

AREE GOLENALI DEL FIUME SEVESO NEI COMUNI DI VERTEMATE CON MINOPRIO, CARIMATE E CANTÙ

PROGETTO DEFINITIVO

03	10/2018	Emissione a seguito di Decreto del Delegato del commissario Governativo n. 4 del 15.10.2018. Conclusione della conferenza dei servizi			
02	04/2018	Emissione a seguito di Decreto regionale n. 5351 del 16.04.2018. Pronuncia di compatibilità ambientale			
00	06/2016	Emissione a seguito di nota AIPO prot. n. 00015532/2016 del 15.06.2016			
INDICE	DATA	MODIFICHE	DISEGN.	CONTR.	APPROV.

RELAZIONE GENERALE

I PROGETTISTI:

Dott. Ing. Denis Cerlini

Dott. Ing. Alessandro Balbo

Dott. Ing. Giacomo Galimberti

Dott. Ing. Gaetano di Franca

GEOLOGIA:

Dott. Geol. Pietro Breviglieri

Dott. Geol. Efrem Ghezzi

Hanno collaborato:

Dott. Ing. Daniele Recalcati

Dott. Ing. Roberta Romiti

Geom. Enrico Maddalena

Consulenza geotecnica:

Dott. Geol. Roberto Prevati

SCALA:

ELABORATO:

SVS 2.01

Giugno 2016



STUDIO MAJONE INGEGNERI ASSOCIATI

Via Inama, 7 - 20133 Milano - tel. +39.02.70120918 fax +39.02.70120923
Via Cavallotti, 16 - 43121 Parma - tel. +39.0521.508419 fax +39.0521.221022



DOTT. ING. GAETANO DI FRANCA



STUDIO IDROGEOTECNICO

INDICE

1. PREMESSA	2
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E STUDI DI BACINO	4
2.1 GENERALITÀ	4
3. STUDI E PROGETTI PREGRESSI	10
3.1 INQUADRAMENTO DELL'AREA DI INTERVENTO: LO STUDIO AIPO 2011.....	10
3.2 PROGETTO PRELIMINARE (APRILE 2015)	13
4. OBIETTIVI PROGETTUALI	20
5. INDAGINI PROPEDEUTICHE ALLA PROGETTAZIONE DEFINITIVA	22
5.1 RILIEVO TOPOGRAFICO	22
5.2 INDAGINI GEOLOGICHE E GEOTECNICHE	23
5.3 INDAGINI ARCHEOLOGICHE	23
5.4 INDAGINE SULLE INTERFERENZE	24
6. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO	27
6.1 ELEMENTI TIPOLOGICI IDRAULICI COMUNI A TUTTE LE AREE GOLENALI	27
6.2 AREA GOLENALE 1 - VERTEMATE CON MINOPRIO (SVS 2011-SVS 2013)	34
6.2.1 <i>Caratteristiche dimensionali delle opere</i>	34
6.2.2 <i>Ulteriori elementi progettuali di approfondimento rispetto al Preliminare..</i>	38
6.3 AREA GOLENALE 2 IN SINISTRA IDRAULICA - VERTEMATE CON MINOPRIO (SVS 2011-SVS 2013).....	44
6.3.1 <i>Area golenale 2 in sinistra idraulica</i>	44
6.3.2 <i>Area golenale 2 in destra idraulica - Vertemate con Minoprio</i>	48
6.4 AREA GOLENALE 3	50
6.4.1 <i>Caratteristiche dimensionali delle opere</i>	50
6.5 AREA GOLENALE 4	55
6.5.1 <i>Caratteristiche dimensionali delle opere</i>	55
6.6 AREA GOLENALE 5	60
6.6.1 <i>Caratteristiche dimensionali delle opere</i>	60
6.7 AREA GOLENALE 6 IN DESTRA E SINISTRA IDRAULICA.....	64
7. FUNZIONAMENTO IDRAULICO DELLE OPERE	69
8. CRONOPROGRAMMA.....	70

1. PREMESSA

Lo scrivente raggruppamento è risultato aggiudicatario della gara per l'affidamento dei servizi di progettazione definitiva delle *'Aree golenali del Fiume Seveso nei Comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù'*.

Gli interventi in progetto si inseriscono all'interno di un quadro pianificatorio più ampio che riguarda la messa in sicurezza dell'asta del fiume Seveso e della città di Milano.

Il presente progetto prevede la realizzazione di 8 aree di laminazione "golenali" con funzionamento in derivazione, che si localizzano, ad eccezione dell'area golenale 4, in aree già attualmente allagabili per eventi con tempo di ritorno 2 anni ma ne migliorando la capacità di laminazione dell'onda di piena, ritardandone l'allagamento e aumentandone la capacità di invaso per eventi con tempo di ritorno superiore.

L'ubicazione e la configurazione delle aree golenali sono state già definite nel progetto preliminare, riprendendo quanto già previsto nello studio AIPO 2011. Nel presente progetto definitivo gli scriventi hanno provveduto ad affinare la soluzione progettuale individuata sulla base di nuovi rilievi topografici e indagini acquisite e delle osservazioni emerse nell'ambito della conferenza di servizi sul preliminare del 29.02.2016.

In data 31/01/2017 gli scriventi hanno presentato il progetto definitivo che, integrato con lo studio di Impatto Ambientale redatto nell'ambito di altro incarico dato da A.I.P.O alla società Beta Studio S.r.l., è stato sottoposto a procedura di VIA conclusasi con parere favorevole con prescrizioni con il decreto n° 5351 del 16/04/2018.

Il decreto di VIA, attraverso la relazione istruttoria ad esso allegata, ha richiesto di modificare la soluzione proposta nel progetto definitivo in relazione al ponte di via dell'Abbazia a Vertemate con Minoprio, che ne prevedeva la demolizione e ricostruzione con sezione idraulica adeguata. In particolare, su richiesta della commissione VIA, è stato richiesto di predisporre una differente soluzione di progetto che preveda la conservazione del manufatto storico. Sono state fornite due ipotesi

alternative, che prevedono la realizzazione di un bypass in sinistra o in destra dell'attuale ponte evitandone la demolizione e garantendo la medesima efficacia idraulica.

La valutazione su quale delle alternative portare avanti a livello di progettazione esecutiva è stata demandata nel decreto di VIA alla Conferenza dei Servizi decisoria, che ha definito di sviluppare la soluzione 2, con by pass in sinistra.

Le restanti prescrizioni contenute nel decreto di VIA (allegato alla presente relazione) andranno recepite nella successiva fase di progetto esecutivo o entro l'avvio dei lavori.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E STUDI DI BACINO

2.1 Generalità

Il torrente Seveso nasce alle falde del Monte Pallanza nel territorio del comune di San Fermo della Battaglia (CO), nelle vicinanze del confine svizzero con il Canton Ticino, sul versante Meridionale del Sasso Cavallasca, in provincia di Como, circa a quota 490 metri sul livello del mare, tocca vari centri abitati della Brianza ed entra in Milano fino ad unirsi con il Naviglio della Martesana all'interno della città di Milano in prossimità di via Melchiorre Gioia.

L'intero bacino idrografico del Seveso può essere suddiviso sostanzialmente in quattro parti:

- la prima parte più settentrionale, denominata “Seveso naturale”, afferente all'asta del torrente Seveso dalla sorgente al comune di Lentate sul Seveso, presenta versanti acclivi o mediamente acclivi ed è caratterizzato da urbanizzazione ridotta comunque tale da non produrre modifiche rilevanti rispetto al processo di piena naturale;
- la seconda parte, denominata “Certesa naturale”, ad est della precedente e afferente al torrente Certesa (o Roggia Vecchia), principale affluente del Seveso, si estende dalle sorgenti fino alla confluenza con il torrente Terrò ed è caratterizzato da versanti acclivi e da scarsa urbanizzazione;
- la terza parte, denominata “Certesa urbano”, anch'essa afferente al Torrente Certesa, dalla confluenza con il Torrente Terrò fino alla confluenza nel torrente Seveso, presenta versanti poco acclivi e vaste aree urbanizzate (Mariano Comense, Cabiato e Meda);
- la quarta parte, denominata “Seveso urbano”, afferente direttamente al torrente Seveso, da Lentate sul Seveso all'ingresso nel tratto tombato nel comune di Milano, presenta versanti pressoché pianeggianti ed un'elevata urbanizzazione (Barlassina, Seveso, Cesano Maderno, Bovisio Masciago, Varedo, Paderno Dugnano, Cusano Milanino, Cormano Bresso e Cinisello Balsamo).

Tali quattro parti in cui è stato suddiviso il bacino idrografico del Seveso possono essere raggruppate, in relazione alla tipologia di funzionamento idrologico di formazione delle piene: i deflussi delle zone Seveso naturale e Certesa naturale dipendono esclusivamente dalle caratteristiche geomorfologiche del bacino, mentre i deflussi delle zone Seveso urbano e Certesa urbano, eccetto gli apporti di alcuni piccoli affluenti (Comasinella), risultano influenzati principalmente dalla capacità di smaltimento delle reti di drenaggio urbano.

La superficie complessiva del bacino del Seveso, chiuso all'ingresso nel tratto tombato di Milano in via Ornato è pari a circa 226 kmq, 100 dei quali di aree urbane (44%). Il sottobacino idrografico del torrente Certesa, affluente principale del Seveso, è pari a circa 72 kmq.

Se si considera poi come sezione di chiusura la presa del CSNO, ubicata a Palazzolo (Comune di Paderno Dugnano, ove vengono scolmate le portate di piena del T. Seveso, il bacino idrografico ha un'estensione di circa 190 kmq, 76 dei quali di aree urbane (40%).

Come differenza si ha che il bacino idrografico del T. Seveso compreso tra la presa del CSNO e Milano è pari a 36 kmq, di cui 24 di aree urbanizzate (67%).

Nella Figura 1 è riportata la planimetria del bacino idrografico del T. Seveso, fino alla sezione di chiusura di Milano. La lunghezza dell'asta del torrente Seveso fino a Milano (da ospedale S. Anna di Como) è pari a circa 39 km, 32 dei quali fino alla presa del CSNO in località Palazzolo, Comune di Paderno Dugnano.

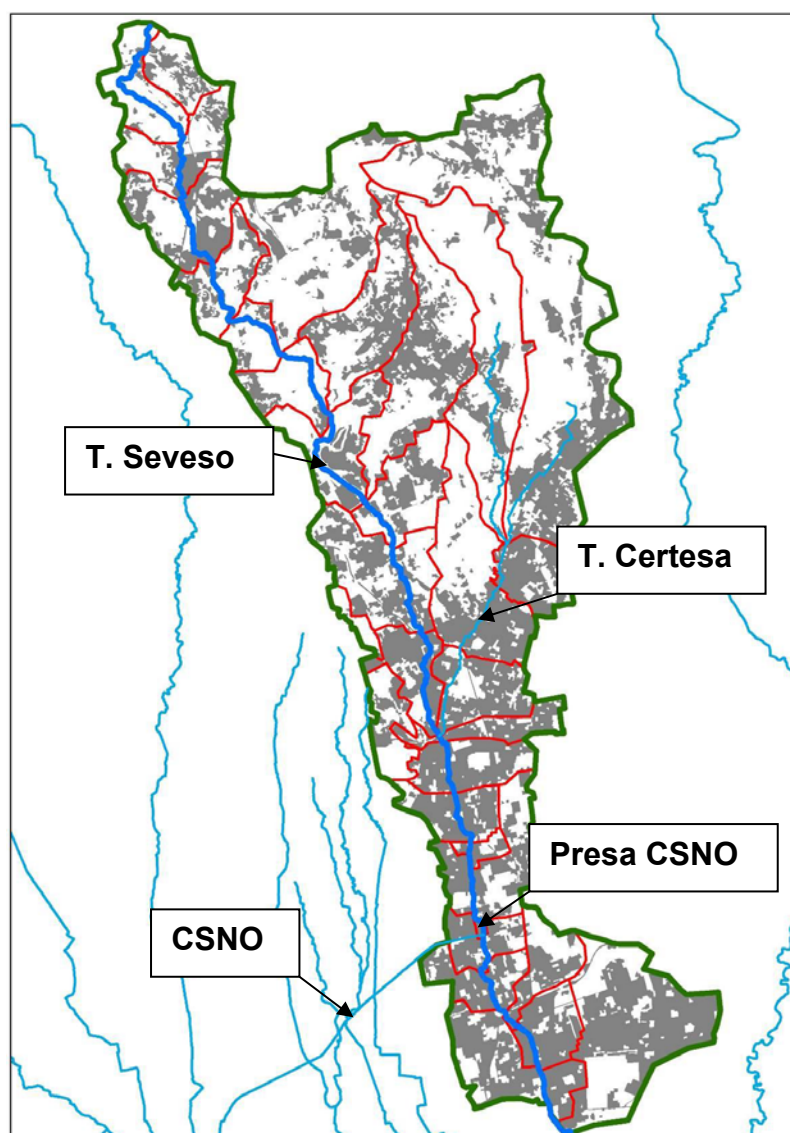


Figura 1 - Bacino idrografico del T. Seveso (in rosso sono indicati i sottobacini, mentre in grigio sono indicate le aree urbanizzate aggiornate al 2007)

Il T. Seveso si caratterizza per l'entità del grado di vincolo presente nella zona terminale dell'asta. Essendo posto, infatti, al centro della zona urbana milanese (a differenza di Lambro e Olona che scorrono in zone più periferiche) ed attraversando una porzione di territorio che ha subito uno sviluppo urbanistico senza paragoni in Lombardia negli ultimi 50 anni, il torrente Seveso risulta caratterizzato dal seguente assetto idraulico:

- la dimensione del bacino drenato. Il torrente Seveso ha un bacino di oltre 200 kmq, superiore al bacino dei corsi d'acqua delle Groane, che presentano la medesima caratteristica di immettersi al di sotto della città di Milano;
- il bacino ha origine nella zona delle Prealpi e pertanto le onde di piena che interessano il corso d'acqua hanno una base di tipo "naturale" con volumetrie dell'onda superiori a quelle derivanti dagli ambiti collinari e urbani che caratterizzano gli altri corsi d'acqua limitrofi (Groane, Bozzente e Lura);
- il corso d'acqua, fin dall'ingresso nel territorio comunale di Milano, è tombinato con capacità di deflusso (stimata in 30÷40 m³/s e limitata da vincoli a valle) assai inferiore rispetto all'apporto di monte;
- la capacità idraulica sopra riportata è appena sufficiente al drenaggio delle acque meteoriche urbane dell'hinterland per eventi che non superino i 2 anni di tempo di ritorno;
- il corso d'acqua, nel percorso in Milano, non presenta sezioni a cielo aperto;
- la rilevanza del grado di urbanizzazione attorno all'asta; tutto il tratto terminale del corso d'acqua da Lentate sul Seveso a Milano presenta aree urbanizzate di vaste proporzioni ed inoltre in buona parte di tale tratto (da Lentate sul Seveso a Cusano Milanino) il corso d'acqua si presenta incassato di parecchi metri rispetto al piano campagna;
- il sistema spondale per ampi tratti è costituito dai muri stessi delle case realizzate ai margini dell'alveo che in alcuni casi ne riducono la capacità di deflusso;
- lo sviluppo urbanistico dei Comuni dell'hinterland a monte ha indotto alla progressiva impermeabilizzazione di vaste aree con conseguente aumento delle portate scaricate dal reticolo fognario. Le potenzialità di scarico di detto reticolo sono in grado di saturare la capacità di deflusso del corso d'acqua già per eventi associati a modesto tempo di ritorno, pur in assenza di afflussi da monte.

L'insieme delle citate particolarità fa sì che gli eventi alluvionali del torrente Seveso in Milano assumano una frequenza di più volte l'anno.

Secondo i dati disponibili, a Milano dal 1976 ad oggi si sono avute ben 97 esondazioni (in media 2,5 esondazioni all'anno). Negli ultimi anni sono stati particolarmente critici il 2010, durante il quale si sono verificate ben 8 esondazioni (03/05, 14/05, 23/07, 05/08, 12/08, 18/09, 01/11, 16/11), di cui particolarmente grave quella del 18 settembre, e il 2014, in quanto nel giorno 8 luglio si è verificato un evento con portate defluenti prossime a 100 anni di tempo di ritorno, che hanno causato diverse gravi situazioni di allagamento (non solo a Milano – Niguarda, dove il Seveso è esondato dalle 2.00 di notte fino a circa alle 12.00, ma anche in altri comuni lungo l'asta del Seveso) Nelle foto seguenti (Figura 2) si riportano alcune situazioni di allagamento in Milano nella zona di Niguarda negli anni '70 e oggi (8 luglio 2014).



Figura 2 - Immagini di allagamenti storici del Seveso a Milan

Particolarmente significativo è stato il recente evento del 12/13 Novembre 2014.

Da una prima analisi dei dati raccolti emerge che:

- la portata al colmo nel T. Seveso a monte del CSNO è stata dell'ordine di 110 m³/s;
- considerando che oggi nel CSNO possono essere derivati circa 30 m³/s, significa che verso Milano è proseguita una portata massima dell'ordine di 80 m³/s; tale valore, a cui si aggiungono poi i contributi dei bacini urbani di valle, è molto superiore alla capacità del tratto tombinato e, quindi, si è verificata l'esondazione;
- l'esondazione è durata per circa 9.5 ore (dalle ore 15:30 del 12 alle ore 1:00 del 13);
- il volume dell'onda di piena a Palazzolo, superiore a 30 m³/s, è stato dell'ordine di 3.2 Mm³.

Ed infine l'evento del 15/16 Novembre 2014 dal quale è emerso che:

- la portata al colmo nel T. Seveso a monte del CSNO è stata dell'ordine di 150 m³/s;
- considerando che oggi nel CSNO possono essere derivati circa 30 m³/s, significa che verso Milano è proseguita una portata massima dell'ordine di 120 m³/s; tale valore, a cui si sono aggiunti poi i contributi dei bacini urbani di valle, è di molto superiore alla capacità del tratto tombinato e, quindi, si è verificata l'esondazione;
- l'esondazione è durata per circa 16 ore (dalle ore 14:00 del 15 alle ore 6:00 del 16);
- il volume dell'onda di piena a Palazzolo, superiore a 30 m³/s, è stato dell'ordine di 6.2 Mm³.

