

# VASCA DI LAMINAZIONE SUL FIUME SEVESO

Comune di Senago (MI)  
APRILE 2013

PROGETTO PRELIMINARE

MI-E-789



	NOME	FIRMA	DATA
REDAZIONE	S. Croci		
VERIFICA	G. B. Peduzzi		
APPROVAZIONE	A. Paoletti		

## 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** 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



Sistema Certificato  
UNI EN ISO 9001  
SC 06-647/EA 3



**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



## CONSULENZE SPECIALISTICHE:

### ASPETTI PAESAGGISTICI E AMBIENTALI:

Arch. ANDREAS KIPAR  
Dott. Agr. GIOVANNI SALA  
Arch. LUISA BELLINI  
Arch. SHIRLY MANTIN

### QUALITA' DELLE ACQUE:

Prof. Dott. VALERIA MEZZANOTTE

**LAND Milano Srl**



certificato 0901-1617

ICN2



Via Varese 16 20121 Milano

tel: +39 02 806911.1 - fax: +39 02 806911.30 www.landmilano.com

GRUPPO LAND Milano Roma Cagliari Duisburg

Landscape  
Architecture  
Nature  
Development

Piazzale Aquileia 6 20144 Milano | tel: +39 02 4814701

TITOLO

STUDIO DELLE ALTERNATIVE DI UBICAZIONE  
DELLA VASCA DI LAMINAZIONE

SCALA

—

Revisioni	1		
	2		
Numero elaborato	TIPOLOGIA <b>PP</b>	COMMESSA <b>250-21</b>	DOCUMENTO <b>RT</b>
			NUMERO <b>A.2</b>

## INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. CRITICITÀ DEL T. SEVESO E STUDI PRECEDENTI.....	6
3. INTERVENTI DI LAMINAZIONE PREVISTI NELLO STUDIO-AIPO-2011 .....	10
3.1 STIMA DEI COSTI PER LA REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI DI LAMINAZIONE IN SCAVO 16	
4. INTERVENTI DI LAMINAZIONE PREVISTI NELLO STUDIO-MM-2011 .....	19
4.1 STIMA DEI COSTI PER LA REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI DI LAMINAZIONE PREVISTI NELLO STUDIO-MM-2011 .....	22
5. PRIORITÀ DI REALIZZAZIONE DELLE OPERE DI LAMINAZIONE. LA PRIORITÀ DELLA VASCA DI SENAGO .....	24
6. ANALISI INTEGRATIVE DELLO STUDIO-AIPO-2011 .....	27
6.1 ANALISI DELLE OSSERVAZIONI POSTE DA ALCUNI COMUNI.....	27
6.1.1 Comuni di Lentate sul Seveso, Carimate e Barlassina .....	27
6.1.2 Comune di Varedo .....	30
6.1.3 Comune di Paderno Dugnano .....	30
6.2 POSSIBILITÀ DI ULTERIORI SOLUZIONI DI LAMINAZIONE LUNGO IL RETICOLO FLUVIALE DEL BACINO DEL SEVESO.....	31
6.2.1 Asta T. Seveso .....	32
6.2.1.1 Comuni di Villa Guardia / Grandate / Luisago .....	33
6.2.1.2 Fino Mornasco / Vertemate con Minoprio / Cucciago..	34
6.2.1.3 Comune di Cantù.....	36
6.2.1.4 Comuni di Cantù e Carimate .....	37
6.2.1.5 Comuni di Carimate e Cermenate .....	39
6.2.1.6 Comune di Carimate.....	41
6.2.2 Asta T. Certesa, T. Terrò, R. Vecchia.....	43
6.2.2.1 Comune di Mariano Comense – T. Terrò.....	43
6.2.2.2 Comune di Agrate Brianza – R. Vecchia .....	44
6.2.2.3 Altre considerazioni riguardanti il bacino del T. Certesa	45
6.2.3 Conclusioni .....	47
6.3 INTERVENTO DI DISMISSIONE DEL DEPURATORE DI VAREDO CON CONSEGUENTE COLLETTAMENTO DELLE ACQUE AL DEPURATORE DI PERO .....	48
7. INVASO DI LAMINAZIONE DI SENAGO. ANALISI DELLA FREQUENZA DI UTILIZZO E DEGLI EFFETTI INDOTTI IN TERMINI DI RIDUZIONE DELLE ESONDAZIONI A MILANO .....	50
7.1 ANALISI EVENTI REALI .....	50

7.1.1	Analisi evento 3 maggio 2010 .....	53
7.1.2	Analisi evento 14 maggio 2010 .....	55
7.1.3	Analisi evento 5 agosto 2010.....	56
7.1.4	Analisi evento 12 agosto 2010.....	57
7.1.5	Analisi evento 18 settembre 2010.....	59
7.1.6	Analisi evento 1 novembre 2010 .....	60
7.1.7	Analisi evento 16 novembre 2010 .....	61
7.1.8	Analisi evento 27 maggio 2011 .....	63
7.1.9	Analisi evento 6 agosto 2011 .....	64
7.1.10	Analisi evento 12 settembre 2012.....	65
7.1.11	Conclusioni .....	66
7.2	ANALISI DI FREQUENZA (EVENTI DI TEMPO DI RITORNO 2, 5, 10, 100 ANNI) .....	67
7.2.1	Analisi evento per T=2 anni.....	68
7.2.2	Analisi evento per T=5 anni.....	69
7.2.3	Analisi evento per T=10 anni.....	70
7.2.4	Analisi evento per T=100 anni.....	71
7.2.5	Conclusioni .....	72
8.	INQUADRAMENTO PAESAGGISTICO DELL'AREA INTERESSATA DALL'INVASO DI LAMINAZIONE DI SENAGO.....	73
9.	ANALISI DELLE ALTERNATIVE DI LOCALIZZAZIONE DELLA VASCA DI LAMINAZIONE DI SENAGO .....	81
9.1	ALTERNATIVA 1 .....	85
9.2	ALTERNATIVA 2 .....	90
9.3	ALTERNATIVA 3 .....	97
9.4	ALTERNATIVA 3-BIS.....	104
9.5	ALTERNATIVA 3-TER.....	105
9.6	ALTERNATIVA 4 .....	107
9.7	ALTERNATIVA 5 .....	114
9.8	ALTERNATIVA 6 .....	123
9.9	ALTERNATIVA 7 .....	132
9.10	ALTERNATIVA 8 .....	137
9.11	ALTERNATIVA 9 .....	144
10.	CONFRONTO DELLE ALTERNATIVE .....	151

	A.T.P.: 	Studio Associato di Geologia Spada		Consulenti: Prof. Dott. V. Mezzanotte
---	--	---------------------------------------	--	---

## 1. PREMESSA

La presente relazione espone, a livello di fattibilità, le possibili localizzazioni della vasca di laminazione del T. Seveso in Comune di Senago, allo scopo di fornire agli Enti pubblici a diverso titolo interessati (Regione Lombardia, AIPo, Autorità di Bacino del fiume Po, Provincia di Milano, Comune di Senago, Comune di Milano, Parco delle Groane, ecc.), gli elementi tecnico-economici utili per poter procedere all'individuazione della soluzione che costituirà l'oggetto delle successive attività di progettazione previste nell'incarico relativo a *“Progetto preliminare, studio di pre-fattibilità ambientale e progetto definitivo I lotto funzionale dei lavori di realizzazione della vasca di laminazione sul fiume Seveso in Comune di Senago (MI) – MI-E-789”*.

Le analisi di seguito esposte si basano essenzialmente sui contenuti dello Studio di Fattibilità *“AIPO - 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*) che la scrivente società ETATEC s.r.l. ha consegnato nel 2011, poi approvato nell'ambito dell'Accordo di Programma relativo alla difesa idraulica del territorio milanese.

Con la presente relazione di inquadramento si espongono, in una visione complessiva alla scala di bacino del T. Seveso, tutte le alternative individuate nel suddetto *Studio-AIPO-2011* finalizzate al riassetto idraulico dell'intera asta del Seveso e alla completa eliminazione del rischio idraulico oggi gravante sulla città di Milano, a causa della gravissima insufficienza dell'alveo e del suo tratto intubato milanese rispetto all'entità delle portate di piena che si formano soprattutto nel vasto territorio fortemente urbanizzato a nord di Milano.

Oltre agli esiti dello studio suddetto la presente relazione riferisce anche in merito a ulteriori proposte di ubicazione avanzate da alcuni Enti, al fine di rendere quanto più completa l'analisi tecnico-economica delle possibili ubicazioni e configurazioni della vasca di laminazione in oggetto.

La Figura 1 riporta tutti i possibili siti presi in esame per individuare le opere di laminazione necessarie alla sistemazione idraulica del T. Seveso. In particolare, sono stati presi in esame n. 20 siti e sono state studiate n. 35 opere di laminazione, alcune delle quali tra loro alternative.



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

Le diverse opere individuate sono state distinte tra quelle che costituiscono la “*soluzione proposta*” di riassetto del T. Seveso, e quelle che rappresentano “*altre alternative non ottimali*” o “*altre alternative di limitata efficacia*”. Per maggiori dettagli si rimanda alla tavola DI.01, allegata alla presente relazione.

La relazione non entra nel merito degli aspetti ingegneristici e neanche delle questioni legate alla qualità delle acque del T. Seveso. Tali aspetti saranno trattati nell’ambito delle successive attività di progettazione, che verranno avviate non appena verrà individuata, tra le diverse alternative di seguito presentate, la migliore soluzione.



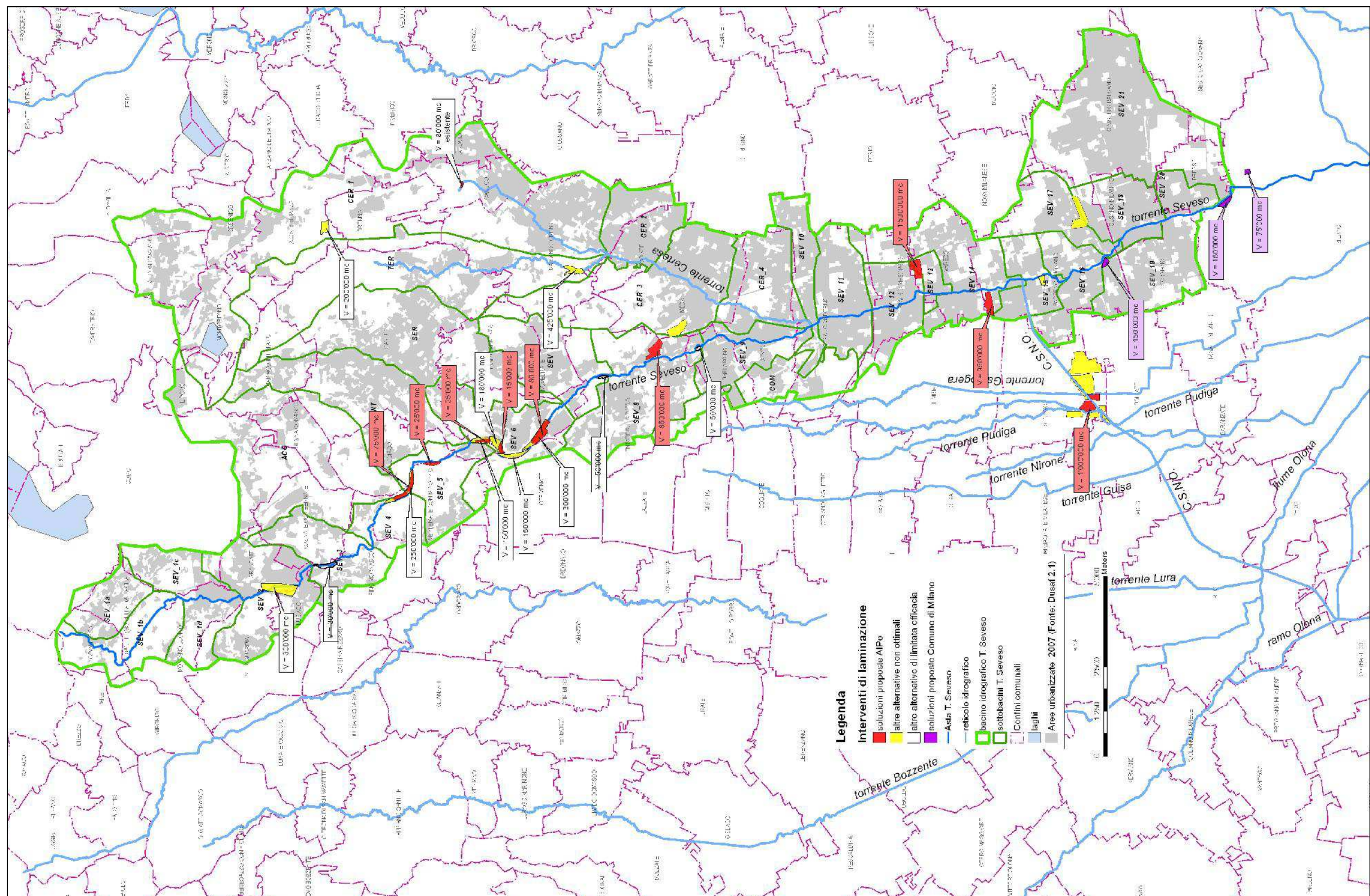


Figura 1 –Planimetria generale del bacino del T. Seveso con l'indicazione degli interventi di laminazione presi in esame ai fini dell'individuazione delle soluzioni ottimali



	A.T.P.: 	Studio Associato di Geologia Spada		Consulenti: Prof. Dott. V. Mezzanotte
---	--	---------------------------------------	--	---

## 2. CRITICITÀ DEL T. SEVESO E STUDI PRECEDENTI

L'analisi delle caratteristiche idromorfologiche del Seveso e delle pesanti modificazioni generate negli anni dalla massiccia pressione antropica (soprattutto lungo il tratto fluviale che dal comune di Lentate sul Seveso raggiunge Milano) rende evidente come l'alveo del Seveso sia fortemente penalizzato da una diffusa insufficienza delle sezioni e dei manufatti nei riguardi delle portate di piena, anche di non elevata entità, soprattutto nel tratto terminale, cioè quando il corso d'acqua si avvicina e si immette in Milano.

Le criticità risultano progressivamente sempre più gravi da monte verso valle.

