombinato di Bozzente nel tronco immediatamente a monte della confluenza in Olona (località Campagna Bastaia; via S. Martino) e nel precedente tronco subito a monte dell'attraversamento ferroviario, fino in prossimità di via Nino Bixio;
2. il tratto d'alveo in corrispondenza della frazione di Biringhello, situata a nord del territorio comunale, e precisamente il nodo idraulico (comunemente chiamato "la storta") in corrispondenza della presa del condotto scolmatore in Olona del Torrente Bozzente.

La capacità idraulica del nodo, valutata dall'Autorità di Bacino per il fiume Po nello "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua naturali e artificiali all'interno dell'ambito idrografico di pianura Lambro-Olona" (in seguito semplicemente definito "Studio Lambro-Olona") si presenta attualmente ampiamente inadeguata a convogliare per intero le portate di piena in arrivo da monte comprese tra i circa 18 m³/s per la piena decennale e i circa 22 m³/s per la piena secolare.

La portata derivabile dallo scolmatore è infatti, oggi stimabile in non più di 13-14 m³/s, mentre a valle della presa del deviatore è presente una paratoia, che ha la funzione di limitare il deflusso del Bozzente verso l'abitato di Rho a non più di circa 2 – 3 m³/s.

All'interno del centro abitato, infatti, il torrente è pressoché completamente tombinato, con una capacità di trasporto massima di circa 6 m³/s, appena sufficiente a garantire il deflusso delle immissioni provenienti dalle reti fognarie scolanti durante gli eventi meteorici di una certa intensità

Allo stato attuale, dunque, in occasione di piene anche non particolarmente rilevanti, le portate eccedenti la capacità del condotto deviatore, non potendo essere avviate lungo il corso naturale fino allo sbocco in Olona, dove come detto provocherebbero inaccettabili allagamenti, tracimano le sponde del nodo e si riversano nelle aree urbane e suburbane circostanti, interessando (come nella piena del 2010) le abitazioni e le attività commerciali dell'abitato di Biringhello, nonché la strada SS33 del Sempione. Per la definizione del presente progetto le analisi svolte hanno preso fila dal precedente "Studio di prefattibilità per l'eliminazione del rischio idraulico nell'abitato di Biringhello", redatto dagli scriventi nel 2015, nel quale era stato analizzato il rischio idraulico residuo nel territorio di Rho a seguito della realizzazione della vasca di Nerviano, ed erano stati individuati gli interventi necessari all'immediata eliminazione del suddetto rischio nel rispetto della pianificazione in essere. Nel dettaglio le attività del suddetto studio di prefattibilità erano state suddivise in tre fasi:

1. l'analisi del rischio idraulico residuo nel tratto di Bozzente ricadente nel territorio comunale di Rho, a seguito della costruzione della sopra richiamata vasca di laminazione di Nerviano;
2. l'analisi del rischio idraulico residuo nel tratto di Bozzente ricadente nel territorio comunale di Rho, a seguito dell'ipotetica realizzazione di tutti gli interventi previsti dall'Autorità di Bacino nello "Studio Lambro-Olona (assetto PAI);
3. l'eventuale individuazione di interventi locali in grado di eliminare il suddetto rischio residuo e nel contempo in grado di proporsi come parziali alternative all'assetto di progetto del corso d'acqua, pur nel rispetto della logica pianificatoria assunta nel PAI.

I risultati mostrarono che anche una volta ultimati tutti gli interventi di protezione idraulica pianificati nell'abitato di Biringhello permarrrebbe un rischio residuo, in quanto le portate in arrivo da monte eccederebbero la capacità dello scolmatore con conseguente fenomeni di esondazione. La soluzione individuata nello studio per raggiungere l'obiettivo di eliminare il rischio idraulico prevedeva sostanzialmente lo sfruttamento delle aree agricole immediatamente a valle del nodo di partenza dello scolmatore per la realizzazione di aree di laminazione controllata. Nel presente

documento si dà atto quindi di quanto svolto riportando dapprima l'inquadramento generale del corso d'acqua con particolare riferimento alle criticità nell'area di intervento procedendo poi con la descrizione degli interventi proposti e una sintetica descrizione delle attività specialistiche svolte per le quali si rimanda agli elaborati costituenti il progetto.

Progetto definitivo approvato da AIPO in data 15/06/2022 soggetto a modifiche e ulteriori approfondimenti nei successivi step progettuali

3 Inquadramento generale

La rete idrografica principale dell'area oggetto di indagine è costituita dal fiume Olona, che attraversa il territorio comunale a sud dell'abitato di Rho, e dai torrenti Lura (non oggetto del presente studio) e Bozzente, entrambi affluenti in sinistra dell'Olona. Il territorio comunale è anche attraversato dal Canale Scolmatore Nord Ovest, che proprio in comune di Rho riceve le portate di scolo del fiume Olona e del torrente Lura.

3.1 Il torrente Bozzente

Il torrente nasce dalla confluenza dei torrenti Antiga e Vairadiga in comune di Mozzate (CO), e si sviluppa quasi interamente a cielo aperto per circa 16 km fino all'abitato di Biringhello, in comune di Rho. Il bacino afferente al Bozzente in questa sezione è di circa 77 km².

L'attuale corso del torrente Bozzente è il risultato di numerosi ed incisivi interventi antropici succedutisi nel corso dei secoli, a partire sin dai primi anni del Seicento, periodo in cui fu realizzata la deviazione del torrente nell'alveo artificiale detto Cavo Borromeo, che da Cislago raggiunge i boschi ad ovest di Origgio.

L'ultimo intervento concluso in ordine di tempo risale agli anni '80, periodo in cui fu costruito il condotto scolmatore che da Biringhello devia parte delle portate in Olona, a valle del ponte della SP 229, al confine con i comuni di Pregnana Milanese e di Vanzago.

Il tracciato del deviatore è riportato nelle tavole allegate al presente studio.

L'opera di presa dello scolmatore (vedi Figura 1) è costituita da due bocche laterali non regolate (nella pratica funzionanti come stramazzi) di dimensioni 3,0 x 1,5 m circa, con fondo a circa 30 cm dal fondo alveo del Bozzente.

Il deviatore è costituito da uno scatolare interrato a sezione rettangolare 2,5 m x 2,0 m, lungo 1860 metri, con pendenza media del fondo inferiore al 2 per mille e quota dell'imbocco circa 3 m al di sotto del piano campagna; nel punto in cui sottopassa la

SS 33, il deviatore presenta un salto di fondo di 80 cm. L'imbocco dello scatolare è raccordato alla presa sul Bozzente mediante uno scivolo in cls largo 2,50 m.



Figura 1. Presa del deviatore del Bozzente in località Biringhella.



Figura 2. Imbocco del deviatore del Bozzente in località Biringhella.

La massima portata convogliabile dal deviatore, con funzionamento in pressione, non supera i 13 - 14 m³/s, anche in ragione di un raccordo tra alveo e deviatore idraulicamente non efficiente.

Al fine di garantire i tiranti idrici necessari a massimizzare le portate scolmate dal deviatore e di limitare il deflusso di piena diretto all'abitato di Rho, a valle della presa l'alveo si restringe, passando da una sezione rettangolare larga 5,0 m a una larga 2,0 m; in corrispondenza della strozzatura è inserita una paratoia manuale larga 2,0 m, la cui luce di apertura è mantenuta fissa a circa 0,30 m (Figura 3).



Figura 3. Paratoia a valle del deviatore del Bozzente.

Circa 1 km a monte della presa dello scolmatore, il Bozzente riceve lo scarico del sistema di drenaggio urbano di Lainate (vedi Figura 4) il cui contributo, alquanto rilevante (7,11 m³/s per tempi di ritorno di 10 anni, 9,40 m³/s per tempi di ritorno di 100 anni), non può ovviamente essere laminato dalla vasca di Nerviano, posta più a monte.



Figura 4. Scarico in Bozzente del sistema di drenaggio di Lainate.

A valle dello scolmatore il Bozzente prosegue a cielo aperto in comune di Rho per circa 1.600 metri, fino all'altezza di Corso Europa. Da qui in avanti, a partire dagli anni sessanta, il torrente ha subito diversi mutamenti di tracciato e allo stato attuale risulta completamente tombato per circa 1.400 metri, fino all'altezza di via Volta.

A valle di questo primo tratto coperto, il Bozzente riprende a scorrere a cielo aperto per circa 250 metri, per poi sottopassare la linea Milano-Torino delle Ferrovie dello Stato e proseguire il proprio corso tombinato per circa 800 metri, seguendo Via Magenta e via S. Martino fino allo sbocco in Olona.

Nel tratto a valle di Biringhello, il contributo naturale alla formazione del deflusso di piena risulta pressoché trascurabile, mentre risulta significativo l'apporto delle reti di drenaggio urbano di Rho, che da sole esauriscono la capacità di trasporto del torrente nei tratti tombinati (vedi paragrafo 3.3).

3.2 Il fiume Olona

Il Fiume Olona ha origine alle pendici dei monti a nord di Varese ad una quota di circa 1.000 m slm.

La parte nord del bacino, fino a Ponte Gurone, in comune di Malnate (superficie 95 km²), presenta caratteristiche tipicamente montane, mentre a valle di Ponte Gurone il territorio si fa via via pianeggiante e si hanno numerose immissioni di scarichi urbani, che durante gli eventi di pioggia costituiscono la componente di gran lunga maggioritaria degli afflussi in questo tratto.

La parte montana del bacino ha una forma a Y, dove il ramo occidentale è rappresentato dal bacino dell'Olona vero e proprio, mentre la parte orientale è costituita dai territori tributari del Torrente Bevera, del Torrente Clivio e del Rio Ranza. Nel ramo occidentale, il più urbanizzato dei due, ricadono gli abitati di Varese e di Induno Olona, mentre il ramo orientale è per la maggior parte costituito da terreno boschivo e agricolo.

A valle di Ponte Gurone, dove ha inizio il tratto pianeggiante, il bacino assume una forma molto stretta e allungata in direzione Nord-Sud, alternando zone densamente urbanizzate ad altre in cui permane una considerevole frazione di terreno agricolo e boschivo.

Fino all'attraversamento dell'autostrada A8 Milano-Varese, nei comuni di Marnate e Olgiate Olona, l'alveo fluviale è incassato in una valle e i centri abitati sono situati in posizione sopraelevata rispetto al corso del fiume. Lungo questo tratto si osserva la presenza di numerose industrie, in parte dismesse, collocate ai margini dell'alveo o direttamente attraversate dal fiume per consentire lo sfruttamento delle acque nei processi produttivi.

Oltrepassata l'autostrada, l'Olona attraversa i comuni di Castellanza e Legnano, territori fortemente urbanizzati all'interno dei quali l'alveo risulta tombinato per lunghi tratti. In questo tratto il fiume riceve inoltre la portata di scarico proveniente dai bacini di accumulo e disperdimento dei torrenti Rile e Tenore (10 m³/s).

A valle dell'abitato di Legnano, il fiume attraversa nuovamente aree agricole alternate ad aree urbane fino al confine del Comune di Rho, in corrispondenza del quale è posta

l'opera di scolmo delle piene denominata "Preso Olona 1", progettata per deviare (mediante il Ramo Olona) verso il canale scolmatore di Nord-Ovest una portata pari a 25 m³/s. Poco a monte della "Preso Olona 1" è localizzata l'immissione dello scolmatore del Bozzente di cui al paragrafo precedente (massima portata immessa: 14 m³/s). Una seconda presa dell'Olona denominata "Preso Olona 2", dimensionata per poter scaricare direttamente nel CSNO sino a 15 m³/s, è localizzata circa 3 km a valle della prima presa, a sud dell'abitato di Rho.

A valle della "Preso Olona 2" l'Olona sovrappassa il CSNO con un ponte canale e dopo circa 3 km raggiunge l'abitato di Pero, da cui prosegue completamente tombinato fino all'attraversamento del Naviglio Grande a Milano, oltre il quale il fiume torna a scorrere a cielo aperto con il nome di Lambro Meridionale. La massima portata compatibile con le canalizzazioni sotterranee all'interno di Milano risulta essere di 50-54 m³/s.

3.3 Il sistema fognario comunale di Rho

Le portate di scarico delle reti di drenaggio urbano in comune di Rho sono state ricostruite in base alle informazioni contenute nello studio denominato "*Consulenza idrologica ed idraulica volta alla riduzione del rischio di allagamenti provocati dal torrente Bozzente in comune di Rho*", redatto dalla società IDRO srl nel maggio 2003 per conto del Comune di Rho.

In base al suddetto studio, il sistema fognario di Rho risulta costituito da 21 reti, di cui 18 miste e 3 bianche; tutte le reti hanno come recapito corsi d'acqua superficiali, ad eccezione di 3 che sversano direttamente nel suolo o nel sottosuolo. Il torrente Bozzente riceve gli scarichi di tutta l'area ovest dell'abitato di Rho a monte della ferrovia, area avente un'estensione totale di circa 3 km². Nella tabella seguente sono evidenziate le caratteristiche degli scarichi delle 5 reti comunali afferenti al Bozzente.

Codice scarico dato dal PRRA	Punto di immissione	Superficie servita (ha)	Sezione condotto di scarico	Dimensione condotta di scarico (cm)
Scarico 1	Via S. Carlo	74	circolare	50
Scarico 2	Via Bettinetti	4	circolare	40
Scarico 3	Via Castellazzo	3	circolare	50
Scarico 4	Via Nino Bixio	43	circolare	40
Scarico 6	Tratto a cielo aperto appena a monte della ferrovia	180	rettangolare	205 x 110

Tabella 1. Caratteristiche principali degli scarichi in comune di Rho afferenti al torrente Bozzente (da “Consulenza idrologica ed idraulica volta alla riduzione del rischio di allagamenti provocati dal torrente Bozzente in comune di Rho”, IDRO srl, maggio 2003).

Agli scarichi sopraelencati si aggiungono inoltre due scarichi provenienti da aziende private.

Il primo condotto fognario (scarico 5), con punto di immissione localizzato in Via Nino Bixio, ha forma circolare e diametro pari a 50 cm. Il secondo (scarico 7) si allaccia in destra idrografica del torrente Bozzente nel tratto tombinato di Via S. Martino; di esso non si conoscono né la forma, né le dimensioni, ma è noto che in una relazione del genio civile relativa alla copertura del torrente Bozzente in Rho, risalente al 1965, la portata proveniente da questo scarico è stata quantificata in 1 m³/s.

Sulla base delle dimensioni delle condotte di scarico, ipotizzando una pendenza delle stesse pari a quella del Bozzente nel punto di immissione, lo studio di riferimento quantifica la massima portata scaricata in Bozzente dal bacino urbano di Rho in 5,8 m³/s (a fronte di una portata idrologica di 13,5 m³/s per tempo di ritorno 10 anni), ripartiti come indicato in Tabella 2.

Codice scarico dato dal PRRA	Punto di immissione	Tipologia condotto di scarico	Dimensione condotta di scarico (cm)	Portata massima scaricata (mc/s)
Scarico 1	Via S. Carlo	circolare	50	0,2
Scarico 2	Via Bettinetti	circolare	40	0,1
Scarico 3	Via Castellazzo	circolare	50	0,2
Scarico 4	Via Nino Bixio	circolare	40	0,1
Scarico 5	Via Nino Bixio	circolare	50	0,2
Scarico 6	Tratto a cielo aperto appena a monte della ferrovia	rettangolare	205 x 110	4,0
Scarico 7	Via S.Martino	?	?	?