3. STUDI E PROGETTI PREGRESSI

3.1 Inquadramento dell'area di intervento: lo studio AIPO 2011

Le aree oggetto della presente progettazione preliminare sono situate lungo il T. Seveso, nel tratto in cui esso transita in direzione nord-sud attraversando i territori dell'area metropolitana dei Comuni di Vertemate con Minoprio (CO), Carimate (CO) e Cantù (CO).

In Figura 3 viene riportato un inquadramento aereo della zona di intervento.



Figura 3 – Inquadramento dell'area di intervento

Le aree golenali di laminazione costituiscono una componente fondamentale del sistema complessivo di controllo delle piene del T. Seveso, previsto nello “Studio idraulico del torrente Seveso nel tratto che va dalle sorgenti alla presa del Canale

Scolmatore Nord Ovest (CSNO) in località Palazzolo in Comune di Paderno Dugnano (MI) e studio di fattibilità della vasca di laminazione del CSNO a Senago (MI)” (d’ora in poi denominato Studio-AIPO-2011) redatto dalla società ETATEC STUDIO PAOLETTI s.r.l. su incarico di AIPO, poi approvato nell’ambito dell’Accordo di Programma relativo alla difesa idraulica del territorio milanese. Questo studio rappresenta l’aggiornamento dello studio idrologico-idraulico del torrente Seveso condotto dall’Autorità di Bacino del fiume Po nell’ambito dello “Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d’acqua naturali e artificiali all’interno dell’ambito idrografico di pianura Lambro – Olona” - 2002 ÷ 2004.

Nell’ambito dello Studio-AIPo-2011, sono stati, infatti, ricercati lungo il T. Seveso i possibili siti ove realizzare le opere idrauliche necessarie al riassetto idraulico del corso d’acqua, per garantire la messa in sicurezza sia dei territori urbanizzati posti in fregio al corso d’acqua, sia del tratto tombinato all’interno della città di Milano. Tale sistema di controllo delle piene del T. Seveso è articolato su una successione di vasche di laminazione, poste lungo l’asta principale del Seveso e lungo il Canale Scolmatore Nord – Ovest. Le aree di laminazione golenale sono, in particolare, il risultato della vasta analisi dello stato del corso d’acqua, e del territorio ad esso limitrofo, effettuata con riferimento alle aree attualmente soggette a fenomeni di esondazione, che non necessitano, dunque, di interventi di messa in sicurezza, in quanto già oggi caratterizzate da una destinazione d’uso del suolo compatibile con i fenomeni di allagamento (es. agricolo, parco, ecc.). Lo Studio-AIPo-2011 giunse, in conclusione, a porre alla base dell’assetto di progetto del T. Seveso le seguenti aree di laminazione oggetto della presente progettazione preliminare:

- 3 aree esondabili di laminazione “golenale” a Vertemate con Minoprio (CO), indicate nel seguito come area di laminazione 1, area di laminazione 2 (suddivisa in due sotto aree in sponda destra e sponda sinistra) e area di laminazione 3;
- 1 area esondabile di laminazione “golenale” a Cantù (CO), indicata nel seguito come area di laminazione 4;

- 1 area esondabile di laminazione “golenale” tra i comuni di Cantù (CO) e Carimate (CO), indicata nel seguito come area di laminazione 5;
- 1 area esondabile di laminazione “golenale” a Carimate (CO), indicata nel seguito come area di laminazione 6 (suddivisa in due sotto aree in sponda destra e sponda sinistra).

Le aree sono indicate nella planimetria di Figura 3.

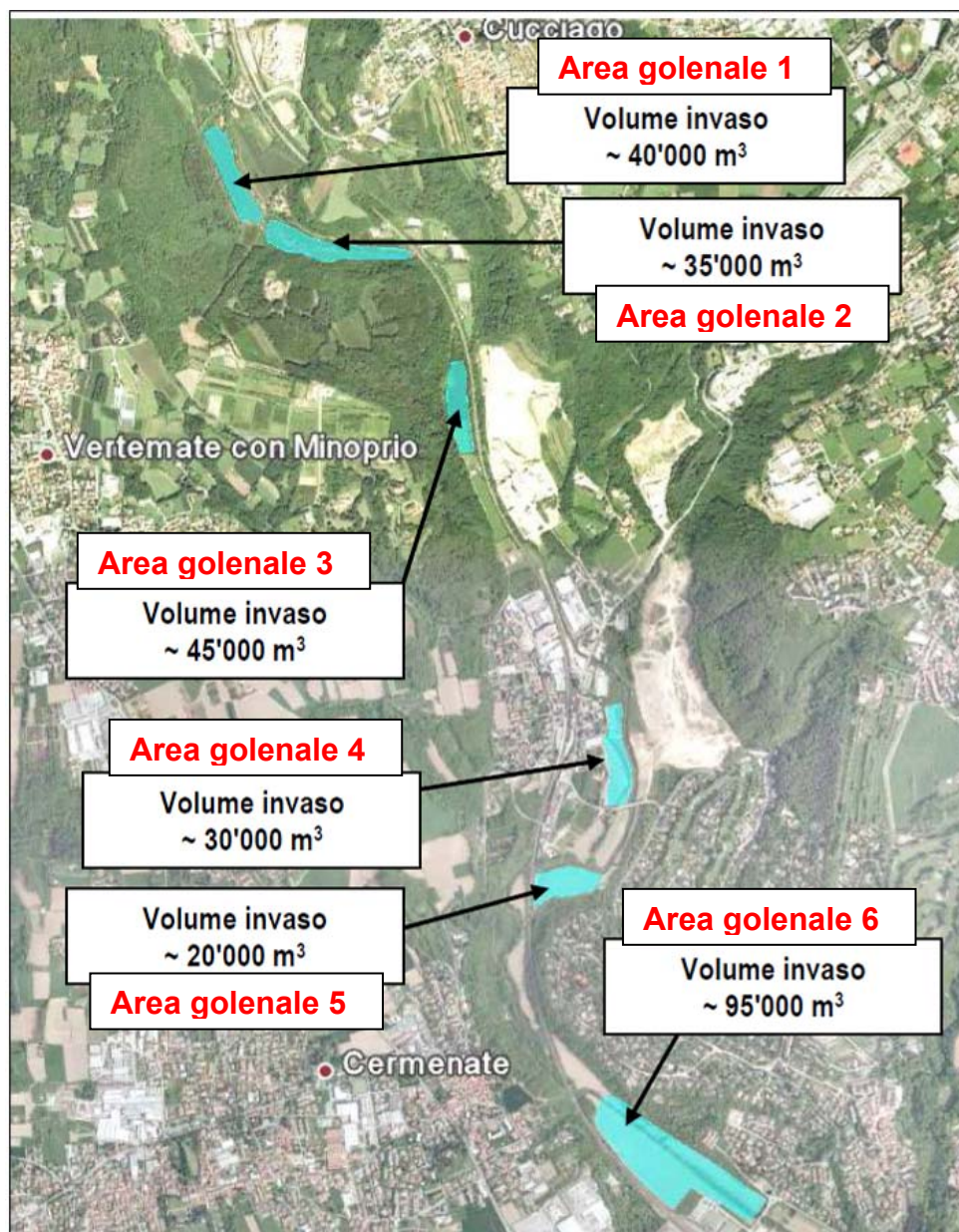


Figura 4 – Invasi di laminazione in aree golenali nei comuni di Vertemate con Minoprio, Cantù e Carimate

Lo studio AIPo 2011 individuava in queste aree un volume complessivo di invaso pari a 265'000 mc.

3.2 Progetto preliminare (Aprile 2015)

Il criterio di progetto è stato quello di mantenere le aree di allagamento naturale che interessano le zone golenali, migliorando, ove possibile, le capacità di laminazione dell'onda di piena, e nella difesa dagli allagamenti delle aree in cui tali fenomeni risultano incompatibili (centri abitati).

In particolare si è riscontrata l'estrema difficoltà di reperire aree di notevole estensione da adibire a cassa di espansione, a causa soprattutto della profondità del fondo alveo rispetto al piano campagna e della notevole pressione antropica che si spinge frequentemente sino alle sponde.

Le aree di laminazione incluse nella progettazione, già individuate nello studio del giugno 2011, oggetto della progettazione preliminare sono:

- 3 aree esondabili di laminazione "golenale" a Vertemate con Minoprio (CO) (indicate nel seguito come area di laminazione 1, 2 e 3;
- 1 area esondabile di laminazione "golenale" a Cantù (CO) (indicata nel seguito come area di laminazione 4);
- 1 area esondabile di laminazione "golenale" tra i comuni di Cantù (CO) e Carimate (CO) (indicata nel seguito come area di laminazione 5);
- 1 area esondabile di laminazione "golenale" a Carimate (CO) (indicata nel seguito come area di laminazione 6).

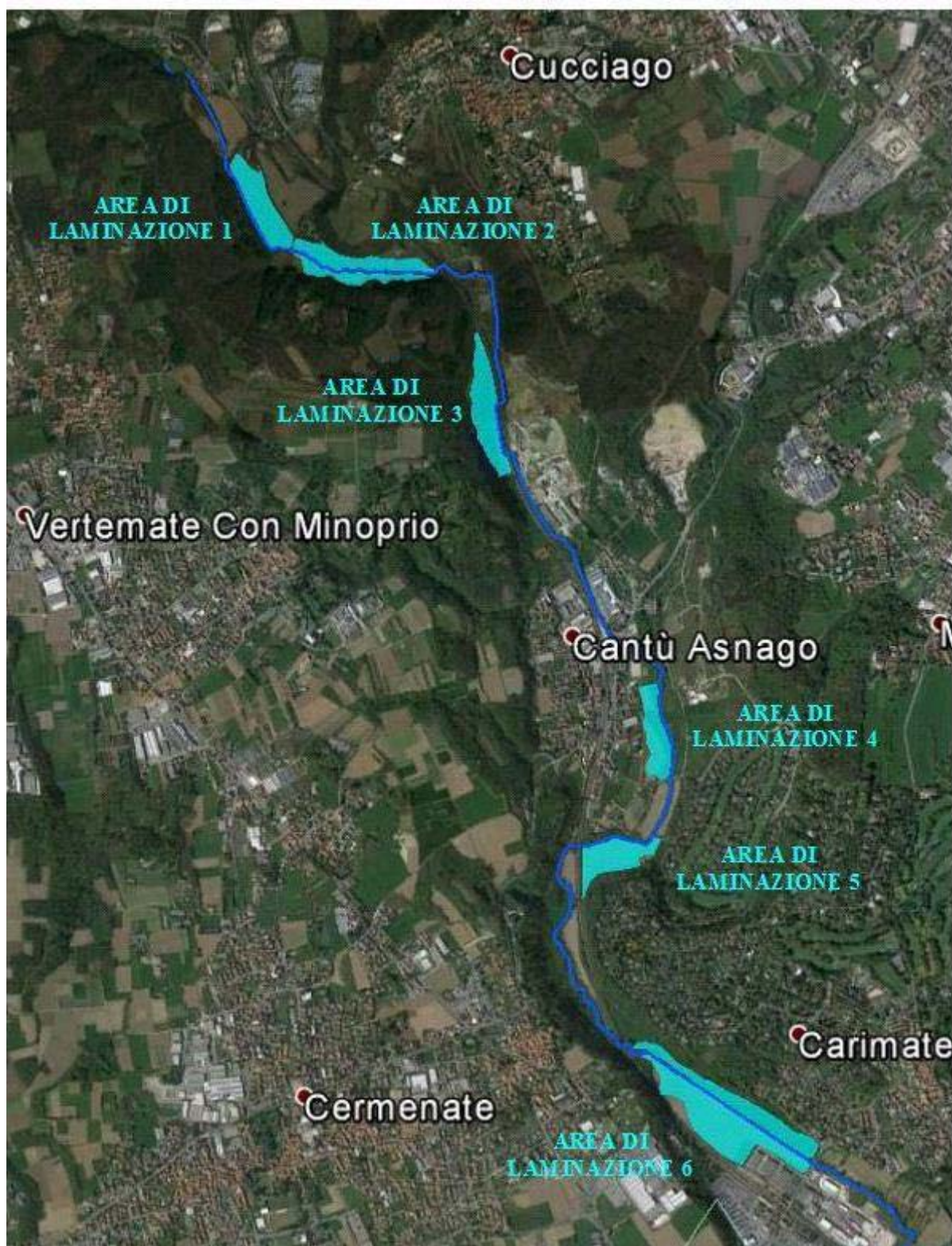


Figura 5 – Invasi di laminazione in aree golenali nei comuni di Vertemate con Minoprio, Cantù e Carimate previsti nel progetto preliminare

Il volume di laminazione totale, risulta pari a circa 522'100 mc.

Per ottimizzare l'effetto di laminazione di tali aree, era prevista la realizzazione di arginature trasversali e longitudinali lungo le sponde del T. Seveso, in parte tracciabili dall'onda di piena, in modo tale da garantire un funzionamento "in derivazione" onde massimizzare e riservare il volume presente nelle aree golenali solo alla fase di colmo dell'onda di piena. Le aree dovevano essere configurate in modo tale che i volumi in esse immessi venissero mantenuti all'interno della superficie di occupazione individuata durante l'evento di piena, così da ridurre il volume dell'onda che prosegue verso valle. La derivazione era prevista mediante sfioro laterale ubicato sulla parte sommitale dell'arginatura con protezione contro l'azione erosiva dell'acqua sfiorata al di sopra di tale sfioro.

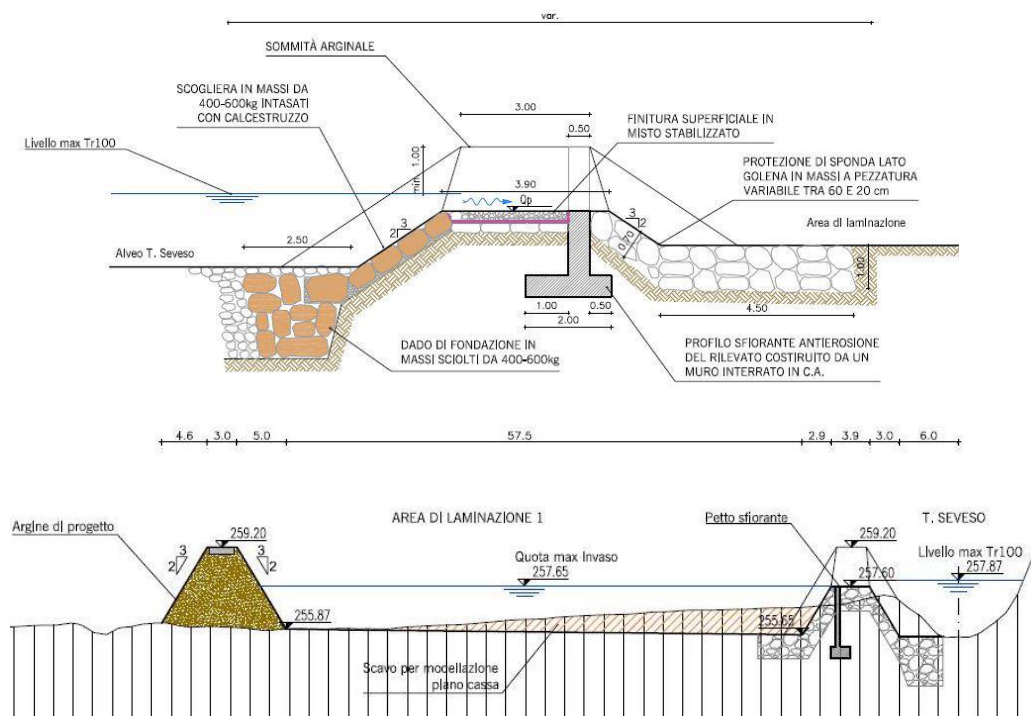


Figura 6 – manufatto di derivazione previsto nel progetto preliminare

Solo una volta terminato l'evento di piena era previsto lo svuotamento mediante l'inserimento a valle di ognuna di esse di un'opera idraulica di restituzione. Questo funzionamento è realizzabile effettuando la restituzione dei volumi laminati attraverso scarichi di fondo configurati e attrezzati.

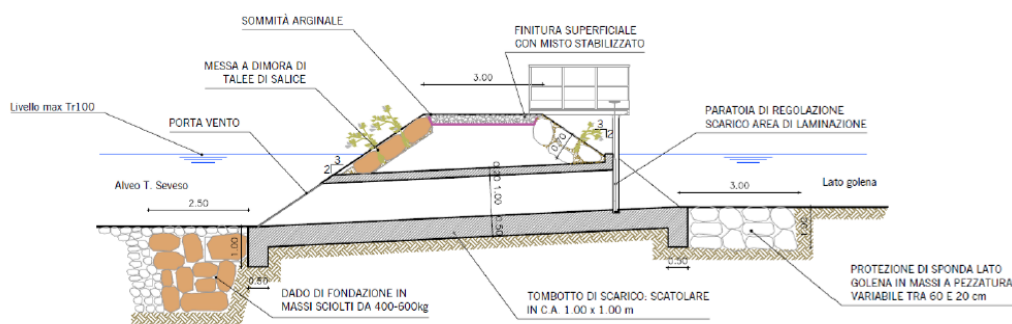


Figura 7 – manufatto di scarico previsto nel progetto preliminare

Una soglia a massi (Figura 4) è stata prevista per stabilizzare il tirante idraulico necessario alla corretta derivazione d'acqua dal fiume verso l'area di laminazione.