Nel primo tratto, a monte di Lentate sul Seveso, le criticità presenti durante gli eventi di piena sono legate essenzialmente alla presenza di alcuni manufatti insufficienti che creano allagamenti localizzati in aree urbanizzate e all'interessamento di aree golenali destinate a coltivazioni. Il criterio di progetto in tale zona è associato prevalentemente al mantenimento delle aree di allagamento naturale che interessano le zone golenali, ma 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). Si è tuttavia verificato come sia l'alto bacino del torrente Seveso (sino a Carimate) sia il bacino del torrente Certesa (sino a Meda) non presentino caratteristiche tali da poter impostare sistemi di laminazione in grado di determinare una riduzione sensibile delle portate provenienti da monte e defluenti a valle.

Il tratto successivo compreso tra Lentate sul Seveso e Milano presenta ben maggiori livelli di problematicità, soprattutto con riferimento al tratto prossimo al capoluogo lombardo: l'alveo del Seveso è fortemente canalizzato e penalizzato dall'urbanizzazione ed ha assunto una conformazione tale per cui si ha una diffusa insufficienza delle sezioni e dei manufatti nei riguardi delle portate di piena, anche di non elevata entità, soprattutto nel tratto terminale, cioè quando il corso d'acqua si avvicina e si immette nel tratto tombinato all'interno della città di Milano (zona Niguarda), ove si verificano con elevatissima frequenza (più volte all'anno) inaccettabili fenomeni di esondazione. Lungo tale tratto del corso d'acqua è ancora più difficile reperire aree di notevole estensione da adibire a cassa di espansione. Sono infatti molto limitate le residue aree ancora libere dall'urbanizzazione ed ubicate in modo favorevole alla formazione di invasi di laminazione collegabili al fiume con le necessarie opere di adduzione e scarico delle acque di piena.

Per quanto riguarda poi il tratto tombinato del Seveso in Milano, secondo lo *“Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del torrente Seveso nella tratta compresa tra Palazzolo*

	A.T.P.: 	Studio Associato di Geologia Spada		Consulenti: Prof. Dott. V. Mezzanotte
---	--	---------------------------------------	--	---

e Milano nell'ambito idrografico di pianura Lambro – Olona" (2011) condotto da Metropolitana Milanese S.p.A. per conto del Comune di Milano, d'ora in poi denominato *Studio-MM-2011*, con riferimento alla tombinatura del Seveso in Milano risulta che:

- la tombinatura è stata progettata e realizzata a partire dalla fine del '800 con condizioni idrologiche e idrauliche di progetto legate alle previsioni di inizio '900;
- è impossibile adeguare e potenziare la capacità idraulica del sistema tombinato Seveso – Redefossi in Milano e a valle;
- la portata massima transitante nel sistema Seveso – Redefossi all'interno della città di Milano è pari a 40 m<sup>3</sup>/s.




A fronte di tale veramente critica situazione l'unica opera fondamentale di difesa idraulica del territorio nord-milanese e di Milano attualmente operativa è costituita dal Canale Scolmatore Nord Ovest (CSNO) realizzato a partire dalla metà degli anni '50 e completato, almeno in un primo assetto funzionale, nel 1980. Il CSNO si stacca dal Seveso con un'opera di presa in corrispondenza della località Palazzolo a Paderno Dugnano e si sviluppa verso ovest aggirando la città di Milano per poi proseguire, dopo aver consegnato parte delle portate di piena nel Deviatore Olona, fino al suo termine nell'opera di sbocco nel F. Ticino ad Abbiategrasso (MI).

Poiché l'apporto meteorico nel Seveso proveniente dal territorio dei comuni della cintura nord-milanese a valle della presa del CSNO a Palazzolo può da solo superare, negli eventi più intensi, la suddetta capacità idraulica di portata del tratto tombinato in Milano del sistema Seveso-Redefossi, è necessario che gli interventi individuati nell'assetto di progetto dell'intera asta del T. Seveso a monte della presa del CSNO consentano di ridurre la portata in arrivo a Palazzolo entro il valore limite derivabile nel CSNO, in modo da annullare la portata del Seveso a valle di tale opera di presa.

In altri termini la portata di piena in arrivo da monte, convenientemente limitata per effetto di importanti laminazioni da individuare lungo l'asta del Seveso, deve poter essere sempre e totalmente deviata nel CSNO. Questa regola deve quindi costituire la strategia fondamentale per la difesa idraulica del territorio nord-milanese e della città di Milano.

A tale proposito è da sottolineare che tale regola di gestione è già da tempo adottata e operante, giacché le paratoie poste sul Seveso appena a valle della presa del CSNO vengono chiuse completamente allorché nella sezione del Seveso a Niguarda (via Valfurva) il livello idrometrico supera una determinata soglia di allerta. Con tale manovra di chiusura, infatti, la



	A.T.P.: 	Studio Associato di Geologia Spada		Consulenti: Prof. Dott. V. Mezzanotte
---	--	---------------------------------------	--	---

Provincia di Milano, attuale gestore del sistema, cerca di annullare la portata inviata nel Seveso verso valle nella speranza che, operando in tal modo, il Seveso, lungo il tratto successivo, possa essere ricettivo nei confronti delle portate scaricate dalle estesissime aree urbanizzate afferenti (da nord a sud, scarichi di piena delle fognature di Paderno Dugnano, Cusano Milanino, Cormano, Bresso, Cinisello Balsamo). Peraltro, pur con tale regola di gestione, la criticità resta molto elevata, come dimostrano i ricorrenti allagamenti della zona nord di Milano, per il perdurante effetto di due cause sostanziali, attualmente non eliminabili, che possono presentarsi o singolarmente o insieme:

- quando l'onda di piena in arrivo a Palazzolo presenta portate maggiori di quelle accettabili nel CSNO, il livello del Seveso a monte delle paratoie si porta su valori tali da tracimare al di sopra delle paratoie stesse. In tali casi, quindi, si inoltrano nel Seveso verso valle portate anche importanti;
- attualmente gli scarichi di piena delle suddette aree urbanizzate a valle di Palazzolo non sono a loro volta limitati con le aree di laminazione “urbana” previste dalla normativa regionale (PTUA 2006); conseguentemente, anche quando a paratoie chiuse a Palazzolo la portata immessa nel Seveso è pari a zero, l'eccesso di portata scaricata nel fiume dalle reti di drenaggio urbano può comportare comunque, in determinati eventi intensi, la formazione di una portata maggiore di quella compatibile nel tratto tombinato di Milano.

Nello “*Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua naturali e artificiali all'interno dell'ambito idrografico di pianura Lambro – Olona*” dell'Autorità di Bacino del Fiume Po in data 2004 (di qui in poi denominato *Studio-AdBPo-2004*), analizzate tutte le suddette criticità, è stato determinato il quadro complessivo degli interventi di progetto, commisurati ad eventi di tempo di ritorno 100 anni assunto come riferimento per la messa in sicurezza del territorio, i quali possono essere aggregati in tre tipologie:

- formazione di espansioni in derivazione, recuperando siti di cave esistenti o dismesse, ovvero ipotizzando laminazioni in aree a destinazione a fini multipli idraulici, ambientali e di fruizione;
- formazione di vasche volano urbane;
- adeguamenti di opere di attraversamento.

Tali interventi concorrono alla definizione dell'assetto di progetto del torrente Seveso e sono tutti necessari al fine di ottenere la messa in sicurezza dell'intero sistema territoriale adiacente

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

all'asta fluviale.

Relativamente alla formazione di laminazioni in derivazione, lo *Studio-AdBPo-2004* aveva individuato nell'area fluviale critica a valle di Lentate sul Seveso tre ambiti in cui ubicare tali opere; in particolare:

- laminazione nella zona Meda, Barlassina, Lentate sul Seveso per un volume d'invaso utile di circa 1.700.000 m<sup>3</sup>;
- laminazione nella zona Varedo, Paderno Dugnano, Nova Milanese per un volume d'invaso utile di circa 1.200.000 m<sup>3</sup>;
- laminazione nella zona di Senago, Bollate per le portate derivate nel CSNO per un volume d'invaso utile di circa 2.200.000 m<sup>3</sup>.

È da osservare che in tali ambiti, data la limitazione degli spazi disponibili, i suddetti volumi di laminazione possono essere realizzati solo mediante scavi piuttosto profondi in aree da attrezzare e restituire alla fruizione pubblica come aree verdi. Solo tramite tali opere è infatti possibile recuperare le volumetrie necessarie, dal momento che l'eventuale diversa soluzione di reperire tali volumetrie "in elevazione", cioè mediante classiche casse di espansione con arginature e manufatti di regolazione, imporrebbe "de-urbanizzazioni" del territorio di tale entità (vastità delle superfici da asservire) da risultare di impossibile accettazione e attuazione.

### 3. INTERVENTI DI LAMINAZIONE PREVISTI NELLO STUDIO-AIPO-2011

Nel recente *Studio-AIPO-2011* è stato effettuato nuovamente lo studio idraulico dell'intero bacino del Seveso con l'aggiornamento del quadro delle possibili soluzioni tecnicamente fattibili, idonee ad una completa sistemazione idraulica del corso d'acqua.

L'obiettivo dell'assetto di progetto che lo *Studio-AIPO-2011* ha configurato conferma pienamente la strategia fondamentale prima indicata dell'Autorità di Bacino (*Studio-AdBPo-2004*) tesa ad ottenere che, con le opportune aree di laminazione lungo l'asta del Seveso, la portata in arrivo a Palazzolo sia ridotta entro il valore limite derivabile nel CSNO in modo da annullare la portata del Seveso a valle di tale opera di presa.

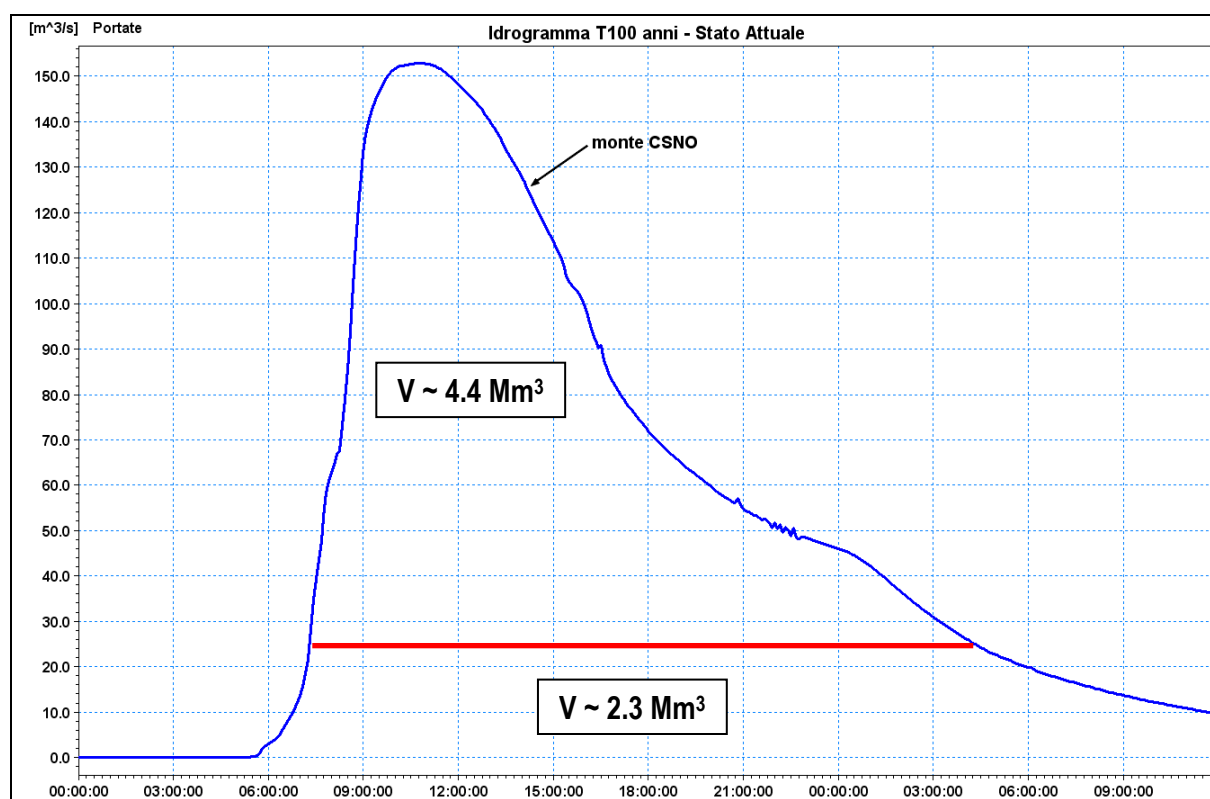
La nuova modellazione idrologico-idraulica effettuata nello *Studio-AIPO-2011* ha condotto ad accertare che, nello stato attuale del bacino e dell'alveo del Seveso, l'onda di piena che raggiunge la sezione a monte della presa del CSNO a Palazzolo per 100 anni di tempo di ritorno è caratterizzata da un volume di circa  $6,7 \text{ Mm}^3$  con un colmo di circa  $150 \text{ m}^3/\text{s}$  (v. Figura 2). La portata limite compatibile del CSNO è pari a  $60 \text{ m}^3/\text{s}$  nel primo tratto dalla presa di Palazzolo fino a monte dell'intersezione con il T. Garbogera in comune di Senago (in funzione degli interventi di raddoppio realizzati in epoca recente), mentre nel tratto successivo a valle dell'intersezione del T. Garbogera, essa si riduce a circa  $30 \text{ m}^3/\text{s}$ . Nella situazione attuale, pertanto, alla presa di Palazzolo il CSNO può ricevere una portata massima non maggiore di circa  $30 \text{ m}^3/\text{s}$ , per non determinare gravi criticità e allagamenti delle aree urbane poste lungo il CSNO a valle di Senago.

Tuttavia il citato raddoppio del primo tratto del CSNO da Palazzolo a Senago, già realizzato allo scopo di raddoppiare da  $30$  a  $60 \text{ m}^3/\text{s}$  la portata derivabile, assume un'importanza decisiva per definire l'assetto di progetto complessivo. Infatti il progetto individuato sia dallo *Studio-AdBPo-2004* sia dallo *Studio-AIPO-2011* prevede la necessità di ubicare invasi di laminazione in Senago in grado di ridurre da  $60$  a  $30 \text{ m}^3/\text{s}$  la portata di piena immessa nel tratto del CSNO a valle di Senago nell'evento centennale e, per ciò stesso, di rendere possibile l'innalzamento della portata derivabile dal CSNO a Palazzolo da  $30$  a  $60 \text{ m}^3/\text{s}$ .