Tabella 2. Stima delle massime portate scaricate dalle reti fognarie comunali di Rho (da "Consulenza idrologica ed idraulica volta alla riduzione del rischio di allagamenti provocati dal torrente Bozzente in comune di Rho", IDRO srl, maggio 2003).

3.4 La vasca di Nerviano

L'area di laminazione (vedi Figura 5) è suddivisa in due comparti: il comparto sinistro (comparto 1) ha una superficie di circa 25.000 m² e fondo a quota 176,15 m slm, mentre il comparto destro (comparto 2) occupa un'area complessiva di circa 164.500 m² ed è modellato in 3 zone a quota di fondo differenziata (176,15, 176,50 e 177,00 m.slm). I comparti sono stati realizzati in parte per abbassamento del piano campagna attuale, in parte mediante perimetrazione con argini, la cui quota di sommità è pari a 181,50 m slm.

Le portate in uscita dalla vasca sono regolate mediante un manufatto di sbarramento in alveo, con bocca rettangolare tarata di dimensioni 2,00 m x 3,60 m, dotata di paratoia a settore; la portata di regolazione (in assenza della costruzione della vasca di laminazione di Uboldo) è prevista pari a **17,75 m³/s**, mentre la quota di massima regolazione sarà pari a 180,50 m slm.

Al manufatto regolatore convergono anche gli scarichi di vuotamento dei due comparti, di dimensioni 0,80 x 0,80 m, dotati di clapet.

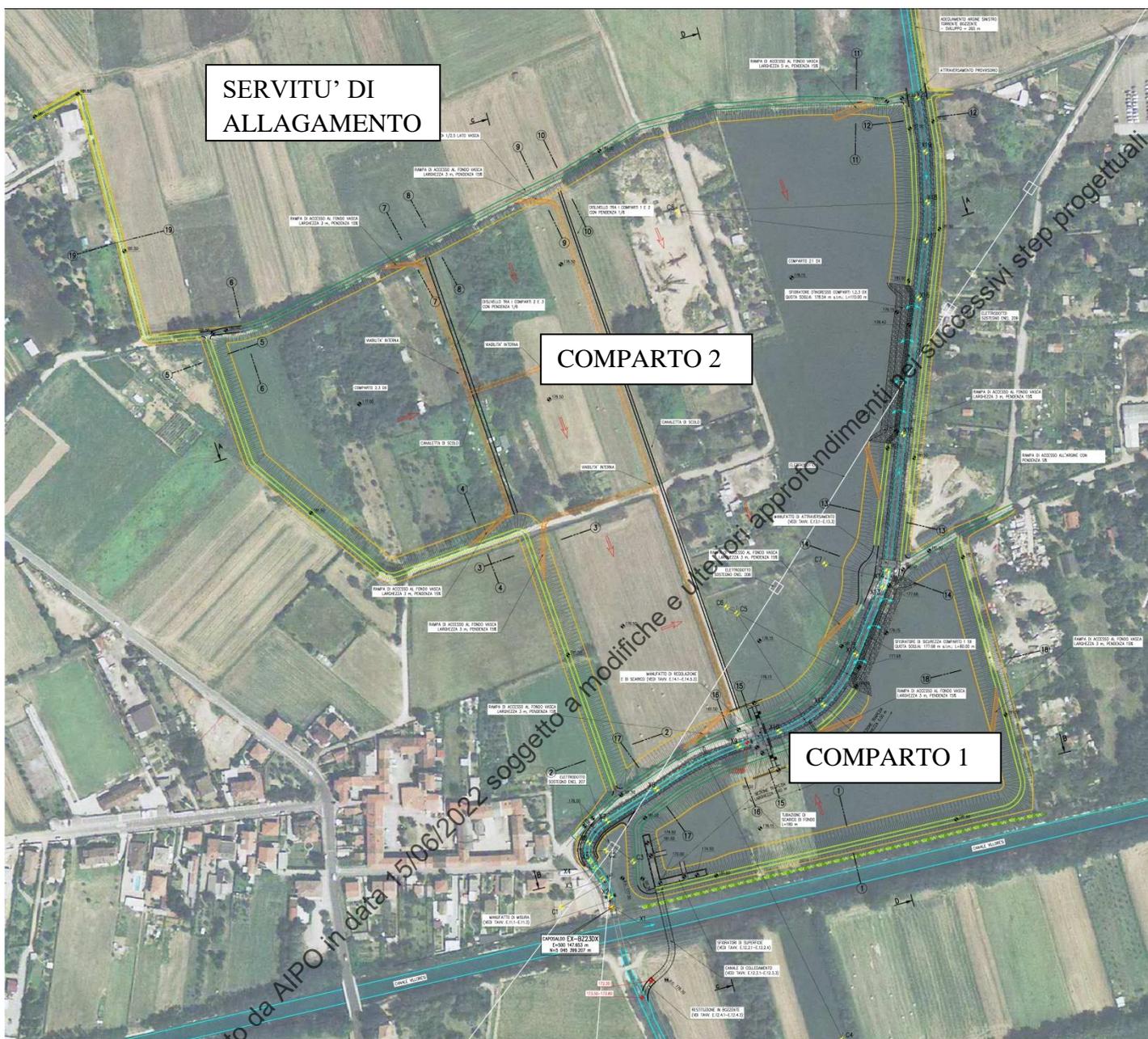


Figura 5. Planimetria vasca di Nerviano.

Il riempimento dei comparti avviene attraverso due sfioratori laterali realizzati con scivoli a bassa pendenza in pietrame sciolto, con quota di sfioro 177,68 m slm per il comparto 1 e 178,43 m slm per il comparto 2; le lunghezze degli sfioratori sono pari a 80 m per il comparto 1 e 110 m per il comparto 2.

Il comparto 1 è inoltre dotato di uno sfioro di sicurezza in c.a. con pianta a L, costituito da un profilo Creager della lunghezza di 66 m e quota del ciglio 180,50 m slm; il

manufatto è collegato ad un canale in c.a. con sezione rettangolare 2,50 m x 4,50 m, sottopassante il Canale Villorosi, per la restituzione nell'alveo del Bozzente delle portate sfiorate.

L'opera prevede infine la servitù temporanea di allagamento in alcune aree agricole poste a nord del comparto 2 per il periodo transitorio occorrente alla realizzazione dell'assetto di progetto dell'intera asta del torrente Bozzente; la aree sono delimitate da arginature minimali, con sommità pari a 181,50 m s.l.m. onde evitare possibili aggiramenti.

3.5 Allagamenti storici e problematiche locali

Dalla consultazione degli studi idraulici pregressi risulta che i principali eventi calamitosi che hanno interessato il torrente Bozzente hanno avuto luogo negli anni 1880, 1917, 1951, 1976, 1996, 2002, 2009 e 2010.

Nella Provincia di Como, a nord di Mozzate, non si registrano situazioni critiche, ad esclusione di alcuni localizzati fenomeni di erosione delle sponde, mentre a sud di Mozzate gli ultimi allagamenti si sono verificati negli anni 1977-78.

Straripamenti si sono registrati in Provincia di Varese, lungo il Cavo Borromeo (il tratto di alveo artificiale costruito nei primi anni del Seicento per deviare il torrente da Cislago fino alle aree di spagliamento ai confini di Gerenzano, Uboldo e Origgio), in corrispondenza dei ponti stradali e sulla ferrovia Saronno-Busto Arsizio.

In tempi recenti, nel tratto rettilineo del Cavo Borromeo a ovest di Uboldo ed Origgio è stato effettuato un abbassamento dell'alveo, portando la sezione trasversale da 1-1,5 m² a 5-6 m². L'ultima esondazione importante, in questo tratto, è avvenuta negli anni 1977-78 nella zona compresa tra la strada provinciale Origgio - Cantalupo e le autostrade A8 Milano-Varese e A9 Milano-Como, con danni alla Cascina Maestrona; all'epoca, il sottopasso autostradale rappresentava infatti una strozzatura, che nei secoli passati fungeva solo da scolmatore delle zone di spandimento nei boschi di Gerenzano, Uboldo ed Origgio.

A seguito di ripetute interruzioni delle due autostrade per allagamenti dovuti alla suddetta inefficienza idraulica, ai primi di gennaio del 1996 la società Autostrade ha

provveduto ad eseguire un nuovo sottopasso autostradale con un canale di collegamento di maggiori dimensioni, per cui le acque di piena sono attualmente convogliate tutte a valle, con conseguente aumento degli episodi di allagamento a Villanova (in corrispondenza dell'attraversamento del Canale Villoresi) ed a Rho.

In particolare, come anticipato in premessa, frequenti allagamenti si sono verificati in località Biringhello, in corrispondenza dello scolmatore che devia parte delle portate del Bozzente nell'Olon. Infatti, in occasione di eventi pluviometrici particolarmente intensi, le acque provenienti dal bacino di monte, non potendo né essere smaltite tramite lo scolmatore, né defluire a valle tramite la luce della paratoia, tracimano le sponde del torrente, dando luogo ad allagamenti nelle aree circostanti che in alcune occasioni sono giunti ad interessare l'abitato di Biringhello (vedi Figura 6); la tracimazione e l'aggiramento della paratoia provocano inoltre un deflusso verso valle notevolmente superiore rispetto a quello che si avrebbe attraverso la sola luce della paratoia, sovraccaricando così l'alveo tombinato nell'abitato di Rho. Il problema è ulteriormente aggravato dai frequenti intasamenti della paratoia e dell'imbocco del deviatore, che richiedono una presenza in loco costante di uomini e mezzi durante le emergenze.

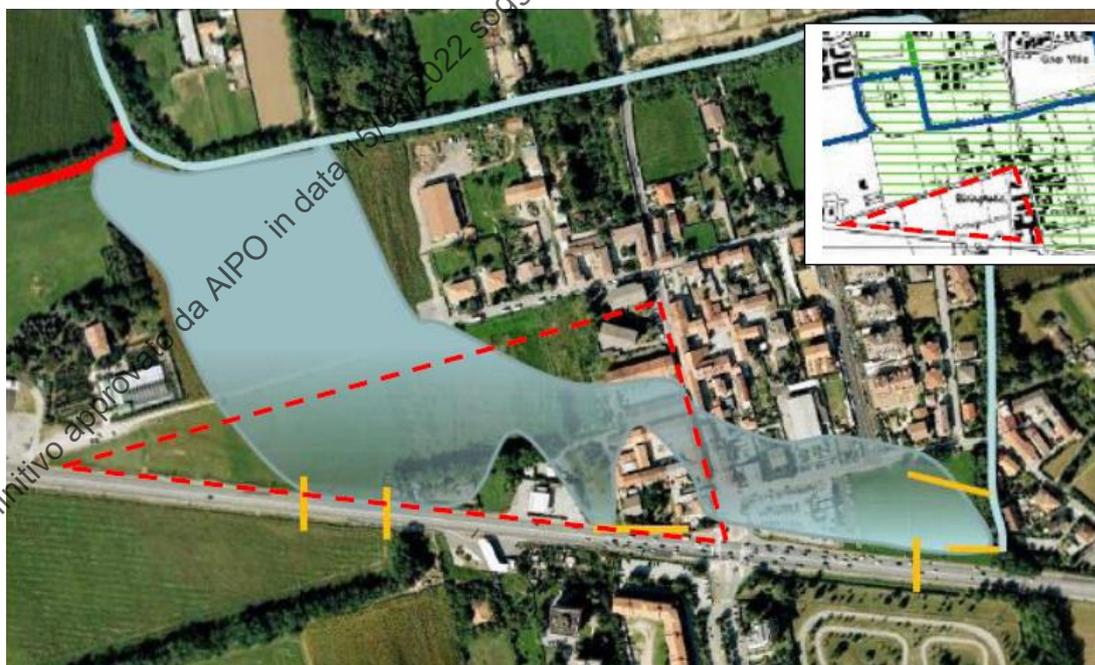


Figura 6. Ricostruzione dell'esondazione del Bozzente a Biringhello nel 2010 (progetto esecutivo dei “Lavori di realizzazione della vasca di laminazione lungo il torrente Bozzente in comune di Nerviano (MI)” AIPO, 2014).

Nel corso dell'evento del novembre 2002, gli allagamenti hanno interessato anche il tratto immediatamente a monte della ferrovia Milano-Rho.

Come già detto, a valle della ferrovia il Bozzente scorre in una tombinatura di forma rettangolare, dimensionata per convogliare portate massime di $6 \text{ m}^3/\text{s}$. Durante eventi pluviometrici molto intensi la tombinatura risulta pertanto insufficiente a convogliare le portate provenienti dal bacino di monte (a cui si aggiungono i contributi urbani dei diversi comuni attraversati dal Bozzente), nonostante la presenza dello scolmatore. La situazione è notevolmente aggravata quando anche i livelli dell'Olonca risultano elevati; alla sezione di sbocco del Bozzente in Olona lo scolare ha infatti forma rettangolare, di larghezza pari a 1.95 m e altezza pari a 1.67 m, e quota di fondo di soli 25 cm più alta rispetto al fondo dell'Olonca. Al crescere del livello nell'Olonca, la portata che il Bozzente riesce a scaricare decresce dunque progressivamente fino alla condizione limite di inversione del moto, in cui l'Olonca "risale" lungo il Bozzente.



Figura 7. Allagamenti lungo via S. Martino a Rho durante l'evento del 27-04-2009 (da "Studio di fattibilità per l'adeguamento dello scolmatore sul torrente Bozzente in località Biringhella in comune di Rho", IDRO srl, maggio 2009).

Dall'analisi del progetto esecutivo dei “Lavori di realizzazione della vasca di laminazione lungo il torrente Bozzente in comune di Nerviano (MI)” (AIPO, 2014), si evince poi che nel tratto compreso tra la vasca di Nerviano e l'inizio del tratto tombinato nell'abitato di Rho sono presenti numerose criticità idrauliche locali determinate dall'inadeguatezza dei manufatti di attraversamento; come mostrato in Tabella 3, tali criticità si manifestano anche per portate alquanto modeste.

sezione AdBPo	portata (m ³ /s)							
	3	6	9	12	15	18	21	24
17							C	C
16			A	B	B	B	B	B
15					B	B	B	B
14								
12								
11				A	A	A	A	A
9.1						C	C	C
8		A	A	C	C	C	C	C
7								
6				A	A	A	C	C
5				A	A	A	C	C
4							C	C
3	A	B	B	B	C	C	C	C
2.1	B	B	B	B	B	B	B	B
A: deflusso in pressione; B: sormonto dell'attraversamento; C: esondazione.								

Tabella 3. Criticità a valle della vasca di Nerviano legate ai manufatti e alla geometria dell'alveo (progetto esecutivo dei “Lavori di realizzazione della vasca di laminazione lungo il torrente Bozzente in comune di Nerviano (MI)” AIPO, 2014).

Per completare il quadro sopra rappresentato, si evidenzia inoltre che in fase di sopralluogo è stato rilevato uno stato di degrado generale dell'alveo, soprattutto nel tratto a valle del deviatore, con tratti di recinzioni resi pericolanti dall'azione erosiva

delle piene (vedi Figura 8 e Figura 9), e accumuli di rifiuti e materiale vegetale in alveo e sulle sponde (vedi Figura 10).



Figura 8. Muro di recinzione pericolante in frodo al torrente in località Biringhella.



Figura 9. Segni di scalzamento al piede delle recinzioni in fondo al torrente in località Biringhello.



Figura 10. Materiale vegetale e rifiuti in alveo a monte della ferrovia.