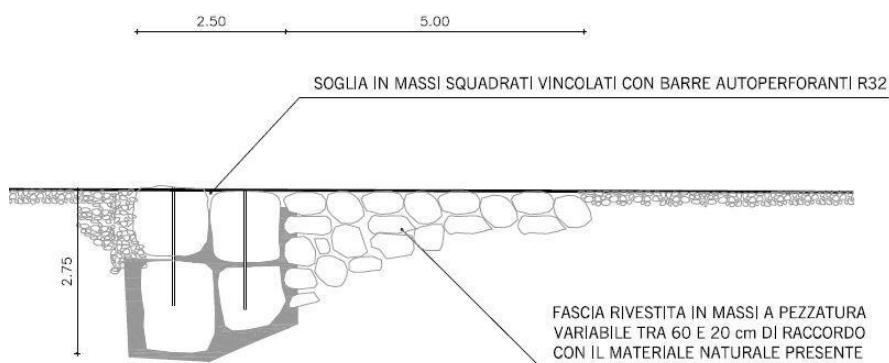
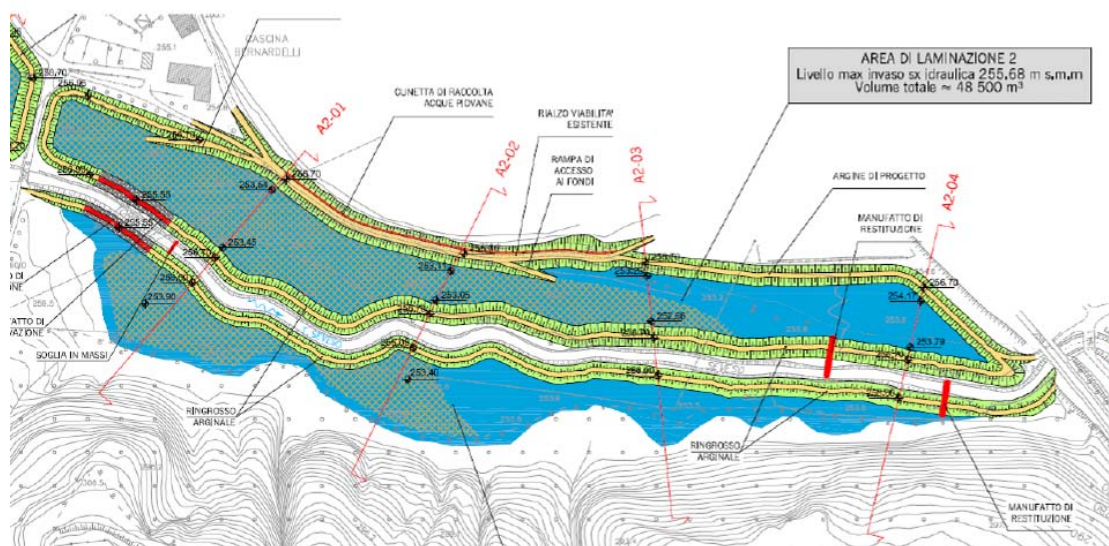
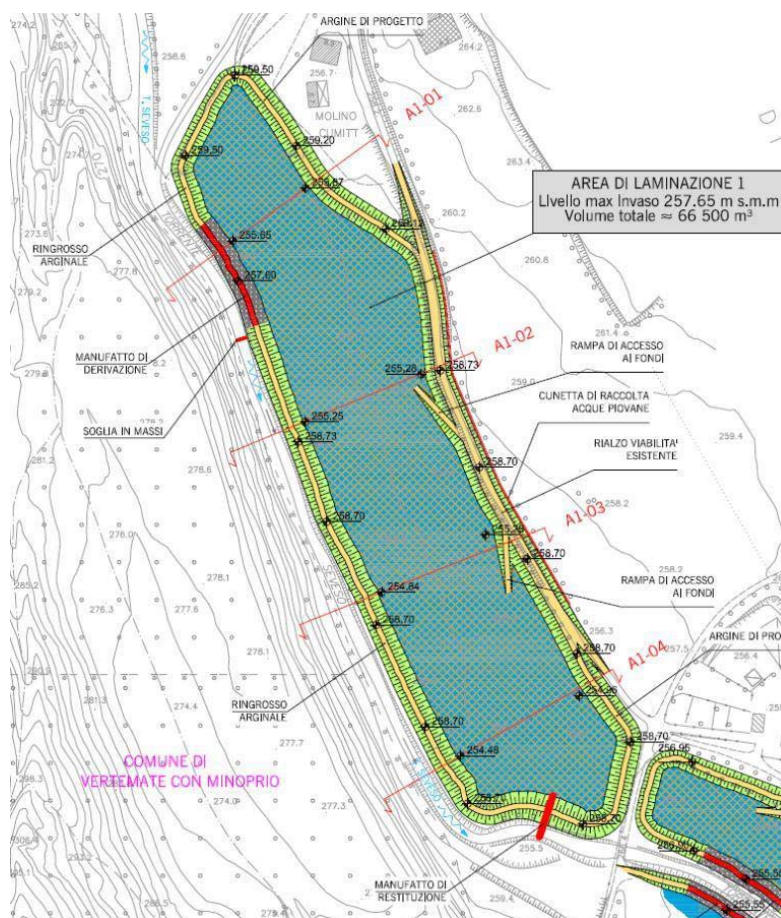
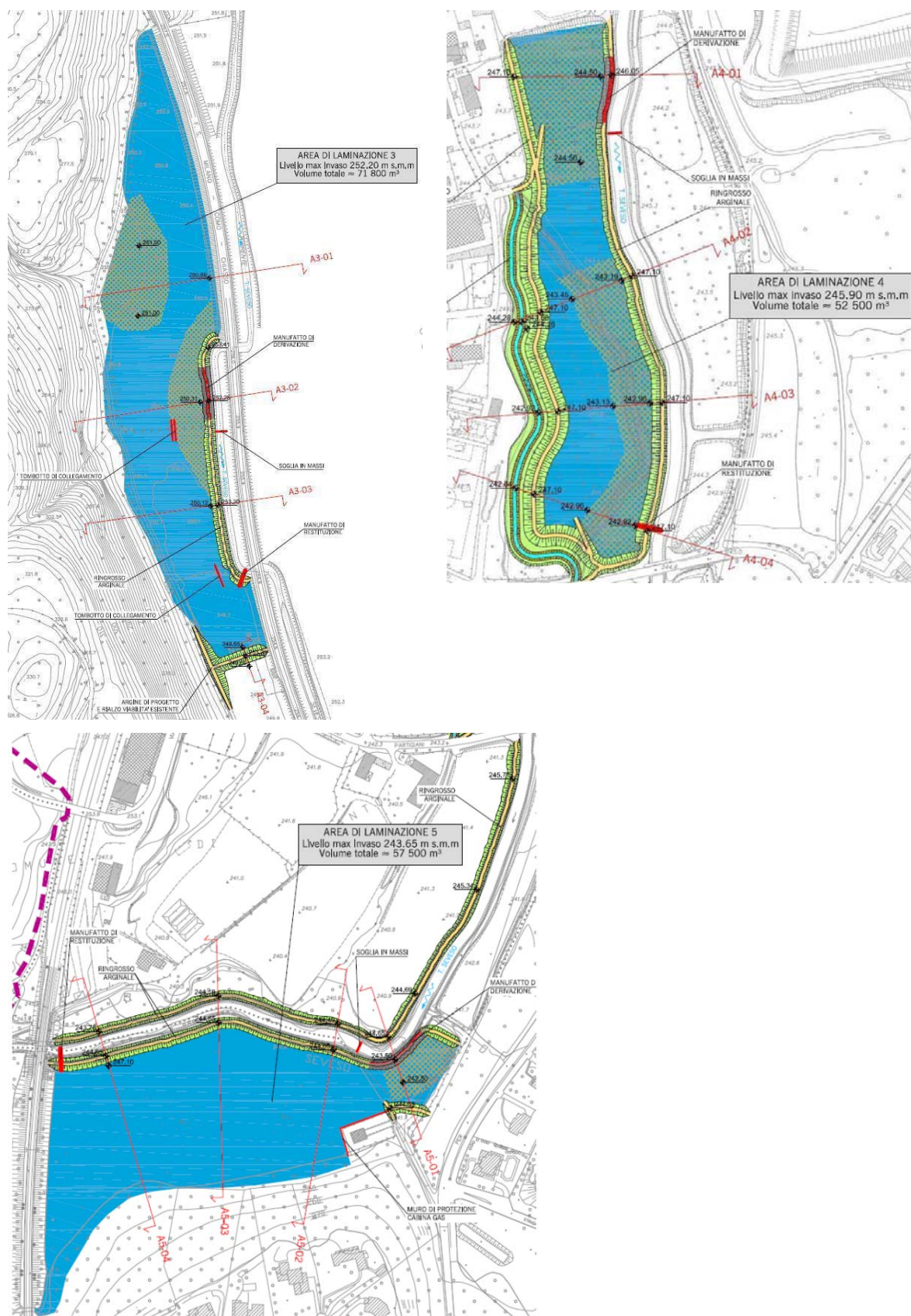
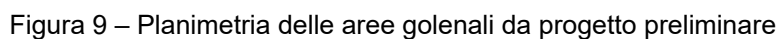


Figura 8 – soglia in massi per stabilizzazione alveo prevista nel progetto preliminare

Qui di seguito si riportano gli stralci planimetrici delle aree golenali previste nel preliminare.







4. OBIETTIVI PROGETTUALI

L'obiettivo delle opere in progetto è quello di contribuire a migliorare le condizioni di sicurezza idraulica dei territori posti in adiacenza al corso del Torrente Seveso ed afferenti all'hinterland milanese, oltre che della città di Milano.

Al fine di contribuire al raggiungimento di un adeguato grado di sicurezza per il T. Seveso, sono state prese in considerazione le aree naturali, che attualmente sono soggette a fenomeni di esondazione, per salvaguardarne e ottimizzare l'effetto di laminazione attraverso un adeguamento strutturale, compatibilmente con la presenza di centri abitati e attività antropiche.

Il primo elemento fondamentale di ottimizzazione proposto nel presente progetto definitivo è stato quello di migliorare le prestazioni in termini di stabilità e minimizzazione dei rischi di sifonamento degli argini in progetto.

Un ulteriore elemento fondamentale che si è considerato nel presente progetto è stato quello di affinare la soluzione proposta nel progetto preliminare, riducendo gli impatti sul territorio in alcuni punti ritenuti dagli scriventi potenzialmente critici per la presenza di infrastrutture, sottoservizi o aree edificate.

Si è data particolare importanza inoltre a garantire l'entrata in funzione delle aree golenali per gli eventi di interesse salvaguardandole al contempo per tempi di ritorno bassi.

Come già detto si è invece mantenuto inalterato l'obiettivo di sicurezza idraulica garantendo i medesimi volumi di invaso previsti nel progetto preliminare. Di seguito si riportano il confronto dei volumi di invaso tra progetto preliminare e progetto definitivo.

PP	PD	
Vol. invaso max [mc]	Vol. invaso [mc]	Vol. invaso max [mc]
66 500	53 800	53 800
48 500	41 400	51 200
23 000	19 650	24 000
71 800	46 700	64 700
52 500	36 600	42 100
57 500	55 300	63 900
76 700	56 600	76 600
125 600	129 900	146 600
522 100.00	439 950.00	522 900.00

Dal punto di vista tipologico le aree golenali si configurano come aree di invaso in derivazione confinate da rilevati arginali in progetto o adeguati, o elementi morfologici esistenti ed alimentate da ribassamenti arginali rivestiti per proteggerli da fenomeni erosivi la cui tracimazione è favorita dalla presenza in alveo di restringimenti che garantiscono l'opportuna alimentazione degli invasi. La differenza di volume tra quello definito "volume invaso max" e "volume invaso" è la quota parte di volume che durante l'evento di progetto centennale si accumula nell'area golenale al di sopra della quota dello sfioratore di alimentazione\scarico di emergenza e che viene restituita al fiume al decrescere dei livelli in alveo, con un funzionamento tipico di un invaso in linea. La quota parte invece stoccata al di sotto della quota dello sfioratore di alimentazione\scarico di emergenza ha un funzionamento in derivazione in quanto il suo svuotamento è regolato dall'apertura dello scarico di fondo.

5. INDAGINI PROPEDEUTICHE ALLA PROGETTAZIONE DEFINITIVA

5.1 Rilievo topografico

Nell'area in oggetto è disponibile il rilievo svolto nell'ambito dello studio ADBPo "Lambro-Olona" oltre al rilievo lidar del Ministero dell'Ambiente. Questo rilievi sono stati utilizzati per la redazione del progetto preliminare. Nell'ambito del presente progetto definitivo, i rilievi disponibili sono stati integrati ed estesi attraverso un rilievo di dettaglio del torrente Seveso nei tratti oggetto di intervento e delle aree golenali su cui sorgeranno le opere. Le risultanze del rilievo topografico svolto sono riportate nelle tavv. SVS 2002 - SVS 2007.

Per le sezioni in alveo, la densità dei punti rilevati è stata tale da rappresentare adeguatamente le variazioni del profilo del terreno, tenendo conto degli elementi che determinano variazioni di quota localizzate (rilevati stradali, argini, reticolo idrografico minore, bordi di terrazzi geologici ecc.).

È stato eseguito il rilievo piano – altimetrico di tutti i manufatti presenti in alveo, quali ponti, briglie, salti di fondo che hanno dimensioni significative rispetto a quelle del corso d'acqua. Oltre al rilievo della sezione trasversale dell'alveo in corrispondenza dei manufatti, rilevando gli elementi planimetrici e altimetrici necessari a schematizzare il prospetto e la pianta della struttura.

È stato realizzato inoltre un piano quotato di dettaglio delle aree golenali e dei piani di imposta degli argini in progetto.

Le indagini topografiche necessarie per lo svolgimento dell'incarico hanno mirato da un lato a definire correttamente l'attuale morfologia del terreno su cui sorgeranno le opere e i relativi bilanci di terre necessari per la realizzazione degli invasi, e dall'altro consentire lo studio idraulico del corso d'acqua e la definizione dei manufatti di presa e restituzione.

Entrando nel dettaglio, è stato realizzato un piano quotato di dettaglio (SVS 2002/2007, scala 1:1000) delle aree oggetto di intervento (di estensione totale pari a circa 25 ha).

Area di laminazione	Superficie rilevata [ha]
1	3
2	2.5
3	4
4	2.4
5	3
6	9.5

La descrizione topografica di tratto di torrente interessata dalle opere è stata svolta attraverso il rilievo plano-altimetrico delle sezioni naturali (per una lunghezza complessiva dell'asta di circa 3.5 km, ad integrare quelle già realizzate negli studi precedenti.

Area di laminazione	Sviluppo alveo rilevato [m]
1	500
2	700
3	300
4	400
4-5	350
5	300
6	850

5.2 Indagini geologiche e geotecniche

Per quanto riguarda le indagini geologiche, idrogeologiche e geotecniche, si rimanda agli elaborati specifici SVS 2.03 e SVS 2.04.

5.3 Indagini archeologiche

Come da richiesta della soprintendenza Archeologia della Regione Lombardia, espressa nell'ambito della conferenza dei servizi sul progetto preliminare, sono

stati eseguiti dei sondaggi esplorativi, in numero e ubicazione e secondo le modalità concordate con la soprintendenza.

L'assistenza archeologica è stata eseguita dallo Studio AR.TE Archeologia e Territorio sotto la direzione scientifica della Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per le Province di Como, Lecco, Monza e Brianza, Pavia, Sondrio e Varese, nella persona della Dott.ssa Lucia Mordegli.

L'analisi dei dati ha evidenziato la presenza di deposito archeologico soltanto in un unico sondaggio, P52. Questo, realizzato in posizione centrale all'interno dell'Area 5, in comune di Cantù/Cermenate (CO), ha portato alla messa in luce di una struttura artificiale, ma di incerta determinazione sia funzionale che cronologica.

Negli altri sondaggi non è stata riscontrata alcuna presenza di stratigrafia e/o evidenze di interesse archeologico.

Si rimanda all'elaborato SVS 2.13 per la descrizione completa dell'indagine condotta.

5.4 Indagine sulle interferenze

Le aree interessate dalle opere presentano un significativo numero di interferenze con sottoservizi e linee aeree esistenti. Alcune delle interferenze individuate sono state risolte modificando localmente gli ingombri o i tracciati delle opere in progetto, mentre in altri casi si è previsto lo spostamento del sottoservizio destinando gli importi necessari tra le somme a disposizione del progetto.

Particolarmente significativa è risultata, l'interferenza tra l'opera in progetto e il collettore intercomunale in gestione a Sud Seveso Servizi S.p.A. che corre parallelamente all'alveo del Seveso per quasi l'intero sviluppo delle opere in progetto. Tale interferenza ha condizionato in modo significativo la progettazione delle opere, in particolare nelle aree 2 e 5 è stato necessario delocalizzare la condotta rispettivamente per due tratti lunghi 200 e 300 m.

Un'ulteriore interferenza alla quale si è prestata grande attenzione è quella con la rete ferroviaria esistente e con il progetto di quadruplicamento della linea Chiasso-Monza.

Per quanto riguarda la linea esistente, come si vedrà meglio nel dettaglio della descrizione delle singole opere, si è cercato ovunque possibile di separare l'arginatura di contenimento dell'invaso dal rilevato ferroviario. Ove questo non è risultato possibile si è comunque realizzata una bancata in appoggio al rilevato ferroviario a quota inferiore al piano del ferro ma superiore al livello massimo in vasca con franco di 1 metro, così da allontanare l'acqua dal nucleo del rilevato ferroviario. Si è verificato anche, sulla base delle informazioni geotecniche provenienti dalla campagna di indagini condotta, che tale ringrosso non provocasse cedimenti nel rilevato ferroviario, come riportato nell'elaborato SVS 2.04.

In merito poi al quadruplicamento della linea Chiasso-Monza si è studiato un tracciato dell'arginatura dell'area golenale 6 in destra compatibile per quota e tracciato con il viadotto previsto nel progetto preliminare del suddetto quadruplicamento. È stata valutata anche la possibilità di ridurre l'area golenale per tenere il tracciato in progetto all'esterno dell'area di allagamento, come richiesto dai pareri e negli incontri con i tecnici di RFI. Tuttavia tale modifica avrebbe comportato una riduzione dei volumi complessivi di vaso non compatibile con le finalità del presente progetto e inoltre avrebbe richiesto la realizzazione di un argine a tagliare un terreno agricolo oggi allagabile (come peraltro rappresentato nelle mappe degli studi di pianificazione sul Seveso dal 2002 ad oggi), con impatti significativi sia sulla sicurezza idraulica dei territori di valle che sugli impatti ambientali dell'area oggetto di intervento. La soluzione individuata, come già detto, è assolutamente compatibile con la futura realizzazione del tratto di quadruplicamento, già previsto in viadotto.

Per quanto riguarda invece l'area di triage prevista nel progetto di quadruplicamento all'interno dell'area 1, come già emerso negli incontri con RFI, questa non è compatibile con le opere in progetto ed è ubicata all'interno di un'area già oggi allagabile con elevata frequenza, con rischi quindi anche per l'infrastruttura stessa qualora realizzata. L'intervento oggetto della presente progettazione è esclusivamente un'ottimizzazione di un'area già allagabile e pertanto, come emerso negli incontri avuti con i tecnici di RFI, si ritiene opportuno che nelle successive fasi progettuali tale area di triage sia ubicata in un'area a minor rischio idraulico e che non limiti la capacità di laminazione delle aree golenali del Seveso.