In realtà il quadro progettuale individuato nello *Studio-AIPO-2011* tiene anche conto che la portata massima compatibile nel tratto a valle di Senago (precisamente a monte dell'immissione dello sfioro di piena del T. Garbogera) deve essere considerata pari a  $25 \text{ m}^3/\text{s}$  (poco inferiore quindi a  $30 \text{ m}^3/\text{s}$ ), nel rispetto di quanto indicato nel progetto definitivo di AIPO e della Provincia di Milano relativo ai “*Lavori di adeguamento funzionale del Canale*

*Scolmatore di Nord Ovest nel tratto compreso tra Senago (MI) e Settimo Milanese (MI) – MI.E.781”* (attualmente in fase di avvio dei lavori di realizzazione) allo scopo di conseguire un maggior livello di sicurezza idraulica del CSNO.

In definitiva, poiché l’onda di piena del T. Seveso ( $T=100$  anni) a monte del CSNO è (v. Figura 2) caratterizzata da un volume di circa  $6,7 \text{ Mm}^3$  e considerando di poter lasciar proseguire verso valle una portata massima di  $25 \text{ m}^3/\text{s}$  (0 nel Seveso a valle della presa del CSNO di Palazzolo,  $60 \text{ m}^3/\text{s}$  nel CSNO dalla presa fino a monte dell’intersezione con il T. Garbogera, ove gli interventi di raddoppio sono già realizzati, e  $25 \text{ m}^3/\text{s}$  nel CSNO dalla sezione posta a monte dell’immissione dello sfioro del T. Garbogera verso valle), lo *Studio-AIPo-2011* ha definito che il volume di laminazione globalmente necessario sul Seveso e sul CSNO è pari a circa  $4,4 \text{ Mm}^3$ .



**Figura 2 – Idrogramma di piena del T. Seveso a monte della presa del CSNO. La linea rossa rappresenta il limite della portata che può proseguire nel CSNO a valle di Senago (intersezione con il T. Garbogera)**

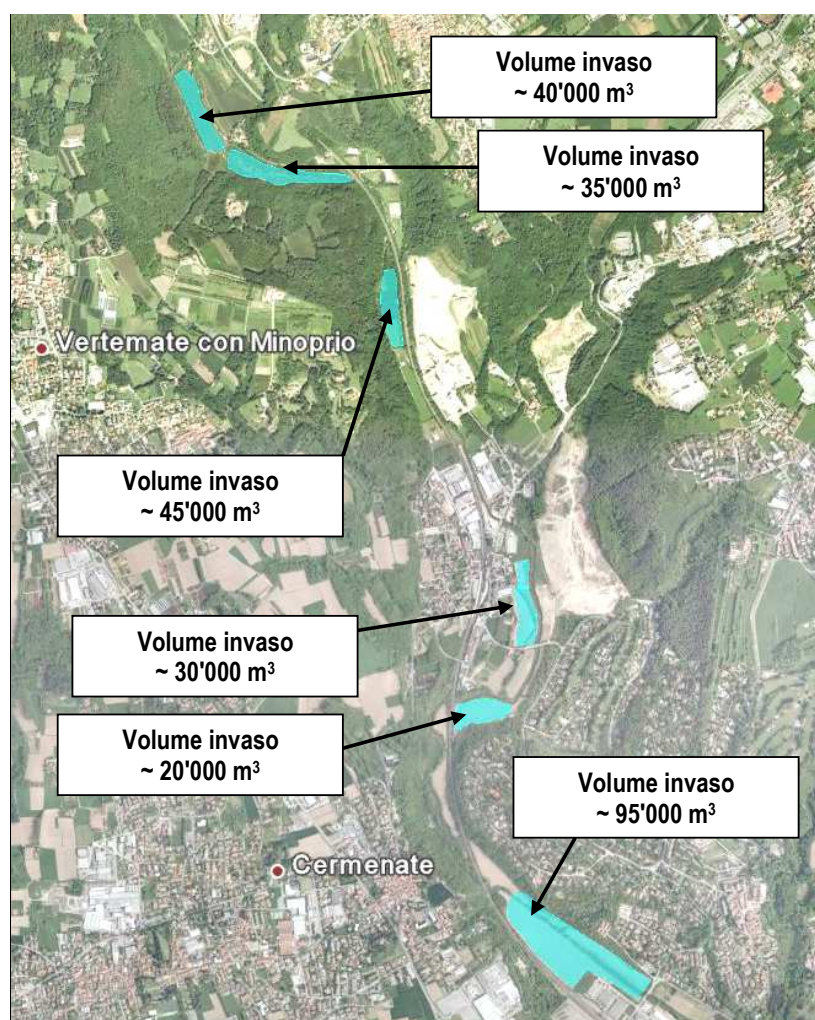
In particolare, a seguito di una vasta analisi dello stato del corso d’acqua e del territorio ad esso limitrofo, lo *Studio-AIPo-2011* giunge a porre alla base dell’assetto di progetto del T. Seveso le seguenti possibili aree di laminazione indicate nelle planimetrie della Figura 3 e



della Figura 4:

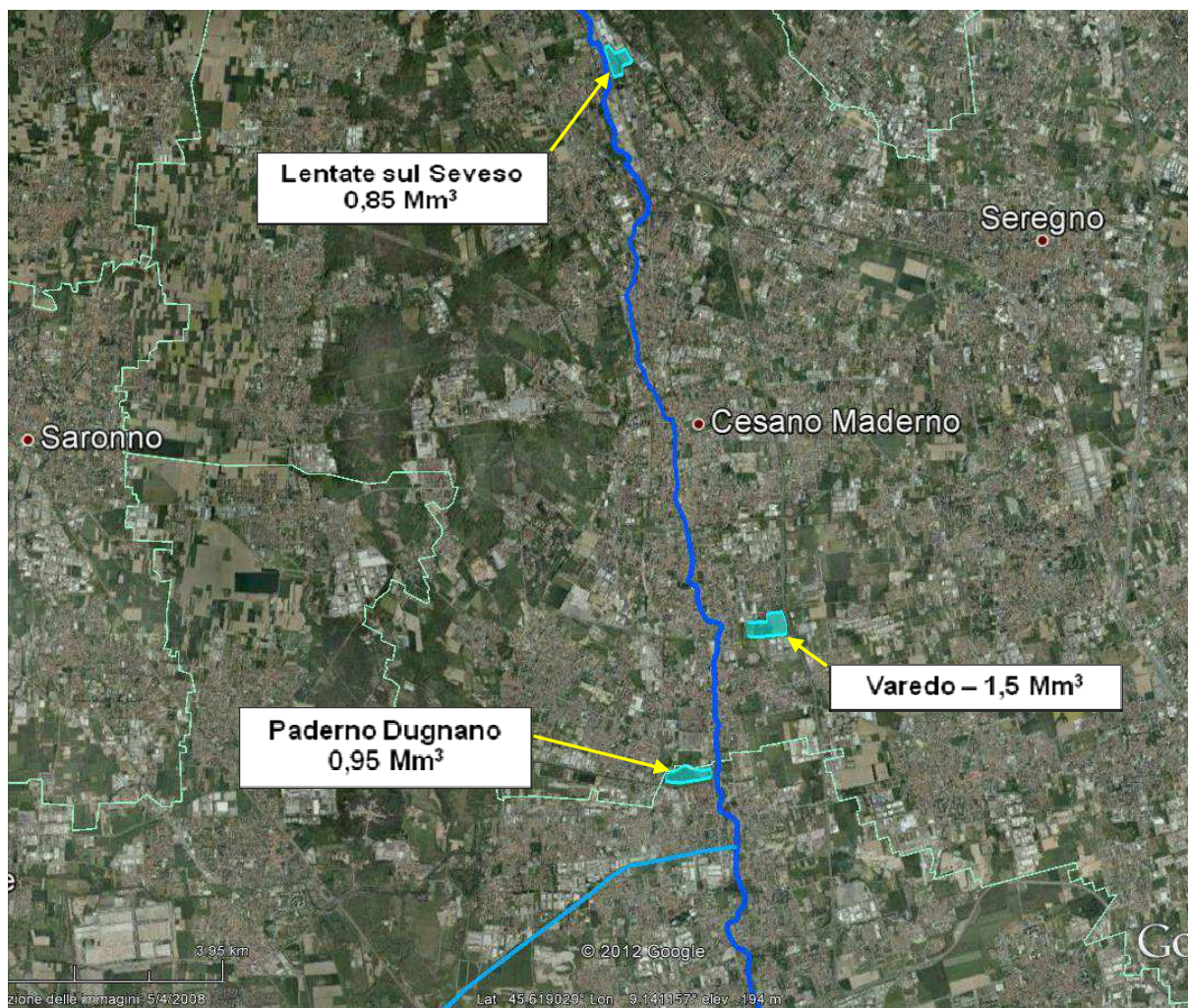
- a) aree esondabili di laminazione “golenale” a Vertemate con Minoprio, Cantù e Carimate (volume di laminazione complessivo pari a circa 220'000 m<sup>3</sup>);
- b) opere di laminazione in scavo lungo il T. Seveso a Lentate sul Seveso (850'000 m<sup>3</sup> di invaso), Varedo (1'500'000 m<sup>3</sup>), Paderno Dugnano (950'000 m<sup>3</sup>); nelle Figure 4, 5 e 6 sono mostrate le simulazioni planimetriche di queste aree di laminazione;
- c) opere di laminazione in scavo lungo il CSNO a Senago (1'000'000 m<sup>3</sup>).

Naturalmente si evince che, dati i suddetti volumi invasabili, le quattro opere di laminazione indicate nei punti b) e c) assumono importanza strategica, dal momento che con esse si raggiunge l'obiettivo di poter trattenere un volume pari a 4,3 Mm<sup>3</sup>.



**Figura 3 – Invasi di laminazione in aree golenali nei comuni di Vertemate con Minoprio, Cantù e Carimate**





**Figura 4 – Invasi di laminazione in scavo da Lentate sul Seveso al CSNO**



**Figura 5 – Invaso laminazione in scavo a Lentate sul Seveso**





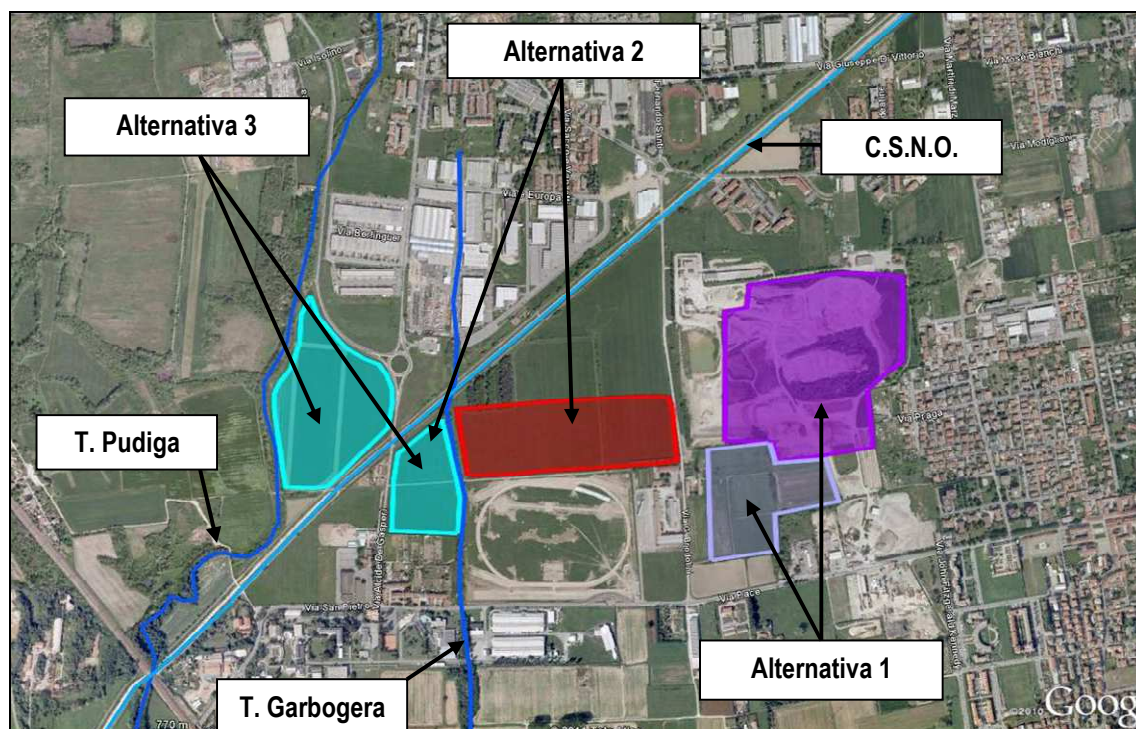
**Figura 6 – Invaso laminazione in scavo a Varedo**



**Figura 7 – Invaso laminazione in scavo a Paderno Dugnano**

Per quanto riguarda l'invaso di laminazione di cui al prima citato punto c) previsto in prossimità del CSNO, in Comune di Senago, nello *Studio-AIPo-2011* sono state analizzate diverse alternative di localizzazione (alternative 1, 2, 3, di seguito riportate nella Figura 8), mentre la Figura 9 mostra la simulazione planimetrica dell'alternativa 3.

Per maggiori dettagli relativi alle analisi condotte e alle caratteristiche di ciascuno dei suddetti invasi, si rimanda agli elaborati dello *Studio-AIPo-2011*.



**Figura 8 – Alternative di localizzazione dell’invaso di laminazione di Senago considerate nello Studio-AIPo-2011.**



**Figura 9 – Invaso laminazione in scavo a Senago**

Nel successivo capitolo 9 vengono presentate e analizzate nuovamente tutte queste alternative di ubicazione, unitamente ad altre emerse durante gli incontri di presentazione del suddetto studio.



	A.T.P.: 	Studio Associato di Geologia Spada		Consulenti: Prof. Dott. V. Mezzanotte
---	--	---------------------------------------	--	---

### 3.1 STIMA DEI COSTI PER LA REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI DI LAMINAZIONE IN SCAVO

Per ogni singolo invaso di laminazione, nello *Studio-AIPo-2011* è stato effettuato il computo metrico estimativo di massima delle opere. La stima per la realizzazione degli invasi è stata effettuata seguendo due differenti approcci:

- considerando i costi di scavo, caratterizzazione del terreno, trasporto del materiale a siti di deposito e conferimento a discarica di una parte del materiale scavato e riconoscendo ai proprietari delle aree oggetto di intervento un indennizzo di esproprio relativo alla sola proprietà;
- considerando il materiale di scavo di proprietà dell'appaltatore (non si considera nei costi lo scavo, il trasporto e gli oneri di discarica) e riconoscendo ai proprietari delle aree un indennizzo di esproprio maggiore rispetto a quello spettante per la sola proprietà delle aree, in modo da tenere in conto del fatto che chi realizza l'opera trae un vantaggio economico dal materiale scavato per la formazione degli invasi.