3.6 Pianificazione degli interventi sull'asta del Bozzente a medio termine

La pianificazione delle opere previste per l'eliminazione nel medio termine delle fondamentali problematiche idrauliche lungo l'asta del torrente Bozzante è stata definita nel già citato *Studio Lambro-Olona*.

È bene sottolineare che gli interventi pianificati dall'Autorità di Bacino non si prefiggono di risolvere ogni criticità idraulica, ma hanno piuttosto lo scopo di eliminare i fenomeni di allagamento nelle aree a domanda di sicurezza elevata (vedi ad esempio le aree urbane dell'abitato di Rho), mantenendo ove necessario fasce allagabili, in aree aventi invece domanda di sicurezza moderata.

A questo scopo, lo *Studio Lambro-Olona* prevedeva originariamente i seguenti interventi:

- 1. vasca di laminazione nella Cava Fusi, tra i comuni di Uboldo e Gerenzano;**
2. vasca di laminazione nel comune di Nerviano, a valle dell'intersezione con il canale Villoresi, progettata nell'ambito dello "*Studio idrologico-idraulico; progettazione preliminare ed esecutiva per la sistemazione del Torrente Bozzente*", redatto dal Centro Studi Progetti S.p.A. per conto del Servizio difesa del suolo e gestione delle acque pubbliche della Direzione Generale Opere Pubbliche e Protezione Civile della Regione Lombardia (anno 1997);
3. adeguamento del sifone di attraversamento del Canale Villoresi, la cui sezione costituisce un importante limitatore verso valle della portata in arrivo (causa per altro di importanti allagamenti della frazione di Villanova di Nerviano);
- 4. adeguamento ai limiti previsti dal Piano Regionale di Risanamento delle Acque dello scarico della rete fognaria di Lainate, pari ad un valore limite di circa 3 m³/s;**
- 5. chiusura della paratoia di Biringhella;**
6. adeguamento ai limiti previsti dal Piano Regionale di Risanamento delle Acque dello scarico della rete fognaria di Rho, pari ad un valore limite di circa 4 m³/s.

Dal momento che analisi idrologiche successive hanno mostrato che la capacità minima della vasca di Nerviano doveva essere superiore a 550.000 m³ (a fronte di una

invaso previsto dal progetto C.S.P. S.p.A. di 460.000 m³), e stante il pronunciamento del Comune di Nerviano avverso alle previsioni dello Studio di fattibilità relative al posizionamento dell'opera, motivato dal notevole impatto dell'intervento sulle attività agricole presenti e dall'inefficacia nel controllare le esondazioni nell'abitato di Villanova, il progetto originario della vasca di Nerviano è stato interamente rivisto.

La revisione del progetto ha riguardato anche la collocazione dell'opera, che da sud è stata spostata a nord dell'intersezione con il canale Villoresi.

Pur mantenendone inalterata l'impostazione generale, tale variazione ha avuto di fatto un impatto sulla pianificazione originaria delle opere, in quanto ha reso del tutto superfluo l'adeguamento del sifone di attraversamento del canale; la nuova collocazione della vasca a monte del canale Villoresi consente infatti di avere a valle dell'opera portate sempre compatibili con la sezione di deflusso attuale del sifone.

La necessità di realizzare una seconda vasca a monte di Nerviano nasce dalla constatazione che i volumi di invasore reperibili a Nerviano sono sufficienti a garantire la protezione degli abitati a valle solo in caso di eventi con tempo di ritorno di 10 anni, e che un adeguato livello di sicurezza anche per eventi con tempo di ritorno di 100 anni potrebbe essere garantito solo abbattendo il volume dell'onda di piena in arrivo a Nerviano.

Una possibile opzione avrebbe potuto essere il mantenimento delle aree di esondazione storiche all'interno dei boschi di Uboldo e Gerenzano. Tali aree, a causa della morfologia prevalentemente pianeggiante del territorio, non garantirebbero tuttavia un'adeguata laminazione delle piene, anche a causa degli accresciuti volumi di piena determinati dall'eccessiva antropizzazione.

Dalle modellazioni contenute nello *Studio Lambro-Olona* risulta che, per tempo di ritorno 100 anni, gli allagamenti interesserebbero aree ben più ampie di quella boschiva, raggiungendo anche diverse abitazioni. Pertanto non è possibile ottenere un abbattimento dei volumi di piena mediante la sola laminazione naturale all'interno dei boschi di Uboldo, senza eseguire interventi antropici per il controllo delle esondazioni stesse.

Per quanto riguarda le criticità idrauliche nell'abitato di Rho, lo Studio Lambro-Olona non inserisce espressamente nella pianificazione degli interventi sull'asta del Bozzente misure volte a consentire il deflusso in sicurezza degli scarichi di Rho in Olona ed a

impedire il rigurgito dell'Olona nella tombinatura, in quanto una volta azzerata la portata defluente a valle della paratoia a Biringhella, il tratto di torrente che attraversa Rho sarà alimentato dai soli scarichi comunali, e verrà pertanto declassato a fognatura; tuttavia, nella descrizione dell'assetto di progetto dell'Olona, sono indicati interventi per la riduzione delle immissioni nel Bozzente ad un massimo di 4 m³/s e la realizzazione di un impianto di sollevamento per lo scarico in Olona (ipotesi approfondita nello studio IDRO srl del maggio 2003).

Il Progetto di Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni redatto dall'Autorità di Bacino ai sensi del D.Lgs. n. 49/10 e della Direttiva 2007/60/CE ha confermato le misure di prevenzione e protezione, strutturali e non, previste dal PAI (Parte III, Sezione A, Cap. 9).

4 Documenti e studi pregressi

Nello svolgimento delle attività si è fatto riferimento ai dati topografici, idrologici e idraulici contenuti nello “*Studio Lambro – Olona*” (Autorità di Bacino del Po, 2004) ed al progetto esecutivo dei “*Lavori di realizzazione della vasca di laminazione lungo il torrente Bozzente in comune di Nerviano (MI)*” (AIPO, 2014). Tali dati sono stati integrati e validati con le informazioni rilevate nel corso di sopralluoghi e con quelle desumibili da altri studi e progetti pregressi, in particolare:

1. “*Progetto per copertura del torrente Bozzente in Rho*”, Comune di Rho, 1965;
2. “*Consulenza idrologica ed idraulica volta alla riduzione del rischio di allagamenti provocati dal torrente Bozzente in comune di Rho*”, IDRO srl, maggio 2003;
3. “*Studio di fattibilità per l'adeguamento dello scolmatore sul torrente Bozzente in località Biringhella in comune di Rho*”, IDRO srl, maggio 2009;
4. Progetto preliminare per “*Interventi di riordino idraulico e riqualificazione del fiume Olona nel tratto urbano Rho (Lucernate) - Pero*”, ETATEC srl, giugno 2013;
5. Video ispezione e rilievo topografico del canale deviatore (Vedi R03. Piano delle indagini-geologico-geotecniche e strutturali).

Nell'ambito del presente progetto per il dimensionamento e la verifica delle opere si è quindi proceduto con l'aggiornamento delle analisi idrologiche e idrauliche sulla base di dati più aggiornati, in particolare relativamente allo stato di consistenza del canale deviatore.

Progetto definitivo approvato da AIPO in data 15/06/2022 soggetto a modifiche e ulteriori approfondimenti nei successivi step progettuali

5 Descrizione degli interventi in progetto

Gli interventi delineati all'interno del presente progetto definitivo, atti all'eliminazione del rischio idraulico nel centro abitato di Biringhella in comune di Rho, sono descritti nel presente paragrafo, con l'ausilio di estratti grafici delle tavole di progetto, a cui si rimanda per una completa comprensione.

Le opere in progetto sono state suddivise in 8 interventi principali che racchiudono la totalità delle lavorazioni previste.

Nella figura seguente si riporta un estratto planimetrico di progetto di inquadramento, con l'indicazione degli interventi previsti.

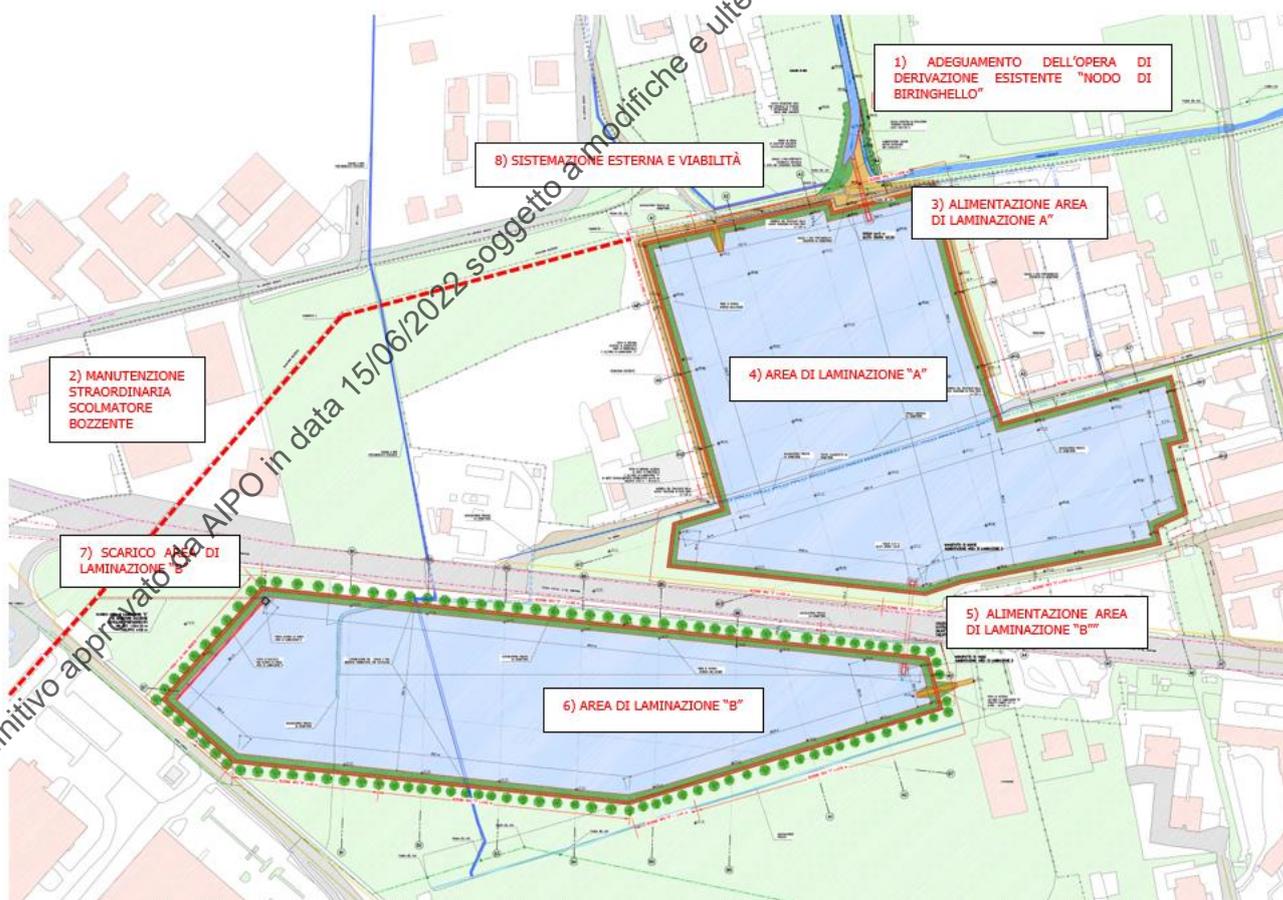


Figura 11 - estratto planimetrico degli interventi in progetto: keymap

Gli allagamenti riscontrati nel passato dovuti alla limitata capacità di deflusso del torrente Bozzente, unitamente al suo scolmatore, hanno portato alla definizione della soluzione progettuale che prevede la realizzazione di un sistema di laminazione costituito da due vasche, localizzate immediatamente a valle del nodo idraulico di Biringhella, a cavallo della strada stradale del Sempione SS33, in terreni di tipo agricolo. Attualmente, lo scolmatore del Bozzente viene alimentato tramite una soglia di sfioro posta in sponda destra dell'alveo rettangolare in calcestruzzo, grazie anche al rigurgito provocato dalla paratoia piana posta nel tronco del torrente che a valle del nodo inizia il suo percorso all'interno del territorio cittadino.

Oltre alla realizzazione del volume necessario per stoccare temporalmente i surplus di piena, si è resa necessaria l'ottimizzazione dell'imbocco idraulico dello scolmatore e in generale del nodo idraulico.

Infatti, la capacità di deflusso dello scolmatore del Bozzente è limitata, oltre che alle sue dimensioni geometriche, dall'energia necessaria per vincere le perdite idrauliche localizzate di imbocco. La riduzione della quota piezometrica all'imbocco comporta, a parità di portata, dei ricanti idrici inferiori e di conseguenza diminuisce gli scenari di esondazione localizzati nel nodo.

L'aumento della capacità di deflusso dello scolmatore ha reso possibile la minimizzazione dei volumi di laminazione e la loro frequenza di attivazione.

Gli interventi in progetto in definitiva sono suddivisi nelle seguenti opere:

- 1) Adeguamento dell'opera di derivazione in Olona esistente "Nodo di Biringhella";
- 2) Manutenzione straordinaria scolmatore Bozzente;
- 3) Collegamento nodo deviatore in Olona-Vasca "A";
- 4) Area di laminazione "A";

- 5) Collegamento tra le aree di laminazione “A” e “B”;
- 6) Area di laminazione “B”;
- 7) Manufatto di scarico dell’area di laminazione “B”;
- 8) Sistemazione esterna e viabilità.

La soluzione progettuale individuata prevede, inoltre, che durante gli eventi di piena la paratoia del nodo di Biringhello sia chiusa, in modo da azzerare le portate in Bozzante dirette verso valle.

Congiuntamente agli interventi del gestore del Servizio Idrico Integrato finalizzati alla riduzione delle immissioni provenienti dalle reti di drenaggio di Rho e coerentemente a quanto previsto dalle norme regionali, il torrente Bozzente presenterà una capacità di deflusso nei tratti tombinati urbani tali da svincolare la portata scaricabile in Olona dai livelli del ricettore, eliminando così ogni possibilità di rigurgito in rete e di conseguenza gli allagamenti che finora si sono verificati nel tratto urbano di Rho.

5.1 Adeguamento del nodo deviatore in Olona

Il collegamento tra torrente Bozzente e il suo scolmatore in destra idraulica è costituito da una soglia sfiorante larga 6 m collegata al canale rettangolare del deviatore, largo 2.5 m, la cui alimentazione viene sostenuta dalla paratoia piana posta a valle del nodo nel tronco del Bozzente “urbano”.