Si rimanda alla relazione dedicata (SVS 2.07) per la descrizione dettagliata delle interferenze riscontrate e per la loro risoluzione.

6. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

Gli interventi di progetto prevedono il mantenimento delle aree di allagamento naturale, che interessano le zone golenali, migliorandone la capacità di laminazione dell'onda di piena.

Le aree golenali, già oggi in massima parte allagabili, vengono ottimizzate nella loro configurazione per massimizzarne l'efficienza in relazione ad un evento centennale, ridurre l'idrogramma in uscita dal tratto oggetto di intervento già per eventi con Tr 5 anni, e ridurre la frequenza di allagamento per eventi con tempo di ritorno inferiore, senza aggravare comunque le condizioni di rischio dei territori di valle.

6.1 Elementi tipologici idraulici comuni a tutte le aree golenali

Dal punto di vista tipologico tutte le aree golenali si configurano come aree di invaso in derivazione con le seguenti caratteristiche:

- Alimentazione attraverso uno sfioratore laterale in massi cementati e rinverdiati con protezione antiersiva in massi al piede;

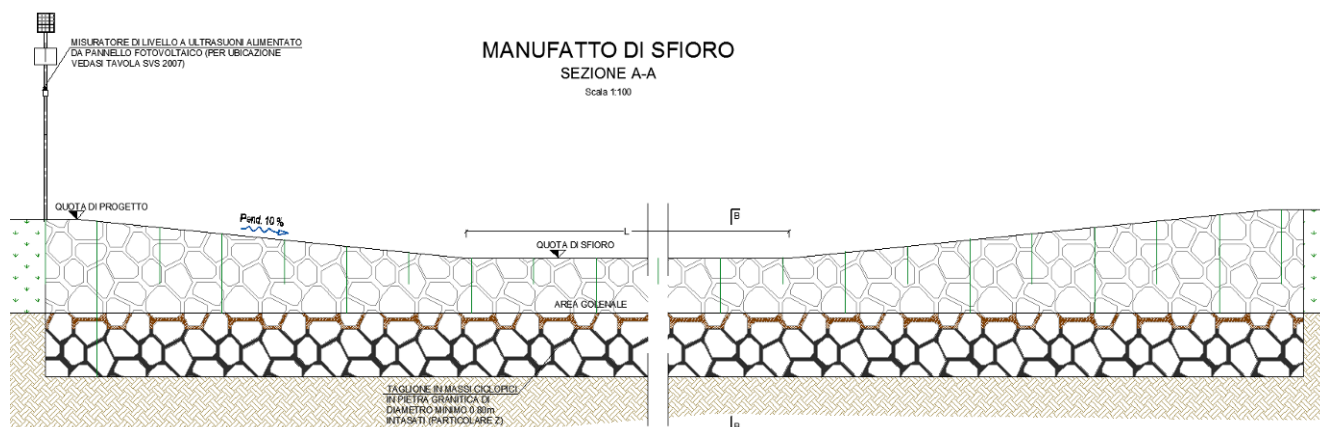


Figura 10 – Sezione tipo longitudinale dello sfioratore di alimentazione delle aree golenali

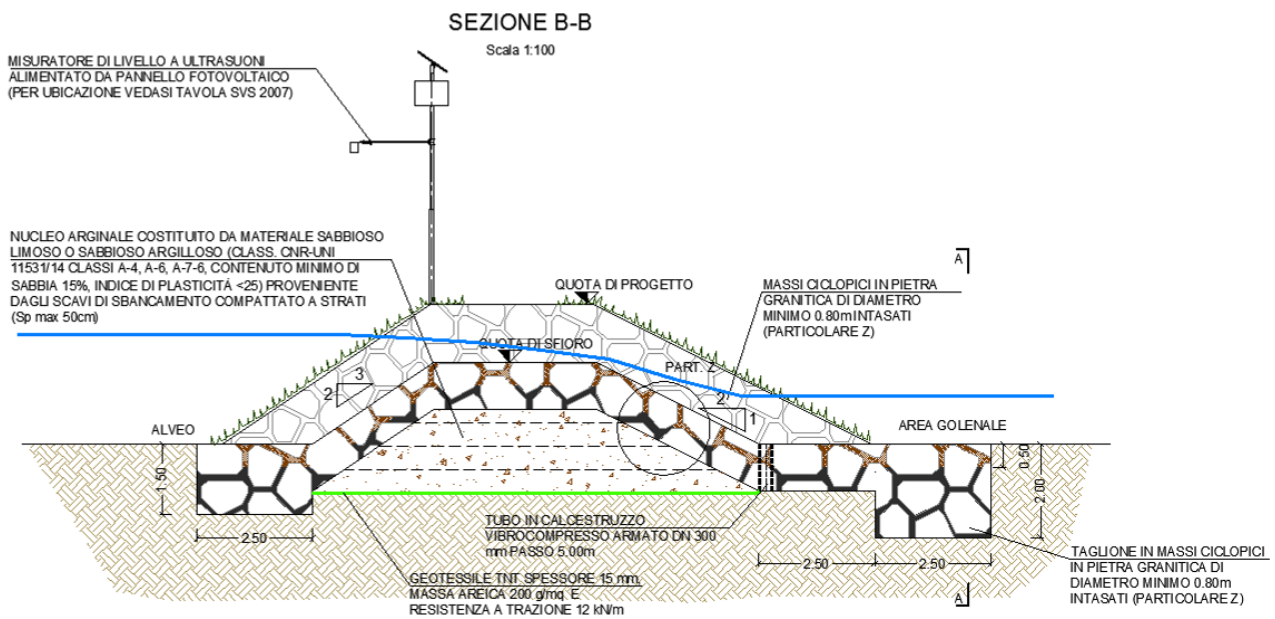


Figura 11 – Sezione tipo trasversale dello sfioratore di alimentazione delle aree golenali

- Sezione di controllo in alveo di tipo fisso, che si configura come un restringimento della sezione di deflusso per garantire un adeguato carico sulla soglia di alimentazione per gli eventi di progetto, trascinabile per portate superiori a quella di progetto.

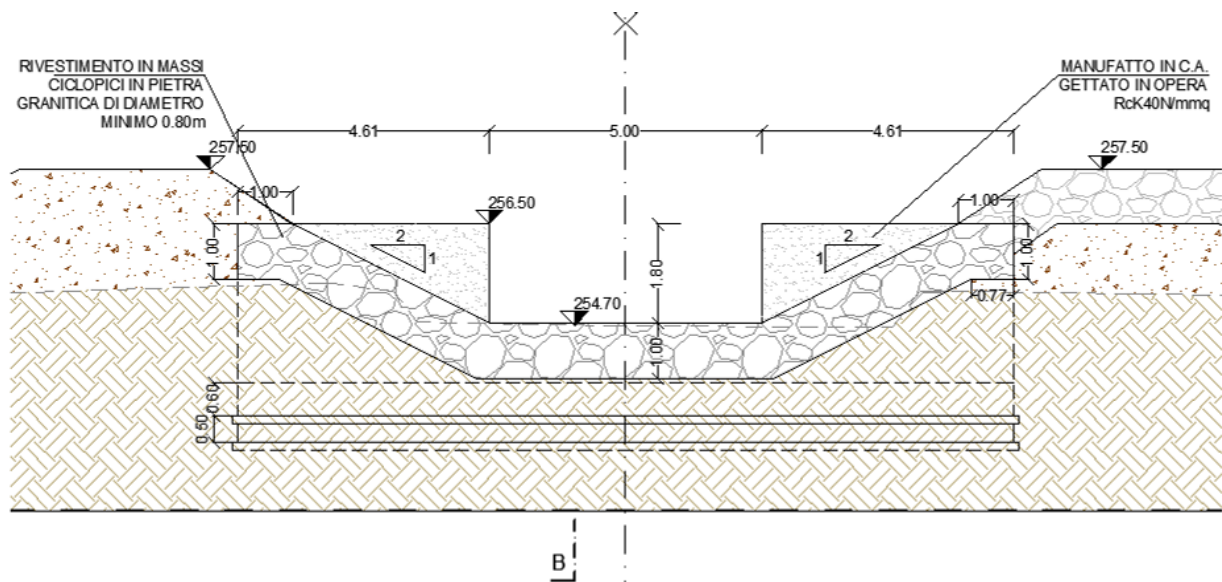


Figura 12 – Sezione tipo longitudinale del manufatto di restringimento delle aree golenali (le quote in figura sono riferite all'area 1)

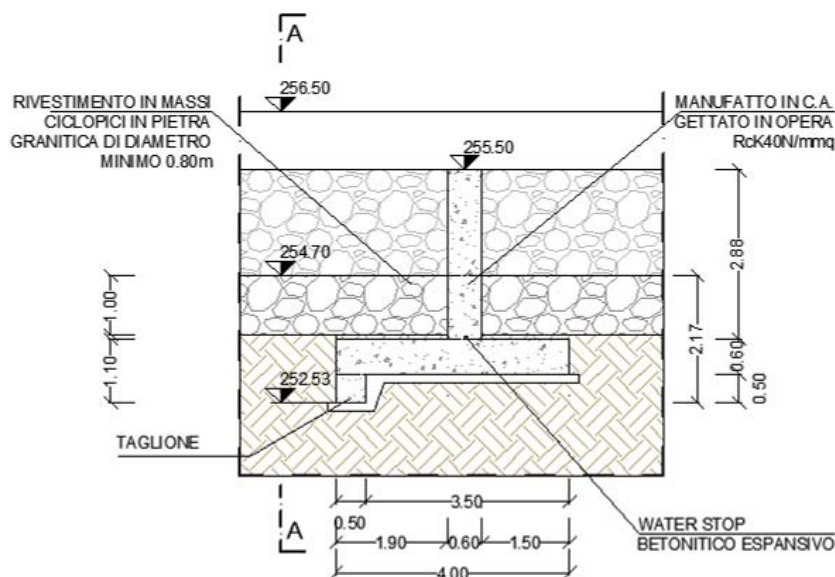
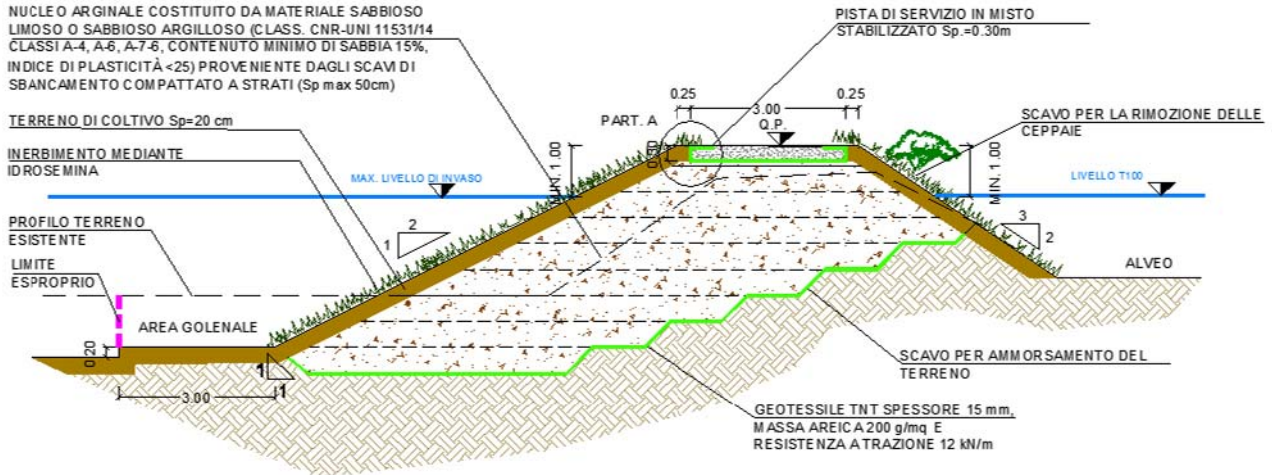


Figura 13 – Sezione trasversale del manufatto di restringimento delle aree golenali (le quote in figura sono riferite all'area 1)

- Perimetrazione dell'area golenale attraverso il ringrosso o la realizzazione di arginature in terra con pendenza dei paramenti 1/2 lato area golenale e 2/3 lato fiume o lato campagna, e larghezza in sommità 3.50 metri e TNT sul piano di appoggio del rilevato. In sommità arginale è realizzata una pista in misto stabilizzato di larghezza 3 metri per il transito dei mezzi di servizio e manutenzione e come percorso ciclo pedonale di interconnessione con la viabilità esistente. In alcune aree l'elemento di contenimento dell'invaso è dato dal profilo morfologico dei terreni esistenti: in questi casi si prevede la realizzazione di una pista a quota superiore di 1 metro rispetto alla piena centennale per consentire le operazioni di manutenzione e transito in sicurezza, in generale sopraelevando viabilità esistenti.

RINGROSSO ARGINALE
SEZIONE TIPO

Scala 1:100

RILEVATO ARGINALE
SEZIONE TIPO

Scala 1:100

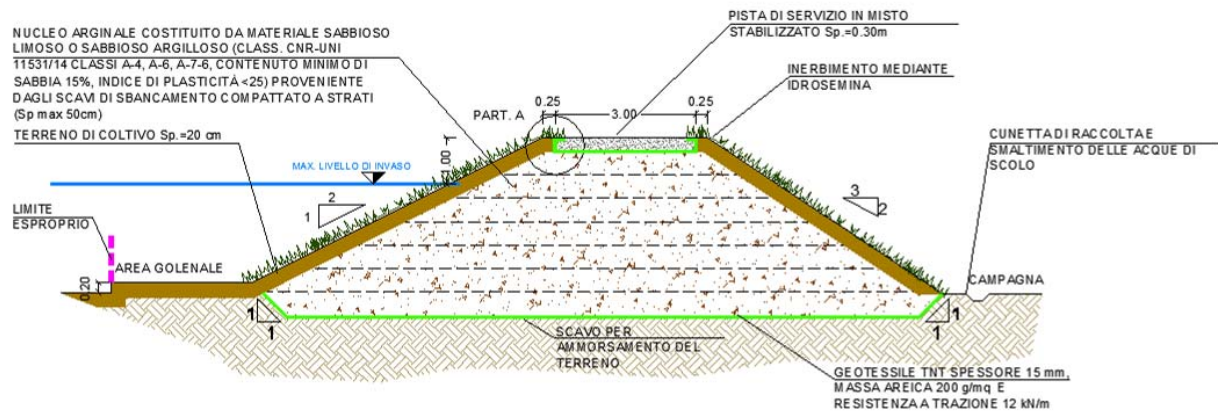


Figura 14 – Sezione tipo di ringrosso e nuovo rilevato arginale

RIALZO VIABILITA' ESISTENTE SEZIONE TIPO

Scala 1:100

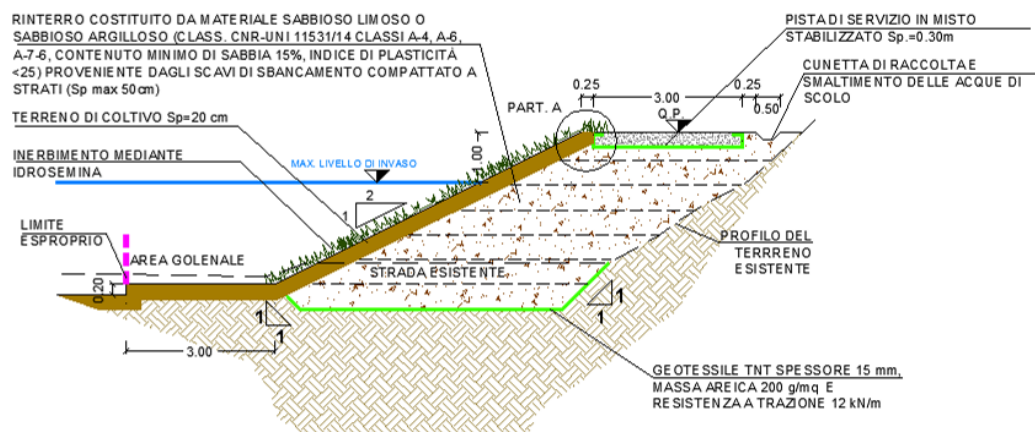


Figura 15 – Sezione tipo di rialzo della viabilità esistente

- Lungo il perimetro arginale sono previste piazzole di interscambio per i mezzi e rampe di accesso al fondo area golendale che viene lasciato agli attuali proprietari.