La stima dei costi è stata effettuata valutando i seguenti interventi: formazione dell'invaso, impermeabilizzazione dell'invaso, sistemazione finale dell'invaso (inerbimento, piantumazioni, piste ciclabili, ecc.), opera di presa dal Seveso (o dal C.S.N.O.), canali di adduzione dall'opera di presa all'invaso, lo scivolo di alimentazione e dissipazione per l'alimentazione dell'invaso, le opere necessarie per lo svuotamento degli invasi (stazione di sollevamento, tubazioni in pressione, canali a pelo libero).

Come prezzi unitari sono stati utilizzati, ove possibile, quelli del prezzario ufficiale della Regione Lombardia, oltre a costi parametrici valutati per interventi analoghi.

Alla stima delle opere segue la stima degli oneri di sicurezza specifici (2% del valore delle opere) e delle somme a disposizione (spese tecniche, indagini, imprevisti, spese amministrative, espropri, IVA, ecc.). In particolare, le varie voci considerate nelle somme a disposizione sono state così determinate:

- spese tecniche, indagini (compresa caratterizzazione dei terreni), studi, ecc.: 12% delle opere e degli oneri della sicurezza;
- spese amministrative, gare, ecc.: 2% delle opere e degli oneri della sicurezza;
- imprevisti: 5% della somma delle opere e degli oneri della sicurezza;
- IVA: 20% della somma di tutte le voci precedenti (opere, oneri sicurezza, spese tecniche, imprevisti e oneri vari).

	A.T.P.: 	Studio Associato di Geologia Spada		Consulenti: Prof. Dott. V. Mezzanotte
---	--	---------------------------------------	--	---

Per quanto riguarda gli espropri, con riferimento al precedente approccio descritto al punto 1. il calcolo è stato condotto considerando un valore di 20 €/m<sup>2</sup>; con riferimento al punto 2., invece, oltre a tale valore si è considerato un ulteriore indennizzo pari a 5 €/m<sup>3</sup> di materiale scavato.

Successivamente alle attività di presentazione dello *Studio-AIPo-2011*, in accordo con la Committenza, è stata condotta un'ulteriore valutazione economica degli interventi (di seguito indicato come *approccio 3*), considerando le seguenti ipotesi (già utilizzata da AIPo nella redazione del Progetto Definitivo delle “Opere di laminazione delle piene del fiume Olona da realizzare nei comuni di Canegrate (MI), Legnano (MI), Parabiago (MI) e S. Vittore Olona (MI)”):

- si considerano tra i costi lo scavo di tutto il materiale necessario per la formazione del volume di vaso, il trasporto e il conferimento a discarica di una parte del materiale scavato (10%);
- le terre di scavo, al netto della quantità conferita a discarica e di quella riutilizzata all'interno del cantiere (rinterri), diventeranno proprietà dell'Impresa appaltatrice, previa corresponsione da parte dell'Impresa di un onere, al momento valutato in 3,99 €/m<sup>3</sup> (canone Provincia di Milano);
- riconoscimento ai proprietari delle aree dell'indennità di esproprio, al momento valutato in 20 €/m<sup>2</sup>.

E' stato condotto anche un aggiornamento della stima delle somme a disposizione, riferendosi allo schema di quadro economico redatto da AIPo per i “Lavori di realizzazione della vasca di laminazione sul fiume Seveso in Comune di Senago (MI) [MI-E-789]”. In particolare:

- spese tecniche, indagini, studi, ecc.: circa 10% dell'importo lavori;
- spese generali AIPo ex-art. 5 comma 3-bis della L.R. 5/2002: 10% dell'importo lavori ed espropriazioni;
- incentivo alla progettazione art. 92 del D.Lgs. 163/06 e s.m.i.: 75% del 2% dell'importo lavori;
- spese per pubblicità, gare, oneri istruttori vari, ecc.: 0,5% dell'importo lavori;
- imprevisti: 2% dell'importo lavori;
- IVA: 21%.

Di seguito si riportano due tabelle di sintesi, una per ciascuno dei suddetti differenti approcci.

**Tabella 1 – Sintesi dei costi di realizzazione degli invasi in scavo – approccio 1.**

	importo opere [M€]	totale investimento [M€]
Lentate sul Seveso	21,6	32,8
Varedo	34,8	52,5
Paderno Dugnano	22,2	34,0
Senago	33,7	51,1
<b>totale</b>	<b>112,3</b>	<b>170,4</b>

**Tabella 2 – Sintesi dei costi di realizzazione degli invasi in scavo – approccio 2.**

	importo opere [M€]	totale investimento [M€]
Lentate sul Seveso	8,2	18,5
Varedo	12,2	28,3
Paderno Dugnano	8,2	18,9
Senago	14,7	30,8
<b>totale</b>	<b>43,3</b>	<b>96,5</b>

**Tabella 3 – Sintesi dei costi di realizzazione degli invasi in scavo – approccio 3.**

	importo opere [M€]	totale investimento [M€]
Lentate sul Seveso	9,0	15,6
Varedo	13,6	23,50
Paderno Dugnano	9,1	16,10
Senago	15,3	26,40
<b>totale</b>	<b>47,0</b>	<b>81,6</b>

	A.T.P.: 	Studio Associato di Geologia Spada		Consulenti: Prof. Dott. V. Mezzanotte
---	--	---------------------------------------	--	---

#### 4. INTERVENTI DI LAMINAZIONE PREVISTI NELLO STUDIO-MM-2011

Nel recente *Studio-MM-2011* sono state effettuate diverse attività con la finalità di individuare gli interventi strategici da inserire nella pianificazione delle Amministrazioni, facendo riferimento ad eventi di piena con tempi di ritorno di  $2 \div 10$  anni (inferiori all'evento di progetto considerato dall'Autorità di bacino del fiume Po pari a 100 anni), per la tratta di asta fluviale del T. Seveso compreso tra Palazzolo (a valle presa del CSNO) e Milano.

Le analisi effettuate partono dal presupposto che, grazie alle opere di laminazione previste nello *Studio-AIPo-2011*, sia possibile annullare le portate del Seveso a valle della presa del C.S.N.O.. Siccome a valle di Palazzolo si forma una nuova onda di piena non compatibile con le portate che possono transitare nella tratta tombinata sotto la Città di Milano, agli interventi previsti a monte devono seguire ulteriori realizzazioni di opere di laminazione.

Lo *Studio-MM-2011* ha individuato la necessità/possibilità di realizzare n. 3 soluzioni.

La prima soluzione, che comporta la formazione di volumi d'invaso artificiali lungo l'asta fluviale di più rapida attuazione e con un più immediato impatto sul contenimento delle esondazioni. Tale soluzione è in grado di anticipare gli interventi sulle reti di drenaggio urbano ma presenta diverse criticità associate alla localizzazione dei bacini all'interno di un territorio densamente urbanizzato, alla qualità delle acque da invasare e alla frequente opposizione da parte delle comunità interessate. Al fine di limitare tali criticità è stata studiata una soluzione innovativa in grado di ridurre l'impatto negativo sul territorio.

Le vasche sono realizzate con fondo impermeabile e vengono riempite di acqua prelevata dalla prima falda, realizzando così un laghetto di acqua limpida e pulita nei periodi "normali". Nell'avvicinarsi delle piene del Seveso (ormai la meteorologia consente una previsione sufficientemente precisa delle giornate ad alto rischio), il laghetto sarà rapidamente svuotato, con un tempo di svuotamento di poche ore (2 ore), attraverso pozzi di reimmissione in falda.

Si avrà pertanto un bacino utilizzabile per scolmare l'acqua di Seveso per le volumetrie necessarie. Al termine della piena l'acqua sarà riportata nel Seveso (in parte per gravità ed in parte ripompata), poi si procederà alla pulitura del fondo e si riempirà il lago con acqua di falda riportandolo all'iniziale condizione. In sostanza si potrà avere un bacino di acqua pulita per circa 320 giorni l'anno che svolgerà funzioni tecnologiche per i giorni residui.

Tale soluzione è stata proposta per 2 vasche di laminazione sul torrente Seveso:

- una vasca scoperta da circa 150.000 m<sup>3</sup> in Comune di Milano (Parco Nord - Via Regno Italico – Bresso);



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

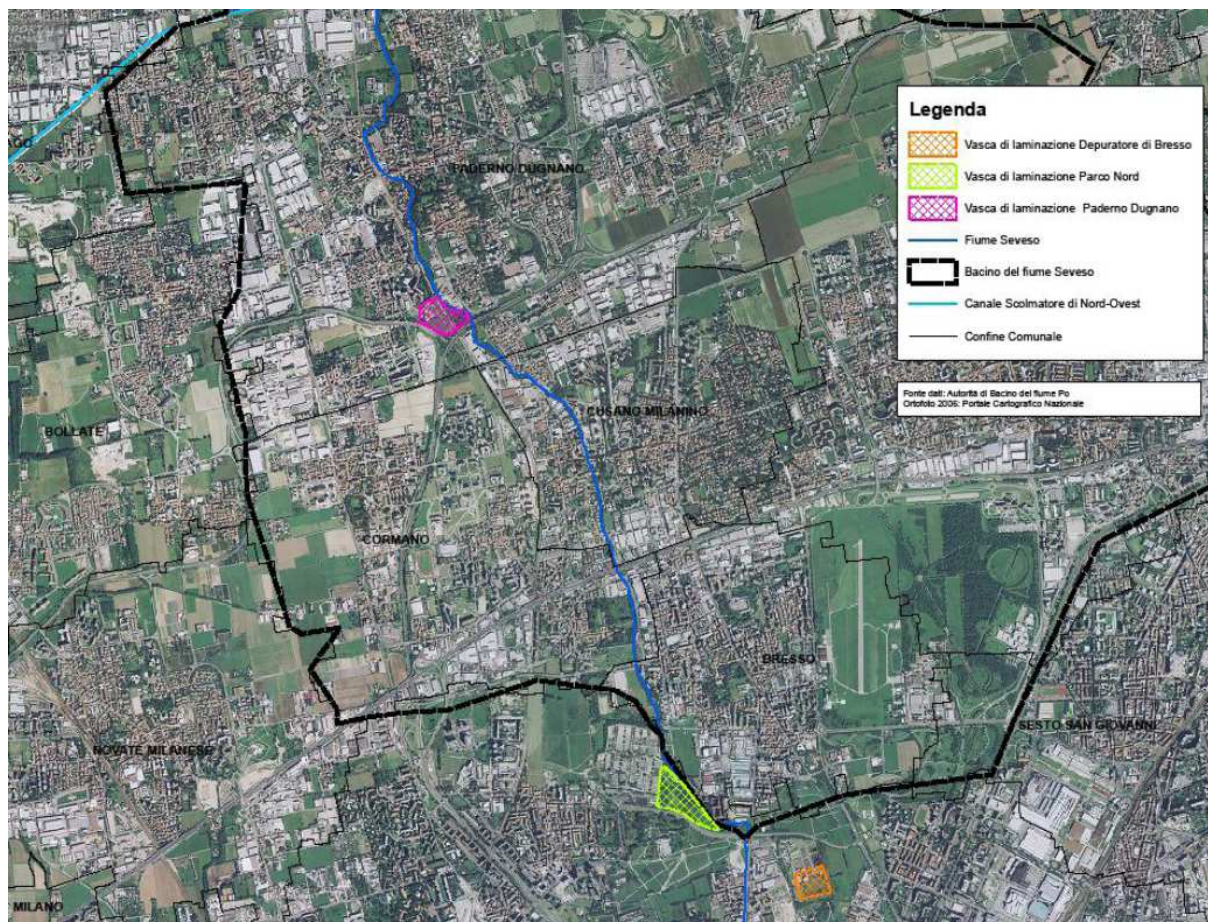
- una vasca scoperta da circa 150.000 m<sup>3</sup> nel Comune di Paderno Dugnano.

La seconda soluzione considerata nello *Studio-MM-2011* consiste nella limitazione degli scarichi urbani nel torrente Seveso (scaricatori di piena delle reti urbane). Oltre che più coerente, appare certamente la più efficace per la soluzione definitiva del problema, ma manifesta anch'essa alcune criticità: comporta la necessità di una consistente ristrutturazione delle reti di drenaggio esistenti all'interno di zone caratterizzate da una strutturazione urbana consolidata e di elevata intensità e necessita di cospicui investimenti e tempi di realizzazione abbastanza lunghi a cura dei Comuni Rivaschesi. Occorre peraltro segnalare che in tale contesto, due primi significativi interventi sono stati proposti da I.A.NO.MI. SpA (società che gestisce la raccolta e la depurazione delle acque nella porzione del bacino del Seveso in Provincia di Milano): trasferimento dei reflui trattati attualmente a Varedo all'impianto di depurazione di Pero (attraverso la realizzazione di un collettore interrato che, partendo da Varedo vada a connettersi agli esistenti rami della rete di Pero – cfr. par. 6.3) e laminazione delle portate degli scaricatori di piena in Seveso presso il Depuratore di Bresso (vasca di laminazione interrata).

Tale ultimo intervento, ricadente nell'ambito di studio a cura del Comune di Milano, prevede la realizzazione di una vasca coperta collegata direttamente alla rete fognaria del Comune di Bresso per circa 75.000 m<sup>3</sup>.

Quest'ultima integra esigenze di laminazione degli affluenti del Seveso con esigenze tecnologiche dell'impianto di depurazione posto al confine fra i Comuni di Bresso e Milano e si trova all'interno del medesimo impianto.

Si riporta di seguito la tavola con l'ubicazione dei bacini.



**Figura 10 – Ubicazione delle vasche di laminazioni proposte sul torrente Seveso (Parco Nord e Paderno Dugnano) e presso il Depuratore di Bresso (Studio-MM-2011).**



**Figura 11 – progetto laminazione Parco Nord Milano – vista zenitale – stato di fatto / progetto (Studio-MM-2011).**

La terza soluzione è rappresentata dall'incremento della capacità di deflusso della tombinatura di Milano mediante la realizzazione del Canale scolmatore al fiume Lambro.



Si tratta di una galleria sotterranea, in parallelo all'attuale sistema Seveso – Redefossi in Milano, di lunghezza pari a 11 km in grado di trasferire 30 m<sup>3</sup>/s dal Seveso al Lambro, con tracciato, completamente interno al territorio comunale, da Niguarda a Ponte Lambro. Le elevate criticità sono legate alle notevoli difficoltà nella realizzazione delle opere previste e al loro elevato costo. Inoltre nel febbraio 2006 l'Autorità di bacino del fiume Po vincola il progetto al potenziamento dell'alveo del Lambro per la risoluzione delle criticità nei comuni di San Donato Milanese e Peschiera Borromeo.