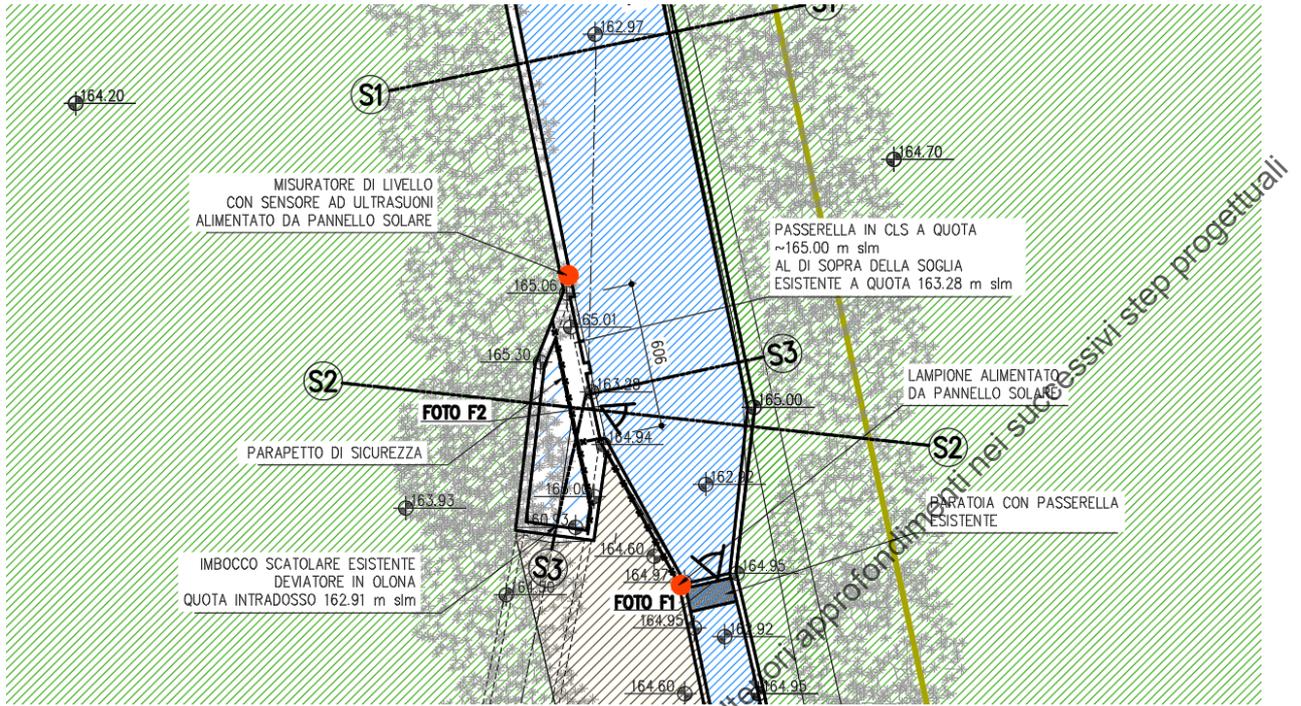


Figura 12-Planimetria del Nodo Deviatore stato di fatto - Estratto Tav.5

Progetto definitivo approvato da AIPO in data 15/06/2022 soggetto a modifiche ulteriori approfondimenti nei successivi step progettuali

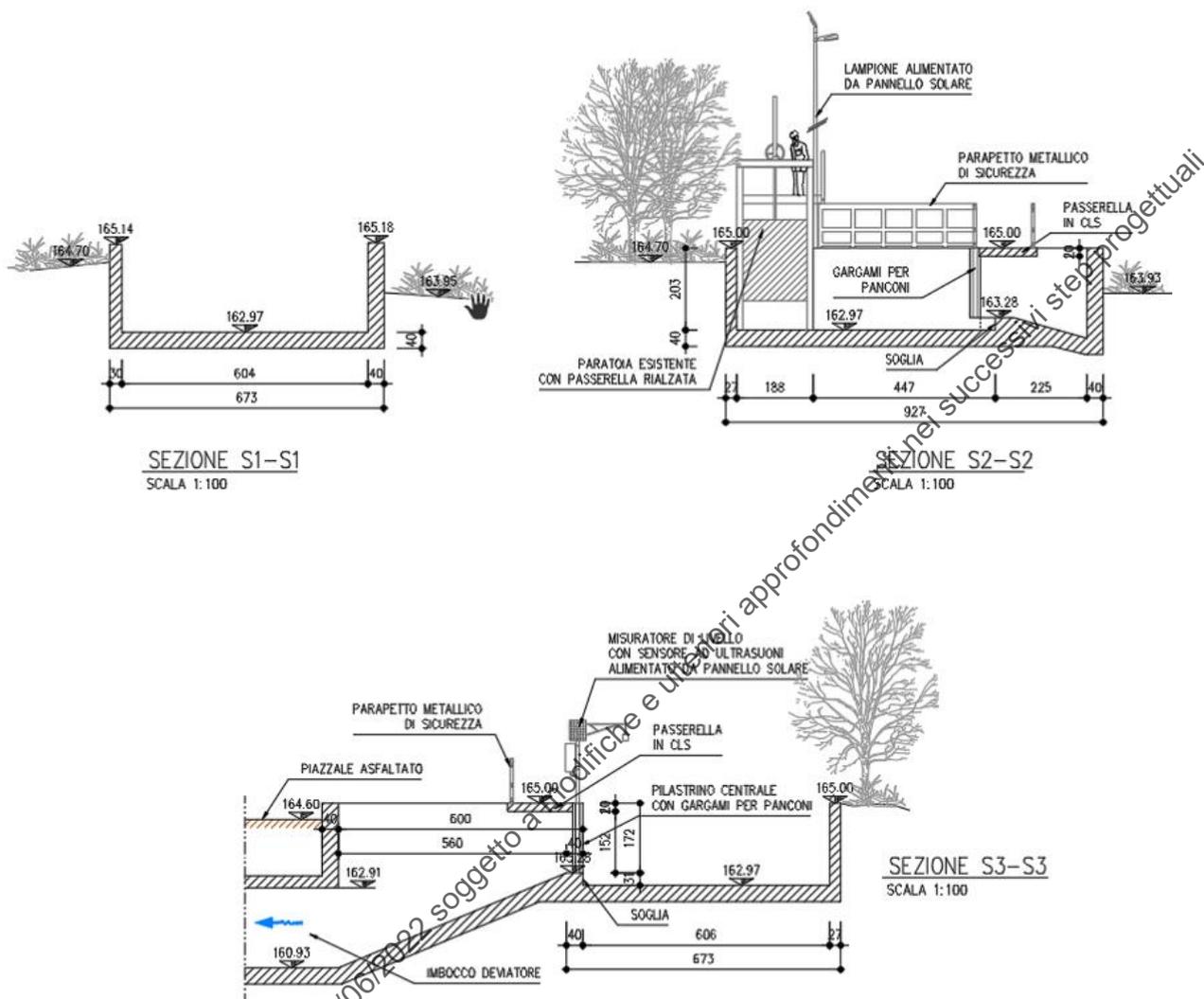


Figura 13 - Sezioni del Nodo Deviatore stato di fatto - Estratto Tav.5



FOTO F1: VISTA VERSO MONTE DALLA PARATOIA



FOTO F2: VISTA DELLA PARATOIA DA MONTE

Figura 14 - Foto del Nodo Deviatore stato di fatto - Estratto Tav.5

Il rifacimento in progetto prevede, come riportato nell'estratto grafico di progetto seguente, la demolizione di alcuni parti del manufatto originario.

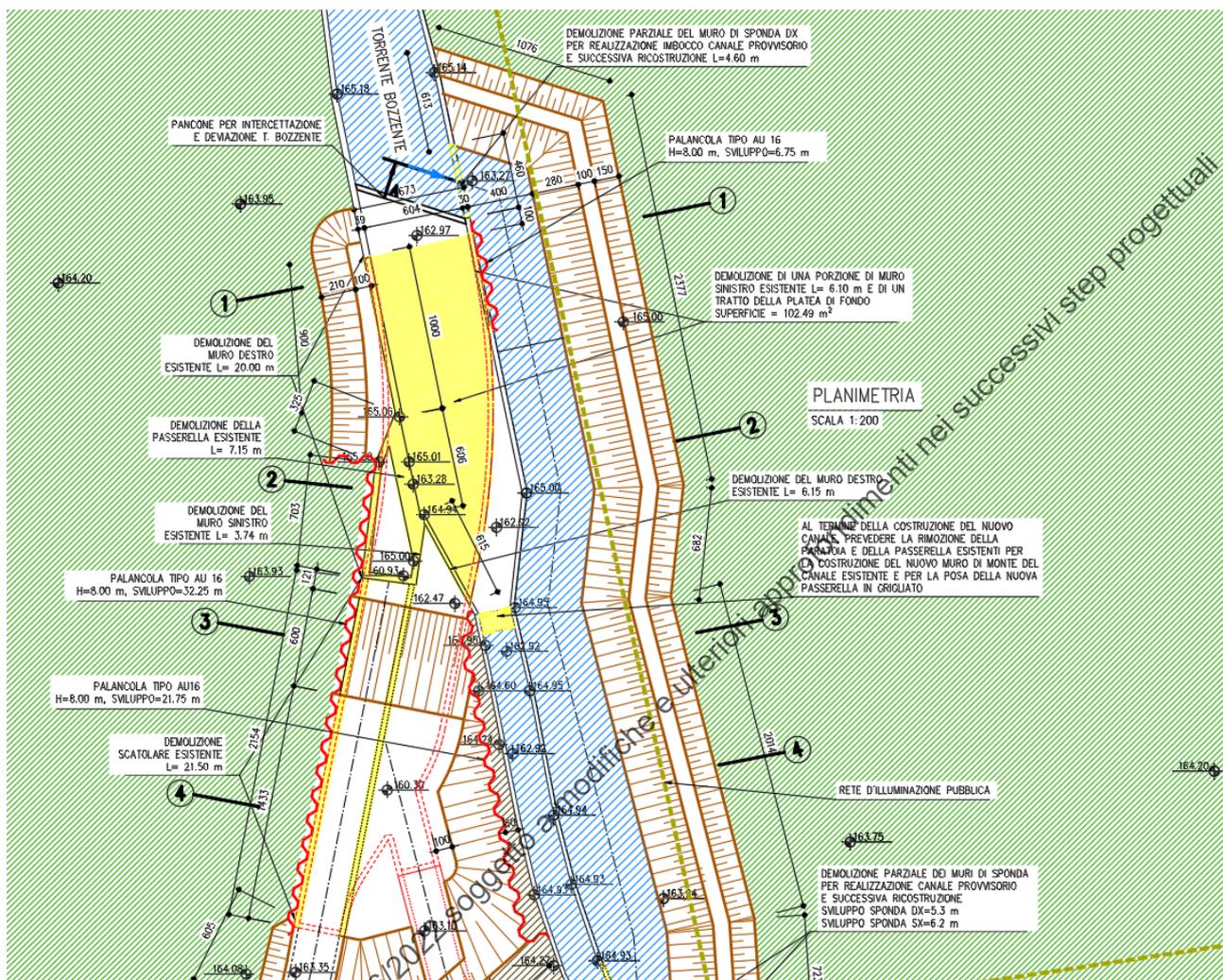


Figura 15 - imbocco dello scolmatore esistente: demolizioni. Estratto da Tav. 17

L'adeguamento dell'opera è finalizzato ad ottenere una migliore efficienza di passaggio delle portate di piena verso il deviatore in Olona. L'opera ristrutturata sarà costituita da un collegamento regolare tra il torrente Bozzente e il deviatore, attraverso un canale curvo a larghezza variabile dai 6 m di larghezza dell'alveo del torrente fino all'imbocco dello scatolare di derivazione a sezione rettangolare 2.5 m x 2.25 m.

Le quote di fondo del collegamento variano linearmente da 162.97 m s.l.m., nel punto in cui il canale inizia a curvare, a 160.80 m s.l.m. all'imbocco del deviatore.

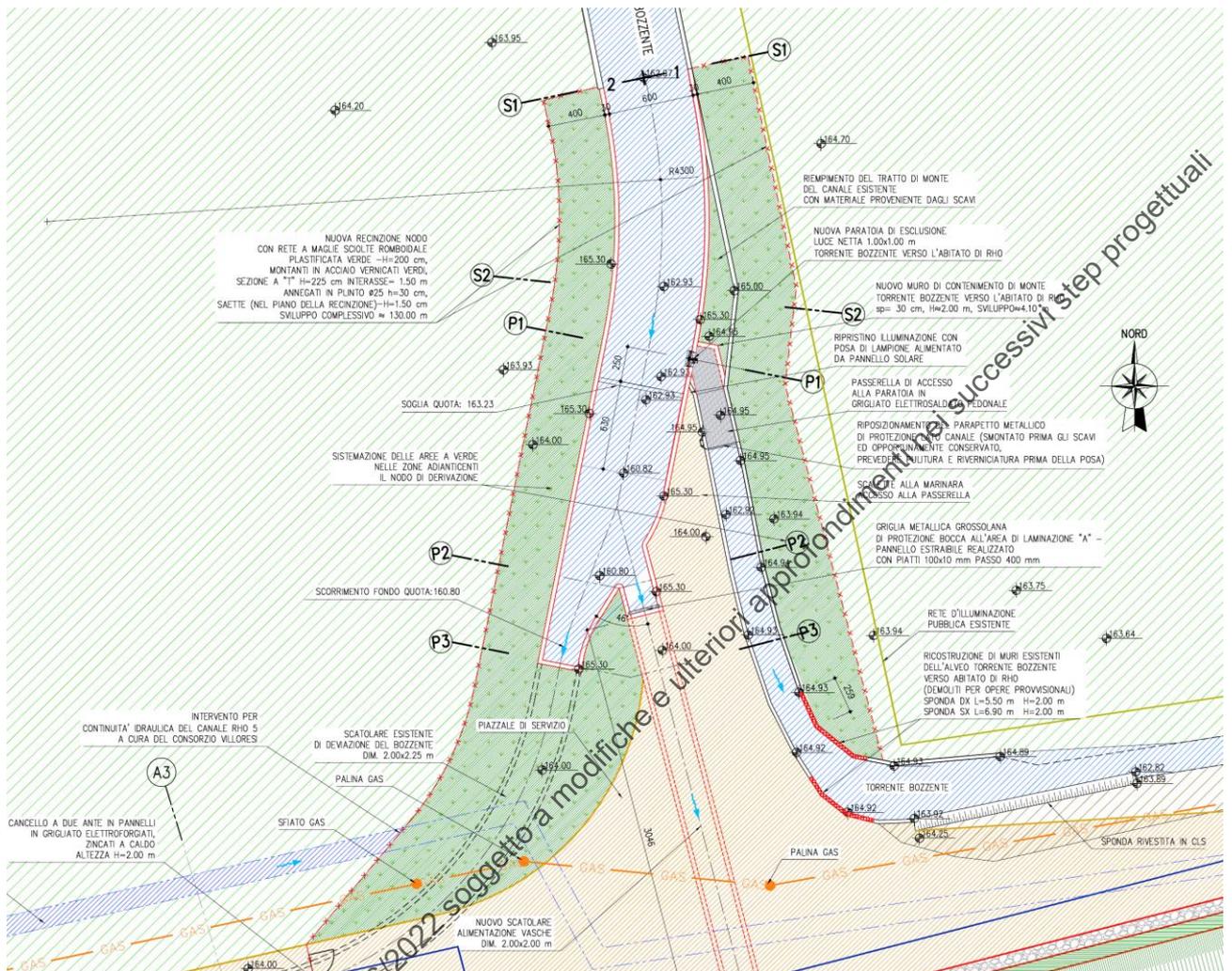


Figura 16 – Adeguamento del nodo deviatore in Olona in progetto. Estratto da Tav. 11.1

Il collegamento con il torrente Bozzente a valle viene ripristinato con la messa in opera di una nuova paratoia di esclusione a luce netta 1 x 1 m, posta lateralmente nel muro di sponda sinistra, a monte di una soglia di fondo di altezza pari a 30 cm. (Vedi Figura 17). Tale luce viene lasciata normalmente parzialmente aperta per far sì che una parte delle acque del torrente venga inviata verso il tratto urbano di valle; l'apertura verrà tarata per far sì che, a seconda delle condizioni di piena del torrente, la portata immessa nel tratto urbano del torrente assuma un valore massimo pari a 300 l/s, valore tipico transigente nei canali terziari di irrigazione. In fase di piena, ai fini delle simulazioni di

verifica condotte si è ipotizzato che tale paratoia sia chiusa e tutta la portata in arrivo da monte venga inviata al deviatore e alle vasche di laminazione in progetto.