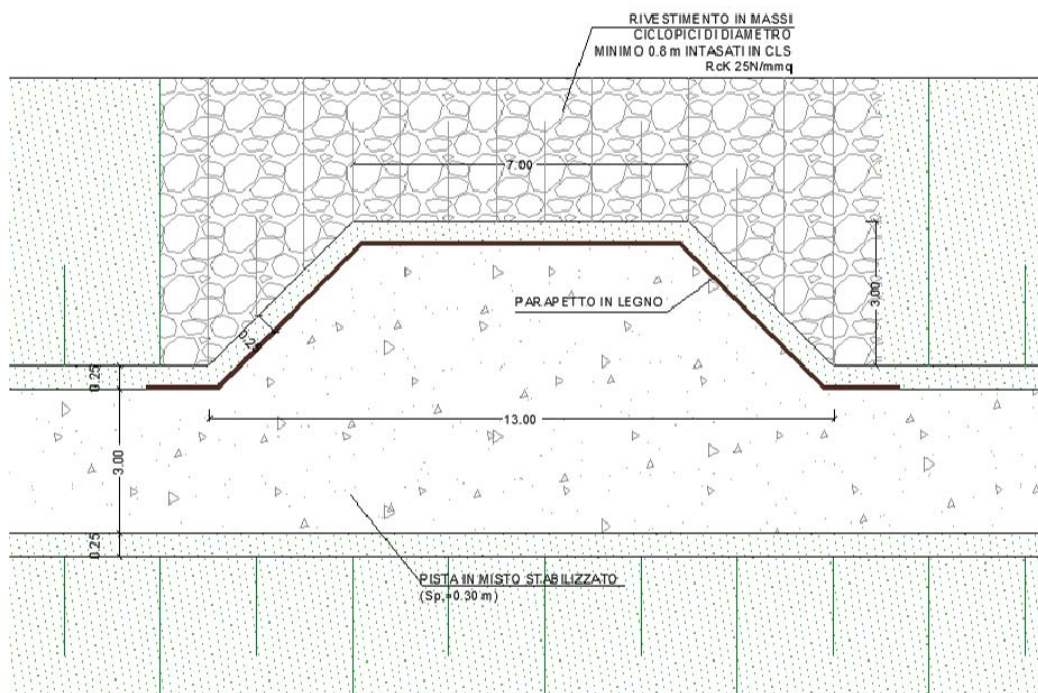


Figura 16 – Pianta tipo di piazzola di interscambio

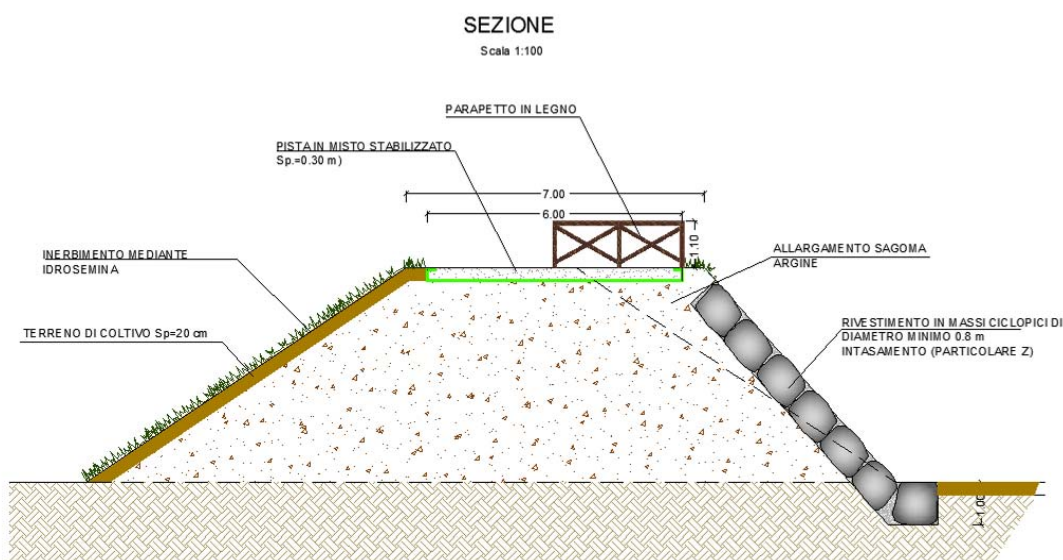


Figura 17 – Sezione tipo di piazzola di interscambio

- Il piano interno delle aree viene riprofilato per ottimizzare i volumi di invaso, reperire parte del materiale necessario per la realizzazione dei rilevati e consentire l'accumulo minimizzando le altezze delle arginature fuori terra. La finitura superficiale delle aree sarà ripristinata con terreno agricolo per mantenere inalterata la possibilità di coltivazione delle aree.
- Lo svuotamento delle aree golenali è previsto a gravità attraverso un manufatto regolato da paratoia ad azionamento manuale con luce 1.00 x 1.00 m e con ulteriore presidio dato da una valvola di non ritorno delle stesse dimensioni, al fine di scongiurare il rischio di ingresso delle acqua del Seveso nell'area golenale dallo scarico di fondo anziché dallo sfioratore.

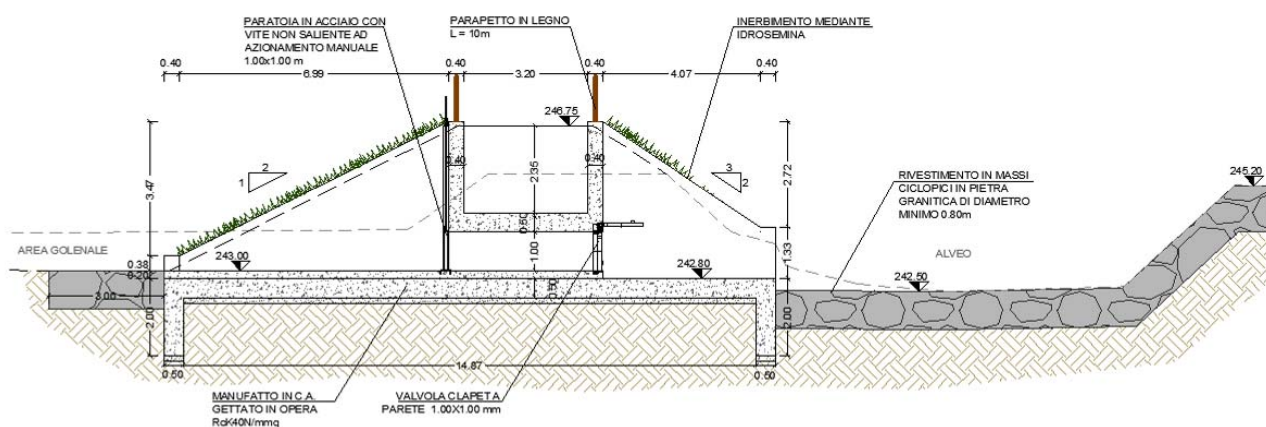


Figura 18 – Sezione longitudinale del manufatto di scarico delle aree golenali (le quote in figura sono riferite all'area 4)

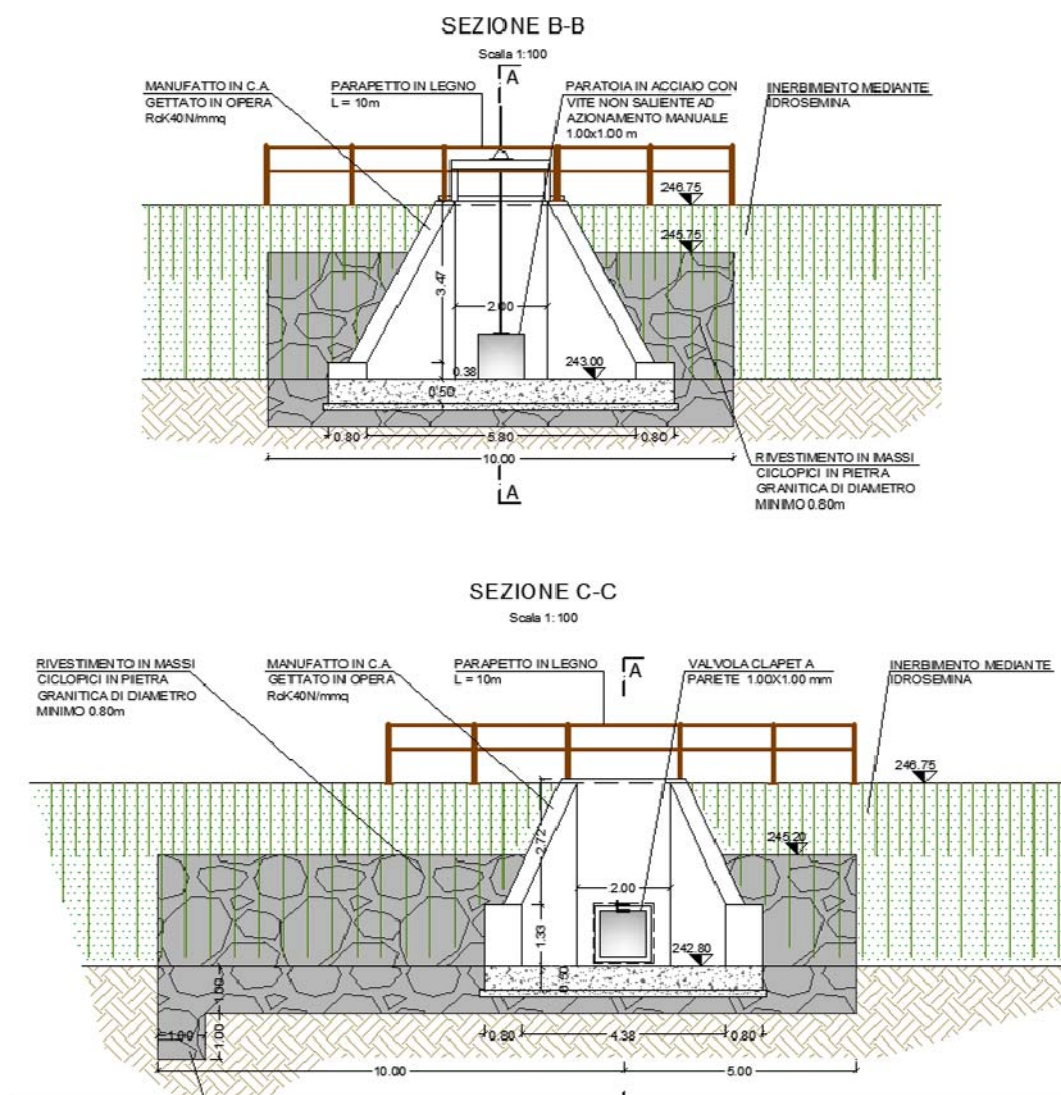


Figura 19 – Prospetti del manufatto di scarico delle aree golenali (le quote in figura sono riferite all'area 4)

- Il progetto prevede il posizionamento di 3 misuratori di livello per la misurazione dei tiranti idrici in alveo, alimentati con pannelli solari e compatibili con il sistema di montaggio AIPO (SVS 2.08) la cui localizzazione è illustrata nella tavola di progetto SVS 2007.

- Per monitorare i livelli di falda, anche a seguito della realizzazione delle opere, il progetto prevede il posizionamento di 4 piezometri posizionati (SVS 2007):

1°:a monte della vasca 1, profondo 20 m;

2°:a valle della vasca 3, profondo 50 m

3°:a valle della vasca 5, profondo 50m

4°:a valle della vasca 6, profondo 50 m

6.2 Area golenale 1 - Vertemate con Minoprio (SVS 2011-SVS 2013)

6.2.1 Caratteristiche dimensionali delle opere

L'area golenale 1 è situata, in un'area di circa 3 ha delimitata a nord-ovest dal rio Acquanegra, ad est dalla strada comunale per la stazione di Cucciago, a sud-est da Via dell'Abbazia e a ovest dal Seveso.

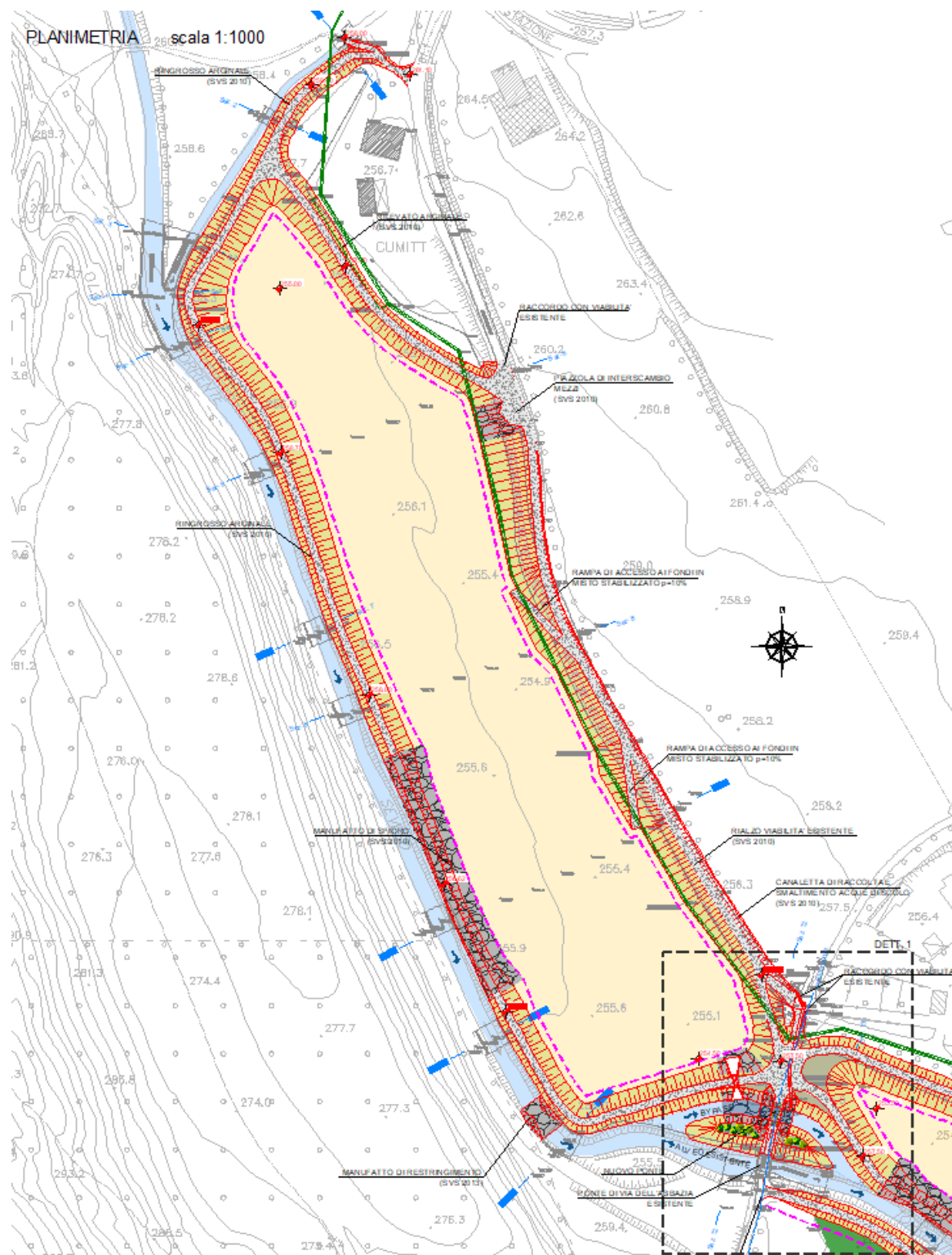




Figura 21 – Area golenale 1 vista da valle

Il progetto prevede, come si vede in Figura 20 e nelle tavole di progetto, il contenimento dell'invaso attraverso i seguenti elementi fisici:

- **LATO NORD-OVEST:** ringrosso dell'argine sinistro del Rio Acquanegra



Figura 22 – Sponda sinistra del Rio Acquanegra da sopraelevare

- **LATO EST:** Realizzazione nel tratto di monte e di valle di nuova arginatura e adeguamento in quota nel tratto centrale dell'attuale strada comunale per la stazione di Cucciago.



Figura 23 – strada comunale per la stazione di Cucciago da sopraelevare

- **LATO SUD:** Rialzo di via dell'Abbazia.



Figura 24 – Tratto di via dell'Abbazia da sopraelevare

- **LATO OVEST:** Rialzo sponda sinistra del Seveso



Figura 25 – Attuale sponda sinistra del Seveso in area golenale 1

Le difese avranno quota di sommità variabile da 259.20 m s.l.m. (solo lungo il Seveso e l'Acquanegra nella porzione più a nord) a 257.50 m s.l.m. (lungo tutto il restante perimetro dell'invaso), e quota 257.50 m.s.l.m. nel restante perimetro. Il fondo area golenale riprofilato è variabile tra 255.00 m s.l.m. e 254.50 m s.l.m. Il manufatto di sfioro è posto a quota 256.62 m s.l.m. con sviluppo è di 80 m. In alveo è previsto un restringimento attraverso due muri d'ala, come da sezione tipologica in Figura 13, che mantengono una luce orizzontale libera in alveo di 5 metri con quota di sommità pari a 256.60 m s.l.m.

Appena a monte dell'attraversamento di via dell'Abbazia è prevista la realizzazione del manufatto di scarico regolato da paratoia manuale e valvola di non ritorno con quota di fondo pari a 254.50 m s.l.m., rispetto ad una quota attuale di fondo Seveso in quel punto di 254.16 m s.l.m.

Sui rilevati arginali apposite rampe di accesso ai fondi con finitura superficiale realizzata in misto stabilizzato, permetteranno l'accesso alle aree.

6.2.2 Ulteriori elementi progettuali di approfondimento rispetto al Preliminare

6.2.2.1 Argine di separazione tra area golenale 1 e 2 sinistra (SVS 2029)

Attualmente la portata del Seveso, già per tempi di ritorno molto bassi, esonda nell'area golenale, soprattutto a causa dell'insufficienza del manufatto di attraver-

samento di via Dell'Abbazia, e tracima in golena la via rientrando in alveo prima del rilevato ferroviario posto al termine dell'area golena 2 sinistra in progetto.



Figura 26 – Ponte di via dell'abbazia visto da monte con scarico di troppo pieno della rete comunale di Cucciago

La tracimazione di questo tratto di via dell'Abbazia, provoca oltre al deterioramento della finitura stradale, il danneggiamento della condotta di troppo pieno della rete fognaria.



Figura 27 – particolare della condotta di troppo pieno scoperta sotto via dell'Abbazia

Nel progetto preliminare era prevista la realizzazione di una doppia arginatura parallela a via dell'Abbazia come evidenziato nella figura seguente.



Figura 28 – Particolare della separazione tra area golenale 1 e 2 sinistra nel progetto preliminare

Tale soluzione, dalle simulazioni condotte nel presente progetto e dagli approfondimenti topografici svolti, creerebbe criticità sia al ponte esistente che alla viabilità in quanto per far transitare l'intera portata di progetto (circa 59 mc/s) sotto il ponte esistente, sarebbe necessario sopraelevare i parapetti esistenti andandoli a fondare opportunamente per resistere alla spinta della corrente e creando anche sul manufatto una spinta molto superiore a quello oggi agente. Qualora si ritenesse invece di lasciare tracimare parte della portata al di sopra del manufatto (quindi non più lungo tutto il tratto di via dell'Abbazia ove oggi tracima ma esclusivamente sopra il ponte e quindi per la larghezza di circa 15 metri del Seveso), si avrebbe un livello idrico sul ponte che risalirebbe lungo via dell'Abbazia, tra le due arginature in progetto, andando ad allagare le cascine retrostanti. Inoltre il ponte, sebbene trattasi di viabilità secondaria non sarebbe transitabile durante la tracimazione. Nel progetto definitivo presentato alla Commissione VIA la soluzione proposta dagli scriventi è stata quella di sovralzare il tratto di via dell'Abbazia che separa le due aree golenali facendolo di fatto diventare argine di separazione e adeguare il manufatto esistente sostituendolo con un ponte a campata singola di larghezza 12 metri con impalcato in legno, dimensionato con carichi di seconda categoria (vedi tav. SVS 2029).