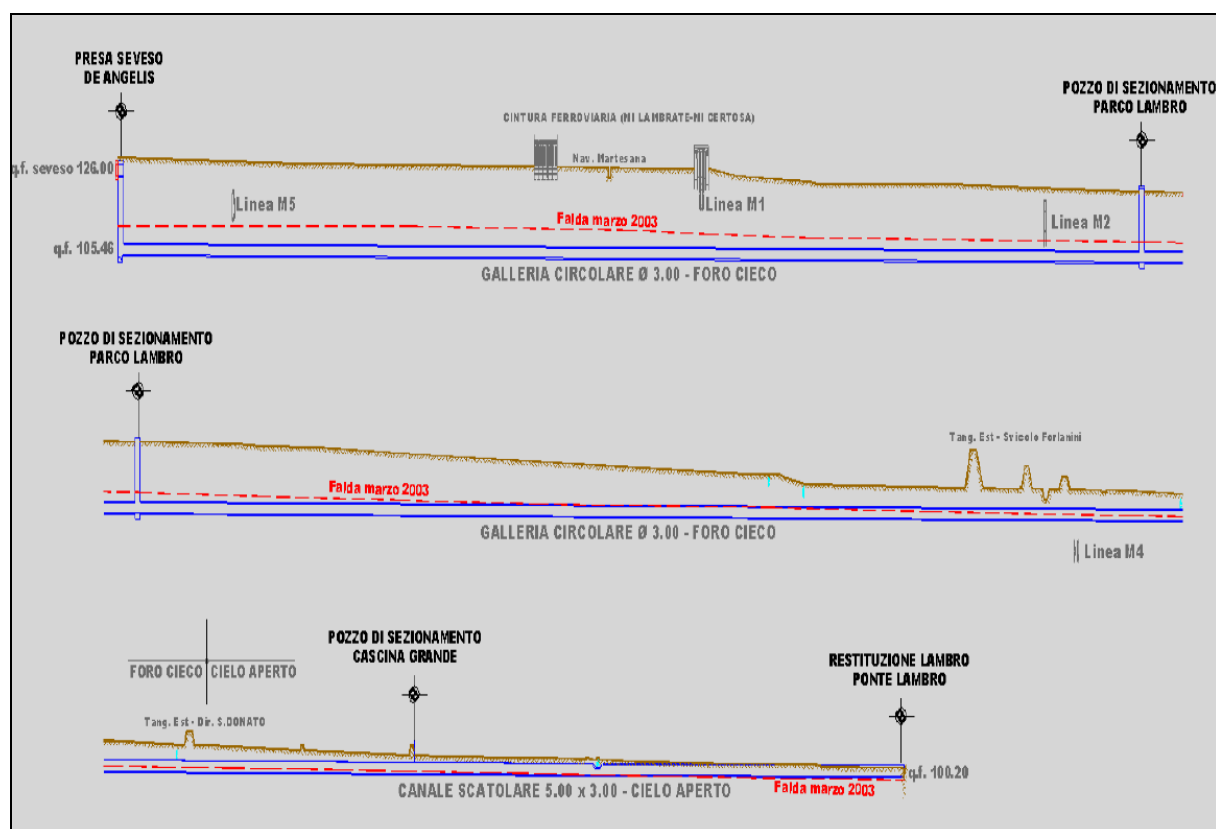


Figura 12 – Profilo canale scolmatore delle piene del T. Seveso nel F. Lambro (*Studio-MM-2011*).

#### 4.1 STIMA DEI COSTI PER LA REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI DI LAMINAZIONE PREVISTI NELLO STUDIO-MM-2011

Per ogni opera prevista nello *Studio-MM-2011* è stato effettuato il computo metrico estimativo di massima delle opere. Nella seguente si riportano i dati di sintesi.

**Tabella 4 – Sintesi dei costi di realizzazione degli interventi previsti nello Studio-MM-2011.**

	VASCA PADERNO	VASCA PARCO NORD MILANO	VASCA DEPURATORE DI BRESCO	CANALE SCOLMATORE NORD EST
Costi di realizzazione opere:	Opere 20 m€– Finanziamento  30 m€ **	Opere 20 m€– Finanziament o  30 m€ **	*	Opere 80 m€– Finanziamento  120 m€
Volume di laminazione:	150.000 m3	150.000 m3	75.000 m3	-
Costi di gestione complessivi annui	400.000 €	400.000 €	*	50.000 €
Benefici - Laminazione portata	10 mc/s	10 mc/s	9 mc/s	30 mc/s
Tempi progettazione / approvazioni	2 anni	2 anni	2 anni	2 anni
Tempi di realizzazione	2 anni	2 anni	4 anni	4 anni

\* Da stimare a cura di Ianomi.

\*\* Nel caso in cui si prevedesse di realizzare le sole opere idrauliche necessarie alla laminazione (senza laghetto artificiale alimentato da acque di falda e l’inserimento paesaggistico) i costi di realizzazione (importo opere) scenderebbe a circa 8 M€ ed il finanziamento sarebbe pari a circa 12 M€.

	A.T.P.: 	Studio Associato di Geologia Spada		Consulenti: Prof. Dott. V. Mezzanotte
---	--	---------------------------------------	--	---

## 5. PRIORITÀ DI REALIZZAZIONE DELLE OPERE DI LAMINAZIONE. LA PRIORITÀ DELLA VASCA DI SENAGO

Come già emerge da quanto prima esposto, tra le diverse aree di laminazione individuate negli studi citati, riveste un ruolo prioritario l'opera prevista in comune di Senago, in ragione dei seguenti aspetti:

- l'opera rende pienamente funzionale il programma di interventi di potenziamento del CSNO, opera prioritaria per la difesa dalle piene della Città di Milano.

Come già esposto, il Canale Scolmatore di Nord-Ovest costituisce il fulcro del sistema di protezione dell'abitato di Milano dalle acque di piena provenienti dai corsi d'acqua con direzione nord-sud, che attraversano la prima cintura e poi il concentrico stesso di Milano. Il CSNO è stato recentemente oggetto dei lavori di adeguamento della sezione d'alveo relativamente ai primi 2,9 km, dalla presa sul Seveso a Palazzolo fino al ponte di Via Martiri di Marzabotto, in Comune di Senago; tale tratto di canale è stato ampliato per consentire il transito di una portata massima pari a  $60 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Tuttavia, malgrado tale adeguamento sia da tempo terminato, allo stato attuale dal T. Seveso viene scolmata, in caso di piena, una portata non superiore a  $30 \text{ m}^3/\text{s}$ , in quanto il CSNO a valle del tratto raddoppiato non è in grado di ricevere portate maggiori.

La Provincia di Milano, a partire dalle risultanze dello *Studio-AdBPo-2004*, ha definito un programma di interventi per l'adeguamento del CSNO, con l'obiettivo finale di derivare dal T. Seveso una portata complessiva di  $60 \text{ m}^3/\text{s}$ ; tale programma è diviso in due fasi successive:

- interventi prioritari, oggetto dei "Lavori di adeguamento funzionale del canale scolmatore di nord ovest nel tratto compreso tra Senago (MI) e Settimo Milanese (MI) – M.I.E.781" già appaltati ed in fase di avvio dei lavori, finalizzati ad ottenere un potenziamento della capacità di portata derivata dal T. Seveso da  $30$  a  $36 \text{ m}^3/\text{s}$ , in modo da ottenere un funzionamento del canale definito "assetto transitorio". Con la realizzazione di questi interventi, viene assicurato il deflusso delle portate di progetto (aumento portata derivata dal Seveso da  $30$  a  $36 \text{ m}^3/\text{s}$ , con afflussi puntuali dei corsi d'acqua interferenti calcolati per piene con  $T = 100$  anni) con sufficiente franco (pari ad almeno  $50 \text{ cm}$ ) rispetto alle sommità arginali e all'intradosso di tutti i manufatti di attraversamento.
- interventi di completamento, costituiti sostanzialmente dalla realizzazione di vasche

di laminazione ubicate a Senago a valle del tratto di CSNO già oggetto di interventi di raddoppio; la realizzazione di tali vasche consentirà di raggiungere un “assetto di progetto” che prevede di derivare dal Seveso  $60 \text{ m}^3/\text{s}$  e di lasciare defluire nel canale, a valle delle opere di laminazione, una portata di progetto pari a  $25 \text{ m}^3/\text{s}$ , che consente di ottenere maggiori franchi di sicurezza nel CSNO verso valle.

Nella Tabella 5 si riportano le portate di progetto utilizzate per il dimensionamento idraulico del canale scolmatore nei due scenari di progetto.

**Tabella 5 - Schema delle portate di riferimento per il dimensionamento idraulico del CSNO (fonte: Progetto definitivo dei “Lavori di adeguamento funzionale del canale scolmatore di nord ovest nel tratto compreso tra Senago (MI) e Settimo Milanese (MI) – M.I.E.781” – AIPo – Provincia Milano)**




Tratto	Lunghezza [km]	Assetto transitorio [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]	Assetto di progetto [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]
Da presa Seveso a ponte via Brodolini	2,9	36	60
Da ponte via Brodolini a immissione T. Garbogera	0,2	36	25 <sup>1</sup>
Da immissione T. Garbogera a immissione T. Pudiga	0,9	42	31
Da immissione T. Pudiga a immissione T. Nirone	0,8	55	43
Da immissione T. Nirone a immissione T. Guisa	1,2	56	43
Da immissione T. Guisa a immissione scaricatore T. Lura	3,3	64	50
Da immissione scaricatore T. Lura a immissione F. Olona	1,2	77	63
Da immissione F. Olona a nodo di Vighignolo	2,4	90	75

1 - La portata è di  $60 \text{ m}^3/\text{s}$  nella fase di completamento, e non  $25 \text{ m}^3/\text{s}$ , nel caso in cui la posizione della cassa di laminazione sarà confermata subito a valle dell'immissione del T. Garbogera.

La realizzazione della laminazione di Senago riveste quindi carattere prioritario dal momento che a seguito di essa il livello di difesa idraulica esplicito dal CSNO si eleverà dall'attuale valore di circa  $30 \text{ m}^3/\text{s}$  a valore di  $60 \text{ m}^3/\text{s}$ , rendendo finalmente funzionale il raddoppio già realizzato del primo tratto del CSNO stesso.

- L'opera consente la riduzione delle portate di piena scaricate dal CSNO nel F. Ticino  
Il potenziamento del CSNO con l'opera di laminazione di Senago consente anche di ridurre la portata derivata dal T. Seveso che viene recapitata al Ticino tramite il CSNO. Infatti, il volume invasato nella vasca di Senago verrà poi reimmesso nel CSNO successivamente all'evento meteorico, e potrà essere deviato nel Deviatore Olona e quindi nel Lambro Meridionale e nel Lambro, ricettore naturale delle acque del T. Seveso, e non nel F. Ticino.
- L'opera di laminazione è in grado di far fronte ad un maggior numero di eventi



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

*meteorici rispetto alle altre.*

Tra le diverse opere di laminazione previste nell'assetto di progetto del T. Seveso (sia quello riportato nello *Studio-AdBPo-2004* che nello *Studio-AIPo-2011*), la vasca di laminazione di Senago è quella posta più a valle rispetto a tutte le altre e pertanto sottende una maggior bacino idrografico e di conseguenza può far fronte ad un maggior numero di eventi meteorici che possono interessare l'asta del T. Seveso.

Nel successivo capitolo 7 si riporta l'analisi dell'efficacia della laminazione di Senago in merito ai benefici rispettivamente ottenibili in termini di frequenze e gravità degli allagamenti.

## 6. ANALISI INTEGRATIVE DELLO STUDIO-AIPO-2011

In seguito alle osservazioni presentate da alcuni comuni ai contenuti dello *Studio-AIPO-2011*, si è proceduto a verificare se lungo l'asta del T. Seveso e del T. Certesa fosse possibile realizzare opere di laminazione delle piene in variante o in alternativa rispetto a quelle indicate nello studio suddetto, localizzate nei comuni di Lentate sul Seveso (850'000 m<sup>3</sup> di invaso), Varedo (1'500'000 m<sup>3</sup>), Paderno Dugnano (950'000 m<sup>3</sup>) e Senago (1'000'000 m<sup>3</sup>).

Il presente paragrafo è suddiviso in due parti: la prima è relativa all'analisi delle osservazioni poste da alcuni comuni, la seconda presenta le analisi condotte con l'obiettivo di verificare la possibilità di ulteriori soluzioni di laminazione lungo il reticolo fluviale del bacino del Seveso.

Per quanto riguarda, invece, le alternative inerenti la vasca di Senago, queste sono dettagliatamente presentate e discusse nei capitoli 9 e 10.

La planimetria generale già presentata in premessa indica tutte le aree di laminazione prese in considerazione.

### 6.1 ANALISI DELLE OSSERVAZIONI POSTE DA ALCUNI COMUNI

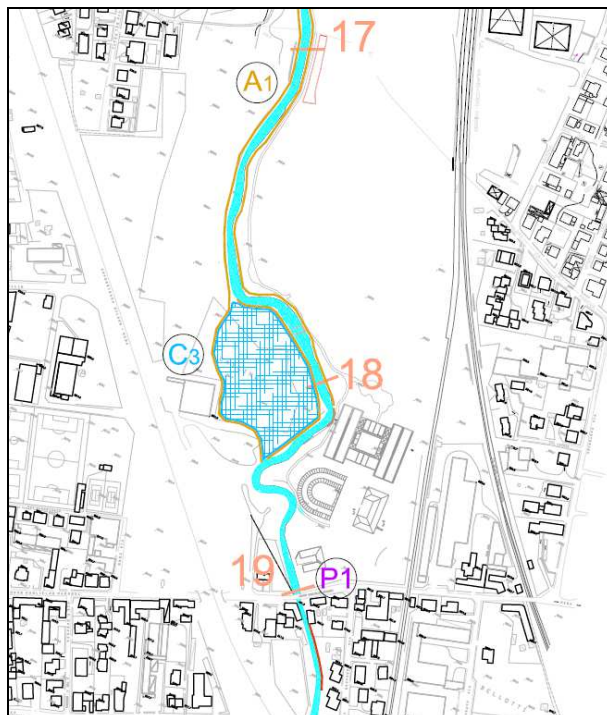
#### 6.1.1 Comuni di Lentate sul Seveso, Carimate e Barlassina

I comuni di Lentate sul Seveso, Carimate e Barlassina hanno messo a disposizione alcuni elaborati dello “*Studio idrogeologico e progetto preliminare per la riqualificazione idrogeologica e ambientale della Valle del Seveso*”, chiedendo di verificare se gli interventi in esso previsti possono essere considerati alternativi all'opera di laminazione in scavo prevista in comune di Lentate sul Seveso. Considerando le tre aree di laminazione previste all'interno dello studio suddetto si segnala che:

- l'area di laminazione denominata “C1” corrisponde sostanzialmente, sia come posizione che come volumetria (80'000 m<sup>3</sup>), a una delle aree di laminazione previste nello *Studio-AIPO-2011*;






- l'area di laminazione denominata "C3" è caratterizzata da una quota del piano campagna inferiore di circa 0,5 m rispetto al livello di piena calcolato nello *Studio-AIPo-2011*, quindi per ottenere un volume di laminazione di circa a 50'000 m<sup>3</sup> (corrispondente ad una altezza idrica di 1,5 m, come indicato nello studio), occorrerebbe abbassare il piano campagna e/o innalzare il livello della piena con opere di regolazione (previa verifica di compatibilità con i tratti a monte).