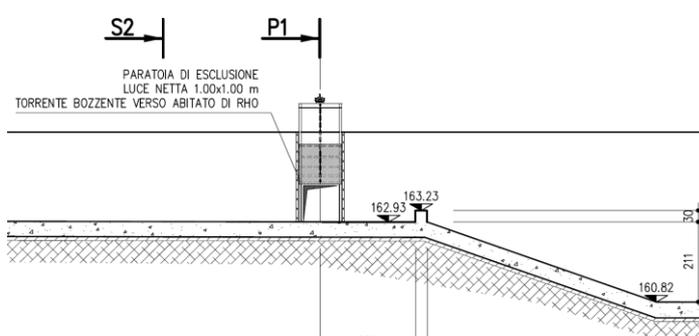


Figura 17 – Adeguamento del nodo deviatore in Olona in progetto – Luce di collegamento con il torrente Bozzente verso l’abitato di Rho. Estratto da Tav. 11.1

5.2 Manutenzione straordinaria deviatore in Olona

L’intervento di manutenzione straordinaria del Bozzente consiste in prima istanza nella rimozione del letto di sedimenti presenti sul fondo, che attualmente ne riducono anche considerevolmente la sezione di deflusso. I detriti una volta rimossi verranno smaltiti e conferiti a discarica autorizzata.

Si riportano nel seguito alcune fotografie tratte dalla video ispezione del deviatore. Come si può notare, la soletta superiore dello scatolare presenta un evidente stato di degrado, e in corrispondenza dell’armatura trasversale manca completamente il copriferro.

Per interventi di manutenzione straordinaria del canale deviatore esistente:

- rimozione con mezzi meccanici dei sedimenti volume pari a circa 2018 m³;
- intervento di risanamento delle superfici in calcestruzzo con ferri di armatura scoperti per una superficie pari a circa 3864 m²:
 - pulizia mediante idropulitrice a pressione non inferiore a 250 atm

- spazzolatura meccanica delle armature ossidate con rimozione di tutte le parti copriferro anche leggermente ammalorate e sfarinabili (metallo bianco)
- applicazione a pennello di malta cementizia anticorrosiva monocomponente (tipo "Mapefer 1K" o equivalente) in due mani, per il trattamento e la protezione di ferri di armatura, sp= min 2 mm
- ripristino volumetrico e strutturale con applicazione a spruzzo di malta monocomponente tixotropica fibrorinforzata con fibre inorganiche, a ritiro compensato resistente ai solfati (tipo "Mapegrout easy flow GF" o equivalente) sp min20 mm - max 50 mm
- trattamento idrofobizzante trasparente mediante applicazione a spruzzo a bassa pressione di prodotto a base di silossani (tipo "Keim Lotexan" o equivalente)



Figura 18 - interno dello scolmatore del Bozzente - buono stato di conservazione



Figura 19 - interno dello scolmatore del Bozzente - degrado della soletta in calcestruzzo

5.3 Manufatto di collegamento Nodo deviatore in Olona- Vasca A

Di fianco all'imbocco del deviatore si prevede la realizzazione di un condotto interrato a sezione rettangolare 2 x 2 m in calcestruzzo armato, lungo circa 30 m che termina in corrispondenza del manufatto di sfioro nella vasca di laminazione A. Tale manufatto di sfioro è costituito da una cameretta a cielo aperto con muri avente testa sagomata tracimabili di lunghezza pari a 15 m e con ciglio di sfioro a quota 163.90 m s.l.m. All'esterno della cameretta sul fondo della vasca è prevista la posa di una scogliera di protezione in massi di cava.

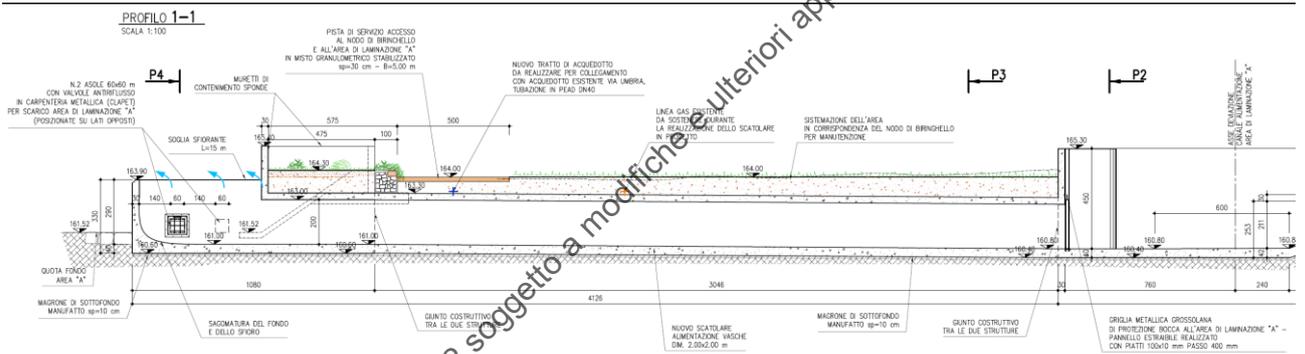
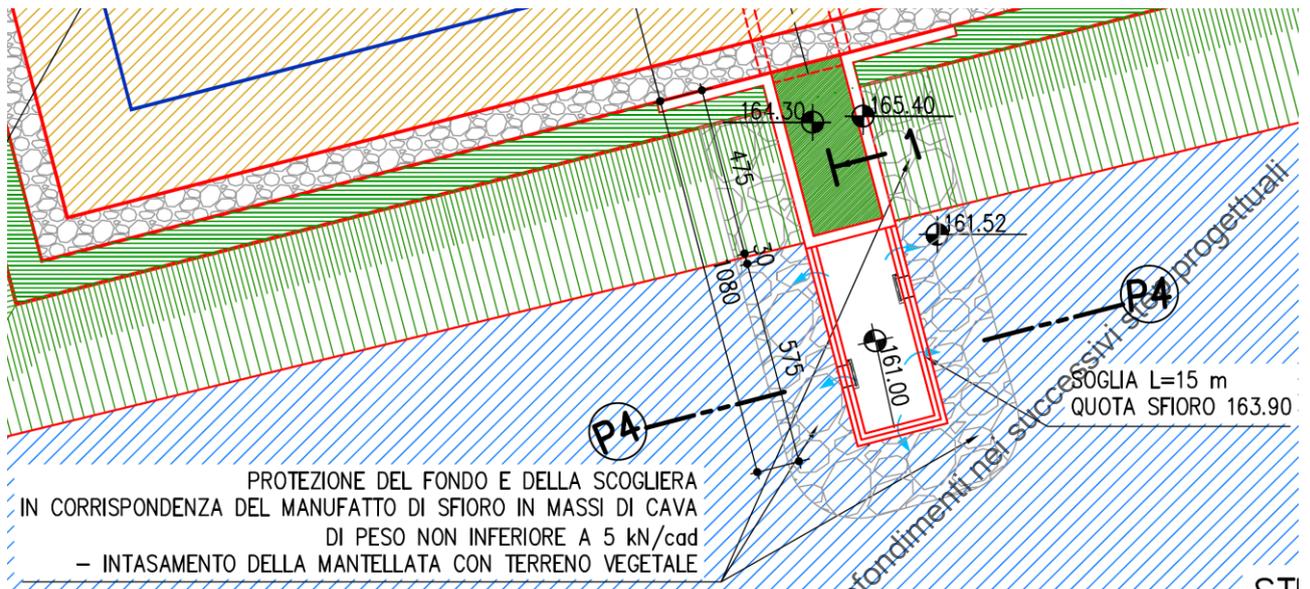


Figura 20 - alimentazione area di laminazione A. Estratto da Tav. 11.1

L'imbocco del canale interrato di alimentazione delle aree di laminazione sarà corredato da una griglia metallica grossolana di protezione della bocca eseguita con un pannello estraibile realizzato con piatti 100x10 mm passo 400 mm.

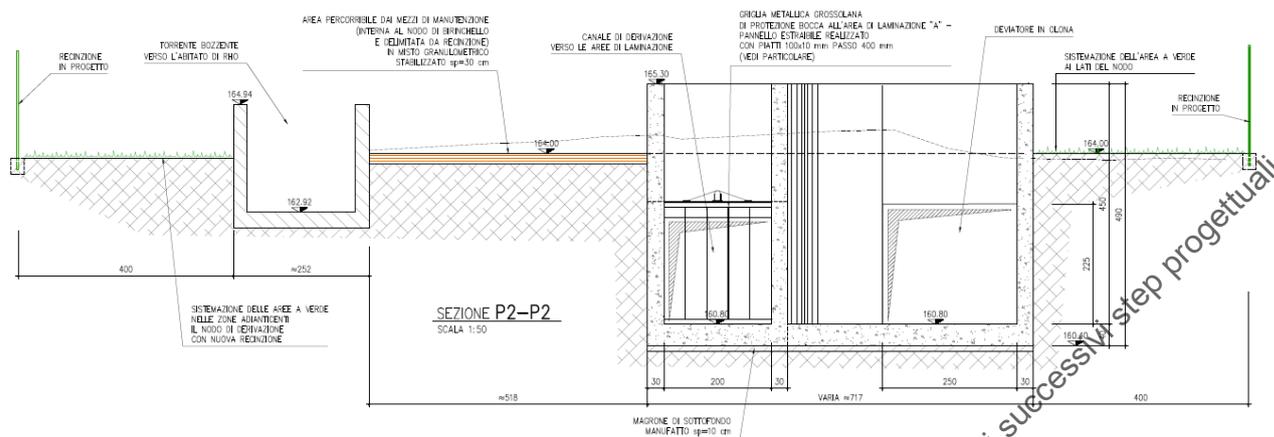


Figura 21 - sez. P2 tratta da Tav. 11.1

Il manufatto di sfioro del tratto terminale del canale di alimentazione delle vasche di laminazione funzionerà anche come manufatto di scarico delle vasche; per tale funzione è prevista l'installazione di valvole antiriflusso (clapét) sui lati lunghi del manufatto che permetteranno alle acque invase nell'area di defluire all'interno del canale e proseguire nel deviatore una volta che, passata la piena, il livello d'acqua nel nodo comincia a diminuire.

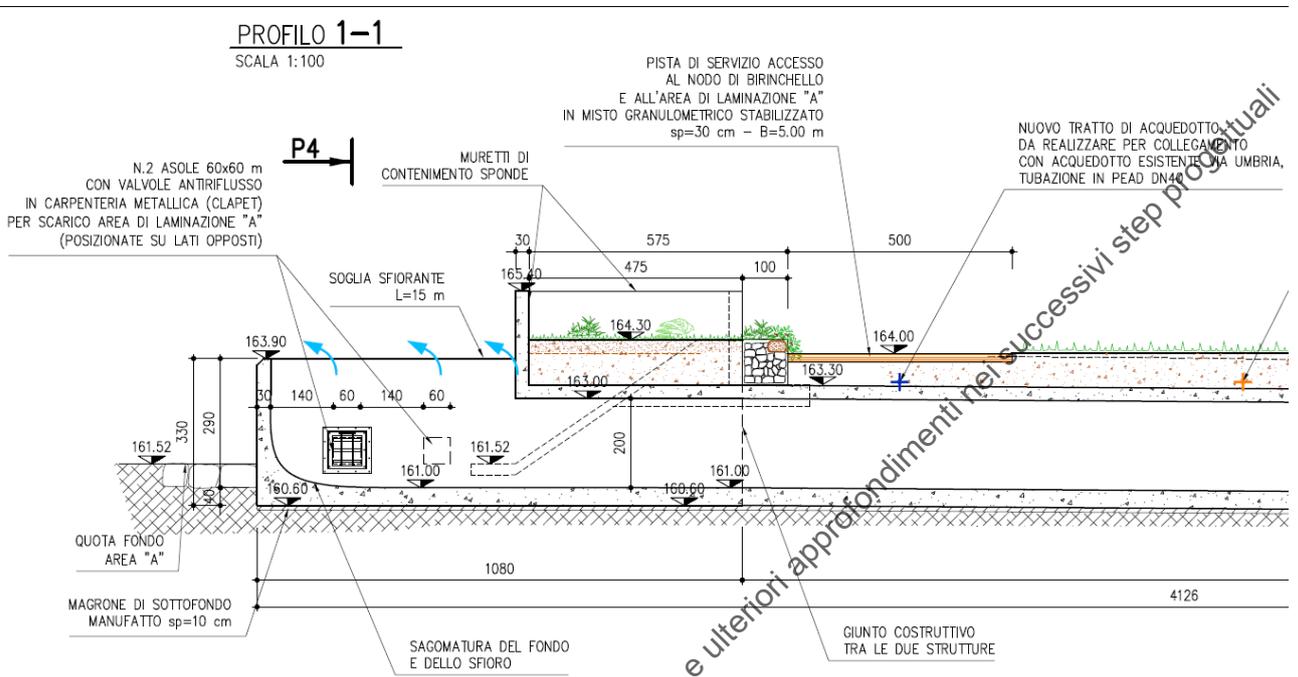


Figura 22 – Manufatto di sfioro, parte terminale del canale di alimentazione dell'area di laminazione A.

Estratto da Tav. 11.1

5.4 Area di laminazione A

L'area di laminazione A verrà realizzata combinando l'abbassamento del fondo tramite operazioni di scavo, per la creazione delle pendenze di fondo atte allo scarico delle acque una volta terminato l'evento di piena, e la creazione di un perimetro arginale realizzato in gabbioni metallici riempiti di pietrame.

