

AREA DI LAMINAZIONE DEL TORRENTE SEVESO

Comune di Lentate sul Seveso (MB)

PROGETTO DEFINITIVO - MB-E-2

GENNAIO 2016



RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

ING. LUIGI MILLE

PROGETTAZIONE:

PROFESSIONISTI INCARICATI:

Dott. Ing. GIOVANNI BATTISTA PEDUZZI

Prof. Ing. ALESSANDRO PAOLETTI

Dott. Ing. STEFANO CROCI

Dott. Ing. FILIPPO MALINGEGNO

Dott. Ing. CRISTINA PASSONI

Dott. Geol. MARIO SPADA

Dott. Geol. GIAN MARCO ORLANDI

Dott. Geol. SUSANNA BIANCHI

ETATEC

STUDIO PAOLETTI

S.R.L.

SOCIETA' DI INGEGNERIA

Via Bassini 23 20133 Milano | tel: +39 02 26681264 - fax +39 02 26681553
etatec@etatec.it - etatec@pec.etatec.it - www.etatec.it

STUDIO PAOLETTI

INGEGNERI ASSOCIATI

Via Bassini 23 20133 Milano | tel: +39 02 26681264 - fax: +39 02 26681553
Studiopaoletti@etatec.it - Studiopaoletti@pec.etatec.it

Studio Associato di Geologia Spada

Via Donizetti 17 24020 Ranica (BG)
tel: +39 035 516090 - +39 035 513738



Sistema Certificato
UNI EN ISO 9001
SC 06-047/EA 34



CONSULENZE SPECIALISTICHE:

ASPETTI PAESAGGISTICI E AMBIENTALI:

Arch. ANDREAS KIPAR

Dott. Agr. GIOVANNI SALA

Arch. LUISA BELLINI

ASPETTI STRUTTURALI:

Ing. BRUNO BECCI

Ing. MARCO BELLINI

IMPIANTI ELETTRICI:

Ing. FEDERICO REPOSSI

Ing. MARCO GILARDONI

LAND Italia srl



Via Varese 16 20121 Milano
tel: +39 02 806911.1 - fax: +39 02 806911.30
www.landsrl.com

CeAS s.r.l.

Viale Giustiniano, 10 - 20129 Milano
tel: +39 02 2020221 - fax: +39 02 29512533
E-mail: CEAS@FINZI-CEAS.IT - www.ceas.it

MCE s.r.l.

Via Bassini, 53 - 20133 Milano
tel: +39 02 70608880 - E-mail: info@mce-milano.com
www.mce-milano.com

LAND
LANDSCAPE ARCHITECTURE NATURE DEVELOPMENT

CeAS
centro di analisi strutturale
MCE

TITOLO

SCALA

RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLE OPERE IN PROGETTO

Revisioni

1

RECEPIMENTO PRESCRIZIONI V.I.A. E C.D.S.

LUGLIO 2017

2

Numero
elaborato

TIPOLOGIA

PD

COMMESSA

250-27

DOCUMENTO

ATTI

NUMERO

A.2

INDICE

1. PREMESSA.....	2
1.1 DATI CARATTERISTICI DEGLI INVASI DI LAMINAZIONE	2
2. SINTESI DELLE PORTATE E DEI VOLUMI PER IL DIMENSIONAMENTO DELLE AREE DI LAMINAZIONE.....	6
2.1 AREA DI LAMINAZIONE GOLENALE	6
2.2 AREA DI LAMINAZIONE IN SCAVO	8
3. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO.....	16
3.1 GENERALITÀ	16
3.2 AREA DI LAMINAZIONE GOLENALE	16
3.3 AREA DI LAMINAZIONE IN SCAVO	18
3.3.1 Caratteristiche generali dell’invaso	18
3.3.2 Quota di coronamento delle arginature perimetrali	20
3.3.3 Opera di presa	22
3.3.4 Canale di alimentazione dell’invaso	26
3.3.5 Sfioratore di emergenza	29
3.3.6 Sistema di scarico dei volumi invasati.....	30
3.3.7 Opere connesse all’interazione tra la falda freatica e l’invaso	37
4. OPERE DI VALORIZZAZIONE PAESAGGISTICA	40
4.1 STRATEGIE DI PROGETTO.....	40
4.2 IL PROGETTO DI VALORIZZAZIONE PAESAGGISTICA	43
4.3 OPERE DI MITIGAZIONE	45
4.3.1 Fascia arborea plurispecifica	45
4.3.2 Gruppi di alberi con fioritura	46
4.3.3 Filari monospecifici di caratterizzazione degli accessi.....	46
4.3.4 Fascia arbustiva plurispecifica di mitigazione	47
4.3.5 Fascia arbustiva plurispecifica di accompagnamento ai percorsi.....	47
4.3.6 Piano erbaceo	48
4.3.7 Mitigazione dei locali tecnici.....	49
4.4 OPERE DI ACCESSIBILITÀ	49
4.5 OPERE DI CONTESTUALIZZAZIONE	50

1. PREMESSA

La presente progettazione definitiva ha per oggetto principale i lavori di realizzazione dell'area di laminazione del torrente Seveso in Comune di Lentate sul Seveso (MB). Si tratta di un'area di laminazione in scavo (volume di invaso di circa 808'000 m³), posta esternamente all'alveo di piena del T. Seveso, con funzionamento in derivazione.

Nel progetto è prevista anche un'area di laminazione golenale (volume di invaso di circa 20'000 m³), sempre con funzionamento in derivazione, all'interno di un'area che già allo stato attuale è interessata da fenomeni di allagamento.

La presente relazione, relativa al Progetto Definitivo delle aree di laminazione del T. Seveso in Comune di Lentate sul Seveso, espone le principali caratteristiche tecniche delle opere in progetto.

1.1 DATI CARATTERISTICI DEGLI INVASI DI LAMINAZIONE

Vengono di seguito riportati, in forma schematica, i principali dati peculiari degli invasi di laminazione previsti in Comune di Lentate sul Seveso, le cui caratteristiche saranno meglio descritte nei successivi capitoli e nelle relazioni allegate al presente progetto.

Le principali caratteristiche dell'area di laminazione in scavo in progetto sono:

- Volume di invaso: 808'000 m³;
- Superficie di invaso alla quota di massima regolazione: 67'000 m²;
- Quota di fondo dell'area di laminazione: 201.80 m s.m.;
- Quota di massima regolazione: 220,80 m s.m.;
- Quota di massimo invaso (assetto di progetto): 221,46 m s.m.;
- Quota di coronamento delle arginature perimetrali: 223.50 m s.m.;
- Quota di recapito delle portate laminate: 218.40 m s.m.;
- Portata al colmo sfiorata nell'invaso con riferimento ad un tempo di ritorno pari a 100 anni: 21 m³/s (assetto di progetto a monte), 34 m³/s (assetto attuale a monte);
- Portata massima del sistema di scarico: 5.8 m³/s;
- Portata media del sistema di scarico: 3.7 m³/s;
- Tempo di svuotamento dell'invaso: 60 ore (di cui 24 a gravità e 36 per sollevamento).
- Modalità di svuotamento dell'invaso: a gravità (110'000 m³, pari al 14% dell'invaso totale)

e per pompaggio (698'000 m³, pari al 86% dell'invaso totale);

- Stazione di sollevamento: n. 4+1 elettropompe sommergibili, ciascuna con le seguenti caratteristiche:

○ Portata [l/s]:	1450	1250	620
○ Prevalenza [m]:	9.9	12.5	17.9
○ Efficienza [%]:	63.8	85.8	80.5
○ Potenza installata [kW]:	190.00		

Nella Figura 1 è riportato lo schema planimetrico dell'invaso di laminazione in scavo previsto a Lentate sul Seveso.

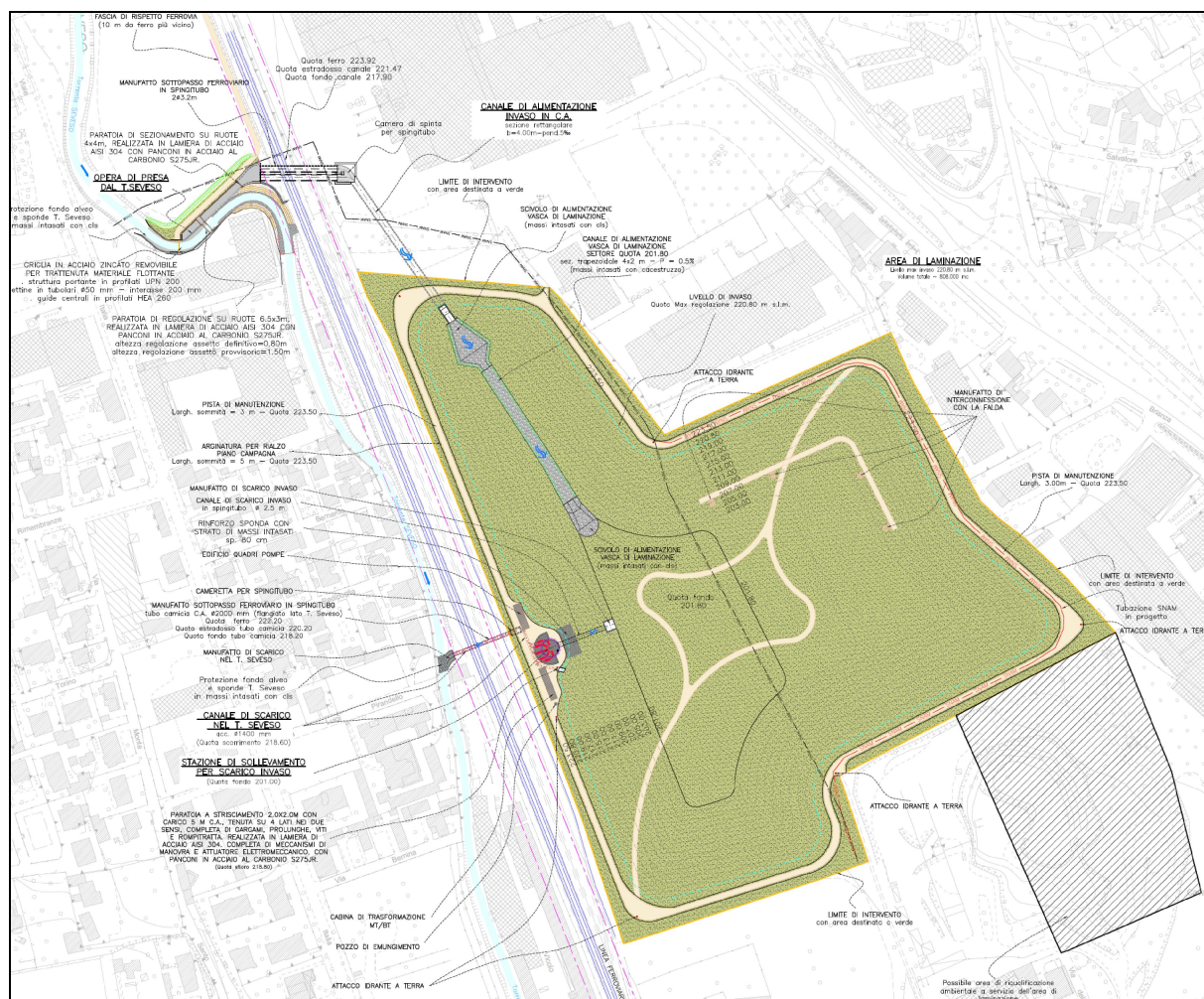


Figura 1 – Schema planimetrico dell'area di laminazione in scavo di Lentate sul Seveso

Di seguito, invece, vengono riportate le principali caratteristiche dell'area di laminazione

golenale in progetto:

- Volume di invaso: 20'000 m³;
- Superficie di invaso alla quota di massima regolazione: 19'000 m²;
- Quota di fondo dell'area di laminazione: 227.00 ÷ 225.00 m s.m.;
- Quota di massima regolazione: 227,10 m s.m.;
- Quota di massimo invaso: 227,30 m s.m.;
- Quota di coronamento delle arginature perimetrali: 229.30 ÷ 228.30 m s.m.;
- Quota di recapito delle portate laminate: 224.00 m s.m.;
- Portata al colmo sfiorata nell'invaso con riferimento ad un tempo di ritorno pari a 100 anni: 3 m³/s;
- Portata massima del sistema di scarico: da 3.6 a 1.1 m³/s (a seconda del grado di apertura della paratoia del canale di scarico - da 1 m a 0.25 m);
- Portata media del sistema di scarico: da 1.8 a 0.8 m³/s (a seconda del grado di apertura della paratoia del canale di scarico - da 1 m a 0.25 m);
- Tempo di svuotamento dell'invaso: da 3 a 7 ore (a seconda del grado di apertura della paratoia del canale di scarico - da 1 m a 0.25 m);
- Modalità di svuotamento dell'invaso: a gravità.

Nella Figura 2 è riportato lo schema planimetrico dell'invaso di laminazione in scavo previsto a Lentate sul Seveso.



Figura 2 – Schema planimetrico dell’area di laminazione golenale di Lentate sul Seveso

2. SINTESI DELLE PORTATE E DEI VOLUMI PER IL DIMENSIONAMENTO DELLE AREE DI LAMINAZIONE

Nella relazione idrologico-idraulica del presente progetto (elaborato A.3.1) sono riportate le principali caratteristiche idrologico-idrauliche del torrente Seveso.

Per quanto riguarda gli invasi di laminazione in Comune di Lentate sul Seveso, oggetto del presente progetto preliminare, sono di seguito riportati gli idrogrammi di piena di riferimento per l'assetto di progetto (tempo di ritorno pari a 100 anni).

2.1 AREA DI LAMINAZIONE GOLENALE

Con riferimento all'area di laminazione golendale, prevista in sponda destra del T. Seveso a monte del ponte della linea ferroviaria Milano – Como-Chiasso, riportata in Figura 3 e Figura 4, l'idrogramma di piena di riferimento per il dimensionamento dell'area di laminazione golendale è riportato nella Figura 5.

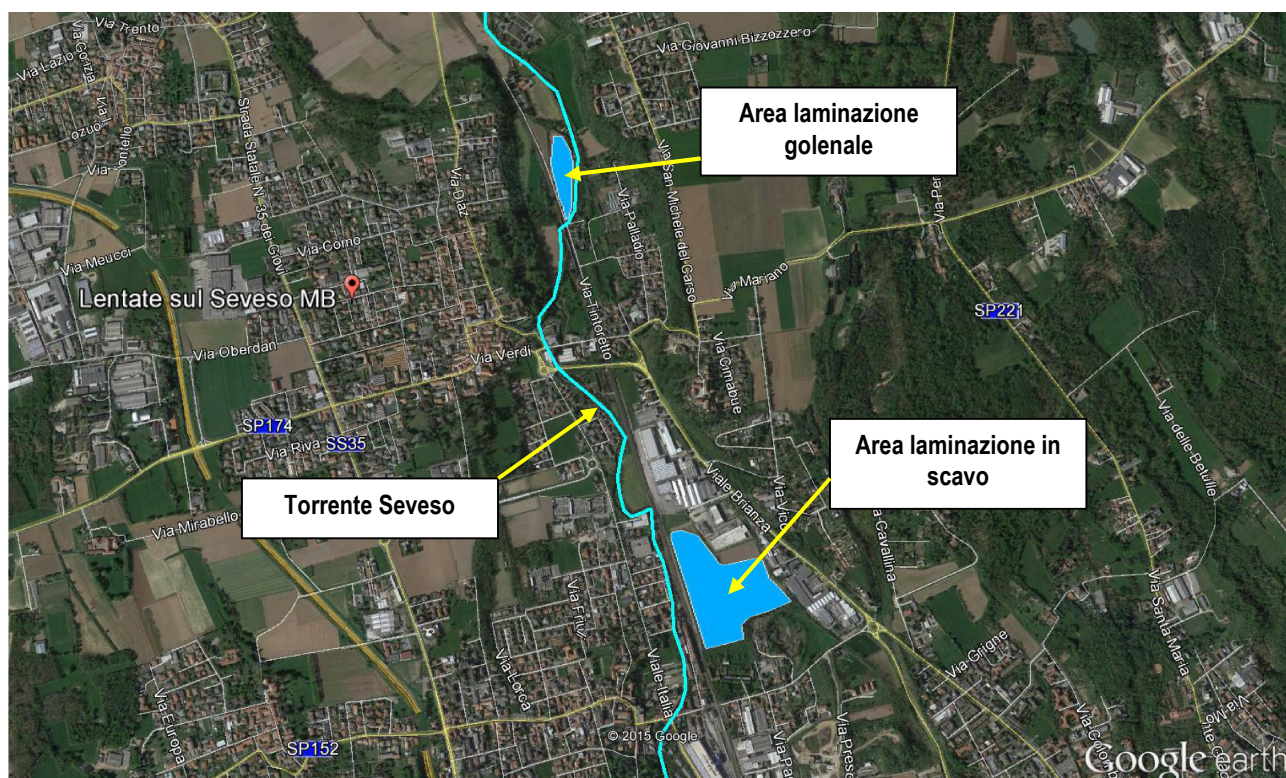


Figura 3 – inquadramento territoriale degli interventi di laminazione in progetto

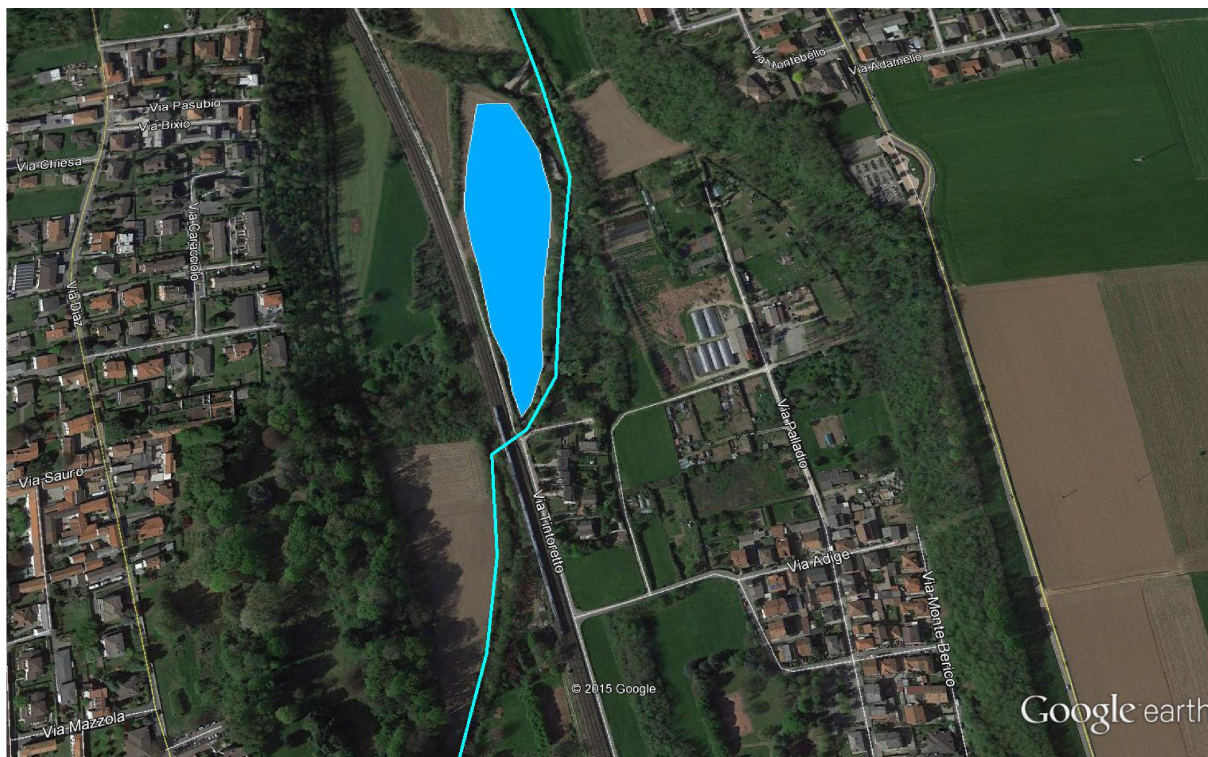


Figura 4 – Foto aerea delle zone limitrofe all'invaso di laminazione in area golenale.