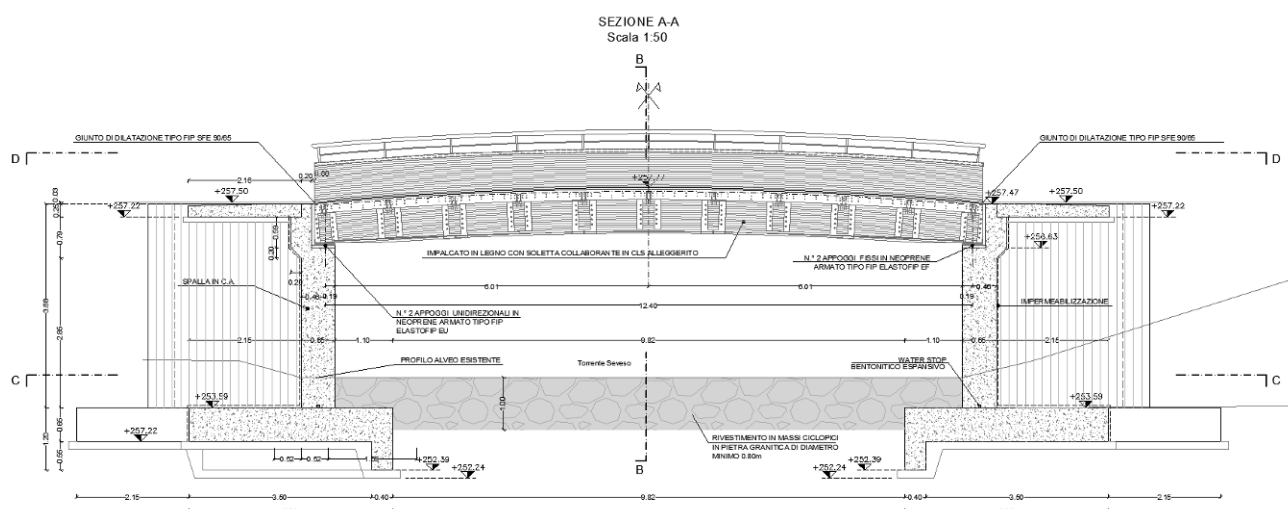


Figura 29 – Sezione del ponte in progetto di via dell'Abbazia

A seguito di richiesta della Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per le province di Como, Lecco, Monza-Brianza, Pavia, Sondrio, Varese sono state studiate due alternative progettuali che prevedono il mantenimento del ponte esistente.

Una prima soluzione alternativa prevede la **realizzazione di un canale di by-pass in destra idrografica lunghezza complessiva di circa 160 metri, con realizzazione di un nuovo manufatto di attraversamento di via dell'Abbazia in affiancamento all'esistente**. Il nuovo manufatto avrà le medesime caratteristiche di quello proposto nel Progetto Definitivo presentato alla Commissione Via con una campata singola di larghezza 12 metri.

Il canale di by-pass realizzato in terra e rivestito in massi avrà una sezione trapezia indicativa di larghezza alla base di 6 metri e sponde con scarpa 2/3. L'altezza delle sponde sarà variabile a seconda della quota di piano campagna con il quale andranno a raccordarsi.

Le quote di fondo nei punti di biforcazione e ricongiunzione del bypass saranno uguali a quelle dell'alveo così da mantenere il deflusso di magra in entrambi i rami del corso d'acqua.

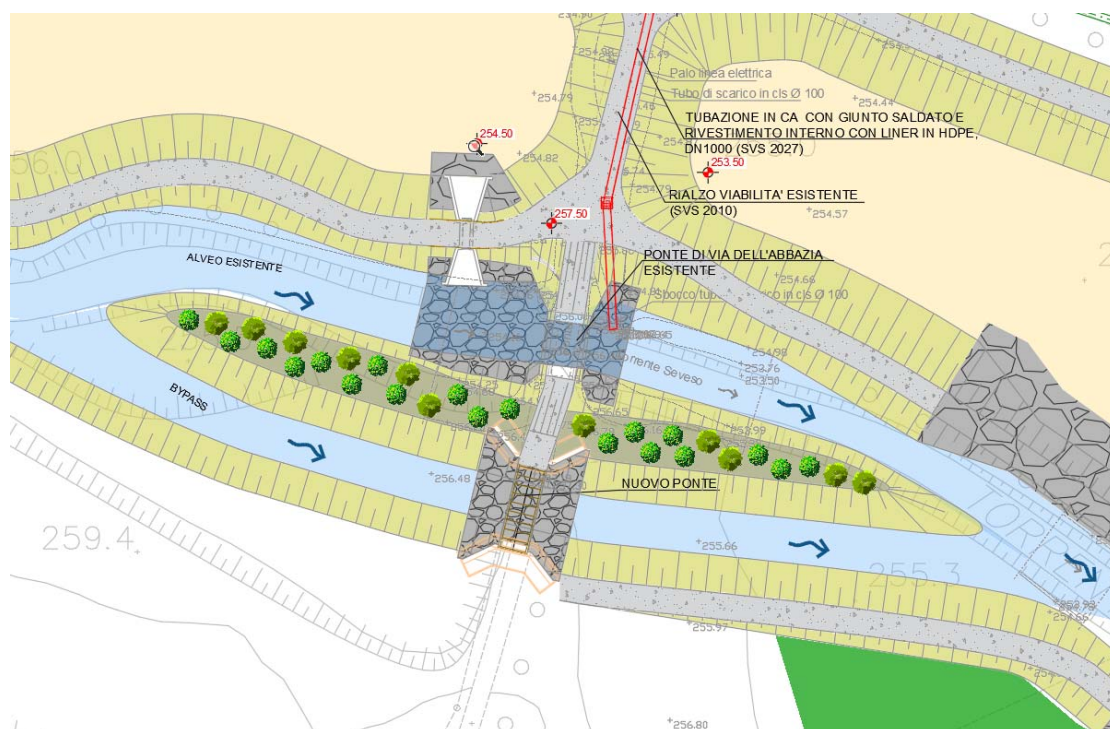


Figura 30 – Canale di by-pass in destra idrografica

La seconda soluzione, che sarà sviluppata in fase esecutiva, sostanzialmente analoga alla precedente dal punto di vista del funzionamento idraulico e dei livelli idrici in alveo e in area golenale, prevede la realizzazione del canale di by-pass e di un nuovo manufatto di attraversamento della via Abbazia in sinistra idrografica con le stesse caratteristiche dimensionali e tipologiche descritte al paragrafo precedente .

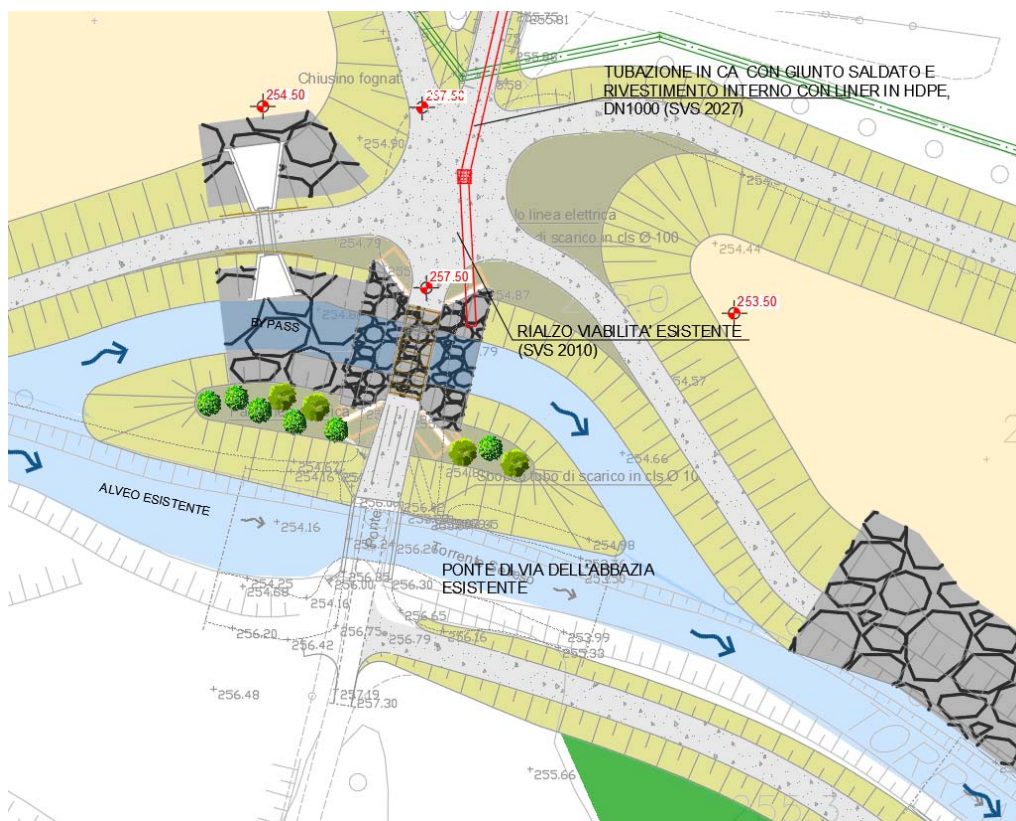


Figura 31 – Canale di by-pass in sinistra idrografica

L'unica differenza in termini di efficacia idraulica rispetto alla soluzione precedente è che in questa ipotesi il bypass verrebbe imboccato dalla corrente lateralmente rispetto all'alveo attuale, e non frontalmente, con necessità quindi di approfondire in fase di progettazione esecutiva locali interventi di ricalibratura dell'alveo per favorire l'alimentazione del bypass, sia in magra che in piena.

La soluzione necessita di una rampa di raccordo tra il ponte esistente il cui camminamento è posto a quota 256.00 m s.l.m. e il nuovo manufatto con camminamento posto a quota 257.77 m s.l.m. che poi si raccorda all'argine di separazione tra le aree golenali 1 e 2 posto a quota 257.50 m s.l.m.

L'utilizzo di Via dell'Abbazia come argine di separazione tra le due aree golenali, nonché il pessimo stato di conservazione della condotta di troppo pieno disposta lungo questo tratto di via fino allo scarico in Seveso a valle ponte, a causa delle tracimazioni avvenute, richiede la sostituzione della condotta per un tratto di circa 70 metri con una nuova condotta del medesimo diametro DN 1000 mm in c.a. ma

con guarnizione incorporata nel getto, rivestimento interno su tutta la superficie della tubazione in Liner di Polietilene ad Alta Densità HDPE T-Grip perfettamente integrato nel getto per garantire la massima tenuta idraulica. Nel pozzetto di testa del tratto di intervento, si immetterà anche attraverso una condotta DN 400 il fosso di guardia posto all'esterno dell'arginatura in progetto lato est.

6.2.2.2 *Riduzione altezza degli argini per interferenza (SVS 2029)*

Nel presente progetto definitivo si è ritenuto necessario abbassare le quote arginali di progetto rispetto a quanto previsto nel preliminare per minimizzare gli impatti sia sulle cascine che si affacciano sull'area golenale, sia sull'immissione del rio Acquanegra in Seveso.

In corrispondenza della cascina poste a nord est dell'invaso l'argine viene abbassato rispetto al progetto preliminare da 259.20 m s.l.m. a 257.50 m s.l.m. con un piano campagna all'interno della cascina prossimo a 256.00 m s.l.m.

In corrispondenza poi dell'immissione dell'Acquanegra il livello in Seveso per i diversi tempi di ritorno viene mantenuto sostanzialmente invariato rispetto allo stato di fatto.

6.3 **Area golenale 2 in sinistra idraulica - Vertemate con Minoprio (SVS 2011-SVS 2013)**

6.3.1 *Area golenale 2 in sinistra idraulica*

6.3.1.1 *Caratteristiche dimensionali delle opere*

L'area golenale 2 in sinistra in oggetto è situata subito a valle dell'area 1, separata da questa da via dell'Abbazia. Ha un'estensione di circa 2.5 ha. L'area è delimitata a nord-ovest da via dell'Abbazia, a nord dal versante e da una strada sterrata di accesso alle cascine, a est da una strada sterrata in fregio al rilevato ferroviario, e a ovest dal Seveso.

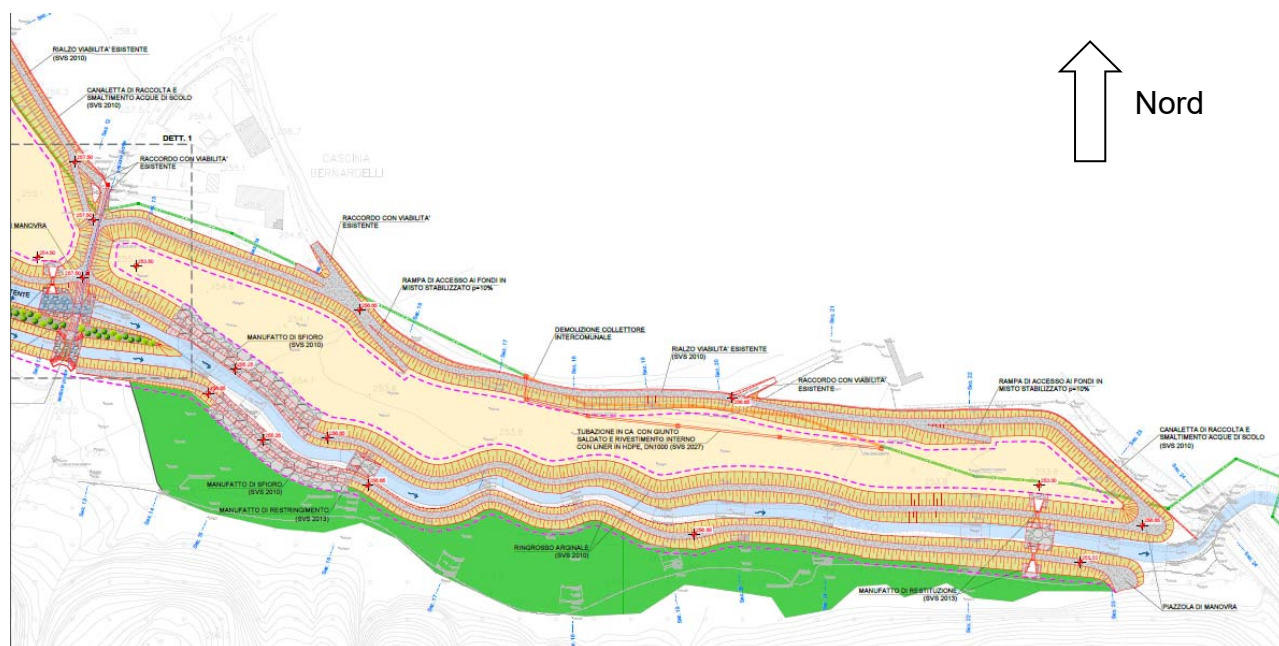


Figura 32 – Planimetria di progetto area golenale 2



Figura 33 – Area golenale 2 sinistra vista da valle e da monte

Il progetto dell'area golenale 2 in sinistra prevede, come si vede in Figura 32 e nelle tavole di progetto, il contenimento dell'invaso attraverso i seguenti elementi fisici:

- **LATO NORD-OVEST:** rialzo di via dell'Abbazia come già descritto per l'area

1

- **LATO NORD:** realizzazione nel tratto di monte e di valle di nuova arginatura a protezione delle cascine esistenti e adeguamento in quota nel tratto centrale dell'attuale strada esistente.



Figura 34 – Strada sterrata da sopraelevare in area golenale 2 sinistra

- **LATO EST:** realizzazione di arginatura indipendente dal rilevato ferroviario
- **LATO SUD :** Rialzo sponda sinistra del Seveso



Figura 35 – Attuale sponda sinistra del Seveso in area golenale 2 in sinistra

La sommità degli argini che la delimitano è a quota 256.65 m s.l.m., un metro al di sopra della quota di massimo invaso, mentre la quota della soglia sfiorante lunga 70 metri, è 255.25 m s.l.m.

In alveo è previsto un restringimento attraverso due muri d'ala, come da sezione tipologica in Figura 13, che mantengono una luce orizzontale libera in alveo di 5 metri con quota di sommità pari al livello in alveo centennale in questa sezione.

Il fondo area golenale verrà riprofilato nella parte a monte e mantenuto sostanzialmente invariato nella parte terminale, in quanto in questa porzione di area, come verrà descritto in dettaglio nell'elaborato SVS 2.03, è presente un campo pozzi dell'acquedotto. La quota di fondo area di progetto è variabile tra 253.50 m s.l.m. e 253.00 m s.l.m.

Il manufatto di scarico regolato da paratoia manuale e valvola di non ritorno posto nel punto terminale dell'invaso ha quota di fondo pari a 253.00 m s.l.m., rispetto ad una quota attuale di fondo Seveso in quel punto di 251.76 m s.l.m.

Sui rilevati arginali apposite rampe di accesso ai fondi con finitura superficiale realizzata in misto stabilizzato, permetteranno l'accesso alle aree.

6.3.1.2 *Ulteriori elementi progettuali di approfondimento rispetto al Preliminare*

6.3.1.2.1 Deviazione di un tratto di collettore fognario consortile (SVS 2026-SVS 2027)

Nel progetto è necessario spostare un tratto di collettore consortile DN 1000 mm di lunghezza circa 200 metri perché incompatibile con la posizione dell'argine nord dell'invaso. Qualora non spostato il collettore finirebbe esattamente sotto il corpo arginale che non può essere ubicato altrove: infatti l'argine non può essere avvicinato al corso d'acqua senza compromettere la capacità di invaso dell'area golenale né può essere arretrato in quanto a tergo del rilevato sono ubicate le cascine e il versante.

Il tratto di collettore da delocalizzare attualmente è ubicato all'interno della fascia di rispetto di pozzi siti nell'area della cascina Belardinelli. L'intervento proposto allontana per quanto possibile il collettore dai pozzi, spostandolo verso il Seveso e quindi all'interno dell'area golenale. Essendo il collettore posto nella fascia di rispetto dei pozzi e all'interno di un'area allagabile è fondamentale garantirne un'adeguata tenuta idraulica. A tal fine verrà posata una tubazione in c.a. DN 1000 mm in c.a., con guarnizione incorporata nel getto, rivestimento interno su tutta la

superficie della tubazione in Liner di Polietilene ad Alta Densità HDPE T-Grip perfettamente integrato nel getto. Anche i pozzetti saranno rivestiti con la stessa guaina.

6.3.2 Area golenale 2 in destra idraulica - Vertemate con Minoprio

6.3.2.1 Caratteristiche dimensionali delle opere

L'area golenale 2 in destra posta di fronte alla precedente è invece delimitata a nord-ovest da via dell'Abbazia, a nord dal Seveso a est e a sud dalla morfologia del terreno.