**Figura 15 – area laminazione “C3”.**

L'eventuale realizzazione degli invasi “C2” e “C3” potrebbe comportare una riduzione del volume dell'invaso in scavo previsto a Lentate sul Seveso, che potrebbe passare da 850'000 m<sup>3</sup> a 750'000 m<sup>3</sup>. Tale riduzione, oltre ad una parziale ripermimetrazione del limite esterno dell'invaso, potrebbe portare a consentire l'espansione dell'attività produttiva prossima all'area destinata ad invaso. Per verificare la compatibilità tra la laminazione e l'espansione dell'attività produttiva occorre conoscere il limite previsto per tale espansione.

Ovviamente la suddivisione in più vasche (di cui 2 molto piccole) rende meno funzionale la laminazione complessiva e meno affidabile la gestione delle stesse. In definitiva la proposta risulta già accettata per quanto riguarda l'area C1, mentre le aree C2 e C3 appaiono non decisive e di efficacia trascurabile.

	A.T.P.: 	Studio Associato di Geologia Spada		Consulenti: Prof. Dott. V. Mezzanotte
---	--	---------------------------------------	--	---

### 6.1.2 Comune di Varedo

Il Comune di Varedo ha richiesto di intervenire sulla riduzione dell'apporto di acque di origine urbana al fine di ridurre i volumi di invaso di laminazione necessari; lo studio "integrativo" allo *Studio-AIPo-2011*, relativo alla definizione dei criteri di invarianza idraulica nei territori urbanizzati, a cui si rimanda per maggiori dettagli, ha messo in luce che una riduzione "possibile" degli apporti delle acque meteoriche di origine urbana (assenza di contributi per nuove urbanizzazioni e riduzioni del 10% per le urbanizzazioni esistenti), seppur fondamentale ed importante per ridurre significativamente il rischio idraulico all'interno delle aree urbane, non porta apprezzabili benefici in termine di riduzione delle volumetrie di laminazione necessarie lungo il Seveso, dal momento che le reti fognarie e di drenaggio delle aree urbane hanno per loro natura dimensioni e sezioni con limitata capacità di convogliamento (generalmente commisurata ad eventi di tempo di ritorno non maggiore di 2 – 10 anni), così come i rispettivi scaricatori di piena nel Seveso. Si ritiene pertanto necessario confermare la previsione dell'area di laminazione in scavo di Varedo, per un volume di 1'500'000 m<sup>3</sup>.

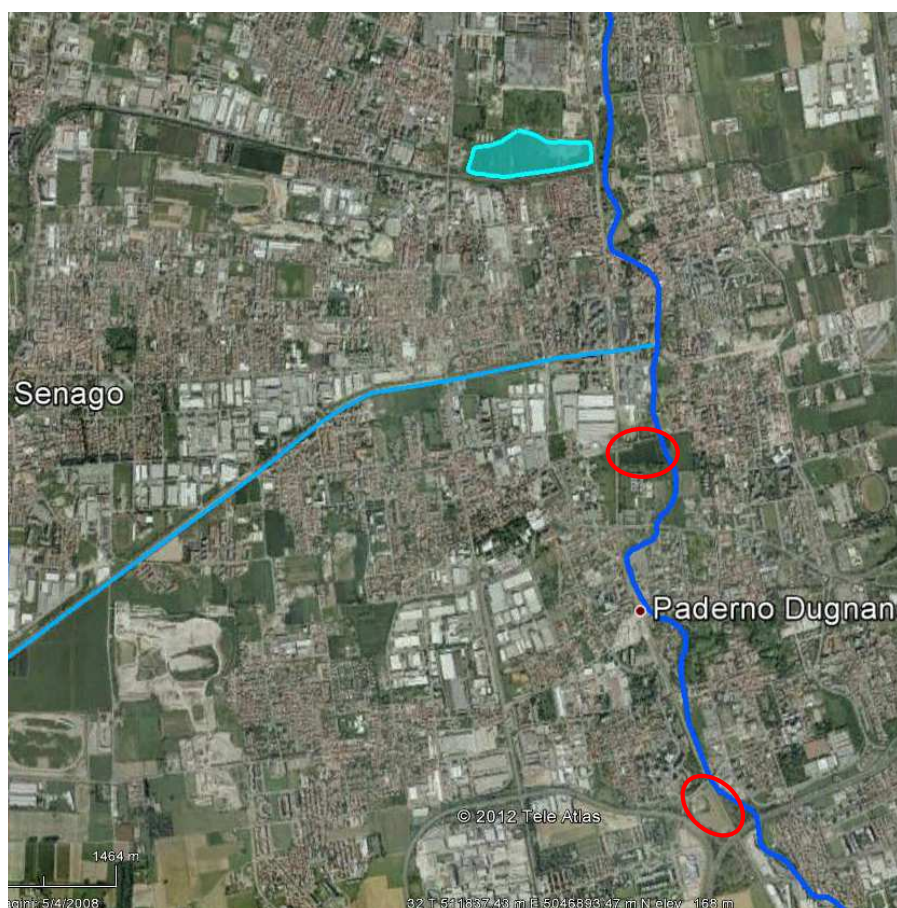
### 6.1.3 Comune di Paderno Dugnano

Il Comune di Paderno Dugnano ha indicato due aree, una limitrofa alla scuola Gadda ed una prossima al confine sud del comune, ove prevedere la delocalizzazione dell'invaso previsto nello *Studio-AIPo-2011* nei pressi dell'area ex-Snia. Tali aree sono poste entrambe a valle della presa del CSNO, mentre quella prevista nello *Studio-AIPo-2011* è posta a monte della presa del CSNO.

La prima area ha una superficie di circa 20'000 m<sup>2</sup>, mentre la seconda ha un'estensione di circa 30'000 m<sup>2</sup>. Per ottenere dei volumi di laminazione significativi occorre effettuare scavi dell'ordine massimo di circa 20 m, per non intercettare la falda freatica. Considerando una pendenza delle scarpate di tali opere pari a circa 3:2 (b:h), si ha che il volume ottenibile in tali aree è complessivamente pari a circa 400'000 ÷ 500'000 m<sup>3</sup>. Siccome nello *Studio-AIPo-2011* il volume della laminazione prevista a Paderno Dugnano è pari a circa 950'000 m<sup>3</sup>, le due aree suddette potrebbero ridurre la volumetria della prevista opera di laminazione, ma non la possono sostituire. Il fatto di prevedere tre laminazioni al posto di una, complica notevolmente le attività gestionali e manutentive delle opere stesse. Si ritiene pertanto di confermare la previsione dell'area di laminazione in scavo di Paderno Dugnano indicata nello



*Studio-AIPo-2011*, o con la volumetria indicata nello studio stesso, oppure ridotta in ragione di una verifica positiva, di maggior dettaglio, relativa alla reale fattibilità tecnica delle altre due proposte avanzate dal Comune di Paderno.



**Figura 16 – aree di laminazione proposte dal Comune di Paderno Dugnano (aree circondate di rosso) in sostituzione di quelle previste nello Studio-AIPo-2011 (colore azzurro).**

## 6.2 POSSIBILITÀ DI ULTERIORI SOLUZIONI DI LAMINAZIONE LUNGO IL RETICOLO FLUVIALE DEL BACINO DEL SEVESO

Nel presente paragrafo vengono presentate alcune ipotesi preliminari, suddivise tra “*asta T. Seveso*” e “*aste T. Certesa, T. Terrò e R. Vecchia*”, che sono state individuate attraverso l’incrocio tra i risultati del modello idrologico-idraulico del bacino del T. Seveso, l’uso del suolo ricavato da immagine satellitare e le caratteristiche plano-altimetriche delle principali infrastrutture presenti, desumibili dalle sezioni topografiche del T. Seveso e dalla C.T.R. (scala 1:10'000). Le analisi condotte non hanno preso in considerazione gli altri pur necessari

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

aspetti, quali pianificazione comunale e sovracomunale, vincoli, ambiente, paesaggio, geologia, che dovranno essere approfonditi successivamente, qualora alcune di tali ipotesi vengano ritenute interessanti e percorribili.

### 6.2.1 Asta T. Seveso

Lungo l'asta del T. Seveso è stata esaminata la possibilità di realizzare, all'interno dell'alveo inciso, alcune opere di regolazione dei livelli (traverse) in grado di innalzare il livello del pelo libero durante gli eventi di piena, in modo da incrementare il volume di laminazione disponibile all'interno delle aree golenali poste ai lati dell'alveo inciso (attualmente soggette ad allagamento e non). Tali opere di regolazione possono consistere o in traverse dotate di luce di fondo atte al libero deflusso delle portate ordinarie del fiume ed al rigurgito nell'invaso delle portate di piena, o a restringimenti laterali dell'alveo tali da creare una finestra di controllo idraulico dei livelli idrici che si formano a monte.

Oltre alla realizzazione delle opere di regolazione occorre prevedere anche arginature longitudinali lungo le sponde del T. Seveso, in parte tracimabili dall'onda di piena, in modo da garantire un funzionamento "in derivazione" delle aree di laminazione, onde massimizzare e riservare il volume presente nelle aree golenali solo alla fase di colmo dell'onda di piena. Questo tipo di soluzione prevede anche che le aree dovranno essere configurate con scarichi di fondo fissi o mobili tali che i volumi idrici in esse immessi vengano mantenuti all'interno delle aree durante l'evento di piena così da ridurre il volume dell'onda che prosegue verso valle; solo una volta terminato l'evento di piena potrà avvenire il loro svuotamento.

Tenendo conto delle limitazioni delle aree disponibili, al fine di massimizzare il volume di laminazione all'interno delle aree golenali, occorre prevedere operazioni di scavo (dell'ordine di un paio di metri) e di regolarizzazione del piano campagna.

In alcuni casi risulta necessario realizzare anche delle arginature perimetrali alle aree di laminazione previste, al fine di proteggere le infrastrutture e le aree più esterne.

Come mostrato in seguito, l'altezza delle opere di regolazione da realizzare nell'alveo inciso è contenuta in circa 5 ÷ 6 m. Altezze maggiori non sarebbero infatti compatibili con il territorio circostante e con le infrastrutture viarie e ferroviarie poste in attraversamento e in adiacenza al corso d'acqua.

Di seguito si riportano le aree individuate e le loro principali caratteristiche.

### 6.2.1.1 Comuni di Villa Guardia / Grandate / Luisago



Figura 17 – Foto aerea della zona considerata

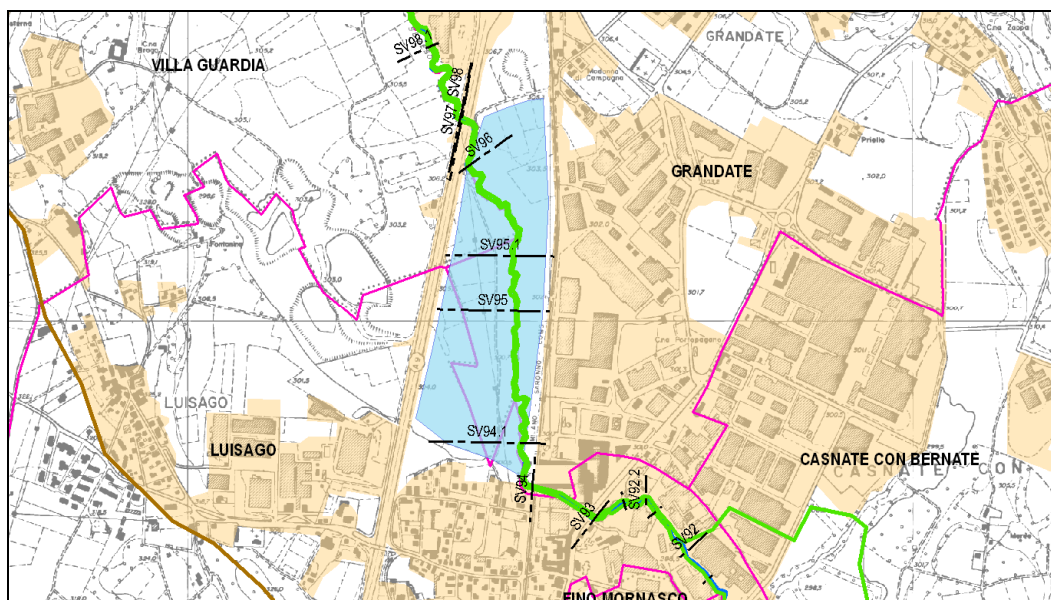


Figura 18 – Indicazione dell'area di laminazione

Tratto: da sezione SV-96 (prog. 2'678 m) a sezione SV-94 (prog. 3'744)



Bacino sotteso alla sezione di chiusura dell'invaso:  $18 \text{ km}^2$

Fondo alveo: monte 300,0 m s.m. e valle 298,0 m s.m.

Sponde: 303 ÷ 301 m s.m.

Piano campagna circostante: 302 ÷ 300 m s.m.

Quote infrastrutture limitrofe: 302.5 ÷ 301.4 m s.m. (FS), 306 ÷ 304 m s.m. (A4)

Volume onda assetto attuale per T=100 anni: monte 550'000 m<sup>3</sup> e valle 670'000 m<sup>3</sup>

Livello piena attuale per T=100 anni: monte 302,5 m s.m. e valle 300 m s.m.

Superficie area invaso (esterno all'alveo inciso): 200'000 m<sup>2</sup>

Intervento: con la realizzazione di un'opera di regolazione che innalzi il livello idrico fino alla quota di circa 301,5 m s.m. (altezza sbarramento pari a circa 5 m considerando anche il franco di 1 m), e considerando di regolarizzare il piano campagna delle aree golenali alla quota di 299.5, il volume di laminazione esterno all'alveo inciso è stimabile in circa **300'000 m<sup>3</sup>**.