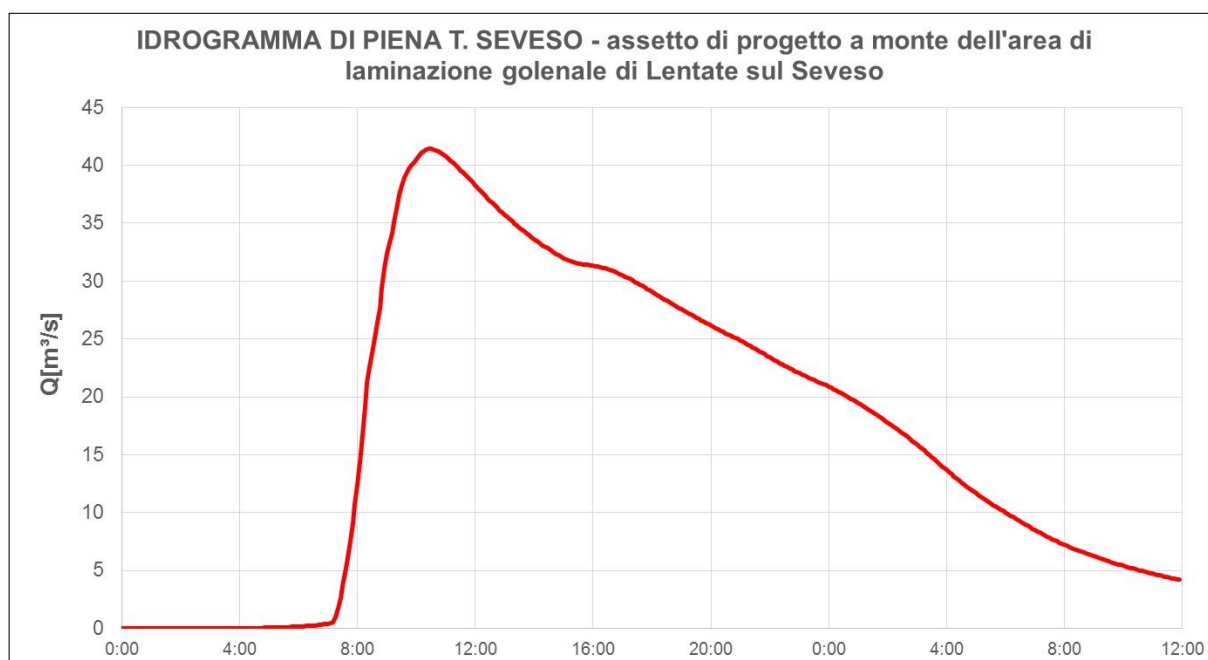


Figura 5 – Idrogramma di piena di progetto in corrispondenza dell'area di laminazione golenale di Lentate sul Seveso

2.2 AREA DI LAMINAZIONE IN SCAVO

L'area di laminazione in scavo, già prevista in Comune di Lentate nell'ambito dello *Studio-AIPo-2011*, è ubicata in sponda sinistra del T. Seveso, nell'area agricola interclusa tra la linea ferroviaria Milano – Como-Chiasso, a ovest, l'area industriale in località Gattona, a nord e a est e la cava Gallese a sud (cfr. Figura 6 e Figura 7).

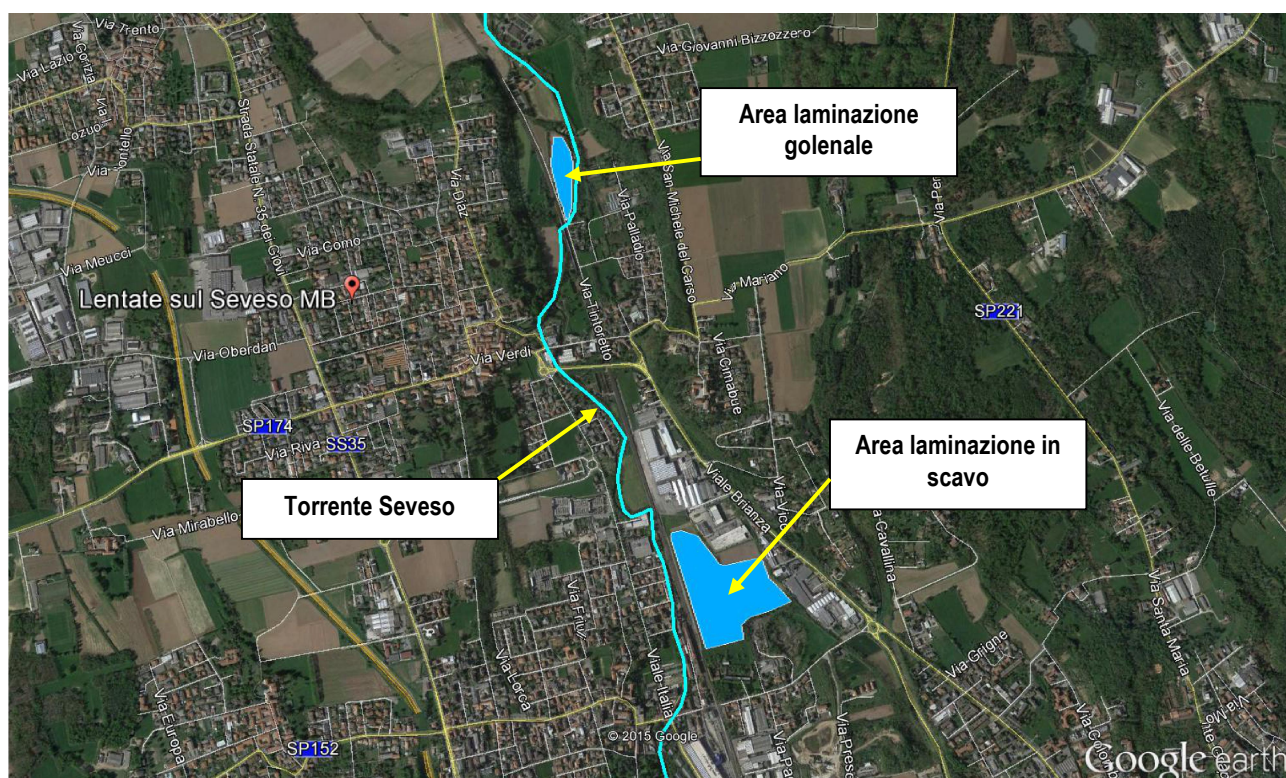


Figura 6 – inquadramento territoriale degli interventi di laminazione in progetto



Nella Figura 9, invece, è riportato l'idrogramma di piena centennale nell'assetto attuale (da *Studio-AIPo-2011*), in assenza di tutti gli interventi di laminazione previsti nell'assetto di progetto.

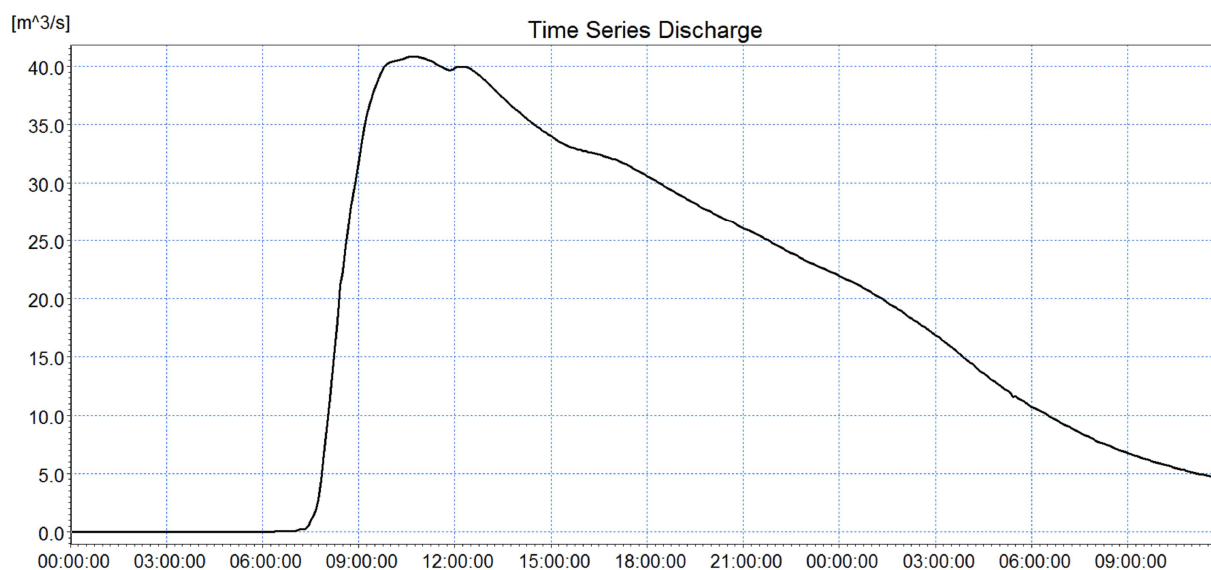


Figura 8 – Idrogramma di piena a monte dell'area di laminazione in scavo nell'assetto di progetto con tutti gli interventi di laminazione previsti a monte

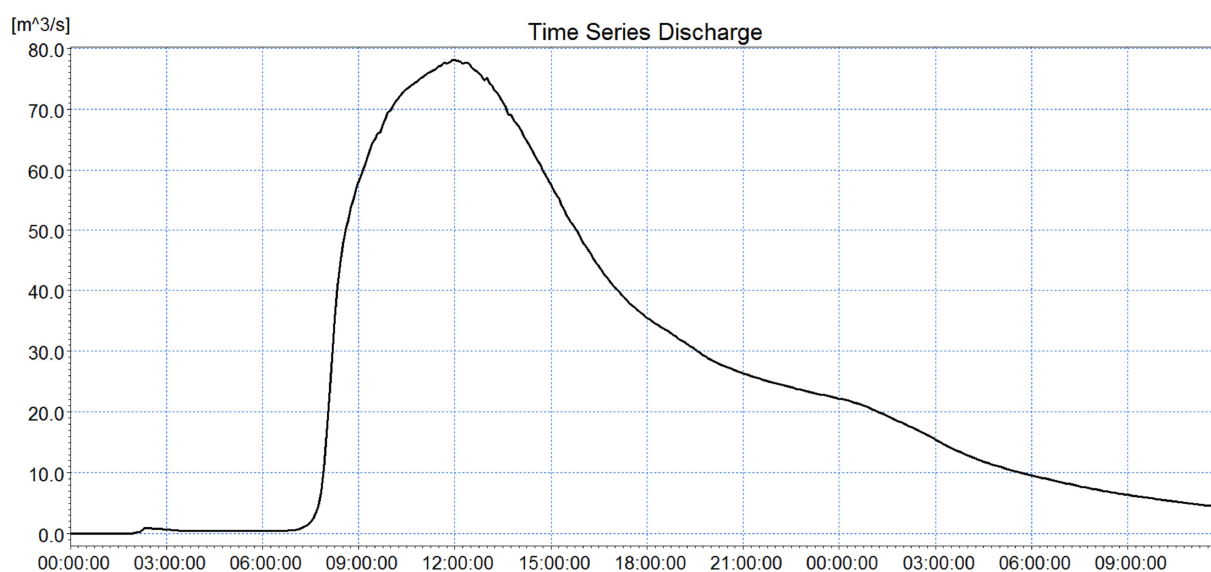


Figura 9 – Idrogramma di piena a monte dell'area di laminazione in scavo nell'assetto attuale senza gli interventi di laminazione previsti a monte

Pertanto, appena a monte del manufatto di presa della vasca di laminazione in scavo di Lentate sul Seveso, la portata centennale nella configurazione di progetto è stata valutata in circa 41 m^3/s a fronte di una portata centennale nella situazione attuale di circa 78 m^3/s , con una riduzione della portata di picco pari a circa 37 m^3/s . Ciò rende molto diverso il dimensionamento dell'opera di presa nei confronti della situazione di progetto o della

situazione attuale.

Per analizzare il funzionamento dell'invaso di laminazione in scavo è stato implementato un modello idraulico quasi-bidimensionale, utilizzando il codice di calcolo MIKE11 del DHI, a partire dal modello implementato dagli scriventi nell'ambito dello *Studio-AIPo-2011*.

Di seguito si riporta lo schema planimetrico del modello, con indicata la suddivisione delle portate sfiorate e lasciate defluire in alveo, con riferimento ad un evento di tempo di ritorno centennale, nell'assetto di progetto (Figura 10) e nell'assetto attuale (Figura 11).

La differente ripartizione delle portate nei due differenti assetti di riferimento si ottiene attraverso un diverso grado di apertura delle paratoia di regolazione, in progetto, posta lungo il T. Seveso a valle della soglia di sfioro per l'alimentazione dell'area di laminazione in scavo.

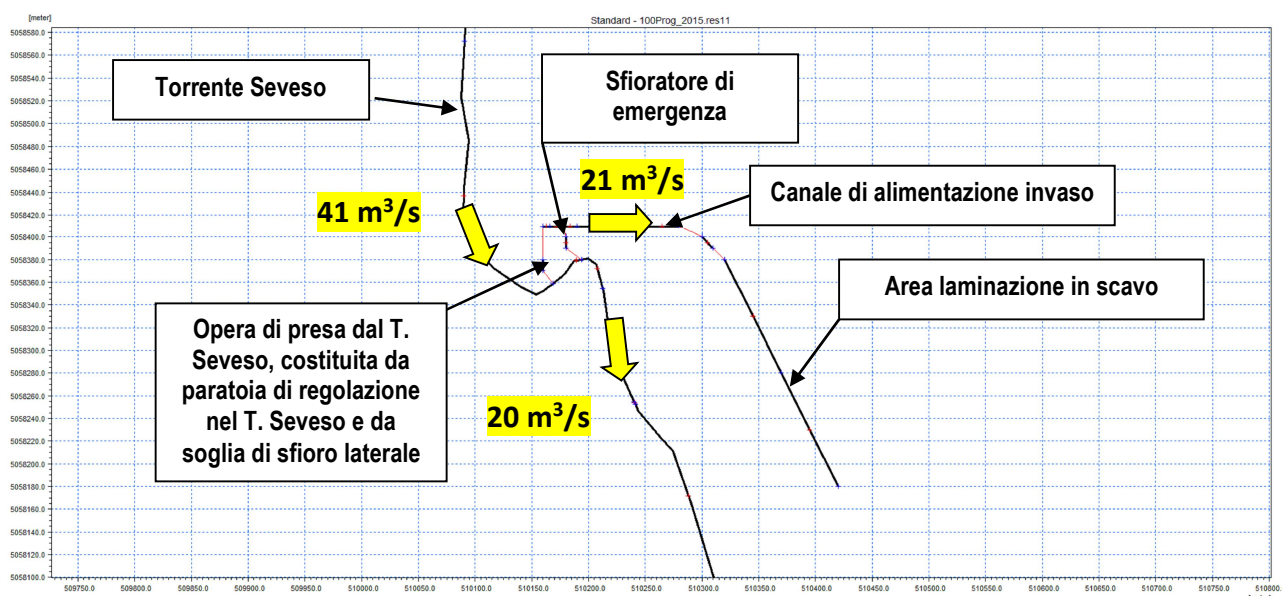


Figura 10 – Schema planimetrico del sistema idraulico della vasca di laminazione di Lentate sul Seveso (T=100 anni) – assetto di progetto