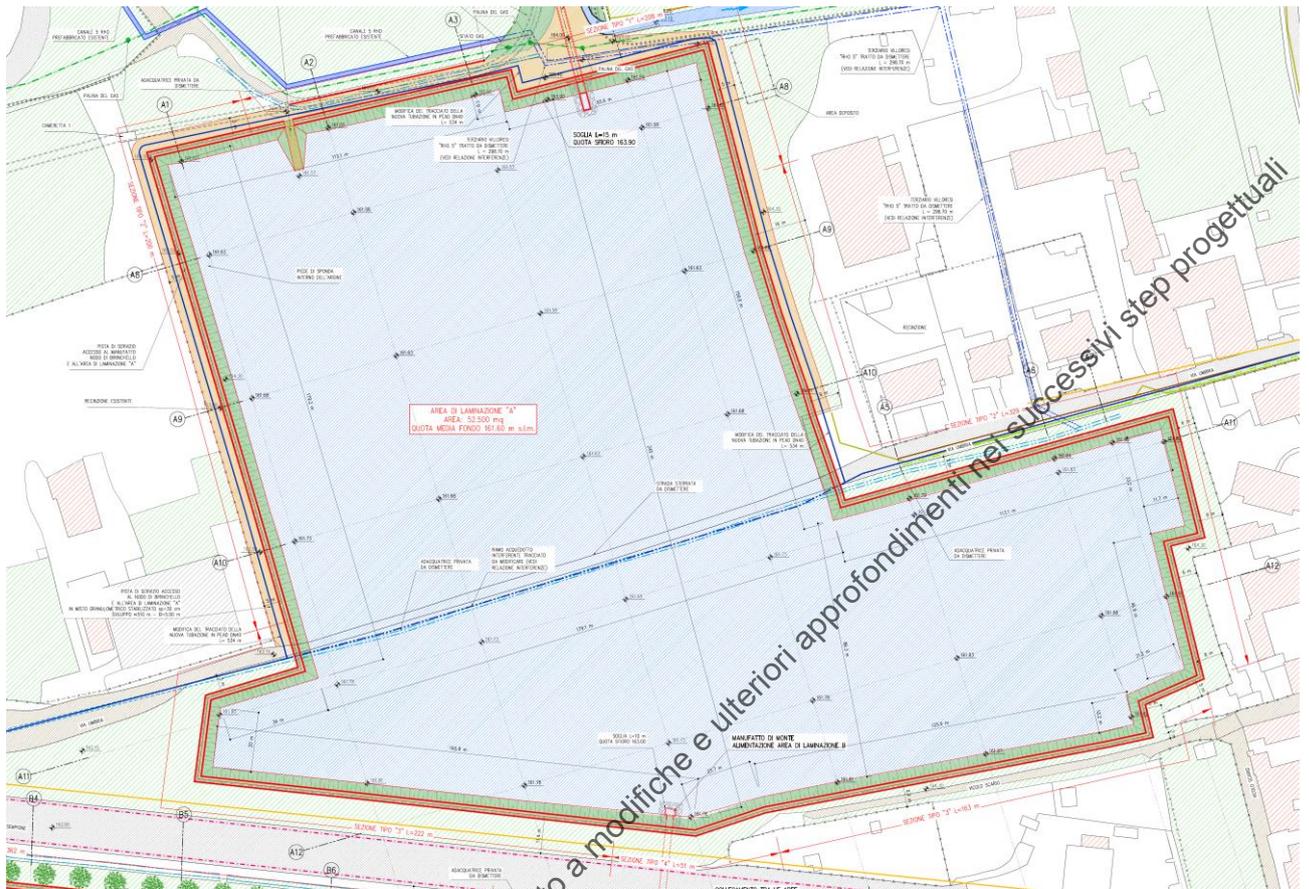


Figura 23 - area di laminazione A. Estratto da Tav. 8.1

Sulla base della modellazione idraulica effettuata e compatibilmente con le aree disponibili, l'area di laminazione A sarà caratterizzata dalle seguenti caratteristiche dimensionali:

- Area 52.500 m²
- Quota media fondo 161.60 m s.l.m.
- Quota di ritenuta 164.30 m s.l.m.

Il perimetro arginale della vasca A è costituito da 4 sezioni tipo (Vedi tav. 10 tipologici arginature), in base alle quote di fondo e alle quote di piano campagna esterne all'argine.

- Sez. tipo 1 argine H=1 m;
- Sez. tipo 2 argine H=2 m;

- Sez. tipo 3 argine H=2.5 m;
- Sez. tipo 4 argine H=3 m.

SEZIONE TIPO "3" ARGINE H=2.50 m – AREA DI LAMINAZIONE "A"
 SCALA 1:50

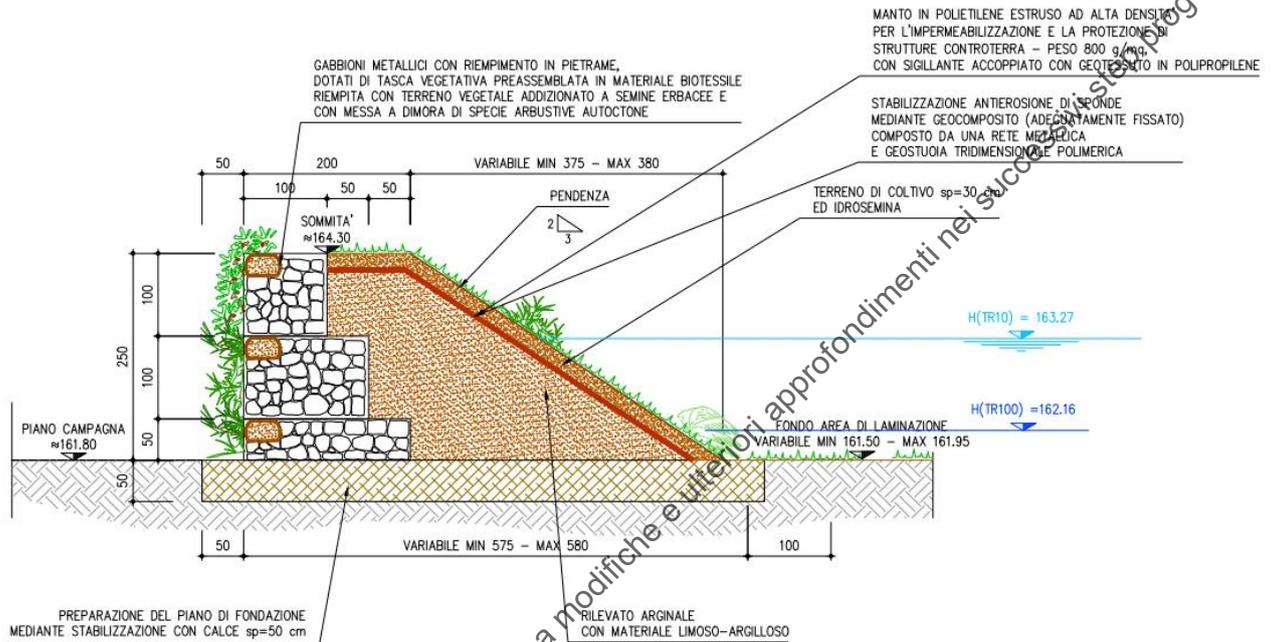


Figura 24 - sezione tipo 3, Area di laminazione A. Estratto da Tav. 10

I gabbioni metallici verranno posati su un piano di fondazione realizzato mediante stabilizzazione a calce e costituiranno il perimetro esterno dell'argine. Saranno dotati di tasca vegetativa in materiale geotessile, riempita con terreno vegetale addizionato a semine erbacee e messa a dimora di specie arbustive autoctone. Sul lato interno sarà realizzato il rilevato arginale con pendenza 2/3, con materiale limoso argilloso proveniente dagli scavi. Il rilevato verrà infine protetto dall'erosione mediante uno strato di geocomposito, posto al di sopra di un manto impermeabile in polietilene ad alta densità. Le sponde del rilevato infine saranno ricoperte con terreno di coltivo e idrosemina.

Il volume complessivo proveniente dagli scavi risulta pari a circa 27'000 m³.

Per il quantitativo di materiale in esubero rispetto a quello riutilizzato in sito si applica quanto la D.G Territorio e protezione civile della Regione Lombardia ha pubblicato sul Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia in data 13/12/2018 il D.d.u.o n. 18274 riguardante le “Determinazioni inerenti i canoni del materiale inerte per l’affidamento dei lavori di esecuzione di aree di laminazione fuori alveo”, come indicato nella relazione sulla gestione delle materie.

Il processo di svuotamento della vasca avverrà sfruttando le pendenze del fondo, con direzione sud-nord, che convergono in corrispondenza del condotto di alimentazione dell’area A, che funzionerà come già anticipato, anche come condotto di scarico.

5.5 Manufatto di collegamento tra aree di laminazione A e B

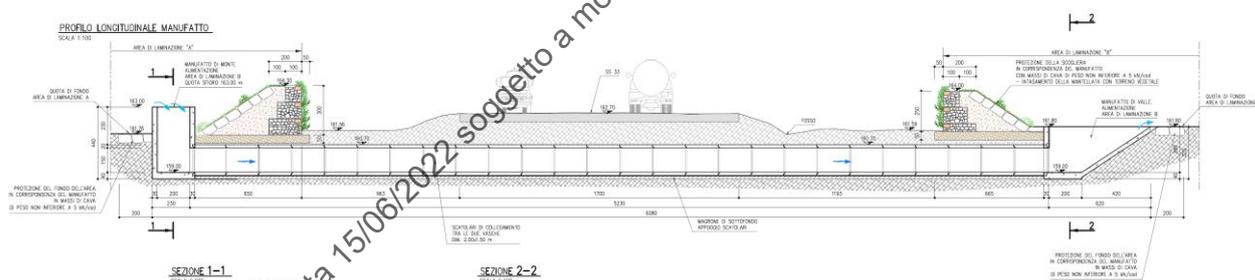


Figura 25 - profilo longitudinale del sottopasso della SS33. Estratto da Tav. 13.1

Il collegamento tra le due vasche è realizzato mediante un condotto a sezione rettangolare 1.5 m x 2 m, lungo 54 m e formato da moduli prefabbricati di lunghezza 2 m. La sommità dello scatolare risulta essere a quota 160.70 m s.l.m. il che permette di rispettare i vincoli presenti per il sottopassaggio della SS 33 del Sempione. Per le modalità esecutive previste per l’intervento, si rimanda agli elaborati *Relazione sulle interferenze* e *Aggiornamento indicazioni e disposizioni per la stesura del piano di sicurezza*.

L’imbocco del manufatto di alimentazione dell’area di laminazione B, posto a sud dell’area di laminazione A, consiste in una soglia lunga 10 m, con sfioro a quota 163.00

m s.l.m., mentre il manufatto di sbocco nell'area B consiste in un semplice scivolo di raccordo con la quota di fondo della vasca.

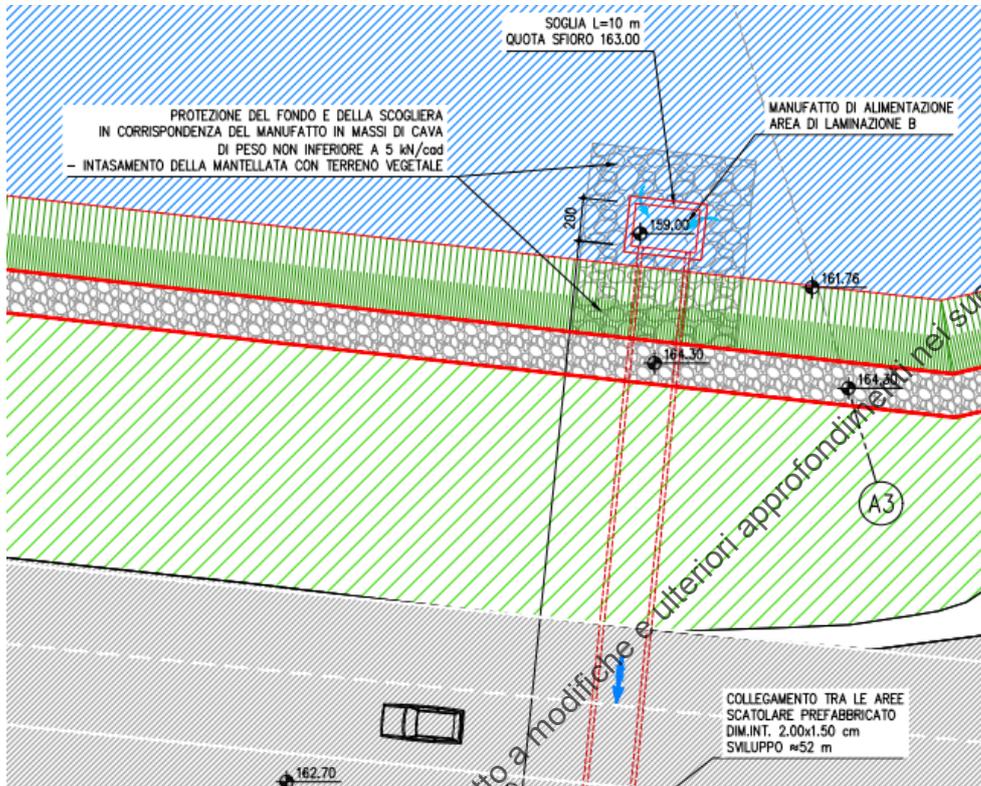


Figura 26 - imbocco dell'alimentazione dell'area di laminazione B. Estratto da Tav. 13.1

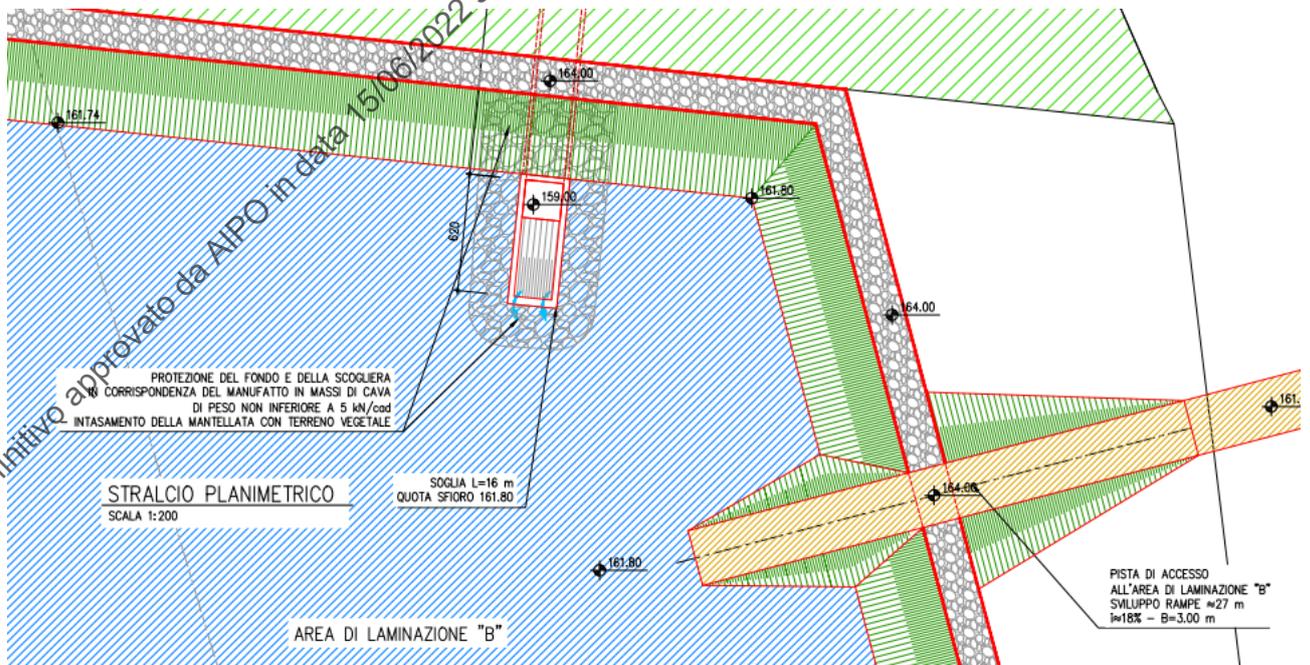


Figura 27 - sbocco dell'alimentazione dell'area di laminazione B. Estratto da Tav. 13.1

5.6 Area di laminazione B

L'area di laminazione B verrà realizzata analogamente all'area A, combinando l'abbassamento del fondo tramite operazioni di scavo, per la creazione delle pendenze di fondo atte allo scarico delle acque una volta terminato l'evento di piena, e la creazione di un perimetro arginale realizzato in gabbioni metallici riempiti di pietrame.