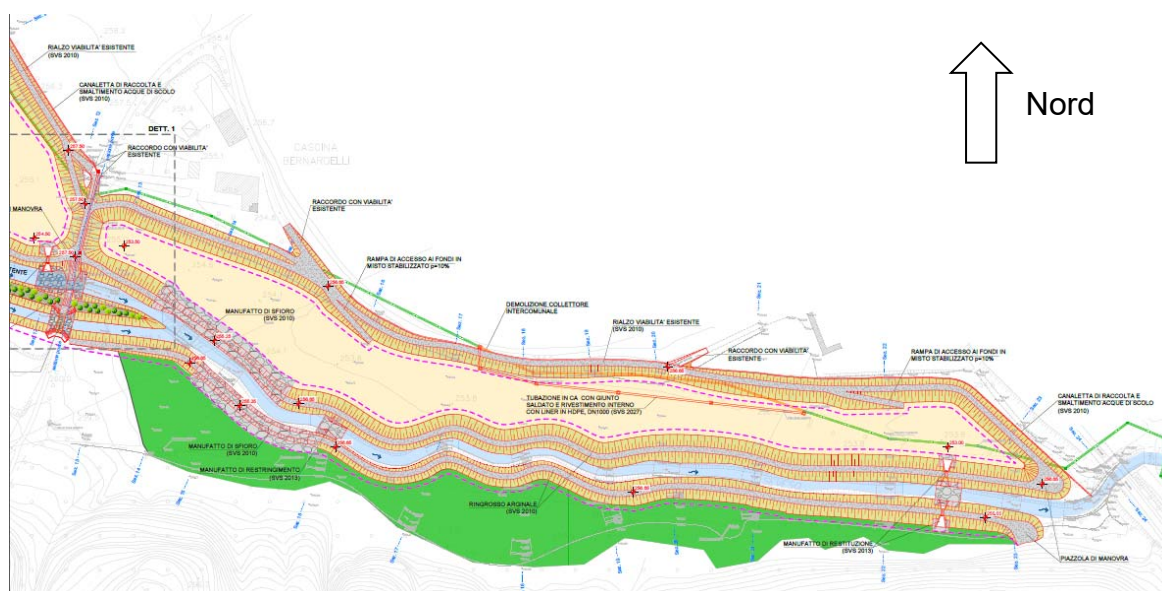


Figura 36 – Planimetria di progetto area golenale 2



Figura 37 – Area golenale 2 destra vista da monte e da valle

Già attualmente allagabile quest'area non verrà rimodellata (il fondo varia attualmente tra 254.50 m s.l.m. e 253.50 m s.l.m.) ma il volume di invaso sarà incrementato realizzando circa 600 m di argini lungo il Seveso che piegano poi verso sud per chiudere la quota di difesa sul versante esistente

Gli argini avranno una sommità a quota 256.50 m s.l.m. con una soglia sfiorante a quota 255.35 m s.l.m. lunga 70 metri.

6.3.2.2 *Ulteriori elementi progettuali di approfondimento rispetto al Preliminare*

6.3.2.3 *Eliminazione dell'interferenza con il rilevato ferroviario*

La realizzazione di un breve tratto di argine lato sud chiusura della vasca, circa 50 metri a monte del rilevato ferroviario, consente di non utilizzare il rilevato ferroviario come elemento di confinamento dell'invaso eliminando quindi una possibile interferenza.

6.4 Area golenale 3

6.4.1 Caratteristiche dimensionali delle opere

Realizzata in comune di Vertemate con Minoprio, è situata in sponda destra del Seveso, in corrispondenza di un tratto di alveo che attraversa il rilevato ferroviario due volte con curve a 90°

L'area di invaso sarà delimitata dai seguenti elementi:

LATO NORD-OVEST: interconnessione tra versante e rilevato ferroviario

LATO NORD-EST: Seveso e rilevato ferroviario,

LATO SUD-EST: argine in progetto

LATO SUD-OVEST: versante esistente e rimodellato al piede.

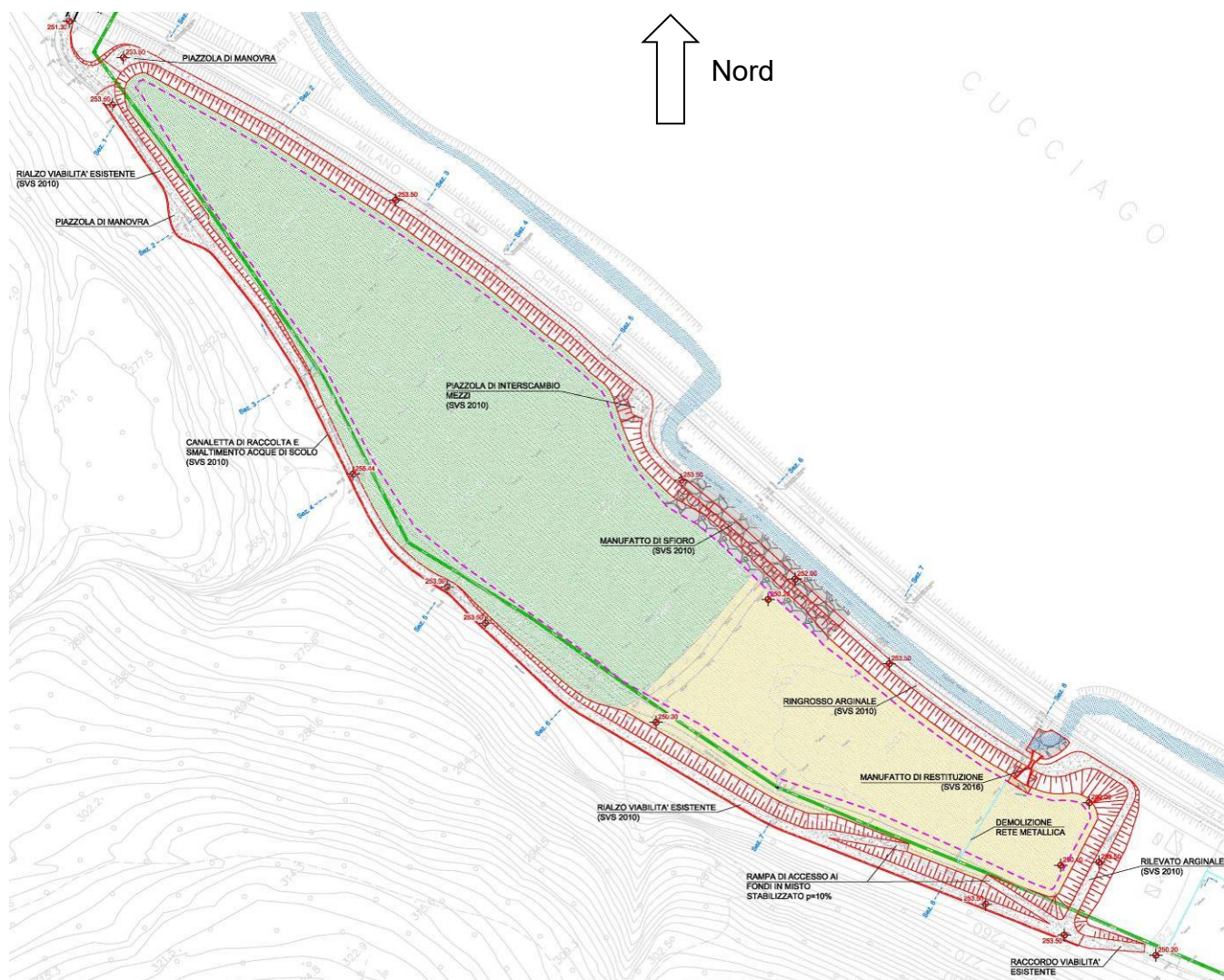


Figura 38– Planimetria di progetto area golenale 3



Figura 39 – Area golenale 3 vista da valle (area agricola)



Figura 40 – Abitazione posta immediatamente a valle della chiusura dell'area golenale

La sommità arginale e la viabilità esistente sono poste a quota 253.50 e il volume invasabile risulta pari a 73900 mc.

La soglia di sfioro è posta a quota 252.00 m s.l.m. e lunga 60 metri.

Il fondo area golenale viene mantenuto invariato nella parte alta boscata, così da minimizzare gli impatti sul bosco esistente, e viene leggermente riprofilata nella parte agricola di valle principalmente per garantire lo svuotamento di tutte le porzioni dell'area.

La quota di fondo dell'invaso è variabile tra 250.70 m s.l.m. e 250.00 m s.l.m.

Vista la conformazione dell'alveo come detto con curva e controcurva a 90°, che rallenta drasticamente le velocità del corso d'acqua, non è necessario prevedere una sezione di controllo in alveo a differenza di tutte le altre aree golenali.

L'area consente di limitare le esondazioni che attualmente interessano una casa isolata posta appena a valle dell'invaso; tali esondazioni lambiscono anche le aree residenziali e industriali a valle dell'abitazione. Quest'area golenale è, a parere degli scriventi, molto importante proprio per la salvaguardia diretta di questi insediamenti, sebbene rispetto allo stato di fatto non dia grossi benefici in termini di riduzione dei volumi in Seveso, in quanto già attualmente le acque esondate non rientrano nel corso d'acqua.

6.4.1.1 *Ulteriori elementi progettuali di approfondimento rispetto al Preliminare*

6.4.1.1.1 Salvaguardia dell'area boscata (SVS 2014)

La parte nord dell'area di invaso è boscata, e in corrispondenza di questa porzione di area non si prevedono rimodellamenti del terreno al fine di salvaguardare il bosco esistente; la restante parte, invece agricola, sarà rimodellata al fine di velocizzare lo svuotamento dell'invaso e ottimizzare i volumi di invaso.



Figura 41 – Area boscata vista da valle

6.4.1.1.2 Salvaguardia dell'abitazione di valle (SVS 2014)

Rispetto al progetto preliminare l'estensione dell'area golenale è stata di poco ridotta verso valle, escludendo dall'area golenale l'abitazione esistente posta tra la strada campestre e la ferrovia, che attualmente viene frequentemente allagata e che a seguito della realizzazione dell'opera verrà esclusa da tali allagamenti.

6.4.1.1.3 Sovralzo della viabilità esistente (SVS 2014- 2010)

La viabilità esistente sul versante che delimita la vasca sul lato sud ovest è stata rialzata e posta a quota di sicurezza idraulica. Tale variazione di quota della viabilità esistente permette di garantire la percorribilità lungo tutto il perimetro dell'area golenale anche durante gli eventi centennali, consentendo le operazioni di presidio e manutenzione (SVS 2010).



Figura 42 – pista sul versante sud ovest

6.4.1.1.4 Risoluzione dell'interferenza con il rilevato ferroviario

Il progetto prevede la realizzazione di una bancata in appoggio al rilevato ferroviario a quota inferiore al piano del ferro ma superiore al livello massimo in vasca con franco di 1 metro, così da allontanare l'acqua dal nucleo del rilevato ferroviario. Si è verificato anche, sulla base delle informazioni geotecniche provenienti dalla campagna di indagini condotta, che tale ringrosso non provochi cedimenti nel rilevato ferroviario (SVS 2.04).

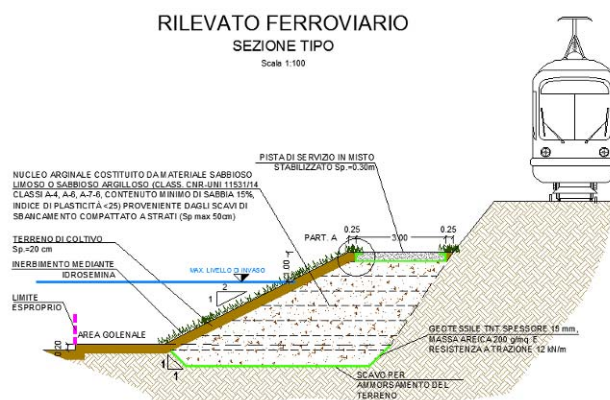


Figura 43 – sezione tipo relativa al rilevato in adiacenza alla linea ferroviaria

6.5 Area golenale 4

6.5.1 Caratteristiche dimensionali delle opere

L'area golenale 4 è situata in comune di Cantù, in prossimità della stazione ferroviaria di Cantù-Cermenate, ed ha un'estensione di circa 2 ha.

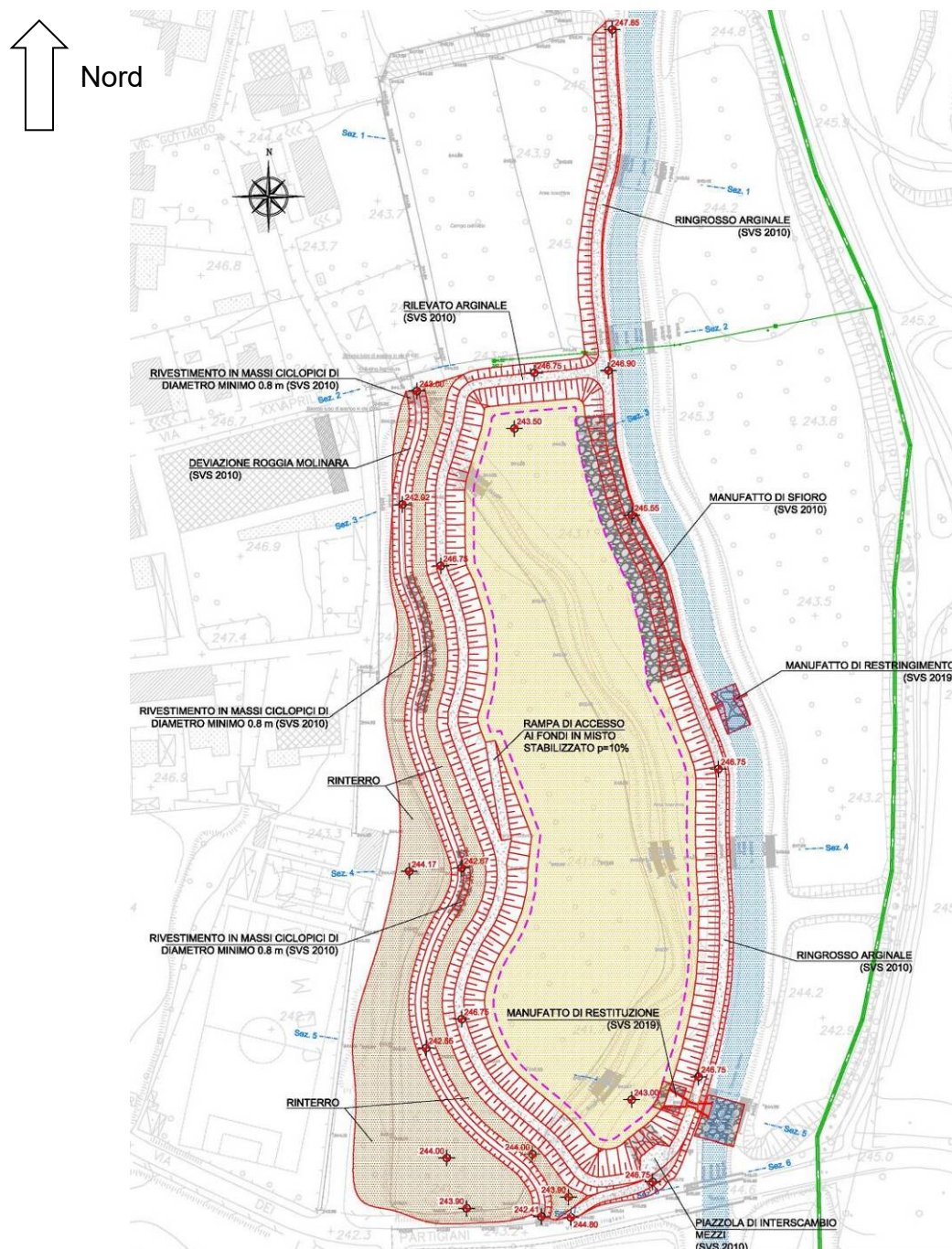


Figura 44– Planimetria di progetto area golenale 4

Rispetto alle altre aree golenali in progetto, attualmente quest'area non è soggetta ad allagamenti in quanto in questo tratto il fiume Seveso è arginato in destra idraulica.

Il progetto prevede, come si vede in Figura 44 e nelle tavole di progetto, il contenimento dell'invaso attraverso i seguenti elementi fisici:

- **LATO NORD-EST:** nuovo rilevato arginale;
- **LATO OVEST:** ringrosso dell'argine esistente

La sommità degli argini che delimitano l'area è a quota 246.87 m s.l.m., un metro al di sopra della quota di massimo vaso, mentre la quota della soglia sfiorante lunga 70 metri, è 245.55 m s.l.m.

Il volume massimo invasabile risulta pari a 42.100 mc.

In alveo è previsto un restringimento attraverso due muri d'ala, come da sezione tipologica in Figura 13, che mantengono una luce orizzontale libera in alveo di 4 metri con quota di sommità pari al livello in alveo centennale in questa sezione.

Il fondo area golenale verrà riprofilato nella parte a monte e mantenuto sostanzialmente invariato nella parte terminale. La quota di fondo area di progetto è variabile tra 243.50 m s.l.m. e 243.00 m s.l.m.

Il manufatto di scarico regolato da paratoia manuale e valvola di non ritorno posto nel punto terminale dell'invaso ha quota di fondo pari a 243.00 m s.l.m., rispetto ad una quota attuale di fondo Seveso in quel punto di 242.50 m s.l.m.

Sui rilevati arginali apposite rampe di accesso ai fondi con finitura superficiale realizzata in misto stabilizzato, permetteranno l'accesso alle aree.

La realizzazione dell'area golenale arginata ha comportato il riposizionamento planimetrico della Roggia Molinara che è stata posta fuori del piano cassa, come richiesto dal Comune di Cantù.

Il nuovo asse correrà in adiacenza all'arginatura in destra idraulica. Nei tratti in curva e in corrispondenza dell'attuale sbocco del tombino $\phi 600$ a monte del tratto della roggia in progetto, il canale sarà rivestito con massi.