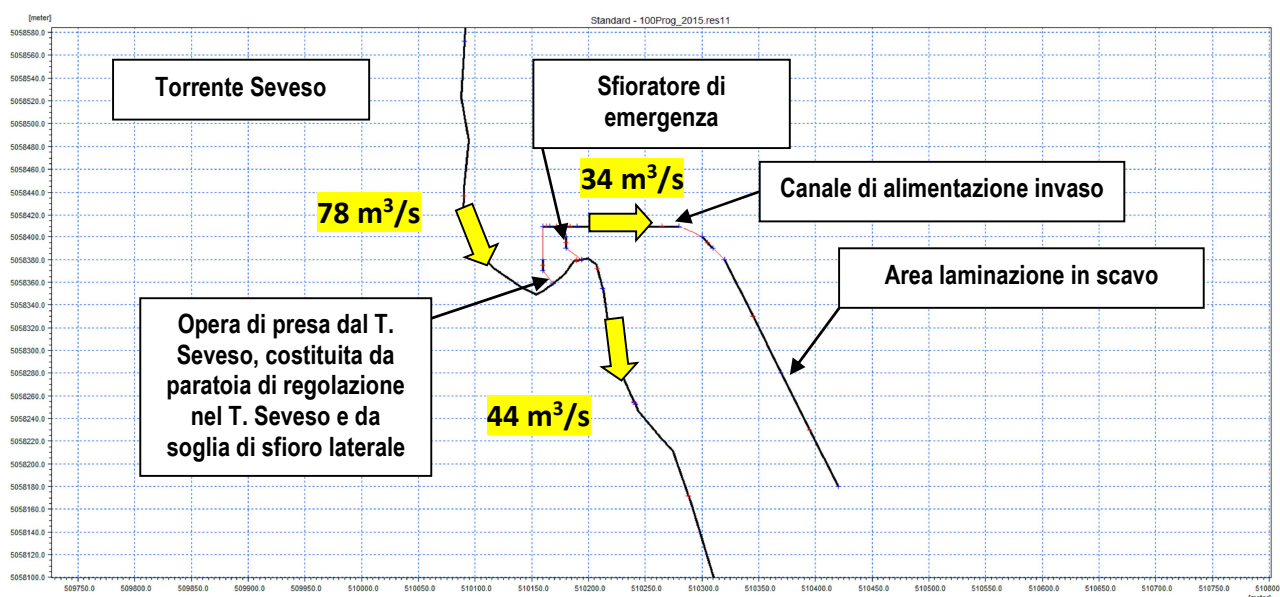


Figura 11 – Schema planimetrico del sistema idraulico della vasca di laminazione di Lentate sul Seveso (T=100 anni) – assetto attuale

Nelle figure seguenti (Figura 12 e Figura 13) sono riportati gli idrogrammi di piena, nelle due configurazioni, relativi alle tre sezioni di interesse: monte opera di presa, valle opera di presa e ingresso nell'area di laminazione. La ripartizione delle portate è stata effettuata in modo tale che, in entrambi gli assetti di riferimento, il volume dell'idrogramma sfiorato nell'area di laminazione fosse prossimo al volume di laminazione disponibile, pari a circa 808'000 m³.

Con tali valori di portata sono stati effettuati i calcoli di dimensionamento delle diverse opere idrauliche previste in progetto.

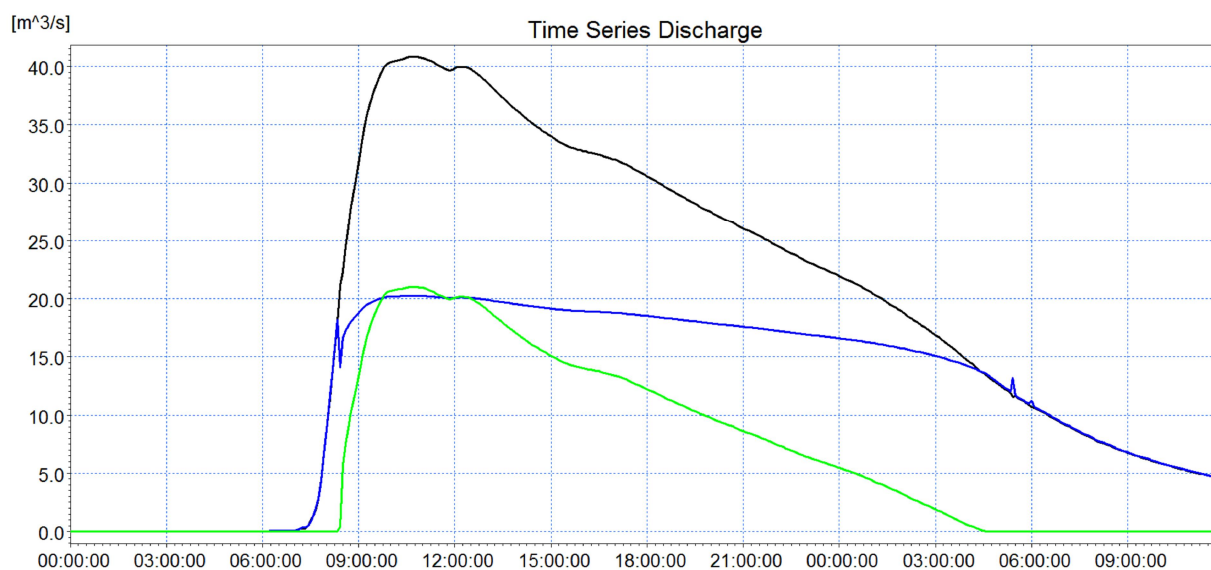


Figura 12 – Idrogrammi relativi al sistema idraulico della vasca di laminazione di Lentate sul Seveso (T=100 anni) – assetto di progetto a monte dell’area di laminazione (linea nera: monte opera di presa, linea blu: valle opera di presa, linea verde: ingresso area di laminazione – V= ~808'000 m³)

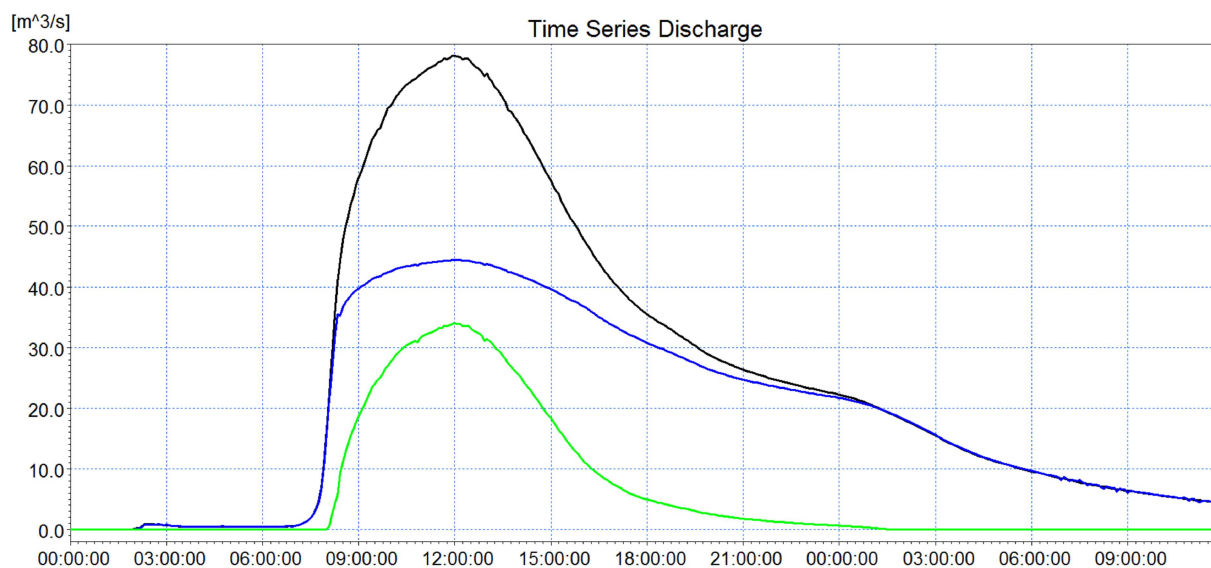


Figura 13 – Idrogrammi relativi al sistema idraulico della vasca di laminazione di Lentate sul Seveso (T=100 anni) – assetto attuale a monte dell’area di laminazione (linea nera: monte opera di presa, linea blu: valle opera di presa, linea verde: ingresso area di laminazione – V= ~808'000 m³)

Per verificare il funzionamento dell’opera di laminazione nei confronti di un evento eccezionale, al quale occorre riferirsi, ad esempio, per il dimensionamento delle arginature perimetrali all’area di laminazione (definizione della quota di coronamento), sono state

effettuate ulteriori simulazioni idrauliche con il suddetto modello quasi-bidimensionale.

In particolare, si è ipotizzato che le precedenti onde di piena (con e senza interventi di laminazione a monte dell'area di laminazione in scavo) possano sopraggiungere in condizioni di area di laminazione già invasata fino al livello di massima regolazione (pari a 220.80 m s.m.).

Per evitare di alimentare l'invaso di laminazione quando questo è già pieno ed evitare che il livello idrico superi il livello di massima regolazione, è prevista in progetto l'installazione, lungo il canale di alimentazione dell'invaso, di una paratoia di sezionamento che si chiude automaticamente quando il livello nell'invaso è pari al livello di massima regolazione, in modo tale da evitare l'ulteriore innalzamento del livello di vaso oltre la quota 220.80 m s.m..

In tali condizioni, occorre che la portata deviata dal Seveso nel canale di alimentazione attraverso lo sfioratore dell'opera di presa, possa defluire nuovamente in Seveso. Per tale necessità è prevista un'ulteriore soglia di sfioro, detta di emergenza.

In particolare, tale sfioratore è posto lungo il canale di alimentazione dell'invaso, a valle della paratoia di regolazione dell'opera di presa, ma a monte della suddetta paratoia di sezionamento.

Nelle figure seguenti (Figura 14 e Figura 15) sono riportati gli idrogrammi di piena in tale scenario eccezionale, relativi a quattro sezioni di interesse: monte opera di presa, valle opera di presa, sfioratori (presa ed emergenza). In tali simulazione la portata in ingresso all'area di laminazione è nulla.

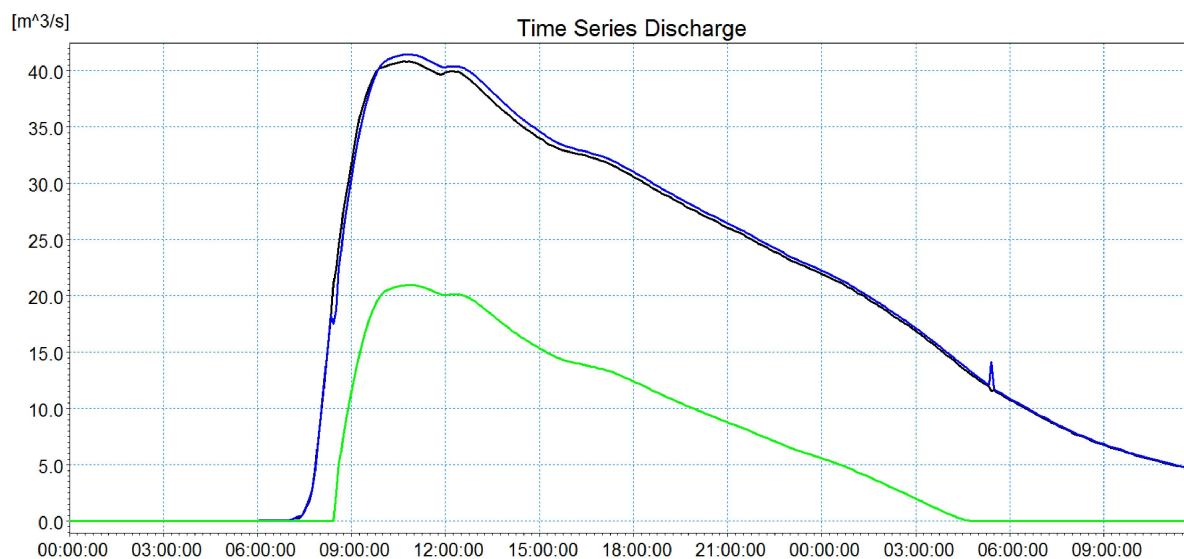


Figura 14 – Idrogrammi relativi al sistema idraulico della vasca di laminazione di Lentate sul Seveso (T=100 anni) – assetto di progetto a monte dell’area di laminazione – evento eccezionale (linea nera: monte opera di presa, linea blu: valle opera di presa, linea verde: portata defluente attraverso lo sfioro di emergenza)

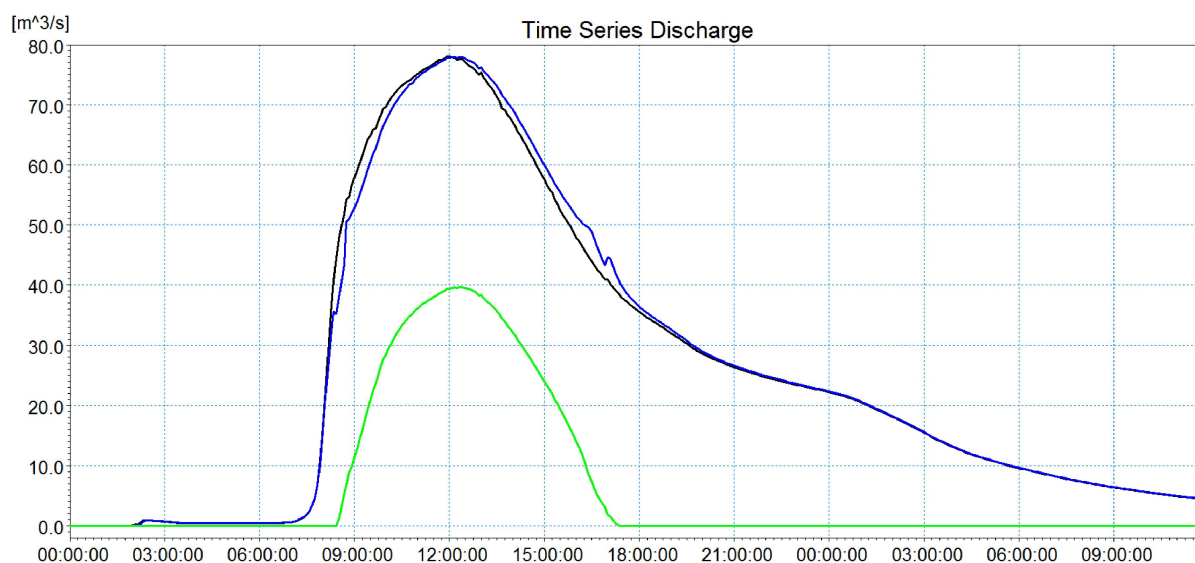


Figura 15 – Idrogrammi relativi al sistema idraulico della vasca di laminazione di Lentate sul Seveso (T=100 anni) – assetto attuale a monte dell’area di – evento eccezionale (linea nera: monte opera di presa, linea blu: valle opera di presa, linea verde: portata defluente attraverso lo sfioro di emergenza)

In caso di eventi eccezionali, però, non è da escludere che la paratoia possa non chiudersi e quindi il canale di alimentazione potrebbe continuare a mettere in comunicazione il T. Seveso con l’area di laminazione. In tal caso il livello di massimo invaso nell’area di laminazione si porterebbe ad un livello pari a quello nel canale di alimentazione in corrispondenza dello sfioratore di emergenza.

3. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

3.1 GENERALITÀ

Vengono qui descritte sinteticamente le principali caratteristiche tecniche delle aree di laminazione del torrente Seveso in Comune di Lentate sul Seveso. Per maggiori dettagli si rinvia alle relazioni specialistiche e alle tavole grafiche comprese nel presente progetto definitivo.

L'area di laminazione golenale è costituita da:

- Invaso di laminazione;
- Soglia di sfioro dal torrente Seveso
- Manufatto di restituzione delle portate laminate nel T. Seveso;
- Arginature perimetrali

L'area di laminazione in scavo è costituita dalle seguenti opere:

- Invaso di laminazione;
- Opera di presa dal torrente Seveso;
- Canale di alimentazione dell'invaso e di attraversamento della linea ferroviaria Chiasso-Milano;
- Stazione di sollevamento e manufatto di scarico a gravità, per lo svuotamento delle acque invase attraverso la condotta di scarico in Seveso, comprensiva di attraversamento della linea ferroviaria Chiasso-Milano;
- Opere connesse all'interazione tra la falda freatica e l'invaso;
- Opere civili e paesaggistiche;
- Impianti elettrici (cabina di consegna Enel, quadro MT, trasformatore, quadri BT, ecc.).

3.2 AREA DI LAMINAZIONE GOLENALE

L'area di laminazione golenale ha un volume totale invasabile di circa 20'000 m³.

L'invaso è ottenuto attraverso la formazione di rialzi/ringrossi di argini esistenti o la realizzazione di nuovi argini lungo la sponda destra del T. Seveso e mediante il rimodellamento dell'attuale piano campagna, da attuarsi attraverso lo scavo e l'asportazione di circa 40'000 m³.

Una soglia a massi (Figura 16) stabilizzerà il fondo alveo, necessario alla corretta derivazione

Diagram illustrating the cross-section of a stone wall structure, showing the threshold (Soglia) and the facing band (Fascia rivestita).