Problematicità: presenza della ferrovia a lato dell'area con quote simili al piano campagna, per cui occorre realizzare delle opere di contenimento dei livelli lungo la linea ferroviaria. Attualmente l'area non è interessata da esondazioni per una piena con tempo di ritorno pari a 100 anni.

#### 6.2.1.2 Fino Mornasco / Vertemate con Minoprio / Cucciago

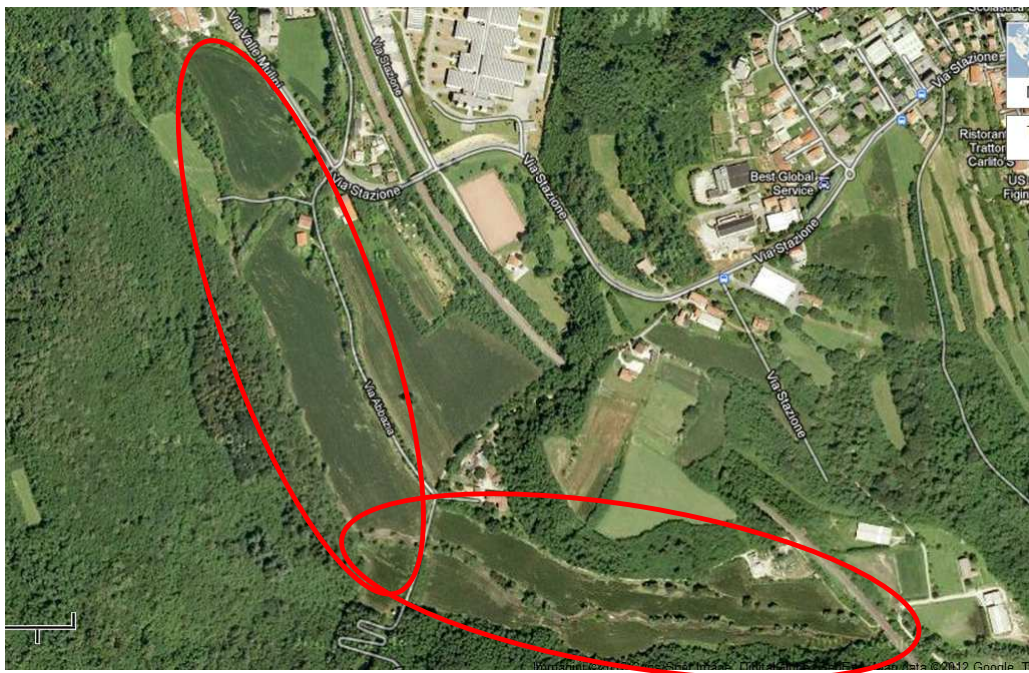
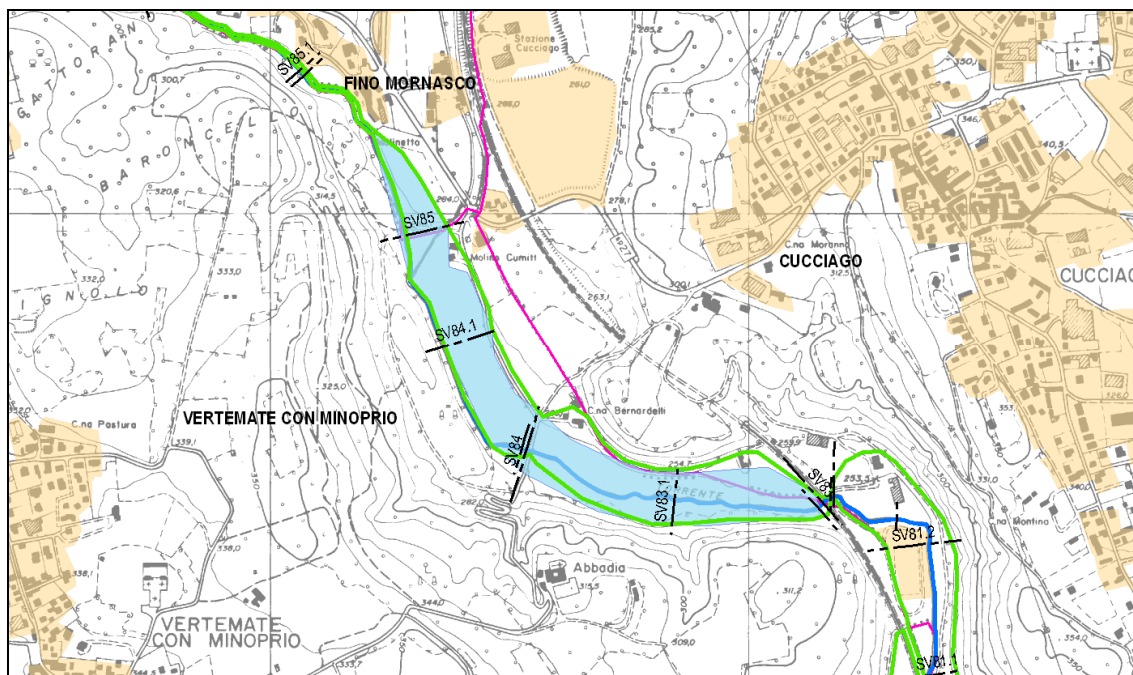


Figura 19 – Foto aerea della zona considerata



**Figura 20 – Indicazione dell'area di laminazione**

Tratto: da sezione SV-85 (prog. 8'414 m) a sezione SV-83 (prog. 9'638)

Bacino sotteso alla sezione di chiusura dell'invaso: 43 km<sup>2</sup>

Fondo alveo: monte 256,4 m s.m. e valle 251,7 m s.m.

Sponde: 256.5 ÷ 253 m s.m.

Piano campagna circostante: 255.4 ÷ 253 m s.m.

Quote infrastrutture limitrofe: a monte ponte con quota intradosso pari a 259.4 m s.m. e a metà ponte con quota intradosso a 255.5 m s.m. (prossimo ad una cascina posta a quota 256.4)

Volume onda assetto attuale per T=100 anni: monte 1'565'000 m<sup>3</sup> e valle 1'633'000 m<sup>3</sup>

Livello piena attuale per T=100 anni: monte 258.8 m s.m. e valle 254.5 m s.m.

Superficie area invaso (esterno all'alveo inciso): 100'000 m<sup>2</sup>

Intervento: con la realizzazione di due opere di regolazione che innalzino il livello idrico fino alla quota di circa 256 m s.m. nel tronco di valle tra SV-84 e SV-83 (altezza sbarramento pari a circa 5.5 m considerando anche il franco di 1 m) e 258 m s.m. nel tronco di monte tra SV85 e SV84 (altezza sbarramento pari a circa 6 m considerando anche il franco di 1 m), e considerando di regolarizzare il piano campagna delle aree golenali a quote rispettivamente pari a 253 m s.m. per il tronco di valle e 255 m s.m. per il tronco di monte, il volume di laminazione esterno all'alveo inciso è stimabile in circa **250'000 m<sup>3</sup>**. Nello *Studio-AIPo-2011* il volume di laminazione considerato in tale area era pari a circa 75'000 m<sup>3</sup>.

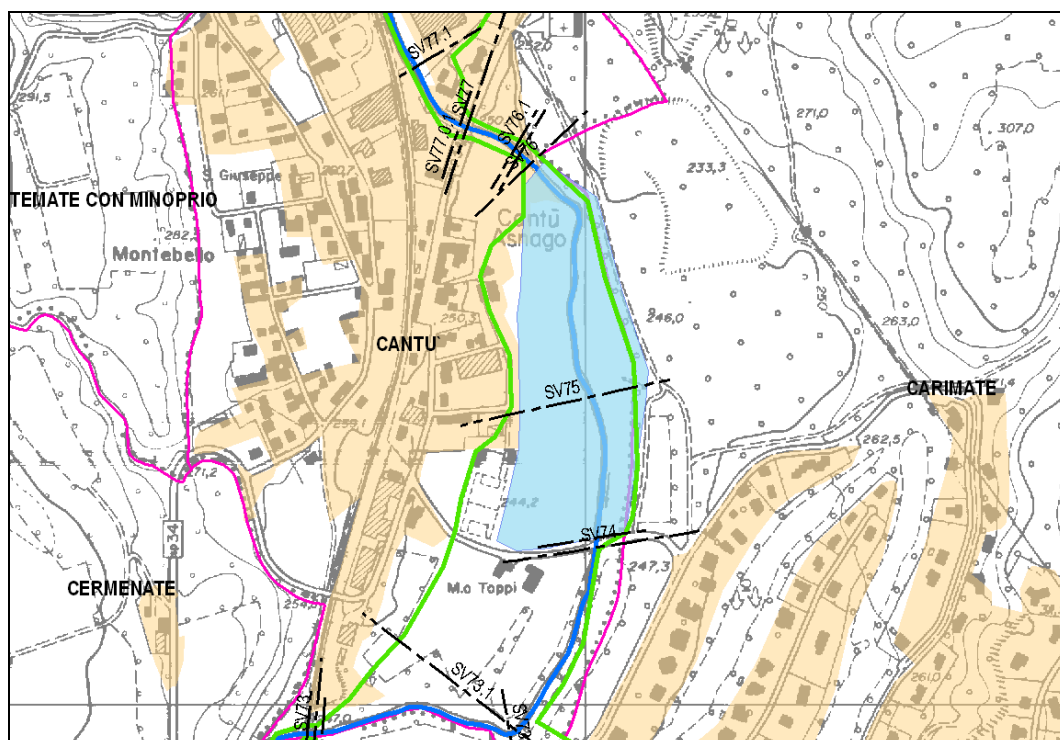


Problematicità: occorre rifare il ponte posto nella sezione SV-84 e alzare la strada al limite della golenia sinistra di circa  $1 \div 3$  m.

### 6.2.1.3 Comune di Cantù



**Figura 21 – Foto aerea della zona considerata**



**Figura 22 – Indicazione dell'area di laminazione**

Tratto: da sezione SV-76 (prog. 11'724 m) a sezione SV-74 (prog. 12'295)



Bacino sotteso alla sezione di chiusura dell'invaso: 56 km<sup>2</sup>

Fondo alveo: monte 246 m s.m. e valle 242.4 m s.m.

Sponde: da 251 a 245.2 m s.m. (argini)

Piano campagna circostante: da 249.5 a 243.4 m s.m.

Quote infrastrutture limitrofe: a monte ponte SP con quota intradosso pari a 248.6 m s.m. e a valle ponte con quota intradosso a 245.4 m s.m..

Volume onda assetto attuale per T=100 anni: 1'740'000 m<sup>3</sup> a monte e 2'080'000 m<sup>3</sup> a valle

Livello piena attuale per T=100 anni: monte 247.8 m s.m. e valle 245.7 m s.m.

Superficie area invaso (esterno all'alveo inciso): 60'000 m<sup>2</sup>

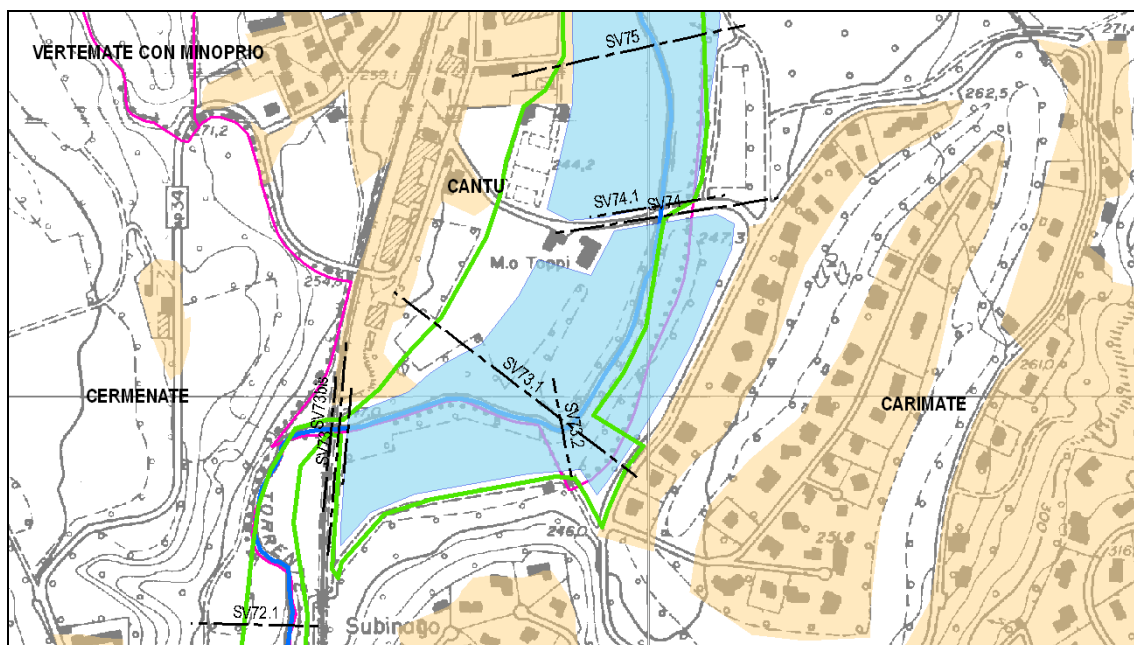
Intervento: con la realizzazione di un'opera di regolazione che innalzi il livello idrico fino alla quota di circa 247.5 m s.m. appena a monte della sezione SV-74 (altezza sbarramento pari a circa 6 m considerando anche il franco di 1 m), e considerando di regolarizzare il piano campagna dell'area golenale tra la quota 246.5 m s.m. a monte e 243 m s.m. a valle, il volume di laminazione massimo esterno all'alveo inciso è stimabile in circa **150'000 m<sup>3</sup>**. Nello *Studio-AIPo-2011* il volume di laminazione considerato in tale area era pari a circa 25'000 m<sup>3</sup>

Problematicità: occorre realizzare un'arginatura perimetrale all'area di laminazione in destra idraulica. Nell'area golenale in sponda destra è presente un corso d'acqua, per cui occorre prevedere delle opere di regolazione dello stesso in occasione di eventi di piena.

#### 6.2.1.4 Comuni di Cantù e Carimate



Figura 23 – Foto aerea della zona considerata



**Figura 24 – Indicazione dell'area di laminazione**

Tratto: da sezione SV-74 (prog. 12'295) a sezione SV-73 (prog. 12'878)

Bacino sotteso alla sezione di chiusura dell'invaso: 57 km<sup>2</sup>

Fondo alveo: monte 242.4 m s.m. e valle 240.15 m s.m.