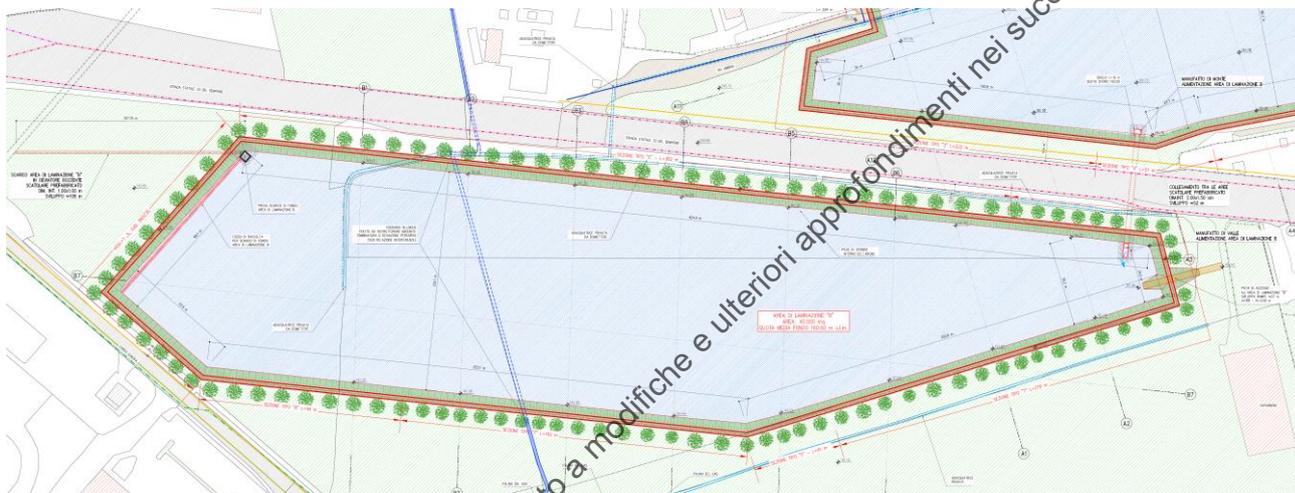


Figura 28 - area di laminazione B. Estratto da Tav. 8.2

Sulla base della modellazione idraulica effettuata e compatibilmente con le aree disponibili, l'area di laminazione B sarà caratterizzata dalle seguenti caratteristiche dimensionali:

- Area 40.000 m²
- Quota media fondo 160.60 m s.l.m.
- Quota di ritenuta 164.00 m s.l.m.

Il perimetro arginale della vasca B è costituito da 4 sezioni tipo, riportate all'interno della tav. 7 Particolari costruttivi, in base alle quote di fondo e alle quote di piano campagna esterne all'argine.

- Sez. tipo 5 argine H=2 m;
- Sez. tipo 6 argine H=2 m con canalina al piede;

- Sez. tipo 7 argine H=2.5 m;
- Sez. tipo 8 argine H=3 m.

SEZIONE TIPO "6" ARGINE H=2.00 m CON CANALINA AL PIEDE – AREA DI LAMINAZIONE "B"
 SCALA 1:50

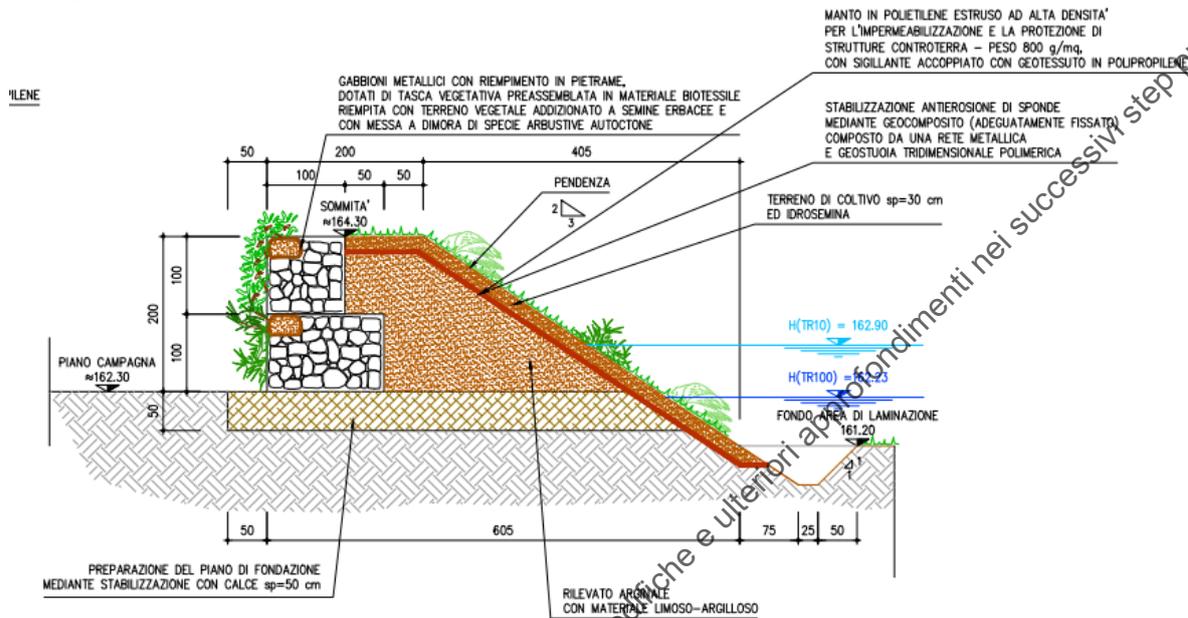


Figura 29 - sezione tipo 6, area di laminazione B. Estratto da Tav. 10

Il processo di svuotamento della vasca avverrà sfruttando le pendenze del fondo, con direzione est-ovest, che convergono in corrispondenza della canalina al piede arginale, rappresentata nella sezione tipo 6 di progetto. La canalina alimenta la presa di scarico di fondo, posta a nord-ovest dell'area di laminazione B. Le acque sono così convogliate al deviatore che, concluso l'evento di piena, le condurrà allo sbocco in Olona.

I gabbioni metallici verranno posati su un piano di fondazione realizzato mediante stabilizzazione a calce e costituiranno il perimetro esterno dell'argine. Saranno dotati di tasca vegetativa in materiale geotessile, riempita con terreno vegetale addizionato a semine erbacee e messa a dimora di specie arbustive autoctone. Sul lato interno sarà realizzato il rilevato arginale con pendenza 2/3, con materiale limoso argilloso proveniente dagli scavi. Il rilevato verrà infine protetto dall'erosione mediante uno

strato di geocomposito, posto al di sopra di un manto impermeabile in polietilene ad alta densità. Le sponde del rilevato infine saranno ricoperte con terreno di coltivo e idrosemina.

Il volume complessivo proveniente dagli scavi risulta pari a circa 16'300 m³.

Per il quantitativo di materiale in esubero rispetto a quello riutilizzato in sito si applica quanto la D.G Territorio e protezione civile della Regione Lombardia ha pubblicato sul Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia in data 13/12/2018 il D.d.u.o n. 18274 riguardante le “Determinazioni inerenti i canoni del materiale inerte per l'affidamento dei lavori di esecuzione di aree di laminazione fuori alveo”, come indicato nella relazione sulla gestione delle materie.

5.7 Manufatto di scarico dell'area di laminazione B nel deviatore in Olona

Lo svuotamento dell'area di laminazione B avverrà, una volta concluso l'evento di piena, convogliando le portate all'interno dello scolmatore del Bozzente, il cui tracciato sotterraneo è passante ad ovest dell'area di laminazione B, attraverso un condotto interrato realizzato in scatolari prefabbricati di dimensione 1.00x1.00 m.

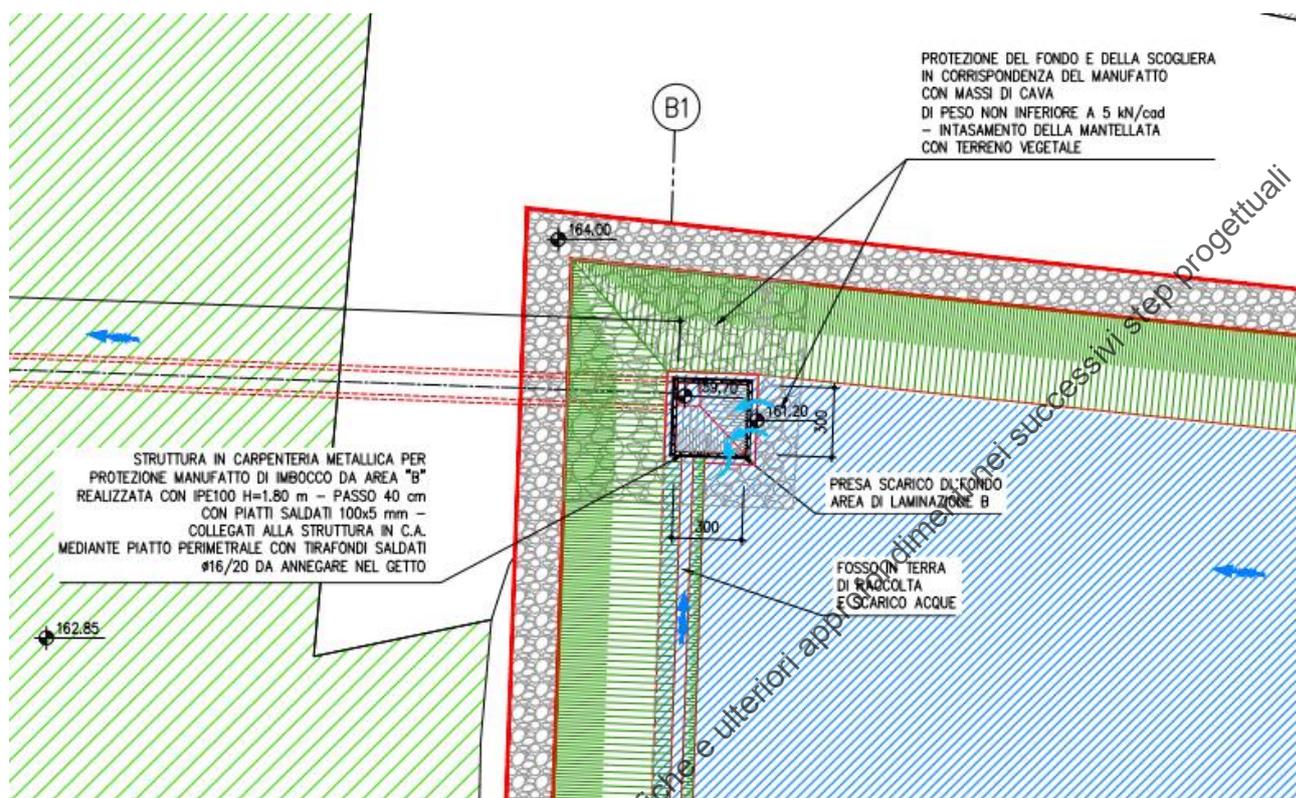


Figura 30 - presa dello scarico dell'area di laminazione B. Estratto da Tav. 13.2

All'interno dell'area B, le pendenze di fondo e la canalina perimetrale convoglieranno l'acqua al vertice nord-ovest della vasca, in corrispondenza del quale è posta la presa di scarico di fondo.

La presa sarà corredata di un sistema di protezione realizzato in carpenteria metallica, solidale allo scivolo in calcestruzzo armato di imbocco dello scatolare.

Lo scatolare avrà una lunghezza complessiva di circa 107.75 m, con quote di fondo tubo pari a 159.70 e 159.37 m s.l.m. Al termine del condotto si ha l'innesto all'interno del deviatore del Bozzente, il quale presenta una quota di fondo pari a 158.90 m s.l.m.

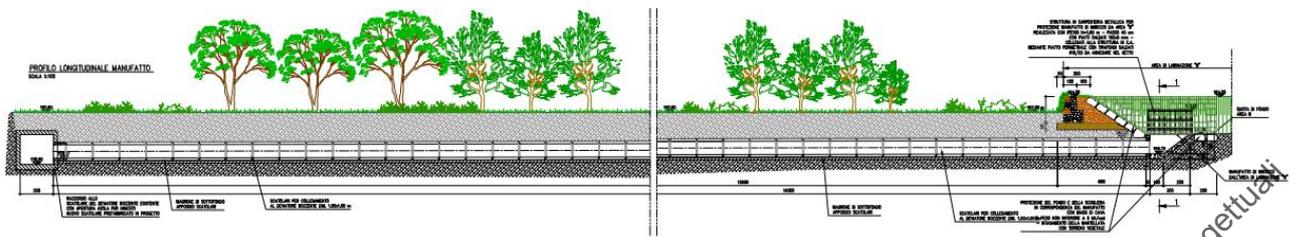


Figura 31 - profilo longitudinale Scarico area di laminazione B. Estratto da Tav. 13.2

Per la realizzazione del collegamento, sarà necessario procedere al taglio delle essenze arboree e arbustive, per procedere con le operazioni di scavo e posa degli scatoletti. Sono previste delle misure di mitigazione e compensazione dell'intervento, descritte nel paragrafo successivo.

5.8 Sistemazione esterna e viabilità di progetto

La viabilità interna esistente dei campi agricoli, i quali preserveranno la loro funzione, verrà necessariamente modificata. Si prevede la realizzazione di una pista di servizio in calcestruzzo per l'accesso all'area di laminazione A, la quale ha inizio in via Umbria e costeggia l'argine ovest della vasca A fino al nodo idraulico di Biringhello, dove è prevista la realizzazione della rampa di accesso all'area di laminazione A. L'area del nodo idraulico, una volta realizzati gli interventi di rifacimento dell'opera di presa dello scolmatore del Bozzente e di alimentazione dell'area A, verrà sistemata e riqualificata, con la formazione di un tappeto erboso e la delimitazione dell'area dell'opera idraulica con una recinzione metallica. Per l'accesso all'interno dell'area B verrà realizzata una pista ad est, tra la strada esistente e l'arginatura che potrà essere superata tramite una apposita rampa.

In Figura 32 sono riportate in blu le strade esistenti, in rosso la viabilità di progetto.