SOGLIA IN MASSI QUADRATI VINCOLATI CON BARRE AUTOPERFORANTI R32

Dimensions:

- Horizontal distance from the left edge to the start of the facing band: 2.50
- Horizontal distance from the start of the facing band to the right edge: 5.00
- Vertical height of the threshold: 2.75

FASCIA RIVESTITA IN MASSI A PEZZATURA VARIABILE TRA 60 E 20 cm DI RACCORDO CON IL MATERIALE NATURALE PRESENTE

16.50

GRIGLIA IN ACCIAIO ZINCATO PER TRATTENUTA MATERIALE FLOTTANTE
pettine in tubolari $\varnothing 50\text{mm}$
interasse 200 mm

SOMMITÀ ARGINALE

SCOGLIERA IN MASSI DA 400–600kg INTASATI CON CALCESTRUZZO

Alveo T. Seveso

224.00

2.50

0.50

2:3

min. 1.00

3.90

3.00

228.30

227.10

1.50

0.50

0.40

0.40

1.50

2.30

2.20

1.00

4.50

2.00

DADO DI FONDAZIONE IN MASSI SCIOLTI DA 400–600kg

FINITURA SUPERFICIALE IN MISTO STABILIZZATO

PROTEZIONE DI SPONDA LATO GOLENA IN MASSI A PEZZATURA VARIABILE TRA 60 E 20 cm

area di laminazione

225.00

PROFILO SFIORANTE ANTIEROSIONE DEL RILEVATO COSTITUITO DA UN MURO INTERRATO IN C.A.

17

L'apertura della paratoia, di tipo manuale, dovrà essere effettuata una volta terminato l'evento di piena lungo l'intero bacino del T. Seveso.

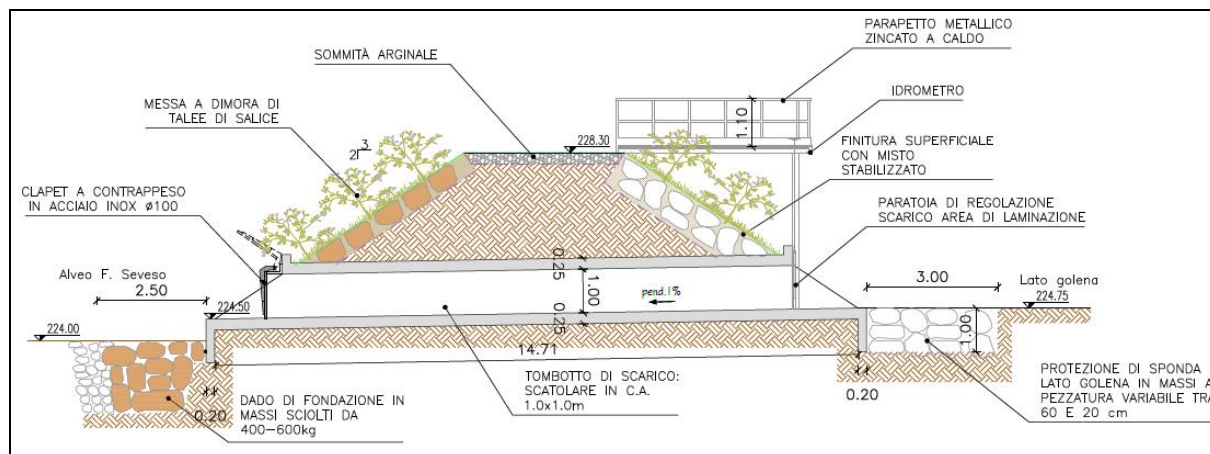


Figura 18 – Manufatto di restituzione

3.3 AREA DI LAMINAZIONE IN SCAVO

3.3.1 Caratteristiche generali dell'invaso

L'area di laminazione principale in Comune di Lentate sul Seveso è un'opera di invaso delle piene del torrente Seveso realizzata in scavo (il fondo è a circa 19.0 m dall'attuale piano campagna).

L'area interessata dalla realizzazione di tale opera, ad attuale utilizzo agricolo e posta interamente all'interno del Comune di Lentate sul Seveso, è posta in sinistra idraulica del torrente Seveso. Tra l'alveo del Seveso e l'area di ubicazione dell'invaso è presente la linea ferroviaria Milano – Como-Chiasso, la quale deve essere attraversata tramite tecnica in spingitubo sia dal canale di alimentazione, sia dalla condotta di scarico.

Vengono di seguito riportati, in forma schematica, i principali dati peculiari dell'invaso in oggetto, le cui caratteristiche sono descritte e rappresentate nelle relazioni e nelle tavole grafiche allegate al presente progetto preliminare.

- Volume di invaso: 808'000 m³, alla quota di massima regolazione di 220,80 m s.m.;
- Superficie di invaso alla quota di massima regolazione: 67'000 m²;
- Superficie di invaso alla quota di fondo: 11'640 m²
- Quota di fondo degli invasi di laminazione: 201.80 m s.m.;

- Quota di massima regolazione: 220.80 m s.m.;
- Quota di massimo invaso (assetto di progetto): 221,46 m s.m.;
- Quota di coronamento delle arginature perimetrali: 223.50 m s.m.;
- Quota di fondo della stazione di sollevamento: 200.80 m s.m.;
- Quota di recapito delle portate laminate: 218.40 m s.m.;
- Corso d'acqua che alimenta l'invaso: Torrente Seveso;
- Ricettore finale delle acque laminate: Torrente Seveso;
- Portata al colmo sfiorata nell'invaso con riferimento ad un tempo di ritorno pari a 100 anni: 21 m³/s (assetto di progetto a monte), 34 m³/s (assetto attuale a monte);
- Portata massima del sistema di scarico: 5.8 m³/s;
- Portata media del sistema di scarico: 3.7 m³/s;
- Tempo di svuotamento dell'invaso: 60 ore (di cui 24 a gravità e 36 per sollevamento).
- Modalità di svuotamento dell'invaso: a gravità (110'000 m³, pari al 14% dell'invaso totale) e per pompaggio (698'000 m³, pari al 86% dell'invaso totale);
- Stazione di sollevamento: n. 4+1 elettropompe sommergibili, ciascuna con le seguenti caratteristiche:

○ Portata [l/s]:	1450	1250	620
○ Prevalenza [m]:	9.9	12.5	17.9
○ Efficienza [%]:	63.8	85.8	80.5
○ Potenza installata [kW]:	190.00		

Le inclinazioni delle sponde dell'invaso sono pari a 1:2 (h:b) da quota 223.50 m s.m. (quota di coronamento del sistema arginale) a quota 201.80 m s.m. (fondo invaso).

Per ottenere il suddetto volume di invaso occorre effettuare scavi per un volume complessivo di circa 1'035'000 m³ (parte di tale quantitativo, pari a circa 100'000 m³, viene poi riutilizzato all'interno del cantiere per la formazione di arginature perimetrali, per il ricoprimento del telo di impermeabilizzazione e per operazioni di reinterro).

Nella Tabella 1 sono riportate le principali caratteristiche geometriche dell'opera di laminazione in progetto.

Tabella 1 – Caratteristiche area di laminazione

Volume di invaso [m ³]	Quota di fondo [m s.m.]	Quota di massima regolazione [m s.m.]	Quota massima argini [m s.m.]	Superficie alla quota di massima regolazione [m ²]	Superficie alla quota di fondo vasca [m ²]
808'000	201.80	220.80	223.50	67'000	11'640

3.3.2 Quota di coronamento delle arginature perimetrali

Ai fini della determinazione della quota di coronamento arginale, occorre far riferimento alle quote del massimo livello idrico raggiungibili in vasca, con riferimento all'evento centennale, in corrispondenza dei seguenti scenari di funzionamento:

Scenario 1 (eccezionale) - Stato attuale (opere di laminazione previste a monte non realizzate) e piena $T = 100$ anni con colmo successivo al completo riempimento della vasca.

Ammessi cautelativamente che il colmo di piena avvenga eccezionalmente dopo un completo riempimento della vasca che porti il livello di invaso alla stessa quota del livello nel canale di alimentazione per effetto del funzionamento dello sfioratore di emergenza (mancata chiusura della paratoia di sezionamento del canale di alimentazione), il livello che si avrà nell'invaso sarà pari, in relazione ai calcoli effettuati nel paragrafo precedente, a 222.32 m s.m.

Scenario 2 (eccezionale) – Assetto di progetto (opere di laminazione previste a monte completamente realizzate) e piena $T = 100$ anni con colmo successivo al completo riempimento della vasca.

Ammessi cautelativamente che il colmo di piena avvenga eccezionalmente dopo un completo riempimento della vasca che porti il livello di invaso alla stessa quota del livello nel canale di alimentazione per effetto del funzionamento dello sfioratore di emergenza (mancata chiusura della paratoia di sezionamento del canale di alimentazione), il livello che si avrà nell'invaso sarà pari, in relazione ai calcoli effettuati nel paragrafo precedente, a 221.46 m s.m.

Scenario 3 - Stato attuale (opere di laminazione previste a monte non realizzate) con effetto

di laminazione per l'evento $T = 100$ anni.

In corrispondenza dell'opera di presa il Seveso presenta allo stato attuale per l'evento centennale una portata al colmo di $78 \text{ m}^3/\text{s}$. Imponendo la derivazione verso la vasca determinata dal sfioratore laterale sopracitato, la portata massima sfiorata in corrispondenza del colmo di piena in arrivo è pari $34 \text{ m}^3/\text{s}$. Il conseguente riempimento della vasca provocato dall'onda sfiorata determina un massimo riempimento pari a:

- livello di massimo invaso di progetto = 220.80 m s.m..

Scenario 4 - Stato di progetto (opere di laminazione previste a monte completamente realizzate) con effetto di laminazione per l'evento $T = 100$ anni.

In corrispondenza dell'opera di presa il Seveso presenta allo stato attuale per l'evento centennale una portata al colmo di $41 \text{ m}^3/\text{s}$. Imponendo la derivazione verso la vasca determinata dal sfioratore laterale sopracitato, la portata massima sfiorata in corrispondenza del colmo di piena in arrivo è pari $21 \text{ m}^3/\text{s}$. Il conseguente riempimento della vasca provocato dall'onda sfiorata determina un massimo riempimento pari a:

- livello di massimo invaso di progetto = 220.80 m s.m..

Il coronamento delle arginature di confinamento dell'invaso è quindi stato posto ad una quota pari a 223.50 m s.m., garantendo quindi un franco di sicurezza pari a:

- nello scenario eccezionale 1 relativo allo stato attuale (mancata realizzazione di tutti gli interventi di laminazione previsti a monte) con colmo sopraggiungente dopo il completo riempimento della vasca (livello di massimo invaso di 222,32 m s.m.) = $223,50 - 222,32 = 1,18 \text{ m}$
- nello scenario eccezionale 2 relativo all'assetto di progetto con colmo sopraggiungente dopo il completo riempimento della vasca (livello di massimo invaso di 221,46 m s.m.) = $223,50 - 221,46 = 2,04 \text{ m}$
- nello scenario 3 relativo allo stato attuale (livello di massimo invaso di 220.80 m s.m.) = $223,50 - 220,80 = 2,70 \text{ m}$
- nello scenario 4 nella configurazione di progetto (livello di massimo invaso di 220,80 m s.m.) = $223,50 - 220,80 = 2,70 \text{ m}$.

Si ricorda che negli scenari 1 e 2 si è anche considerata la mancata chiusura della paratoia di sezionamento del canale di alimentazione dell'invaso, che in caso di raggiungimento nell'invaso del livello di massima regolazione (220.80 m s.m.) chiude l'alimentazione

dell'invaso.

3.3.3 Opera di presa

L'opera di laminazione in progetto viene alimentata dall'opera di presa posta sul torrente Seveso.

Questa è costituita da uno sfioratore laterale del tipo a stramazzo, composto da una soglia fissa in c.a. con il ciglio posto alla quota di 220.80 m s.m., avente una lunghezza pari a 15 m. In corrispondenza dello sfioratore il Seveso è caratterizzato da una quota di fondo pari a circa 219.50 m s.m., per cui l'altezza della soglia di sfioro sul fondo alveo è pari a 1.3 m.

A valle della soglia di sfioro è prevista una platea di raccordo con il canale rettangolare chiuso di alimentazione dell'invaso di laminazione, posta a quota 218,30 m s.m..

Lungo il Seveso, dopo la soglia sfiorante è prevista la formazione di una sezione di controllo idraulico senza restringimenti laterali mediante l'interposizione di una paratoia piana in acciaio inox di dimensioni 6.5 x 3.0 m, finalizzata a creare un restringimento di sezione per limitare la portata defluente verso valle e rendere più efficiente il sopracitato sfioratore laterale dell'opera di presa.

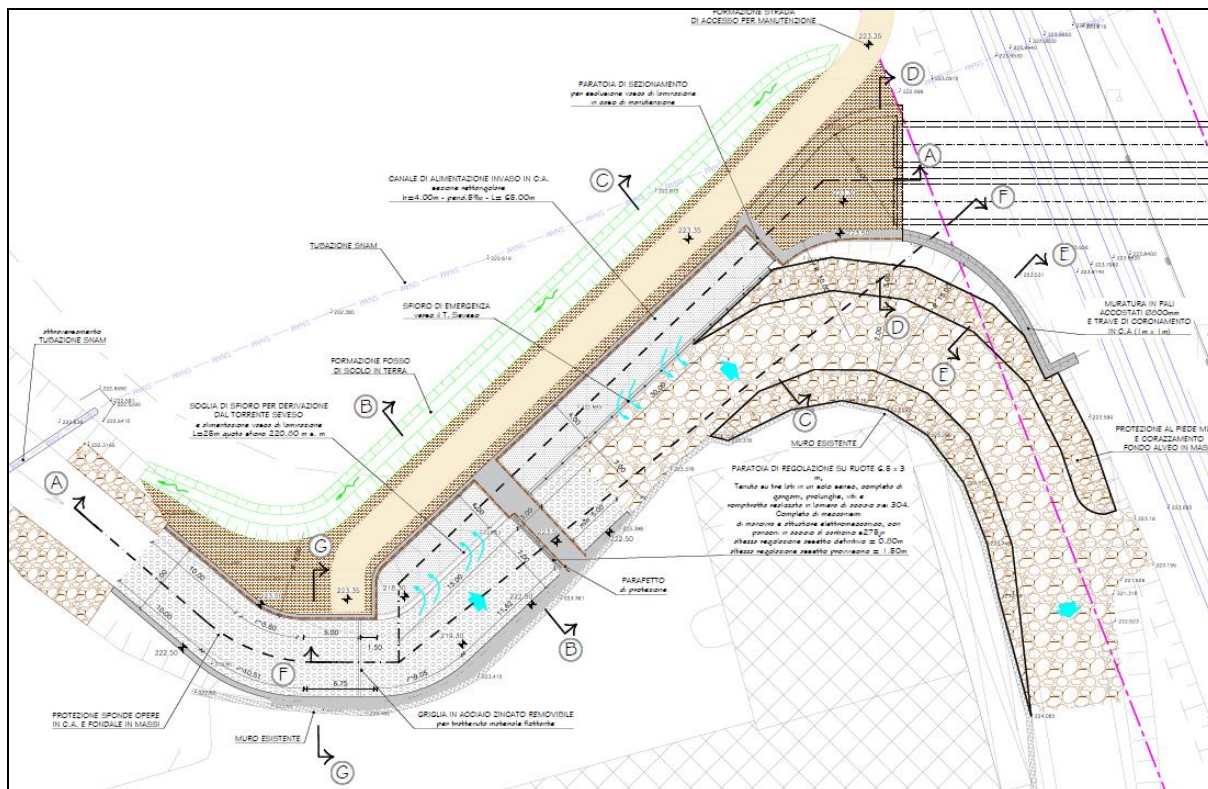


Figura 19 – Planimetria di progetto dell'opera di presa dal T. Seveso

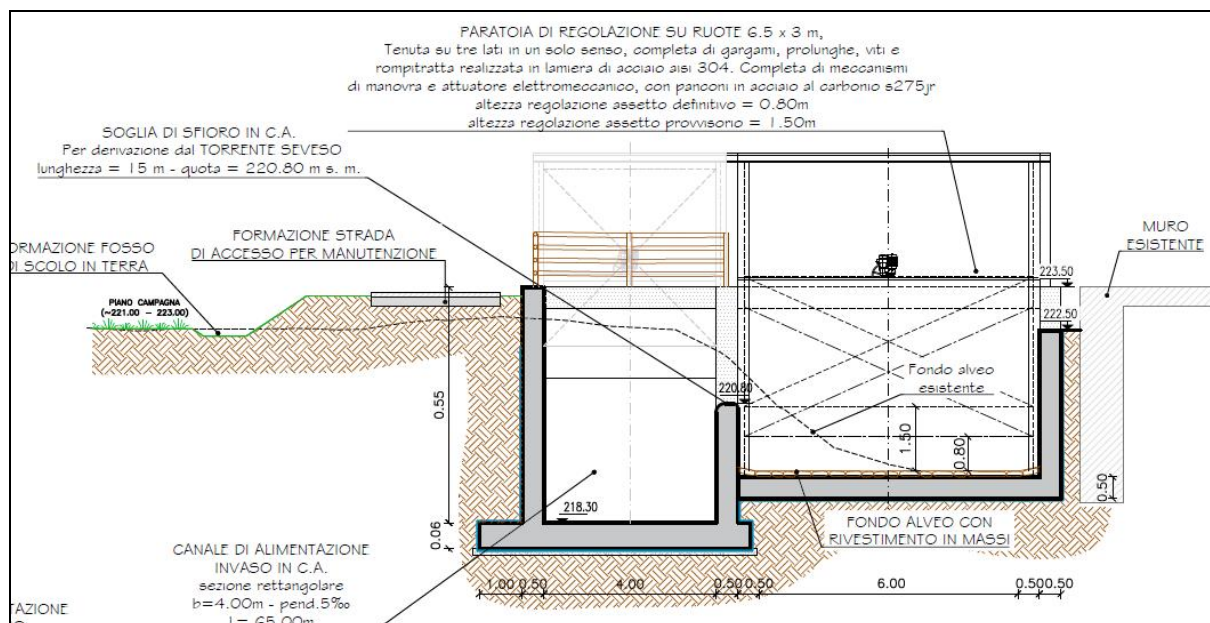


Figura 20 – Sezione trasversale di progetto dell'opera di presa dal T. Seveso a monte della paratoia di regolazione, in corrispondenza della soglia di sfioro