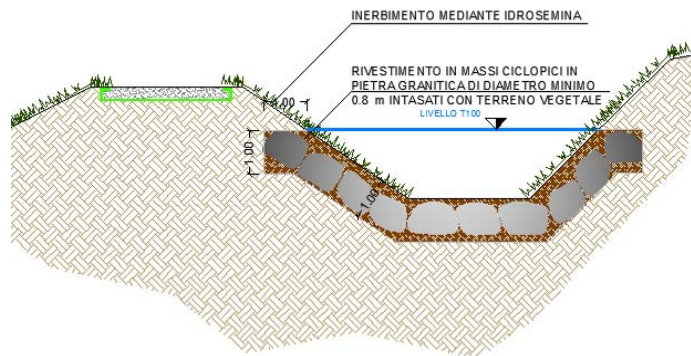


Figura 45– Roggia Molinara: sezione tipo rivestimento con massi nei tratti in curva



Figura 46– Roggia Molinara: sbocco tombino $\phi 600$

6.5.1.1 *Ulteriori elementi progettuali di approfondimento rispetto al Preliminare*

6.5.1.1.1 Salvaguardia delle abitazioni di via XXV aprile

Rispetto alla configurazione preliminare dell'area golenale, la soluzione del progetto definitivo riduce la superficie dell'invaso spostando l'argine nord a valle delle abitazioni tra via XXV Aprile e Vic. Gottardo.

Si è ritenuto infatti di ridurre in tal modo l'impatto dell'opera nei confronti della popolazione locale allontanando l'argine, previsto nel progetto preliminare alto 3-4 m, dalle case, senza per altro ridurre in modo significativo l'efficienza idraulica dell'opera.



Figura 47– Area esclusa dall'opera in progetto di fronte alle abitazioni di Via XXV Aprile

6.5.1.2 Eliminazione dell'interferenza con la fognatura

La modifica planimetrica appena descritta elimina anche l'interferenza del collettore di nera $\phi 250$, che recapita nel collettore intercomunale con l'opera, che nel progetto preliminare attraversava l'invaso.

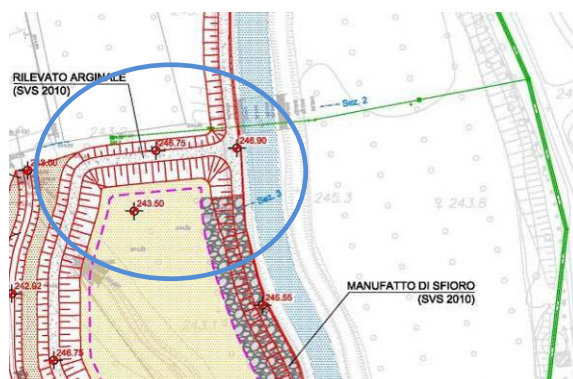


Figura 48– interferenza eliminata con rete fognaria

6.5.1.3 Sovralzo arginale in destra a monte dell'area golenale

Il progetto definitivo prevede l'adeguamento della quota arginale in destra idraulica per evitare che possibili tracimazioni dell'argine attuale creino aree di ristagno di acqua a tergo dell'argine stesso.

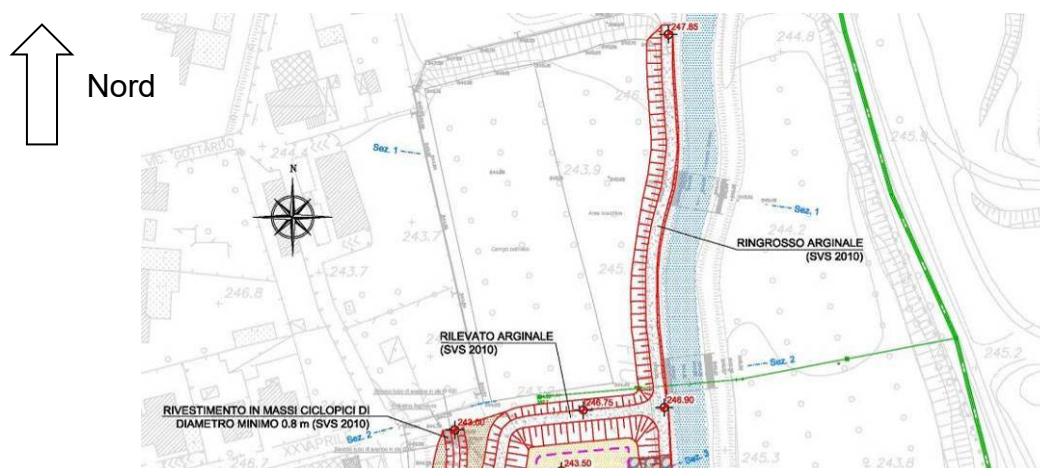


Figura 49– Tratto di arginatura a monte dell'area golenale 4

6.5.1.4 Rimodellamento dell'area in destra idraulica della Roggia

Onde evitare che la roggia Molinara risulti pensile in destra idraulica, si è reso necessario rinterrare l'area in questione con lieve pendenza della campagna verso il corso d'acqua, per recapitare le acque di dilavamento.

Il rimodellamento dell'area permette che eventuali acque di scolo possano raggiungere il corso d'acqua, evitando fenomeni di stagnazione.



Figura 50– area oggetto di rimodellamento

6.6 Area golenale 5

6.6.1 Caratteristiche dimensionali delle opere

L'area golenale 5 è situata al confine tra il comune di Cantù e quello di Cermenate, ed ha un'estensione di circa 3 ha.

progetto prevede la limitazione dell'invaso attraverso i seguenti elementi fisici:

- **LATO NORD:** ringrosso dell'argine esistente
- **LATO EST:** nuovo rilevato arginale;
- **LATO SUD:** rilevato in adiacenza al versante;
- **LATO OVEST:** rilevato in adiacenza alla linea ferroviaria.



Figura 51 – Area golenale 5 vista da monte

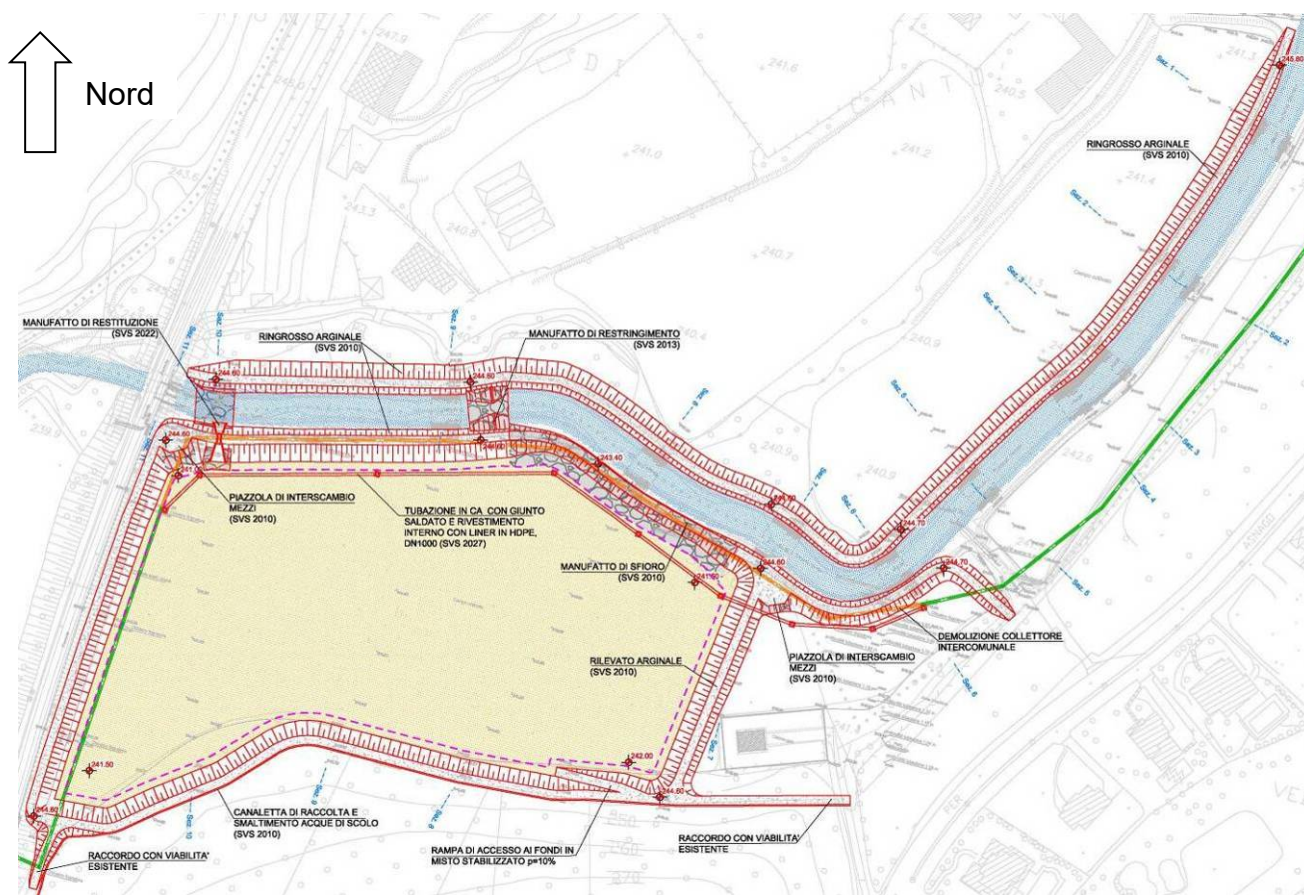


Figura 52– Planimetria di progetto area golenale 5

La sommità degli argini che delimitano l'area è alla quota minima di 244.72 m s.l.m., un metro al di sopra della quota di massimo invaso, mentre la quota della soglia sfiorante lunga 70 metri, è 243.40 m s.l.m.

Nei tratti di argine in corrispondenza dei quali il livello in alveo è maggiore di quello nell'area golenale, il franco di un metro è garantito rispetto al tirante idraulico centennale.

Il volume massimo invasabile risulta pari a 63.900 mc.

In alveo è previsto un restringimento attraverso due muri d'ala, come da sezione tipologica in Figura 13.

Il fondo area golenale verrà riprofilato al fine di garantire il convogliamento delle acque al manufatto di scarico; la quota di fondo area di progetto è variabile tra 242.00 m s.l.m. e 241.00 m s.l.m.

Il manufatto di scarico regolato da paratoia manuale e valvola di non ritorno ha quota di fondo pari a 241.00 m s.l.m., rispetto ad una quota attuale di fondo Seveso in quel punto di 240.40 m s.l.m.

Sui rilevati arginali apposite rampe di accesso ai fondi con finitura superficiale realizzata in misto stabilizzato, permetteranno l'accesso alle aree.

La sommità dell'argine in destra oggi esistente sarà alzata verso monte fino all'attraversamento di Via dei Partigiani al fine di evitare possibili tracimazioni dell'argine attuale con conseguente confinamento delle acque nelle aree retrostanti l'argine stesso.

6.6.1.1 *Ulteriori elementi progettuali di approfondimento rispetto al Preliminare*

6.6.1.1.1 Eliminazione dell'interferenza con il metanodotto

Il progetto definitivo prevede una modifica planimetrica dell'area. L'opera è stata arretrata infatti nella porzione più a ovest rispetto alla soluzione del preliminare, al fine di eliminare l'interferenza col metanodotto che, da approfondimento progettuali, è risultato essere posizionato molto superficialmente nel tratto più prossimo alla cabina del gas.

In tal modo il rilevato arginale in progetto proteggerà da possibili allagamenti anche la cabina stessa.



Figura 53– Cabina SNAM

6.6.1.1.2 Continuità della pista di manutenzione

La percorribilità lungo tutto il perimetro dell'area golenale è garantita anche durante gli eventi centennali dalla realizzazione di una pista di manutenzione in adiacenza al rilevato ferroviario e da una pista sul versante sud.

La pista per tutto il suo sviluppo è posta alla quota di sicurezza idraulica di 244.72 (1 m al di sopra del livello di massimo invaso dell'area golenale).

6.6.1.1.3 Interferenza con il rilevato ferroviario

Il progetto prevede la realizzazione di una bancata in appoggio al rilevato ferroviario (Figura 43) a quota inferiore al piano del ferro ma superiore al livello massimo in vasca con franco di 1 metro, così da allontanare l'acqua dal nucleo del rilevato ferroviario. Si è verificato anche, sulla base delle informazioni geotecniche provenienti dalla campagna di indagini condotta, che tale ringrosso non provocasse cedimenti nel rilevato ferroviario (SVS 2.04).

6.6.1.1.4 Eliminazione dell'allagamento del sottopasso ferroviario

La configurazione di progetto dell'area 5 del definitivo, affinando la soluzione del preliminare, elimina la possibilità di allagamento del sottopasso ferroviario, realizzando il rilevato arginale a protezione del sottopasso stesso, e prevedendo un raccordo con la viabilità esistente.



Figura 54– Sottopasso ferroviario esistente

6.7 Area golenale 6 in destra e sinistra idraulica

Le aree in oggetto si trovano in Comune di Carimate.



Figura 55– Planimetria di progetto area golenale 6 in destra e sinistra idraulica

L'area in destra ha un'estensione totale di circa 7 ha ed è confinata:

- **LATO NORD- EST:** ringrosso dell'argine esistente
- **LATO SUD- OVEST:** nuovo rilevato arginale;



Figura 56–Area golenale 6 in destra vista da valle

L'area golenale 6 in sinistra idraulica è delimitata

- **LATO SUD-EST:** da arginature in progetto,
- **LATO OVEST:** dal ringrosso dell'argine in sponda sinistra del Seveso che viene prolungato a monte fino al rilevato ferroviario,
- **LATO NORD:** dalla naturale morfologia del terreno.



Figura 57–Area golenale 6 in sinistra vista da valle

Le arginature perimetrali in entrambe le vasche sono poste a quota 239.00 m s.l.m. mentre l'arginatura lato Seveso è posta a quota 238.00 m s.l.m. e rivestita con geogriglie.

Lo sfioratore lungo 70 metri è posto a quota 237.00 m s.l.m in destra e 237.20 in sinistra.

La necessità di mantenere più basso l'argine che separa l'area golenale dal corso d'acqua nasce dalla presenza in sponda sinistra del collettore consortile della rete mista di competenza di Sud Seveso Servizi, oltre che dalla volontà di minimizzare gli impatti sul territorio.

Questo collettore, per segnalazione dello stesso gestore, presenta funzionamento in pressione durante eventi pluviometrici intensi, e quindi è indispensabile mantenerlo al di fuori del corpo arginale cosa impossibile portando l'arginatura a quota 239.00 m s.l.m., come previsto nel progetto preliminare, se non attraverso lo spostamento di un lungo tratto di condotta DN 1200 mm.

Si è quindi ritenuto di abbassare l'arginatura di separazione tra fiume e area golenale a quota 238.00 m s.l.m., compatibile con il collettore esistente e coincidente con la quota di massimo vaso centennale nelle aree. L'alimentazione dell'area golenale avverrà comunque esclusivamente attraverso lo sfioratore in massi cementati e intasati con terreno.

Poiché l'argine di separazione tra fiume e area golenale non garantisce un franco di sicurezza, il paramento verrà rivestito con geostuoie antierosione per scongiurare rischi di erosione della coltre superficiale in caso di eventi con tempo di ritorno maggiore a quello di progetto per i quali l'arginatura dovesse essere sormontata e nell'ipotesi che lo sfioratore di alimentazione, che funge anche da sfioro di emergenza non sia in grado di convogliare l'intera portata in arrivo.

Tale ipotesi è estremamente remota tenendo conto che sia in sponda destra che in sponda sinistra è prevista la realizzazione di due sfioratori per lunghezza complessiva di 140 metri, che con un carico di 1 metro (pari al livello per il quale l'argine risulterebbe tracimato) sarebbero in grado di inviare in vasca una portata complessiva di oltre 200 mc/s, ampiamente superiore alla portata convogliabile dall'alveo a monte e anche alla portata idrologica con tempo di ritorno 100 anni di progetto (la portata per T100 anni in arrivo all'area golenale 6 è di circa 45 mc/s).

Il piano campagna all'interno dell'area golenale sinistra non viene riprofilato e varia indicativamente da 237.00 a 235.50 m s.l.m.

il fondo dell'area golenale in destra verrà riprofilato e posto a quota variabile da 236.00 m s.l.m. a 235.00 m s.l.m.

Il volume massimo invasabile risulta pari a 146.600 (destra) e 76.600 mc (sinistra). In alveo è previsto un restringimento attraverso due muri d'ala, come da sezione tipologica in Figura 13.

Sui rilevati arginali apposite rampe di accesso ai fondi con finitura superficiale realizzata in misto stabilizzato, permetteranno l'accesso alle aree.

6.7.1.1 *Ulteriori elementi progettuali di approfondimento rispetto al Preliminare*

6.7.1.1.1 Eliminazione dell'interferenza con il collettore intercomunale

Come sopra illustrato la soluzione progettuale che prevede lungo il fiume una sommità arginale posta a 238.00 m s.l.m., evita di delocalizzare il collettore intercomunale che attraversa parallelamente all'alveo l'area golenale 6 in sinistra idraulica.



Figura 58–pozzetto della fognatura intercomunale in sinistra idraulica

6.7.1.1.2 Risoluzione dell'interferenza con il rilevato ferroviario

Il progetto prevede di separare l'arginatura di contenimento dell'invaso dal rilevato ferroviario salvaguardando in particolare il binario di manovra oggi esistente a quota inferiore rispetto al piano del ferro della linea.

6.7.1.1.3 Risoluzione dell'interferenza con il quadruplicamento linea Chiasso-Monza

La soluzione individuata è assolutamente compatibile con la futura realizzazione del tratto di quadruplicamento, già previsto in viadotto nel progetto preliminare di RFI.

È stata analizzata anche la possibilità di ridurre l'area golenale per tenere il tracciato in progetto all'esterno dell'area di allagamento. Tuttavia tale modifica avrebbe comportato una riduzione dei volumi complessivi di invaso non compatibile con le finalità del presente progetto e inoltre avrebbe richiesto la realizzazione di un argine a tagliare un terreno agricolo oggi allagabile, con impatti significativi sia sulla sicurezza idraulica dei territori di valle che sugli impatti ambientali dell'area oggetto di intervento.

7. FUNZIONAMENTO IDRAULICO DELLE OPERE

Per la descrizione dettagliata del funzionamento idraulico delle opere si rimanda alla relazione SVS 2.02 'Relazione idrologica-idraulica'.

8. CRONOPROGRAMMA

Di seguito si allega il cronoprogramma dei lavori

[illegible]