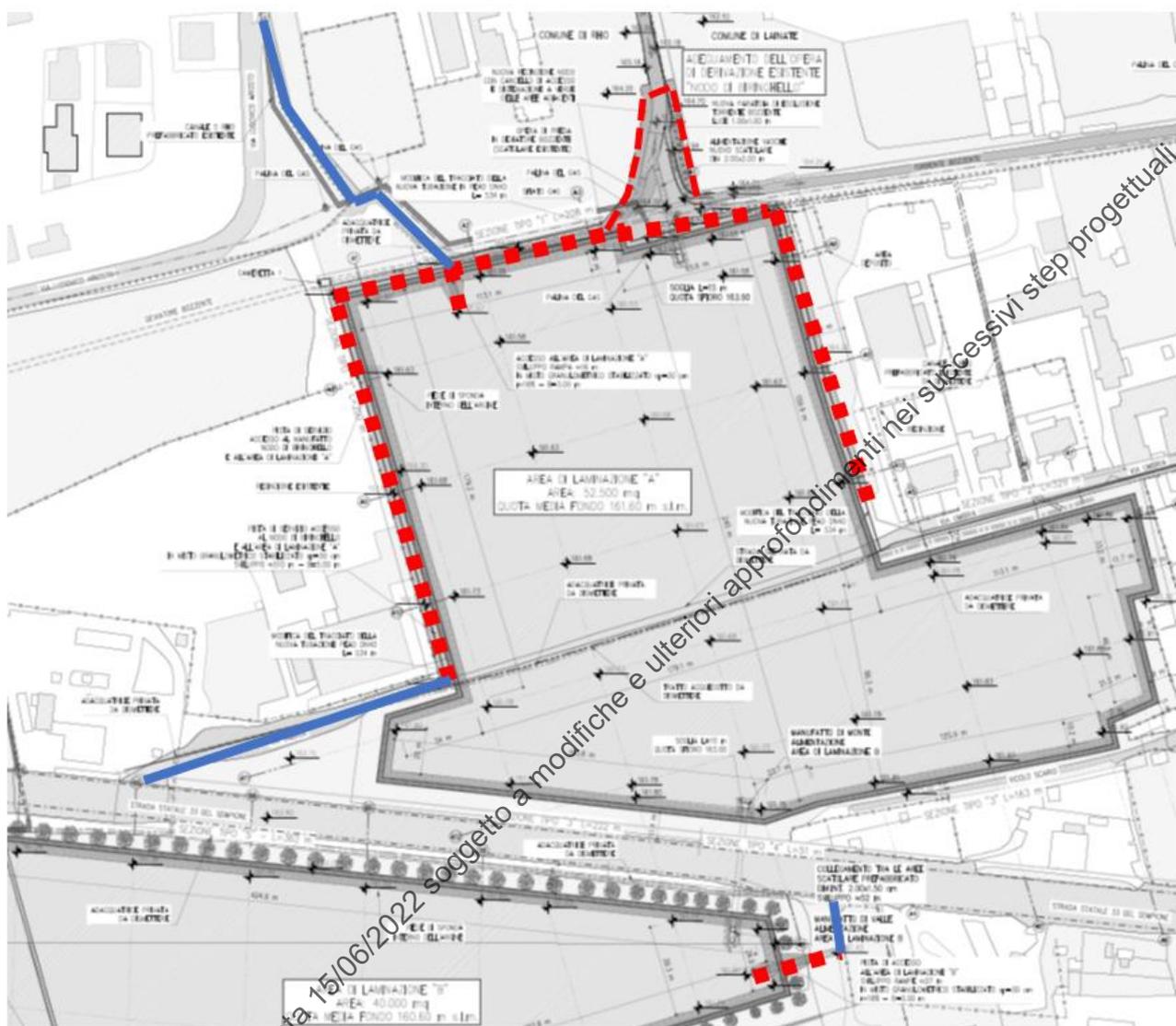


Figura 32 - Viabilità in progetto

Poiché per la realizzazione dell'area B e del condotto di collegamento della vasca nel deviatore in Olona si dovrà rimuovere della vegetazione esistente, è prevista la realizzazione di interventi di compensazione e mitigazione. Il condotto interrato avrà una lunghezza di circa 108 m e si prevede una servitù di scarico per una larghezza di 5 m. L'area in questione insiste in una porzione di terreno verde con vari esemplari ad alto fusto che dovranno essere tagliati. Una volta posata la condotta è previsto di

ripristinare la vegetazione con delle specie arbustive a basso sviluppo radicale, per scongiurare futuri degradi dello scatolare di scarico in calcestruzzo.

Il numero di arbusti su una superficie di 56 m² (108 x 5 m) con sesto d'impianto di 4 arbusti per m² sarà pari a 2160.

Per compensare il taglio delle piante nell'area in cui viene realizzata la vasca di superficie pari a circa 8000 m² sarà realizzato lungo tutto il perimetro della vasca un filare arboreo con la piantumazione di circa 105 alberi a passo circa 10 m.

Verranno piantate piante latifoglie della specie Acer campestre in varietà, Acer freemaniae in varietà, Aesculus spp., Carpinus betulus in varietà e Cercis siliquastrum in varietà, Crataegus spp., Fraxinus ornus in varietà, Ginkgo spp., Gleditsia triacanthos in varietà, Koelreuteria spp, Liquidambar spp, Malus a fiore in varietà, Perrotia persica, Pyrus.

6 Analisi idrologico e idrauliche

6.1 Idrologia

Per quanto riguarda l'idrologia nello svolgimento delle attività si è partiti dal già citato "Studio Lambro – Olona" (Studio LA-OL - Autorità di Bacino del Po, 2004), da cui deriva l'identificazione dell'assetto di progetto del corso del torrente Bozzente, e al progetto esecutivo dei "Lavori di realizzazione della vasca di laminazione lungo il torrente Bozzente in comune di Nerviano (MI)" (AIPO, 2014). L'analisi è stata svolta con l'obiettivo di valutare la necessità o meno di aggiornare la modellazione idrologica disponibile e le corrispondenti risultanze (idrogrammi di piena al contorno per la modellazione idraulica); per far ciò si è proceduto aggiornando le linee di possibilità pluviometrica (LSPP) utilizzate per la modellazione idrologica nello studio LA-OL e confrontandole con le LSPP più recenti rese disponibili da Arpa Lombardia.

Per quanto risultante dal confronto sopra riportato le condizioni finora analizzate nello Studio La-Ol e nella progettazione della Vasca di Nerviano, soprattutto in termini di volume delle onde di piena, risultano leggermente cautelative rispetto a quelle derivanti da una rivalutazione dell'intera modellazione idrologica con i dati ARPA; per tale motivo si è scelto di considerare, in uniformità a quanto svolto per la progettazione e realizzazione delle opere sul bacino del Bozzente, i medesimi input idrologici dello Studio Lambro Olona come condizioni al contorno per il dimensionamento delle opere oggetto del presente progetto.

6.2 Idraulica

Sono stati realizzati modelli diversi per la modellazione della vasca di Nerviano, che considera tutto il bacino a monte del Bozzente, e per la modellazione del tratto di interesse del presente progetto da valle di Nerviano fino alla confluenza in Olona.

Il modello di invaso della vasca è stato alimentato utilizzando gli idrogrammi della piena decennale e centennale stimati nella sezione BZ25 dall'Autorità di Bacino nello Studio Lambro-Olona.

Il modello di valle è stato analizzato nelle diverse condizioni:

- Breve termine – Piena di riferimento Tr10 anni Assetto di stato di fatto del torrente Bozzente a monte del nodo di Biringhella.
- Lungo termine – Piena di riferimento Tr100 anni Assetto previsioni PAI del torrente Bozzente a monte del nodo di Biringhella.

Per il dimensionamento delle opere sono stati simulati i seguenti 8 diversi scenari

Id Scenario	Caratteristiche Scenario		
	Collegamento vasche	Condizioni al contorno	Condizioni al contorno di valle
1	Vasche collegate	Breve Termine	Onda Tr100 Olona
2		Tr 10	Piena ordinaria Olona
3			Onda Tr100 Olona

4		Lungo Termine Tr 100 - Assetto PAI	Piena ordinaria Olona
5	Vasche non collegate	Breve Termine	Onda Tr100 Olona
6		Tr 10	Piena ordinaria Olona
7		Lungo Termine	Onda Tr100 Olona
8		Tr 100 - Assetto PAI	Piena ordinaria Olona

Il primo gruppo di 4 simulazioni prevede la realizzazione del collegamento tra le due vasche realizzato al di sotto del sedime stradale della SS33.

Con il secondo gruppo di 4 simulazioni si è voluto verificare cosa succedrebbe nel caso in cui non si realizzasse tale collegamento e l'area di invaso B venisse attivata per mero retro-allagamento dal deviatore.

Le simulazioni sono state ripetute, inoltre, considerando due condizioni diverse relativamente al deviatore:

- A: stato del deviatore ottimale senza presenza di sedimento altezza utile pari a 2,25 m;
- B: stato del deviatore in condizioni non ottimali, con presenza di sedimento all'interno e riduzione dell'altezza utile da 2,25 m a 2,00 m.

Complessivamente quindi sono state condotte 16 diverse simulazioni.

7 Impatto ambientale e paesistico

Ai fini della procedura di Valutazione di Impatto Ambientale e autorizzazione paesistica sono stati redatti appositi Studio di impatto ambientale e relazione paesaggistica. Tali studi hanno approfondito e verificato le analisi specialistiche sviluppate su ambiente e territorio.

Dall'esame delle varie componenti ambientali, nonché degli strumenti pianificatori ai vari livelli territoriali, è possibile indicare che le opere in progetto non presentano criticità dal punto di vista degli impatti sull'ambiente e paesistico nel quale si inseriscono, poiché non introducono significative modifiche nel territorio, ma anzi riqualificano le risorse paesistiche caratteristiche della zona.

A seguito dei risultati emersi dal presente studio si ritiene di poter asserire che il progetto di cui si tratta, oltre a rispondere alle esigenze di tutela idrogeologica del territorio, risulta essere compatibile con l'ambiente, e funzionale agli obiettivi di valorizzazione ecosistemica dichiarata negli strumenti di pianificazione territoriale vigenti.

8 Studio delle interferenze

Nell'elaborato "R09 Relazione sulle interferenze" si riporta il censimento delle interferenze e le ipotesi di risoluzione delle stesse. Le interferenze individuate sono le seguenti:

- Interferenze con la rete gas
- Interferenze con la rete elettrica
- Interferenze con la rete di telecomunicazioni
- Interferenze con la rete acquedottistica
- Interferenze con la rete irrigua del Consorzio di Bonifica Est-Ticino Villoresi

9 Conclusioni

Le opere progettate sono relative all'intervento di eliminazione del rischio idraulico nell'abitato di birngihello.

Gli interventi in progetto sono suddivisi nelle seguenti opere:

- 1) Rifacimento opera di presa dello scolmatore del Bozzente;
- 2) Manutenzione straordinaria scolmatore Bozzente;
- 3) Alimentazione area di laminazione A;
- 4) Area di laminazione A;

a. Area	52.900 m ²
b. Quota media fondo	161.60 m s.l.m.
c. Quota di ritenuta	164.30 m s.l.m.
d. Volume di invaso	88230 m ³
- 5) Alimentazione area di laminazione B;
- 6) Area di laminazione B;

a. Area	40.000 m ²
b. Quota media fondo	161.60 m s.l.m.
c. Quota di ritenuta	164.00 m s.l.m.
d. Volume di invaso	52000 m ³
- 7) Scarico area di laminazione B;
- 8) Sistemazione esterna e viabilità area di presa scolmatore.

Inoltre, la soluzione progettuale in accordo con le previsioni del PAI prevede che durante gli eventi di piena la paratoia del nodo di Biringhella sia chiusa, in modo da azzerare le portate in Bozzante dirette verso valle.

Le opere sono state verificate in uno scenario di breve termine Tr10 anni e di lungo termine Tr 100 anni, in diversi stati di consistenza del canale scolmatore del Bozzente e di condizioni di piena del ricettore Olona. Le condizioni di dimensionamento dell'opera sono quelle dello scenario denominato 1B (Breve Termine: Tr10 anni Assetto di stato di fatto del torrente Bozzente a monte del nodo di Biringhella e con presenza di sedimento nel canale deviatore, $h_{\text{utile}} 2,00$ m).

10 Elenco elaborati

Elaborati di testo:

R01	Relazione generale
R02	Documentazione fotografica
R03	Relazione geologica e geotecnica
R04	Relazione idrologico-idraulica
R05	Studio di fattibilità ambientale
R06	Relazione paesaggistica
R07	Relazione sulle verifiche geotecniche
R08	Relazione sulle verifiche strutturali
R09	Relazione sulle interferenze
R10	Relazione sulla gestione delle materie
R11	Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici
R12	Piano particellare grafico di esproprio, servitù e occupazione temporanea ed elenco ditte
R13	Aggiornamento prime indicazioni e disposizioni per la stesura del piano di sicurezza
R14	Elenco prezzi unitari
R15	Analisi nuovi prezzi
R16	Computo metrico estimativo
R17	Quadro economico
R18	Cronoprogramma

Elaborati grafici:

		SCALA
Tav. 1	Stralcio planimetrico generale d'inquadramento	1:10.000
Tav. 2	Stralcio planimetrico del Torrente Bozzente da vasca Nerviano al nodo deviatore in Olona	1:5.000
Tav. 3	Planimetria generale area d'intervento in loc. Biringhello (stato di fatto)	1:1000
Tav. 4.1	Sezioni trasversali area d'intervento (stato di fatto) (1 di 3)	1:200

Tav. 4.2	Sezioni trasversali area d'intervento (stato di fatto) (2 di 3)	1:200
Tav. 4.3	Sezioni trasversali area d'intervento (stato di fatto) (3 di 3)	1:200
Tav. 5	Planimetria di dettaglio nodo deviatore in Olona (stato di fatto)	1:200
Tav. 6	Profilo longitudinale deviatore in Olona (stato di fatto)	1:100/1:2000
Tav. 7	Planimetria generale dell'area d'intervento in loc. Biringhello (progetto)	1:1000
Tav. 8.1	Planimetria di dettaglio dell'Area di laminazione A (progetto)	1:500
Tav. 8.2	Planimetria di dettaglio dell'Area di laminazione B (progetto)	1:500
Tav. 9.1	Sezioni trasversali area d'intervento (progetto) (1 di 3)	1:200
Tav. 9.2	Sezioni trasversali area d'intervento (progetto) (2 di 3)	1:200
Tav. 9.3	Sezioni trasversali area d'intervento (progetto) (3 di 3)	1:200
Tav. 10	Area di laminazione A e B: tipologici arginature	1:50
Tav. 11.1	Nodo deviatore in Olona (progetto) planimetria di dettaglio e sezioni	INDICATA
Tav. 11.2	Nodo deviatore in Olona (progetto) carpenterie opere civili e particolari carpenteria metallica	INDICATA
Tav. 11.3	Nodo deviatore in Olona (progetto) interventi di manutenzione straordinaria nel deviatore in Olona	INDICATA
Tav. 12	Profilo longitudinale deviatore in Olona (progetto)	1:100/1:2000
Tav. 13.1	Manufatto di collegamento tra aree di laminazione A e B (progetto)	INDICATA
Tav. 13.2	Manufatto di scarico dell'area di laminazione B nel deviatore in Olona (progetto)	INDICATA
Tav. 14.1	Planimetria di dettaglio dell'Area di laminazione A: scavi e opere provvisionali	1:500
Tav. 14.2	Planimetria di dettaglio dell'Area di laminazione B: scavi e opere provvisionali	1:500
Tav. 15.1	Aree di laminazione A e B: sezioni di scavo (1 di 3)	1:200

Tav. 15.2	Aree di laminazione A e B: sezioni di scavo (2 di 3)	1:200
Tav. 15.3	Aree di laminazione A e B: sezioni di scavo (3 di 3)	1:200
Tav. 16	Collegamento Nodo deviatore in Olona-Vasca A: scavi e opere provvisionali	INDICATA
Tav. 17	Nodo deviatore in Olona: scavi, demolizioni e opere provvisionali	INDICATA
Tav. 18	Manufatto di collegamento tra aree di laminazione A e B: scavi e opere provvisionali	INDICATA
Tav. 19	Manufatto di scarico dell'area di laminazione B nel deviatore in Olona: scavi, demolizioni e opere provvisionali	INDICATA
Tav. 20	Nodo deviatore in Olona: carpenteria e armature (tipologici)	1:50
Tav. 21.1	Manufatto di collegamento tra aree di laminazione A e B: carpenterie e armature (tipologici)	1:50
Tav. 21.2	Manufatto di scarico dell'area di laminazione B nel deviatore in Olona: carpenterie e armature (tipologici)	INDICATA
Tav. 22	Tabella materiali	---

Milano, giugno 2022

IL PROGETTISTA

Dot. Ing. Fulvio Bernabei



Progetto definitivo approvato da AIPO in data 15/06/2022 soggetto a modifiche e ulteriori approfondimenti nei successivi step progettuali