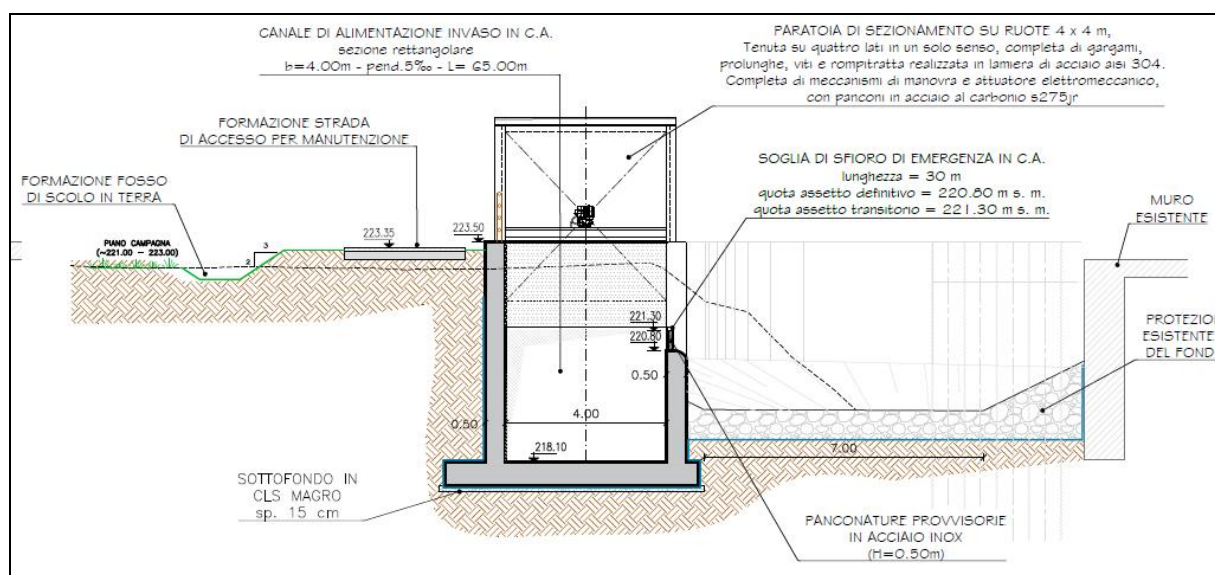


Figura 21 – Sezione trasversale di progetto dell'opera di presa dal T. Seveso a valle della paratoia di regolazione, in corrispondenza della soglia di sfioro di emergenza

In presenza della portata di piena di riferimento, la paratoia determina un funzionamento di bocca a battente regolato dalla conservazione dell'energia tra la sezione rigurgitata a monte della paratoia e la sezione contratta a valle della stessa. Il dimensionamento della luce della paratoia con la corrispondente sezione contratta e il dimensionamento dello sfioratore laterale sono stati condotti in modo tale da realizzare quanto prima indicato e cioè che, con riferimento ad una portata di piena centennale di progetto proveniente da monte pari a 41

m³/s, la portata sfiorata verso l'invaso di laminazione sia pari a 21 m³/s, così da ridurre la portata verso valle a 20 m³/s. In questo assetto l'altezza della luce di fondo sotto la paratoia deve essere pari a circa 0.8 m.

Attualmente non è ancora ipotizzabile l'ordine con le quali verranno realizzate le diverse opere di laminazione previste nello studio AIPO 2011 a protezione dalle inondazioni del torrente Seveso.

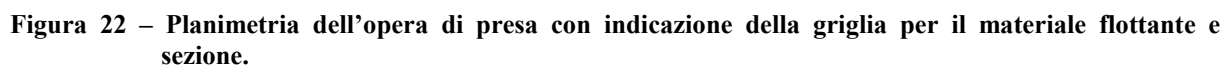
Per tale motivazione si è proceduto ad effettuare una verifica del funzionamento del sistema idraulico della vasca di Lentate sul Seveso considerando che questa sia la prima opera realizzata e che il torrente Seveso risulti analogo alla situazione attuale in tutte le altre sezioni a monte di essa.

Anche in questo caso l'opera di presa è costituita da uno sfioratore laterale del tipo a stramazzo, composto da una soglia fissa in c.a. con il ciglio posto alla quota di 220.80 m s.m., avente una lunghezza pari a 15 m. In corrispondenza dello sfioratore il Seveso è caratterizzato da una quota di fondo pari a circa 219.50 m s.m., per cui l'altezza della soglia di sfioro sul fondo alveo è pari a 1.3 m.

A valle della soglia di sfioro è prevista una platea di raccordo con il canale a sezione rettangolare, di larghezza pari a 4 m, per l'alimentazione dell'invaso di laminazione di Lentate sul Seveso.

Lungo il Seveso, dopo la soglia sfiorante è prevista la formazione di una sezione di controllo idraulico senza restringimenti laterali mediante l'interposizione di una paratoia piana in acciaio inox di dimensioni 6.5 x 3.0 m, finalizzata a creare un restringimento di sezione per limitare la portata defluente verso valle e rendere più efficiente il sopracitato sfioratore laterale dell'opera di presa.

In presenza della portata di piena di riferimento, la paratoia determina un funzionamento di bocca a battente regolato dalla conservazione dell'energia tra la sezione rigurgitata a monte della paratoia e la sezione contratta a valle della stessa. Il dimensionamento della luce della paratoia con la corrispondente sezione contratta e il dimensionamento dello sfioratore laterale sono stati condotti in modo tale da realizzare quanto prima indicato e cioè che, con riferimento ad una portata di piena centennale nell'assetto attuale proveniente da monte pari a 78 m³/s, la portata sfiorata verso l'invaso di laminazione sia pari a 34 m³/s, così da ridurre la portata verso valle a 44 m³/s. In questo assetto l'altezza della luce di fondo sotto la paratoia deve essere pari a circa 1.5 m.



3.3.4 Canale di alimentazione dell'invaso

Le portate derivate dal Seveso vengono recapitate nell'invaso di laminazione di Lentate sul Seveso attraverso un canale completamente interrato che svolge anche la funzione di attraversamento della adiacente linea ferroviaria Chiasso-Milano.

Il canale ha una lunghezza di circa 175 m. La quota di fondo in corrispondenza della sezione iniziale (a valle dell'opera di presa del Seveso e appena a monte del sottopasso della linea ferroviaria) è pari a 218.00 m s.m., mentre la quota di fondo nella sezione terminale (ingresso nell'invaso) è pari a 217.20 m s.m.. La pendenza del canale è pari a circa il 5‰.

L'intero canale è previsto interrato, realizzato attraverso manufatti scatolari o gettati in opera, per consentire il sottopasso della linea ferroviaria Chiasso-Milano e non interferire con le attività svolte nei terreni privati attraversati.

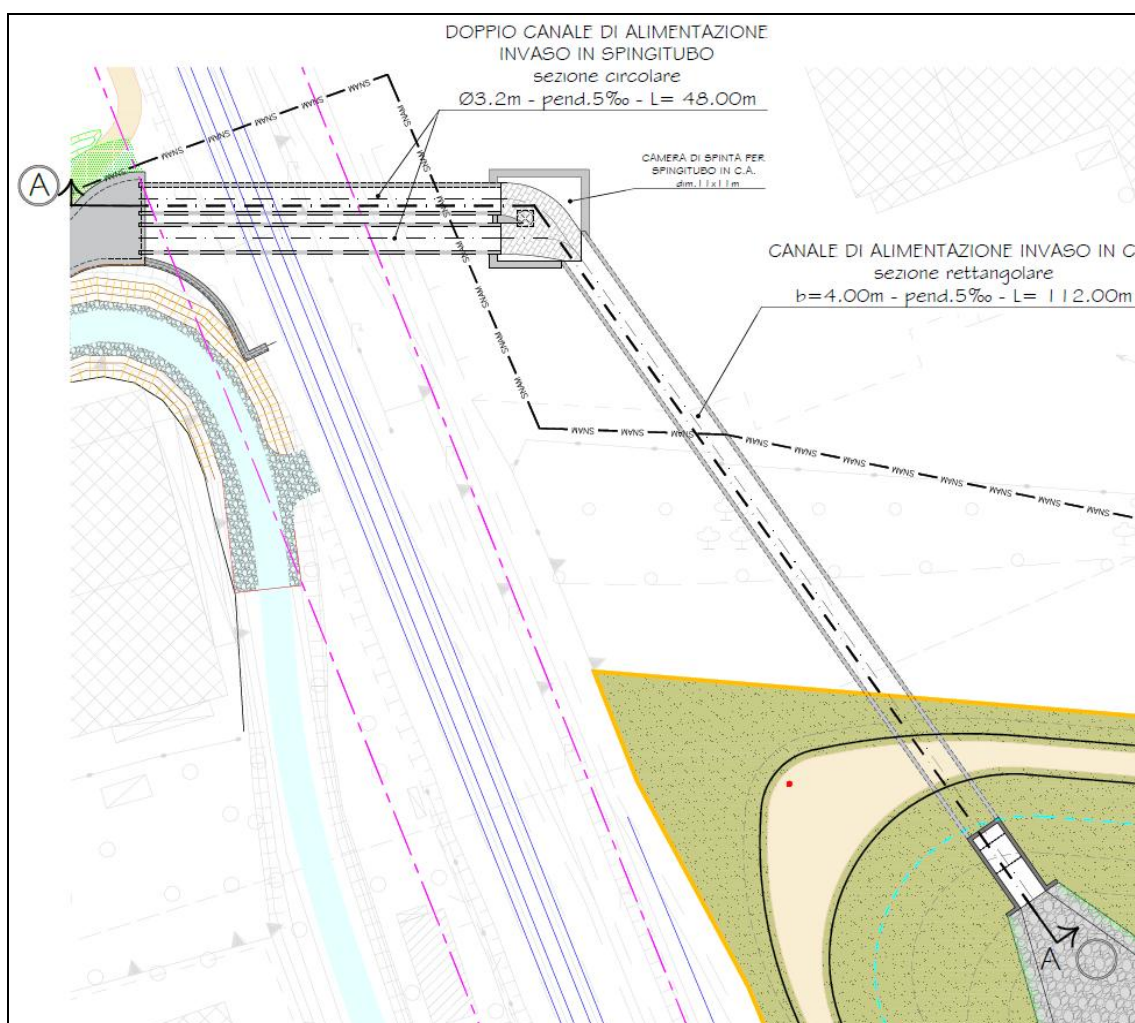


Figura 23 – Planimetria di progetto del canale di alimentazione dell'invaso

Prima nell'ingresso nell'invaso, lungo il canale di alimentazione è prevista la realizzazione di una griglia per trattenere i materiali flottanti trasportati durante la piena dalla corrente del T. Seveso, come rappresentato nella figura sottostante.

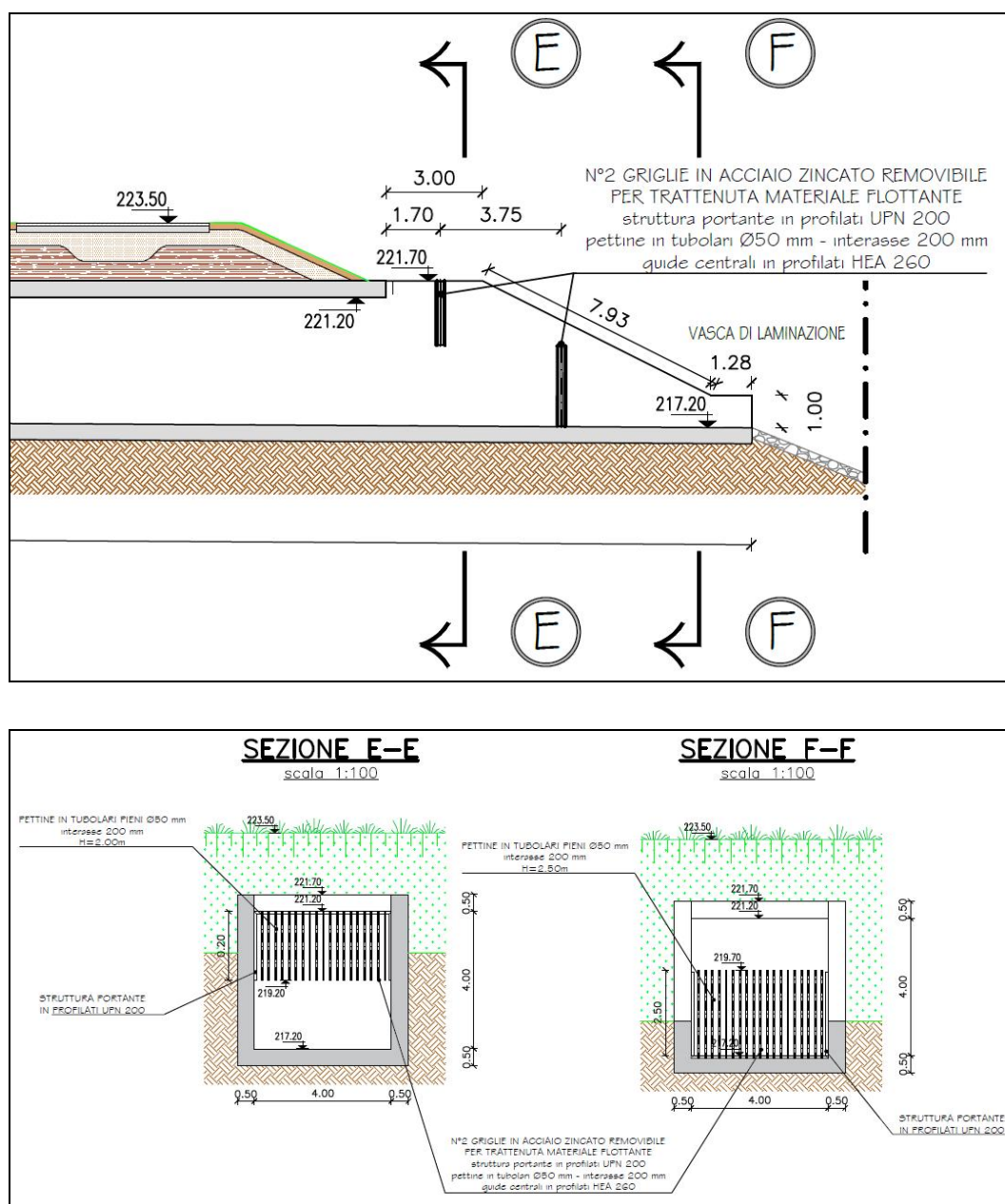


Figura 25 – Sezione longitudinale del tratto terminale del canale di alimentazione con indicazione della griglia per il materiale flottante

3.3.5 Sfiatore di emergenza

Lungo il canale di alimentazione dell'invaso, appena a valle della soglia di sfioro dell'opera di presa dal T. Seveso, è prevista la realizzazione di una soglia di sfioro di emergenza, per recapitare in Seveso, a valle della paratoia di regolazione dell'opera di presa, le portate di eventi eccezionali che vengono derivate anche quando l'area di laminazione ha già raggiunto la quota di massima regolazione.

Lo sfioro di emergenza è costituito da una soglia laterale in c.a. del tipo a stramazzo, con il ciglio posto alla quota di 220.80 m s.m., avente una lunghezza pari a 30 m.

In corrispondenza dello sfioratore il canale di alimentazione è caratterizzato da una quota di fondo pari a circa 218.05 m s.m., per cui l'altezza della soglia di sfioro sul fondo del canale è pari a 2.75 m.

La portata nella sezione terminale dello sfioro è nulla, in quanto si è supposto che l'invaso di laminazione sia già pieno e che si sia chiusa la paratoia di sezionamento posta lungo il canale di alimentazione (oppure il livello nell'invaso è pari al livello nel canale di alimentazione per effetto del funzionamento dello sfioratore di emergenza).

Qualora le opere di laminazione a monte di quella in oggetto non fossero ancora realizzate, occorre che lo sfioro di emergenza abbia una quota pari a 221.30 m s.m. (cfr. elaborato A.3.1 - relazione idrologico – idraulica).

Per rispettare entrambe le condizioni sopra esposte lo sfioro di emergenza verrà realizzato in c.a. fino alla quota definita nell'assetto di progetto, pari a 220.80 m s.m., e verranno posati dei panconi, con sommità fino alla quota 221.30 m s.m. qualora la vasca di laminazione di Lentate venga realizzata prima delle altre opere di laminazione previste a monte. Quanto sopra è rappresentato nella Figura 26.

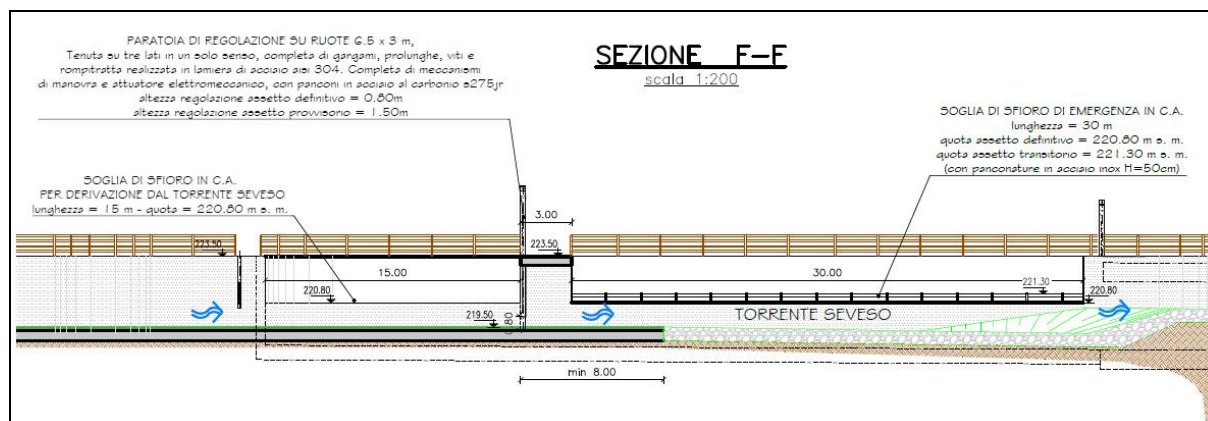


Figura 26 – Profilo longitudinale dell'opera di presa dal T. Seveso con riportato anche lo sfioro di emergenza

3.3.6 Sistema di scarico dei volumi invasati

A causa della configurazione del piano campagna e delle quote relative all'alveo del torrente Seveso, la vasca di laminazione di Lentate sul Seveso è realizzata per la quasi totalità in scavo con fondo a quote fino a circa 19.0 m inferiori rispetto al piano campagna e 17 m rispetto a quelle dell'alveo del Seveso. Per tale motivazione, i volumi in essa invasati vengono scaricati al termine dell'evento di piena prevalentemente per sollevamento meccanico, mentre una parte più contenuta viene scaricata a gravità. In particolare, le modalità di scarico sono le seguenti:

- **Svuotamento a gravità:** viene effettuato per la porzione di volume di invaso compreso tra la quota di massima regolazione, pari a 220.80 m s.m., fino alla quota di fondo del manufatto di scarico a gravità, pari a 218.80 m s.m.; il volume invasato tra tali due quote è pari a circa 130'000 m³, che corrisponde al 16% del volume di invaso disponibile. In pratica, lo svuotamento a gravità avviene fino a quote pari a circa 219.10 m s.m., in quanto al di sotto di tale valore la portata defluente è troppo bassa e quindi aumentano notevolmente i tempi di svuotamento. Il volume corrispondente a tale livello è pari a circa 110'000 m³, che corrisponde al 14% del volume di invaso disponibile.

Lo scarico a gravità è previsto mediante una tubazione circolare in acciaio (è la stessa che viene utilizzata come tubazione di mandata delle pompe) di diametro 1400 mm, collegata all'invaso da un manufatto in c.a. di sezione 2,0 x 2,0 m con quota di scorrimento di 218,80 m s.m.. La quota di scorrimento della tubazione di scarico in corrispondenza dello scarico nel T. Seveso è pari a 218.60 m s.m., mentre la quota di

fondo del T. Seveso è pari a 218.40 m s.m.. La tubazione di scarico è lunga 80 m, per cui la pendenza è pari a 2.5 per mille. Per evitare che le acque del T. Seveso possano rientrare nella tubazione di scarico, quest'ultima è munita di un clapet in acciaio inox. La tubazione di scarico, nel tratto in cui sottopassa la linea ferroviaria Milano – Como/Chiasso è posta all'interno di un tubo-camicia in acciaio di diametro 2 m, posto ad una quota tale per cui la quota di estradosso della condotta è 2 m al di sotto del piano del ferro della suddetta linea ferroviaria.

Tra il manufatto di imbocco dello scarico a gravità e la tubazione DN1400 è posta una paratoia a strisciamento di dimensioni 2x2 m, con tenuta sui 4 lati in entrambi i sensi. La paratoia è normalmente chiusa; quando si deve procedere allo svuotamento a gravità dell'invaso, la paratoia viene aperta. Non appena termina la fase di svuotamento a gravità e prima di azionare le pompe, occorre chiudere la paratoia per impedire che la portata immessa nella tubazione DN1400 dalle mandate DN800 delle singole pompe possa defluire nell'invaso attraverso il manufatto di imbocco dello scarico a gravità.

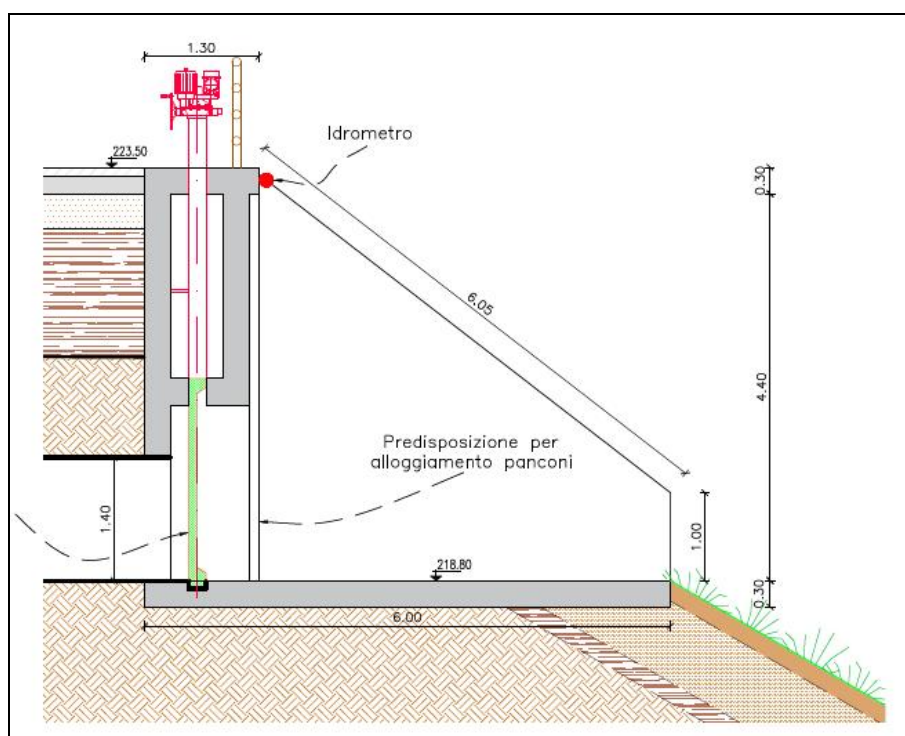


Figura 27 – Sezione longitudinale del manufatto di imbocco dello scarico a gravità

- **Svuotamento per sollevamento meccanico**: quando il livello idrico all'interno dell'invaso è prossimo a 218.80 m s.m. (in pratica, in base a quanto detto sopra il livello di riferimento è pari a 219.10 m s.m.), siccome la portata scaricata a gravità è praticamente nulla (livello nell'invaso prossimo al livello idrico nel T. Seveso), per proseguire con lo svuotamento dell'invaso vengono azionate le pompe poste sul fondo della stazione di sollevamento; l'uso delle elettropompe sommerse consente di svuotare la porzione di invaso di laminazione posta tra la quota 219.10 m s.m. e il fondo, pari a 201.80 m s.m.. Il volume che deve essere per sollevamento è pari a circa 698'000 m³ (86% del volume di invaso totale).

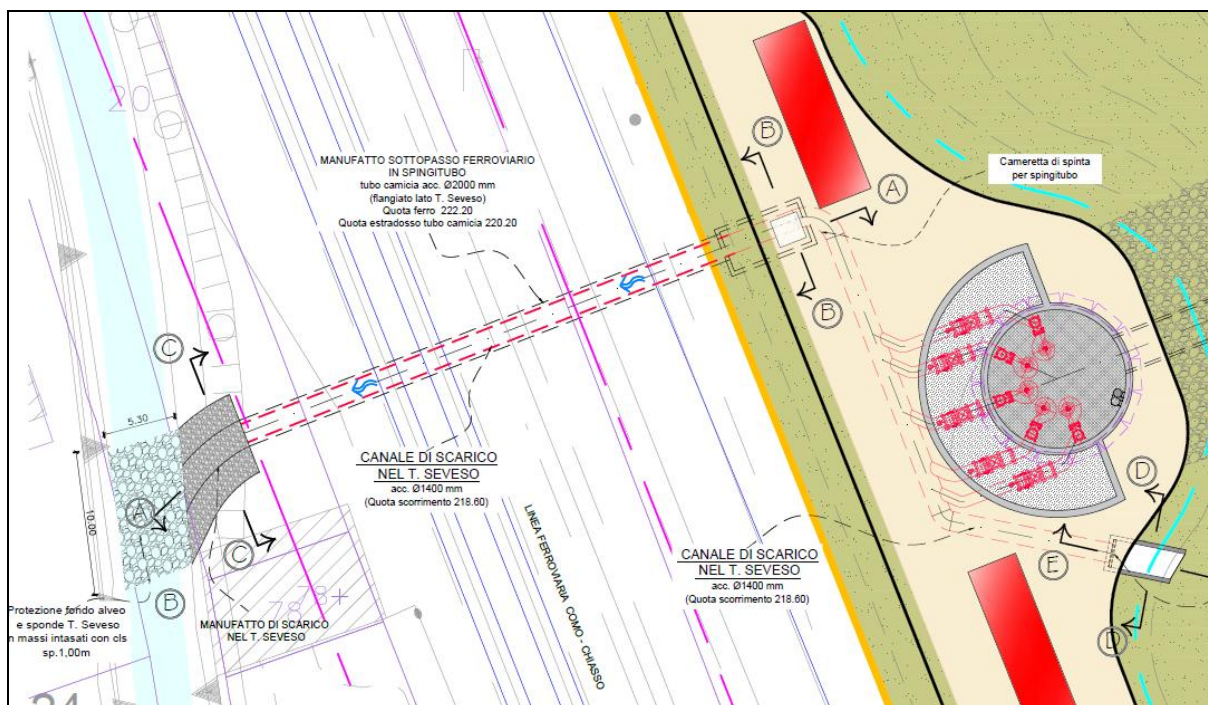


Figura 28 – Stralcio della planimetria della vasca di laminazione di Lentate sul Seveso con indicazione del sollevamento meccanico e delle opere di scarico

La stazione di sollevamento verrà realizzata lungo il lato occidentale della vasca di laminazione ove il torrente Seveso scorre a poche decine di metri dal limite della vasca. Il fondo del sollevamento è stato posto alla quota di 200.80 m s.m. in modo da risultare di 1.0 m inferiore alla quota di massimo scavo della vasca e poter così allontanare la totalità dei volumi invasati ma limitando comunque il massimo battente sull'aspirazione delle pompe sommerse

a 20.0 m, valore oltre il quale si potrebbero presentare problematiche nel loro funzionamento.

Si è scelto quindi di installare n.5 pompe (delle quali una con funzione di riserva) caratterizzate da una portata massima di 1450 l/s ciascuna.

Le pompe di sollevamento (elettropompa sommergibile centrifuga) previste in progetto sono 4+1 e hanno le seguenti caratteristiche tecniche principali

DP (ISO9906 Cl.1B) a giri variabili:

Portata [l/s]:	1450	1250	620
Prevalenza [m]:	9.9	12.5	17.9
Efficienza [%]:	63.8	85.8	80.5
Potenza installata [kW]:	190.00		

I valori sopra riportati variano in funzione del livello idrico all'interno del pozzo.

Le pompe possono avere un funzionamento a giri fissi con l'utilizzo di una valvola a farfalla motorizzata per regolare le perdite di carico nel campo di funzionamento definito da dislivelli geodetici compresi tra 0 e 7, partendo con angolo minimo di apertura 35° (per dislivelli geodetici tra invaso e scarico in Seveso pari a 0), per arrivare alla completa apertura per dislivelli geodetici pari a 7 m.

Le pompe sono altresì dotate di inverter, per cui la fase di svuotamento può anche essere effettuata regolando le velocità di rotazione delle giranti, ottimizzando il funzionamento delle pompe al variare del livello idrico nell'invaso.

Di seguito si riportano le curve caratteristiche delle pompe nell'ipotesi di funzionamento a giri fissi con variazione dell'apertura della valvola a farfalla di regolazione.

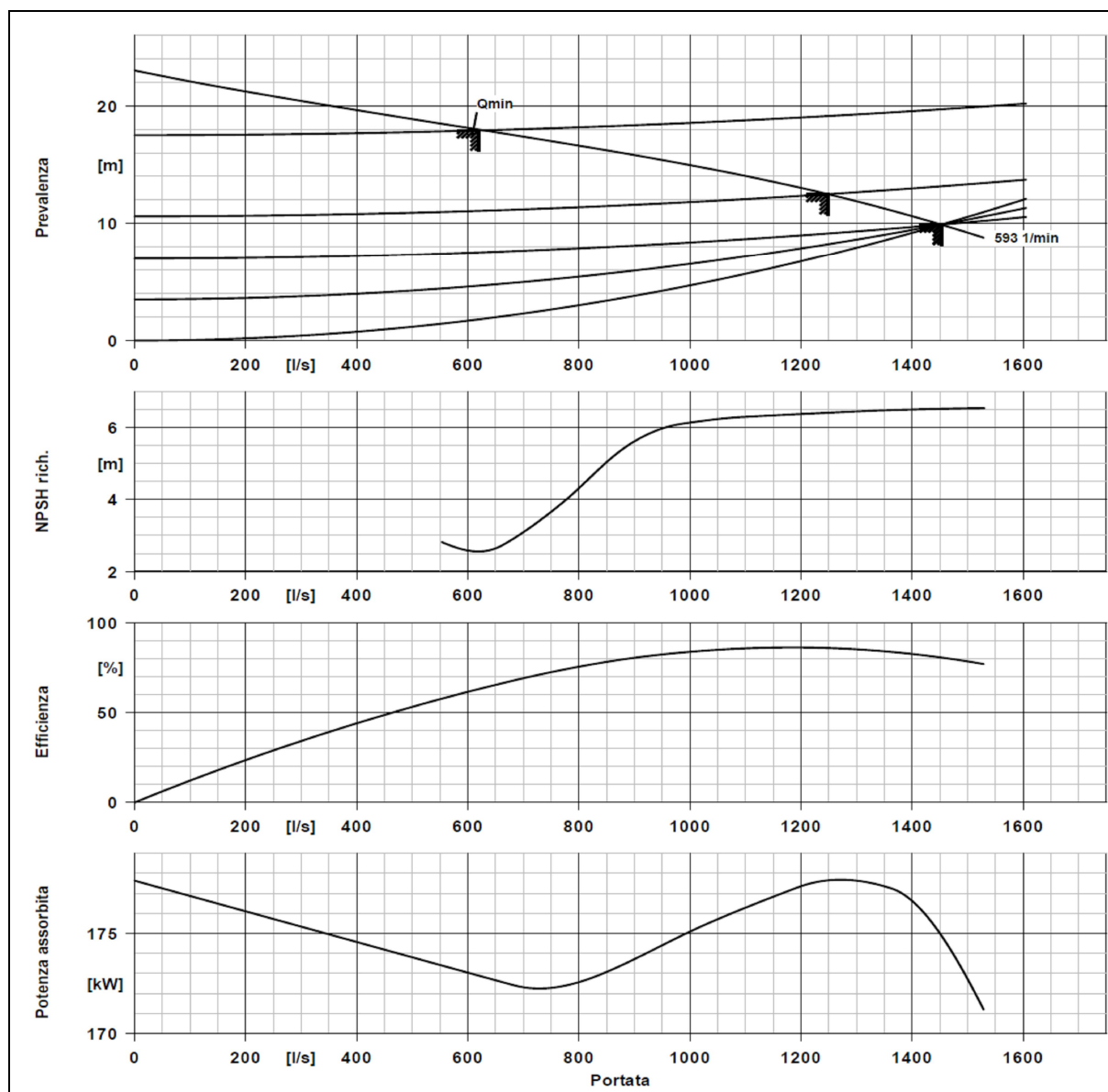


Figura 29 – Curva caratteristica della pompa nel campo delle prevalenze geodetiche tra 0 e 7 m

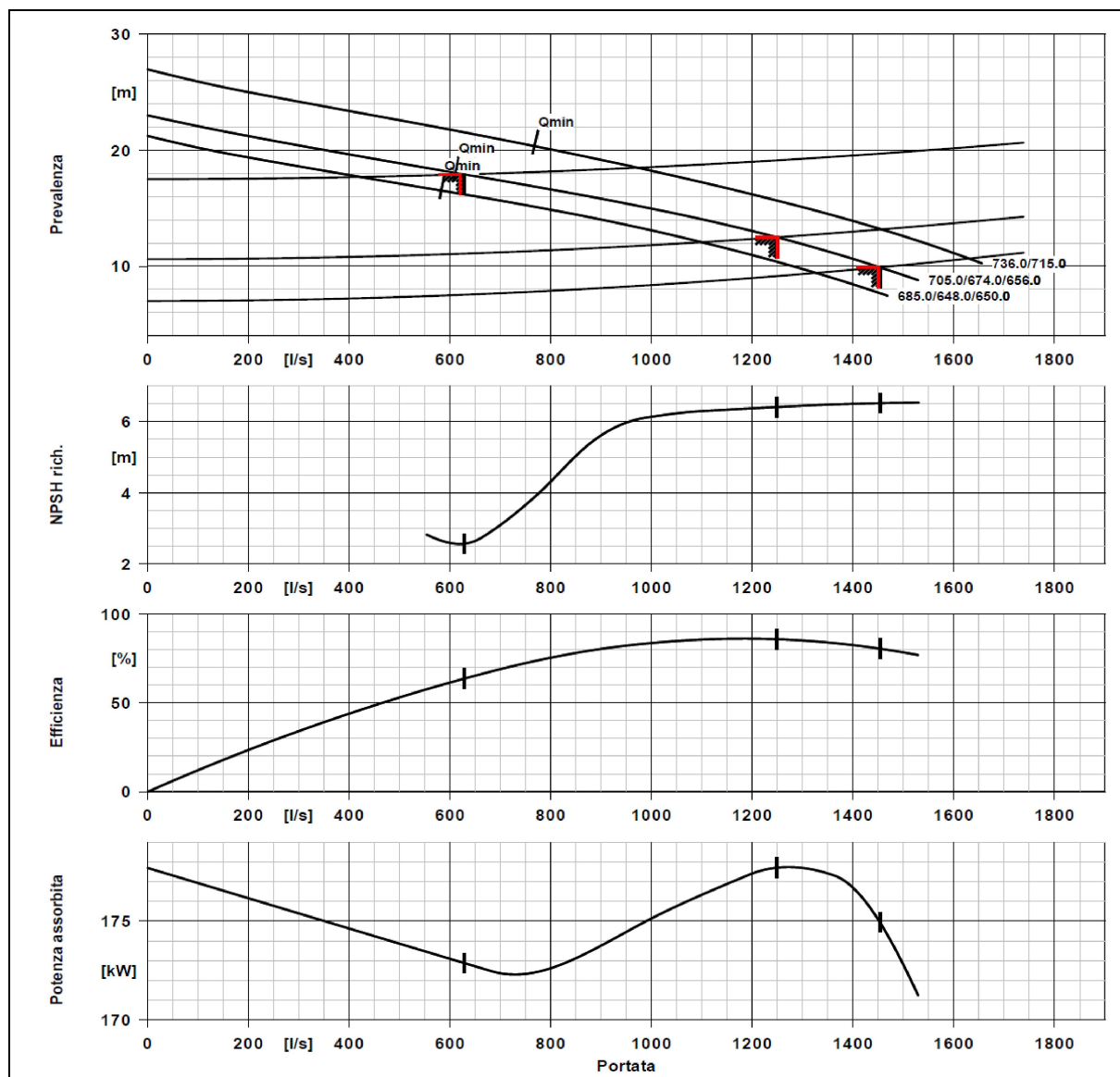


Figura 30 – Curva caratteristica della pompa nel campo delle prevalenze geodetiche tra 7 e 17.5 m (quota scarico 218.60 m s.m. + asse tubazione premente 0.7 m – quota fondo invaso 201.80 m s.m.)

Le condotte di mandata sono dei DN800 in acciaio e, giunte alla quota 218.60 m s.m., appena all'esterno della stazione di sollevamento, convergono in una condotta DN1400 sempre in acciaio. Questa, dopo aver effettuato l'attraversamento perpendicolare della linea ferroviaria Chiasso-Milano, recapita le portate sollevate nel torrente Seveso attraverso un manufatto di scarico che le convoglia nel senso di scorrimento ordinario del torrente e protegge il fondo e le sponde dell'alveo dall'erosione localizzata.



Nelle immediate vicinanze della stazione di sollevamento e completamente fuori terra verranno realizzati un edificio contenente i quadri elettrici di controllo delle pompe e una

cabina di trasformazione MT/BT.

3.3.7 Opere connesse all'interazione tra la falda freatica e l'invaso

Nella relazione geologica allegata al progetto (elaborato A.3.3) sono riportate le informazioni relative al livello della prima falda e alle possibili interazioni con le opere di laminazione in progetto. Allo stato attuale dei livelli della falda, la parte più profonda delle vasche presenta interferenze dirette con la prima falda, interferenze sia in fase esecutiva che durante il funzionamento a regime delle vasche.

Per il funzionamento a regime si pongono due elementi fondamentali:

- interferenze qualitative (qualità delle acque);
- interferenze quantitative – idrogeologiche.

Fatte salve le valutazioni sulla qualità delle acque della prima falda e del fiume Seveso, contenute in apposite relazioni allegate al presente progetto, si è ritenuto di mantenere completamente separati i due sistemi.

Nello specifico è stato ritenuto fondamentale impedire l'infiltrazione nel sottosuolo e nella falda delle acque di piena del fiume Seveso.

La scelta progettuale è quella di impermeabilizzare completamente l'area di laminazione fino alla quota di massimo invaso.

La soluzione tecnica individuata è quella della messa in opera di un materassino bentonitico con superficie irruvidita, ricoperto da circa 1 metro di spessore di terreno e da circa 0,5 metri di spessore di massi sul fondo vasca, in grado di garantire una permeabilità inferiore a 1×10^{-8} cm/sec.

Il geocomposito bentonitico è costituito da due geotessili tessuti in PP, che racchiudono uno strato di bentonite calcica ad elevata prestazione. Entrambi i geotessili di copertura sono rivestiti con uno strato ruvido ad elevato indice d'attrito per impedire lo scivolamento del telo e del terreno di copertura.

All'interno del geocomposito bentonitico è inserita una lamina poliolefinica dello spessore di 0,12 mm.

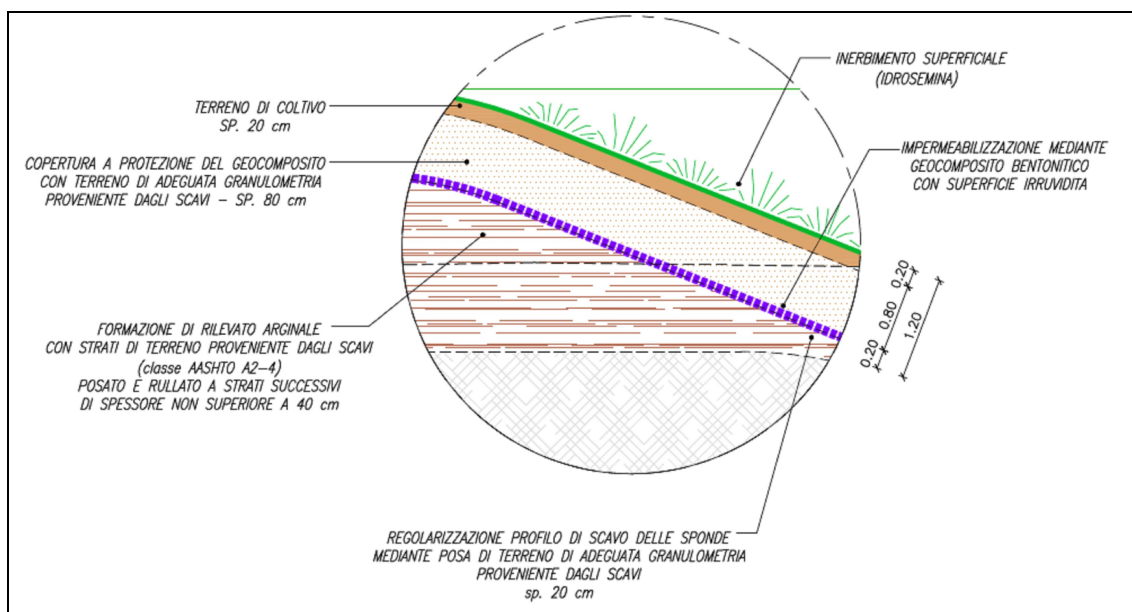


Figura 32 – Particolare del sistema di impermeabilizzazione della sponda dell'invaso di laminazione

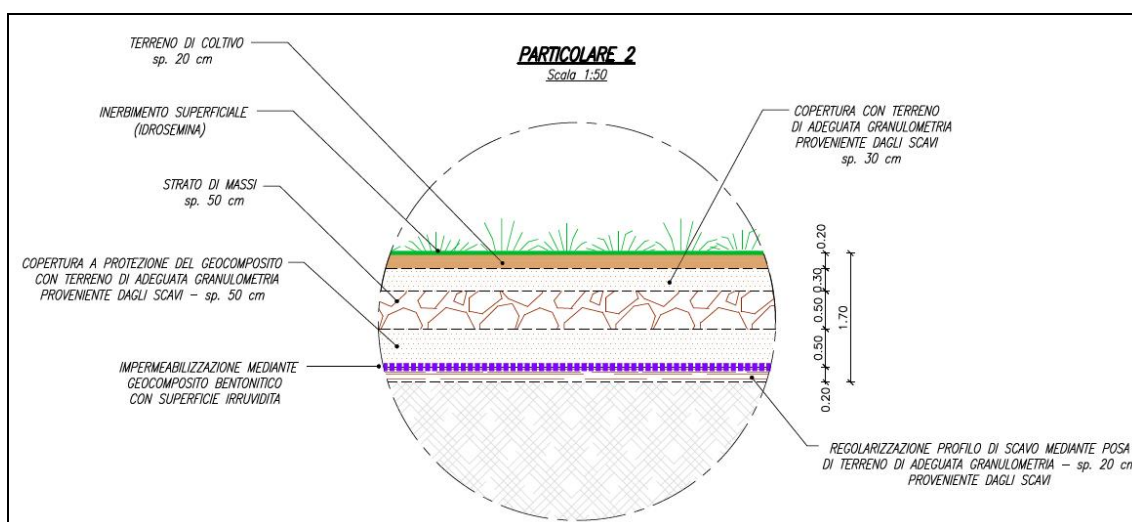


Figura 33 – Particolare del sistema di impermeabilizzazione del fondo dell'invaso di laminazione

Allo stato attuale il telo non sarebbe assoggettato ad una sottospinta idraulica per il livello della falda. Il ricoprimento è in grado di garantire, con gli adeguati margini di sicurezza, un dislivello tra fondo finito della vasca e livello dell'acqua di circa 1 metro.

E' stato comunque progettato un sistema in grado di garantire l'equiparazione tra i livelli della falda all'esterno ed all'interno dalla vasche.

Il sistema è costituito da una serie di tubazioni drenanti, poste alla base delle scarpate, che

intercettano l'acqua di falda e la riversano all'interno del laghetto, al fine di omogeneizzare i livelli dell'acqua.

Tali tubazioni sono dotate di una valvola a clapet che consente l'ingresso in vasca dell'acqua di falda, ma non consente l'uscita delle acque delle vasche verso la falda.

Si tratta quindi di un sistema monodirezionale, studiato proprio per tutelare al massimo la falda stessa.

Questa soluzione di impermeabilizzazione e bilanciamento delle spinte dell'acqua rende la vasca sostanzialmente neutra rispetto all'assetto idrogeologico sia in presenza che in assenza di riempimento.

Le acque invase non possono infiltrarsi in falda e quindi non ne alterano il flusso e l'alimentazione.

Viceversa la vasca si livella come la falda circostante e quindi non costituisce ostacolo al normale deflusso della stessa.

Per maggiori dettagli relativi ai manufatti di interazione con la falda, si rimanda alla tavola D.6.8 allegata al presente progetto.

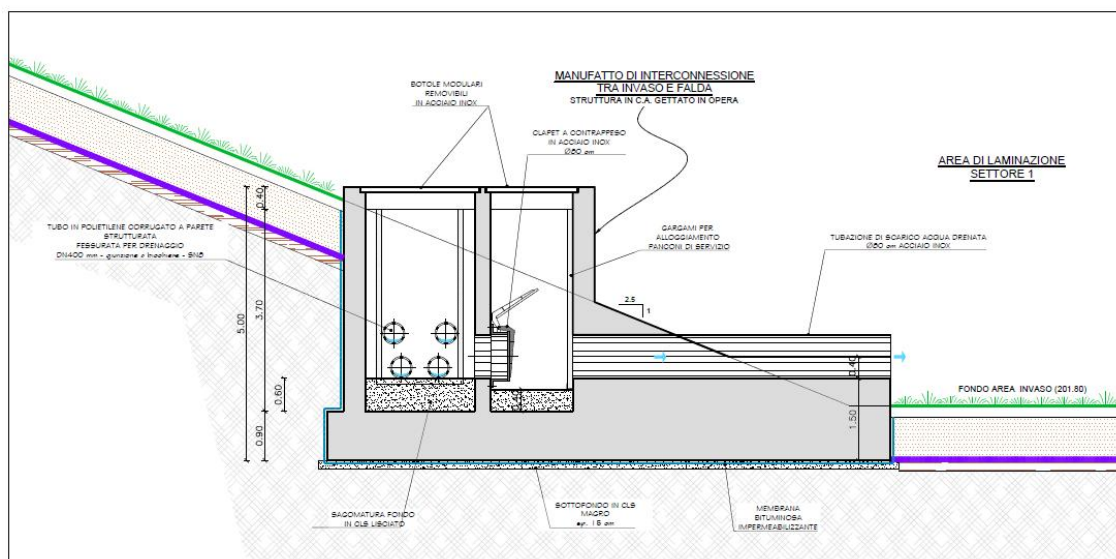


Figura 34 – Manufatto di interazione tra invaso di laminazione e falda

4. OPERE DI VALORIZZAZIONE PAESAGGISTICA

Nel presente capitolo vengono descritti sinteticamente gli aspetti essenziali riguardanti il progetto paesaggistico delle opere. Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione paesaggistica (Elaborato A.4).

4.1 STRATEGIE DI PROGETTO

Il progetto di inserimento ambientale del sistema di vasche di laminazione di Senago mira alla valorizzazione del nuovo importante impianto idraulico territoriale, dando forza al rapporto tra la forma fisica del luogo e il contesto paesaggistico nel suo insieme, natura e cultura, quindi anche sociale, economico e culturale, valutando le esigenze di coloro che fanno uso di questo luogo in sinergia con altri progetti per lo sviluppo locale.

La ricerca di uno sviluppo equilibrato e sostenibile dello spazio e dei suoi legami con il territorio alla macroscala, considerandone aspetti naturali, culturali e di percezione

sociale, corrisponde ai principi della Convenzione Europea del Paesaggio, ratificata dall'Italia nel 2006. Il paesaggio è definito non come eccellenza, ma estendendo il suo valore a tutta la percezione della realtà, alla quotidianità, in un divenire continuo, intendendolo nel suo significato più ampio e di sistema, in tutti i suoi aspetti culturali, ecologici e percettivi. Il presente progetto definitivo sviluppa quanto previsto nella precedente fase preliminare e rappresenta dunque un quadro d'insieme ed un modello di



crescita e di sviluppo del territorio per **Figura 35: Masterplan di valorizzazione paesaggistica** promuovere processi che favoriscano anche il dialogo tra comuni limitrofi e stakeholder locali, cercando di fare sinergia delle potenzialità del territorio, a partire dalle sue eccellenze.

Il sistema delle Vasca di Lentate si qualificherà come una infrastruttura complessa dalla quale si diffonderà qualità ambientale nel paesaggio circostante.

Le opere di inserimento paesaggistico del sistema di vasche, così come concepite nel presente progetto, potranno qualificare l'intero sistema come **Infrastruttura Verde** nell'ottica della Strategia della Commissione Europea (Comunicazione 249 del 6/5/2013): strumento quindi contro la frammentazione del paesaggio e degli ecosistemi e la riduzione di biodiversità. I benefici di questo approccio sono di tipo ecologico, economico e sociale e rappresentano un investimento lungimirante, durevole e sostenibile per il futuro dei nostri territori. Tra le I.V. si possono annoverare tutti i beni esistenti in natura, in ambiente terrestre, aereo e marino, con un occhio di riguardo alle tematiche energetiche e sociali (intendendo con queste ultime la socialità ma anche la questione lavorativa).

Avendo affrontato già nelle prime fasi di impostazione dell'intervento la progettazione in forma integrata, si sono definite azioni che daranno spazio non solo alle funzioni da svolgere ed agli impatti ambientali da evitare, ma anche nel prestare continua attenzione alle peculiarità del territorio da tutelare e valorizzare nell'integrare il progetto di infrastrutturazione, nel complesso intreccio di elementi naturali del contesto, assecondando le vocazioni dei luoghi, mantenendone l'identità o tutelandone in modo attivo l'integrità nel tempo. Tutto ciò con l'obiettivo della mediazione tra esigenze, alla macroscala, di salvaguardia ambientale e sicurezza pubblica e quelle, alla microscala, espresse in varie sedi a livello locale.

Il paesaggio è una risorsa strategica per lo sviluppo sostenibile dei territori e per la qualità della vita delle comunità che li abitano. È una sintesi complessa tra natura e cultura, tra risorse, esigenze e opportunità locali e territoriali. Gli interventi nel paesaggio intrecciano temi e obiettivi diversi, collegati tra loro, allo scopo di sommarne gli effetti positivi di una **salvaguardia attiva del territorio**.

Il Masterplan di valorizzazione paesaggistica ha sviluppato in fase preliminare in chiave strategica e multidisciplinare l'approccio innovativo che guida la progettazione delle opere infrastrutturali, concepite come opportunità, per ricostruire ambiente e paesaggio, con l'ambizione di promuovere una cultura nuova, che generi ricadute positive e durevoli sul territorio. In quest'ottica la progettazione all'attuale stato di approfondimento definisce una linea d'azione unitaria e unificante i diversi elementi nei quali essa si articola: paesaggio e ambiente, infrastrutturazione idraulica e opere connesse, percorsi fruitivi e sinergie con il

territorio.

A partire dall'approfondita conoscenza dello stato dei luoghi, delle vicende che ne hanno caratterizzato l'evoluzione storica e del quadro di riferimento programmatico per le trasformazioni future, è possibile valorizzare la specificità delle singole componenti naturali ed antropiche dei luoghi in un'ottica 'paesaggistica' integrata: ambiti naturali, ambiti agricoli, ambiti urbani e infrastrutturali.

Il progetto si avvicina agli spazi residuali tipici della campagna urbanizzata ed il metodo del progetto è quello della rigenerazione e del ritrovamento del senso dello spazio pubblico attraverso una sorta di "colonizzazione" da parte della popolazione e della natura di un luogo con una identità scarsamente definita.

Il progetto di inserimento ambientale, oltre all'infrastrutturazione paesaggistica, favorisce forme di fruizione in sicurezza degli argini, con percorsi attrezzati, affacci suggestivi, sistemi di comunicazione dell'articolato impianto idraulico di gestione delle acque superficiali.

Filari, macchie boscate e fasce arbustive integrano quelle esistenti al contorno e permettono di prendere coscienza al cittadino della bellezza del paesaggio agricolo e fluviale.

Con l'approfondita conoscenza del territorio e nel pieno rispetto degli strumenti di programmazione territoriale, sono state affrontate le peculiarità dell'intero sistema e le potenzialità di fruizione, giungendo alla soluzione che meglio integri le esigenze idrauliche e naturalistiche con l'assetto paesaggistico e fruitivo.

Tutte le soluzioni progettuali mirano a cercare uno stretto legame con il contesto, per un inserimento armonioso delle opere nel territorio.

La migliore integrazione perseguita degli interventi nel contesto permetterà di avviare un processo di appropriazione / riconoscimento dell'opera da parte dei cittadini/fruitori, a questo si aggiungeranno criteri di durabilità dei materiali ed agevole manutenzione delle opere al fine di assicurare la migliore evoluzione del sistema.



Figura 36: Planimetria degli interventi - progetto preliminare

4.2 IL PROGETTO DI VALORIZZAZIONE PAESAGGISTICA

Il progetto delle vasche di Senago appartiene ad un sistema più ampio di localizzazione di aree lungo il fiume Seveso atte alla laminazione controllata delle piene.

Il sistema delle vasche di laminazione è concepito come opportunità per valorizzare ambiente e paesaggio, con l'ambizione di promuovere una cultura nuova nella realizzazione di questo tipo di opere, che generi ricadute positive e durevoli innervando di qualità il territorio interessato, promuovendone caratteri ambientali e paesaggistici.

La definizione della proposta per l'inserimento ambientale e paesaggistico delle vasche di laminazione è sviluppata, proprio in tal senso, al fine di individuare una immagine connotata e strategica che permetta di mettere a sistema le diverse componenti tecnologiche, con un approccio estremamente attento al territorio, dalla fase di progettazione fino alla fase di costruzione e poi di gestione a regime.

Pertanto le trasformazioni del territorio possono essere considerate non più causa di deturpamenti ambientali ma rappresentare l'occasione per la creazione di 'nuovi paesaggi', che valorizzino le risorse esistenti e rivitalizzino i paesaggi della quotidianità.

La strategia per le opere di inserimento paesaggistico mira quindi a definire in questa fase tutti gli interventi di carattere definitivo che gravitano attorno ai tre invasi.

Il progetto paesaggistico fa riferimento ai seguenti interventi:

1. MITIGAZIONE

- Gruppi e fasce arborei
- Fascia arbustiva plurispecifica di mitigazione
- Fascia arbustiva plurispecifica di accompagnamento al percorso
- Piano erbaceo
- Mitigazione locali tecnici

2. OPERE DI ACCESSIBILITA'

- Percorso manutentivo di servizio sull'argine
- Percorso di discesa al fondo vasca

3. CONTESTUALIZZAZIONE

- Sistema di continuità ecologica



Figura 37: Planimetria degli interventi di valorizzazione paesaggistica – progetto definitivo

4.3 OPERE DI MITIGAZIONE

Tali opere fanno riferimento all'obiettivo progettuale di inserire e al contempo di mitigare visivamente l'intervento idraulico nel e dal contesto, in considerazione del fatto che l'area di progetto ricade sia all'interno del Parco della Brughiera Briantea, sia in prossimità di una ferrovia e di un comparto produttivo.

A tal proposito gli argini dell'invaso saranno dotati di fasce arboree ed arbustive tali da integrare il manufatto all'interno del territorio di riferimento: un sistema organico di prati foraggeri, fasce arboreo-arbustive e gruppi arborei costituiscono l'infrastrutturazione ecologica in grado di contrastare la frammentazione degli ambienti naturali e promuovere al contempo la biodiversità a livello floristico e faunistico.

Gli interventi presentano caratteristiche e scelte di composizione vegetale differenziate, distinte sulla base delle esigenze funzionali e naturalistiche, nonché degli effetti paesaggistici attesi in termini di intervisibilità del territorio.

Per la definizione di dettaglio della composizione specifica di prati e siepi si valorizza la consolidata collaborazione con enti di ricerca per l'individuazione delle associazioni più idonee agli specifici ambiti in stretta relazione con le esigenze di sostenibilità ambientale in termini di evoluzione e gestione successiva.

In particolare per conservare la biodiversità si valorizza un uso sostenibile delle piante spontanee di origine locale, assicurando il mantenimento delle popolazioni naturali e scegliendo unicamente piante e sementi di specie spontanee della flora italiana, tutte di origine locale, in equilibrio tra tradizione e ricerca scientifica avanzata.

Gli interventi di mitigazione sono costituiti da:

- Fascia arborea plurispecifica
- Gruppi di alberi con fioritura
- Filari monospecifici di caratterizzazione degli accessi
- Fascia arbustiva plurispecifica di mitigazione
- Fascia arbustiva plurispecifica di accompagnamento ai percorsi
- Piano erbaceo
- Mitigazione locali tecnici

4.3.1 Fascia arborea plurispecifica

Tali opere fanno riferimento agli obiettivi progettuali di sostegno alla biodiversità e di

mitigazione dell'ambito di intervento. Il rimboschimento delle aree perimetrali della vasca di laminazione intende promuovere un equilibrio tra le esigenze legate allo sviluppo e il mantenimento della qualità dei territori con nuclei ad alto livello di naturalità, connessi alla rete di fasce arboreo-arbustive che innervano l'intero sistema di laminazione.

Le fasce arboree, a prevalente carattere plurispecifico, si estendono per una superficie totale di circa 5.600 mq, e sono realizzate tramite tecniche di forestazione, con sesto di impianto 2,5x2,5 m, garantendo una adeguata copertura del suolo e una miglior crescita delle piante.

La composizione vegetazionale, a partire dalle condizioni di impianto e dalla conoscenza della vegetazione reale e potenziale locale, mira all'aumento della biodiversità floristica e faunistica per l'area, oltre alla definizione di sistemi in grado di evolvere il più possibile in modo autonomo verso condizioni di equilibrio.

Le specie impiegate sono quelle utilizzabili in imboschimenti, rimboschimenti e interventi di miglioramento forestale secondo le indicazioni fornite dal PIF della Città Metropolitana di Milano che è in vigore dal 2 luglio 2015.

La tipologia vegetazionale di riferimento è quella del bosco planiziale mesofilo ascrivibile all'alleanza fitosociologica del Carpinion betuli; si tratta cioè del quercocarpinetto, associazione climatica potenziale della pianura, dominata da farnia (*Quercus robur*) e da carpino bianco (*Carpinus betulus*).

4.3.2 Gruppi di alberi con fioritura

Questi gruppi sono posizionati in prossimità degli angoli più esterni dell'area di intervento, ai fini di valorizzare la percezione. Limitatamente alle porzioni caratterizzate da maggior spessore tra le aree di confine e le aree occupate dai percorsi, è prevista la presenza di nuclei arborati composti da *Prunus* spp., realizzati anch'essi tramite tecniche di forestazione, con sesto di impianto 2,5x2,5 m, garantendo una adeguata copertura del suolo e una miglior crescita delle piante.

4.3.3 Filari monospecifici di caratterizzazione degli accessi

I filari sono posizionati in prossimità degli accessi, volti alla miglior caratterizzazione e alla valorizzazione della riconoscibilità, con specie di prima grandezza che a pieno sviluppo potranno rappresentare un punto di riferimento ed elemento monumentale. Per la migliore riconoscibilità, gli accessi sono caratterizzati dalla presenza di filari di *Populus tremula*, dalla

caratteristica cromia cangiante tra pagina fogliare superiore e inferiore.

4.3.4 Fascia arbustiva plurispecifica di mitigazione

La mitigazione dell'infrastruttura dall'esterno e delle infrastruttura ferroviaria dall'interno è ottenuta con la realizzazione di una fascia plurispecifica composta da arbusti di grande dimensione, che contribuisce a garantire una continuità con la vegetazione autoctona esistente nelle aree attigue e nel contesto agricolo e forestale dell'ambito di realizzazione.

Il margine tipo sarà realizzato negli spazi al piano campagna, nelle porzioni incluse tra le piantumazioni con specie arboree e i percorsi manutentivi di servizio.

La fascia di mitigazione prevede un sesto di 1 arbusto per ogni metro quadro d'intervento.

Si prevede la messa a dimora di arbusti autoctoni e in climax con la stazione ecologica del sito. Le specie che saranno utilizzate, tutte iscritte tra le specie utilizzabili secondo il PIF in vigore sono:

- *Crataegus monogyna*
- *Cornus sanguinea*
- *Corylus avellana*
- *Prunus spinosa*

4.3.5 Fascia arbustiva plurispecifica di accompagnamento ai percorsi

Sul lato interno del percorso, si introduce un sistema di fasce arbustive caratterizzate da una successione di arbusti di piccola dimensione a corredo del nuovo percorso di progetto al fine di arricchire dal punto di vista paesaggistico ed ecologico l'intervento. Di fatto si prevede la realizzazione di una fascia arbustiva discontinua, plurispecifica, con specie autoctone caratterizzate da interessanti effetti cromatici oltre che rilevanti valenze ecologiche. La scelta di introdurre arbusti di piccola taglia permetterà di poter avere una veduta di insieme dell'intervento di infrastrutturazione idraulica ampia. Puntualmente saranno introdotti arbusti di grande dimensione a richiamo della fascia arbustiva di mitigazione sviluppata sul lato esterno del percorso.

Gli esemplari arbustivi che riescono a raggiungere dimensioni elevate (15% in numero) avranno un sesto regolare che prevede una maglia di 1 m x 1 m. Al contrario, specie arbustive con un habitus di minore dimensione (per una copertura dell'85%), avranno una densità doppia, vale a dire 2 esemplari per ogni metro quadro.

Tali fasce di accompagnamento ai percorsi si realizzano nella porzione superiore della scarpata al limite con l'ambito progettuale al piano campagna.

La vegetazione, come è noto, è un elemento fondamentale nella caratterizzazione dell'habitat ideale per un certo tipo di fauna. La scelta delle specie vegetali dipende, di conseguenza, dalla loro capacità di attrarre la fauna. Le specie arbustive scelte, infatti, si arricchiranno nei periodi autunno-invernali di bacche appetibili per la fauna terrestre (come il moscardino e lo scoiattolo rosso) e per l'avifauna. La scelta varietale è stata eseguita tra le specie utilizzabili secondo l'elenco proposto dal Piano di Indirizzo Forestale vigente.

4.3.6 Piano erbaceo

Il piano erbaceo, fortemente caratterizzante l'ambito di scarpata e del fondo vasca di laminazione, sarà realizzato con una miscela di foraggiere tipiche degli ambiti agricoli padani. Si prevede l'impiego di un miscuglio di graminacee quali il *Lolium perenne* e la *Festuca pratensis*; tra le leguminose si prevede l'impiego di specie autoctone e frequentemente utilizzate nei prati foraggeri: il *Trifolium spp.* e la *Medicago sativa*. Ad accompagnare le specie foraggiere appena elencate si prevede di inserire, ad accompagnamento e a garanzia di maggior biodiversità e incremento dell'aspetto ornamentale, la lupinella (*Onobrychis viciifolia*), il ginestrino (*Lotus corniculatus*), la *Salvia pratensis* e la *Achillea millefolium*.

La scelta varietale garantisce una manutenzione estensiva, poiché caratterizzato da una elevata rusticità. L'utilizzo dei prati foraggeri garantisce molteplici vantaggi, tra cui l'insediamento rapido, l'elevata adattabilità all'ambiente, fioriture scalari ad alto valore ornamentale, valorizzazione della flora locale, manutenzione e gestione sostenibile, risparmio idrico e di fertilizzanti e fitofarmaci e contributo alla biodiversità.

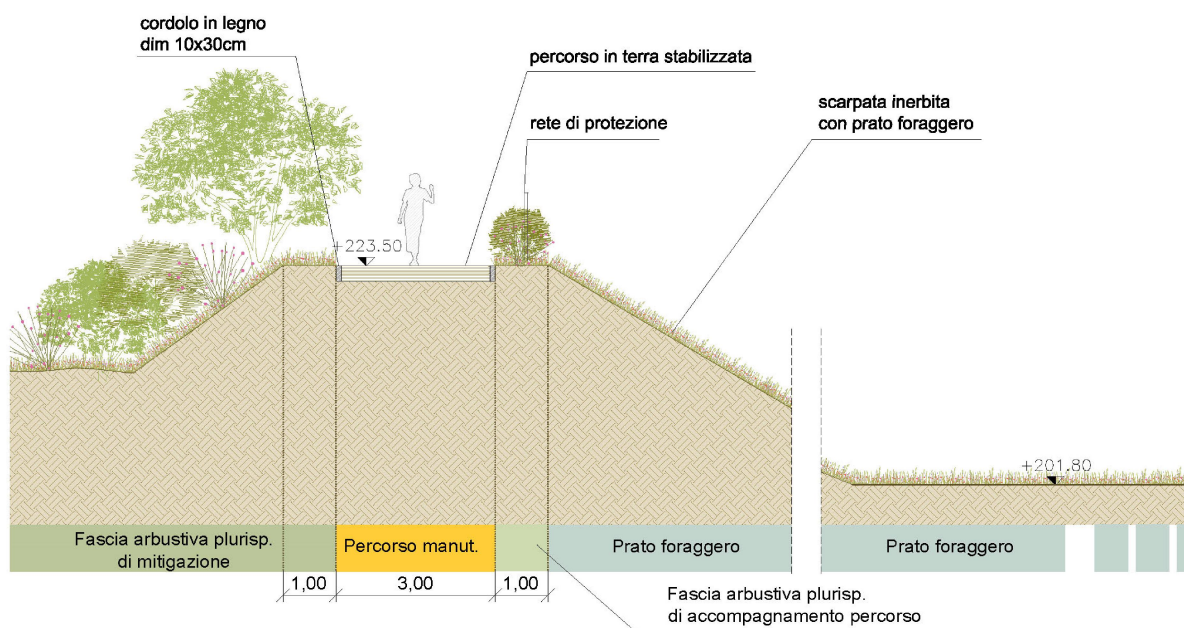


Figura 3838: Sezione tipologica

4.3.7 Mitigazione dei locali tecnici

I manufatti tecnici, quali la cabina e quadri di media tensione e di bassa tensione, necessari a contenere le tecnologie elettriche utili al corretto funzionamento e mantenimento del ruolo idraulico dell'opera, saranno mitigati attraverso la realizzazione di un sistema di rivestimento esterno in legno, al fine di una migliore percezione visiva da parte di fruitori del sistema. La struttura sarà composta da pilastri e travi in legno lamellare, poste a distanza l'una dall'altra di 0,50 m, parallele tra loro, disposte in modo da "abbracciare" i manufatti tecnici. In presenza di porte, il rivestimento sarà sagomato ad hoc per consentire l'accesso all'interno dei locali. Per una migliore descrizione delle opere si rimanda alla tavola D.6.10 E D.6.11.

4.4 OPERE DI ACCESSIBILITÀ

Tali opere fanno riferimento all'obiettivo progettuale di creare un sistema mirato all'ottenimento del miglior risultato in termini tecnici e funzionali, consentendo la miglior gestione nel tempo dell'impianto idraulico e la messa in sicurezza del sito:

Rientrano in tali opere:

- Percorso manutentivo di servizio sull'argine
- Percorso di discesa al fondo vasca

Il nuovo sistema di percorsi manutentivi realizzato è realizzato a partire dalla sommità degli

argini dell'invaso ed connesso a due percorsi comunali esistenti che conducono ai due accessi all'area, quello a nord e quello a sud. Il percorso consente una adeguata accessibilità all'infrastruttura da parte dei mezzi di manutenzione, che potranno raggiungere anche il fondo della vasca. Per consentire l'accessibilità di servizio delle aree in massima sicurezza, sarà realizzata apposita rete metallica posizionata all'interno della fascia arbustiva di accompagnamento al percorso, di altezza pari a 1,10 m, per inibire eventuali cadute verso il fondo vasca.

Per impedire l'accesso nelle aree di invasore e garantire, contemporaneamente, accessibilità del fondo vasca a scopo manutentivo, si è prevista la realizzazione di 2 cancelli a doppio battente. Si è riflettuto sulla qualità e idoneità dei materiali che meglio si addicono ai luoghi, in continuità con le preesistenze del Parco della Brughiera Briantea, in un equilibrio tra il rispetto dei valori naturalistici e adeguata gestione del sistema. Per il miglior inserimento nel contesto e per un aspetto di elevata naturalità, il percorso è pensato in terra stabilizzata con cordatura in legno.






Per la migliore riconoscibilità, gli accessi sono caratterizzati dalla presenza di filari di *Populus tremula*, dalla caratteristica cromia cangiante tra pagina fogliare superiore e inferiore. Anche sul lato est della vasca è stato introdotto un filare di pioppi tremuli, come predisposizione per una possibile futura accessibilità all'area anche da est.

Lungo il percorso sono individuate tre slarghi pavimentati di servizio, connotati da un albero isolato di prima grandezza (*Quercus robur*); in prossimità di queste aree sono previsti dei gruppi arborei autoctoni con fioriture primaverili di carattere ornamentale.

4.5 OPERE DI CONTESTUALIZZAZIONE

Al fine di evitare che l'intervento idraulico rimanga un episodio isolato ed estraneo al contesto, il progetto paesaggistico ha voluto generare connessioni forti, fisiche e visive con il territorio, integrandosi con la rete ambientale di connessione tra il PLIS della Brughiera Briantea e il Parco delle Groane. In termini ambientali l'impianto non sarà un 'ritaglio' sottratto al territorio ma un ulteriore tassello che arricchirà la rete ecologica locale, dotato di un suo carattere specifico e forte legato alla importante funzione di sicurezza pubblica che assolve nell'ambito del sistema di regimazione delle acque del Seveso.

L'intervento, più in generale, si connette alla rete ambientale di connessione tra il PLIS della Brughiera Briantea e il Parco delle Groane. L'area, interamente collocata all'interno del Parco

	A.T.P.: 	<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>		Consulenti: 	
---	--	---	--	--	---

sovracomunale della Brughiera Briantea, si trova infatti in una posizione strategica per ricostruire e rafforzare il sistema della Rete Ecologica del Parco della Brughiera Briantea attraverso l'introduzione di specie autoctone tipiche e ricucire la continuità ecologica con il Parco delle Groane.

Milano, luglio 2017

I PROFESSIONISTI INCARICATI:

ETATEC STUDIO PAOLETTI s.r.l.

Dott. Ing. Giovanni Battista Peduzzi

STUDIO PAOLETTI INGEGNERI ASSOCIATI

Prof. Ing. Alessandro Paoletti

STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA SPADA

Dott. Geol. Mario Spada