Sponde: da 244 a 242.5 m s.m. (argini)

Piano campagna circostante: da 242.8 a 242.0 m s.m.

Quote infrastrutture limitrofe: a monte ponte con quota intradosso pari a 245.4 m s.m. e a valle ponte FS con quota intradosso a 244.7 m s.m. Linea ferroviaria a quota 246.6 m s.m..

Volume onda assetto attuale per T=100 anni: 2'100'000 m<sup>3</sup>

Livello piena attuale per T=100 anni: monte 244.7 m s.m. e valle 243.3 m s.m.

Superficie area invaso (esterno all'alveo inciso): 75'000 m<sup>2</sup>

Intervento: con la realizzazione di un'opera di regolazione che innalzi il livello idrico fino alla quota di circa 244.0 m s.m. appena a monte della sezione SV-73 (altezza sbarramento pari a circa 5 m considerando anche il franco di 1 m), e considerando di regolarizzare il piano campagna dell'area golenale ad una quota pari a 241 m s.m., il volume di laminazione massimo esterno all'alveo inciso è stimabile in circa **180'000 m<sup>3</sup>**. Nello *Studio-AIPo-2011* il volume di laminazione considerato in tale area era pari a circa 15'000 m<sup>3</sup>

Problematicità: occorre realizzare un'arginatura perimetrale all'area di laminazione. Nell'area

golenale in sponda destra è presente un corso d'acqua, per cui occorre prevedere delle opere di regolazione dello stesso in occasione di eventi di piena. Presenza di azienda agricola.

#### 6.2.1.5 Comuni di Carimate e Cermenate



Figura 25 – Foto aerea della zona considerata

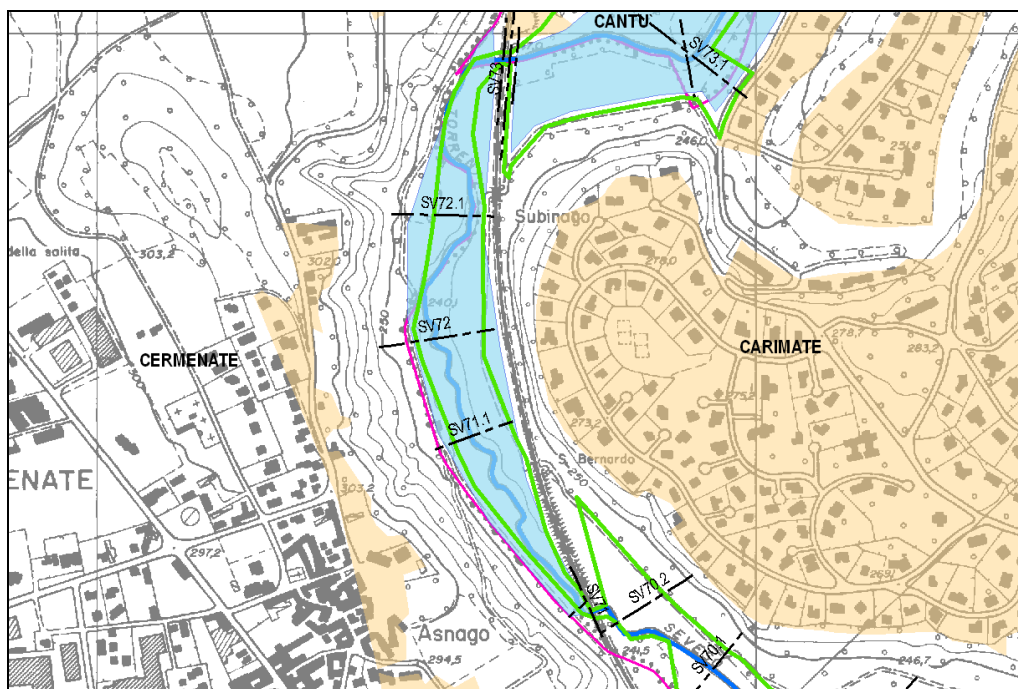


Figura 26 – Indicazione dell'area di laminazione



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

Tratto: da sezione SV-73 (prog. 12'878) a sezione SV-71 (prog. 13'948)

Bacino sotteso alla sezione di chiusura dell'invaso: 58 km<sup>2</sup>

Fondo alveo: monte 240.15 m s.m. e valle 236 m s.m.

Sponde: da 246.5 a 241 m s.m.

Piano campagna circostante: da 245 a 238.0 m s.m.

Quote infrastrutture limitrofe: a monte ponte FS con quota intradosso pari a 244.7 m s.m. e a valle ponte FS con quota intradosso a 240 m s.m. Linea ferroviaria tra quota 246.6 m s.m. e 242.5 m s.m..

Volume onda assetto attuale per T=100 anni: 2'180'000 m<sup>3</sup>

Livello piena attuale per T=100 anni: monte 243.3 m s.m. e valle 239.2 m s.m.

Superficie area invaso (esterno all'alveo inciso): 60'000 m<sup>2</sup>

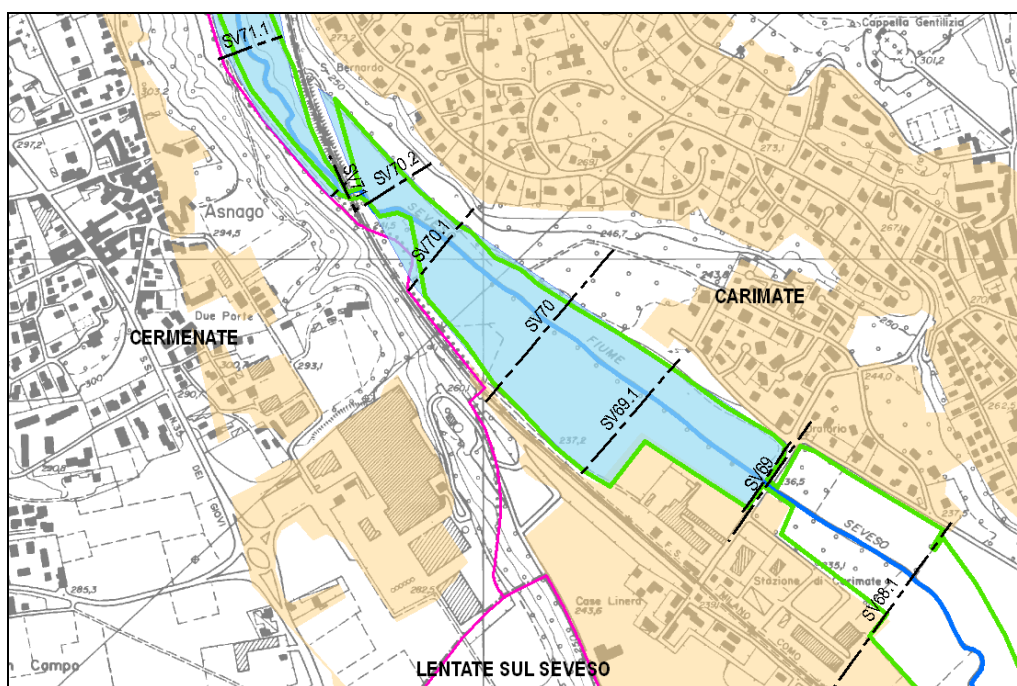
Intervento: con la realizzazione di un'opera di regolazione che innalzi il livello idrico fino alla quota di circa 241.5 m s.m. appena a monte della sezione SV-71 (altezza sbarramento pari a circa 6.5 m considerando anche il franco di 1 m), e considerando di regolarizzare il piano campagna dell'area golenale tra la quota 240 m s.m. a monte e 238 m s.m. a valle, il volume di laminazione massimo esterno all'alveo inciso è stimabile in circa **150'000 m<sup>3</sup>**.

Problematicità: innalzamento in quota della strada posta al limite esterno dell'area golenale in destra idraulica.

### 6.2.1.6 Comune di Carimate



**Figura 27 – Foto aerea della zona considerata**



**Figura 28 – Indicazione dell'area di laminazione**

Tratto: da sezione SV-71 (prog. 13'948) a sezione SV-69 (prog. 14'914)

Bacino sotteso alla sezione di chiusura dell'invaso: 60 km<sup>2</sup>

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

Fondo alveo: monte 236 m s.m. e valle 234 m s.m.

Sponde: da 238.3 a 236.3 m s.m.

Piano campagna circostante: da 238.4 a 236.0 m s.m.

Quote infrastrutture limitrofe: a monte ponte FS con quota intradosso pari a 240 m s.m. e a valle ponte con quota intradosso a 237.1 m s.m. Linea ferroviaria tra quota 242 m s.m. e 239.6 m s.m.. Strada al limite della golenale destra tra quota 239 e 237.3 m s.m.

Volume onda assetto attuale per T=100 anni: 2'250'000 m<sup>3</sup>

Livello piena attuale per T=100 anni: monte 238.7 m s.m. e valle 236.6 m s.m.

Superficie area invaso (esterno all'alveo inciso): 140'000 m<sup>2</sup>

Intervento: con la realizzazione di un'opera di regolazione che innalzi il livello idrico fino alla quota di circa 238.5 m s.m. appena a monte della sezione SV-69 (altezza sbarramento pari a circa 5.5 m considerando anche il franco di 1 m), e considerando di regolarizzare il piano campagna dell'area golenale tra la quota 237 m s.m. a monte e 235 m s.m. a valle, il volume di laminazione massimo esterno all'alveo inciso è stimabile in circa **300'000 m<sup>3</sup>**. Nello *Studio-AIPo-2011* il volume di laminazione considerato in tale area era pari a circa 80'000 m<sup>3</sup>.

Problematicità: innalzamento in quota della strada posta al limite esterno dell'area golenale in destra idraulica.



## 6.2.2 Asta T. Certesa, T. Terrò, R. Vecchia

### 6.2.2.1 Comune di Mariano Comense – T. Terrò

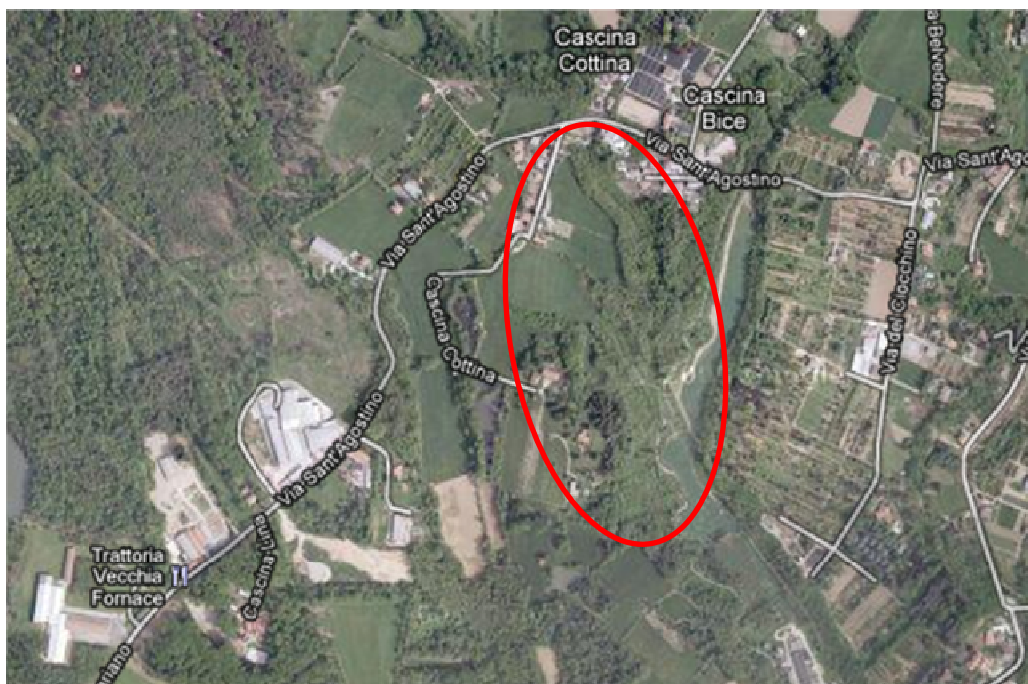


Figura 29 – Foto aerea della zona considerata

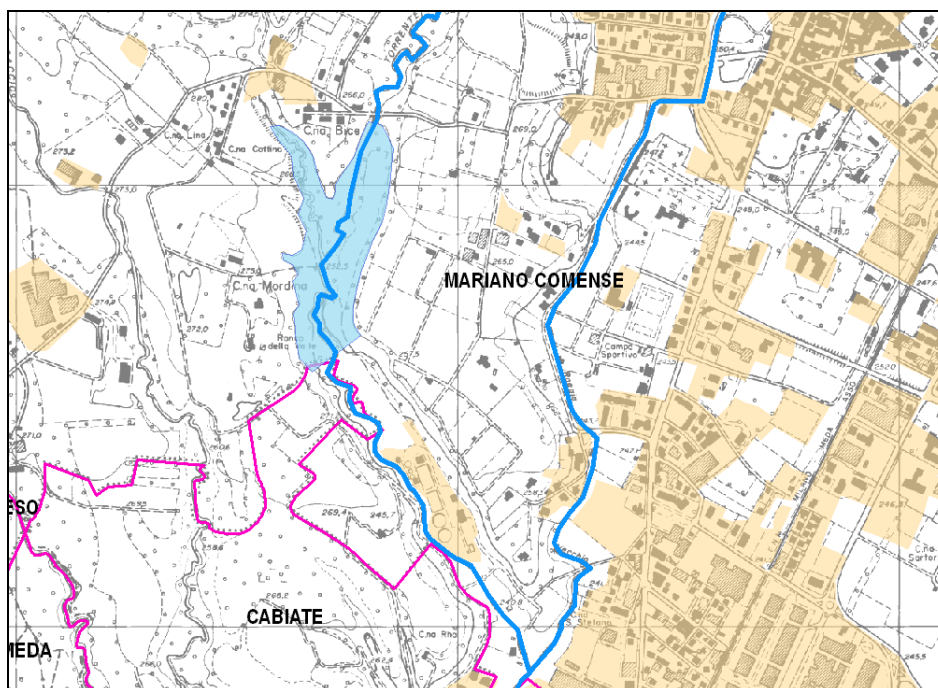


Figura 30 – Indicazione dell'area di laminazione

Bacino sotteso alla sezione di chiusura dell'invaso: 16 km<sup>2</sup>

Fondo alveo: monte 260 m s.m. e valle 247 m s.m.

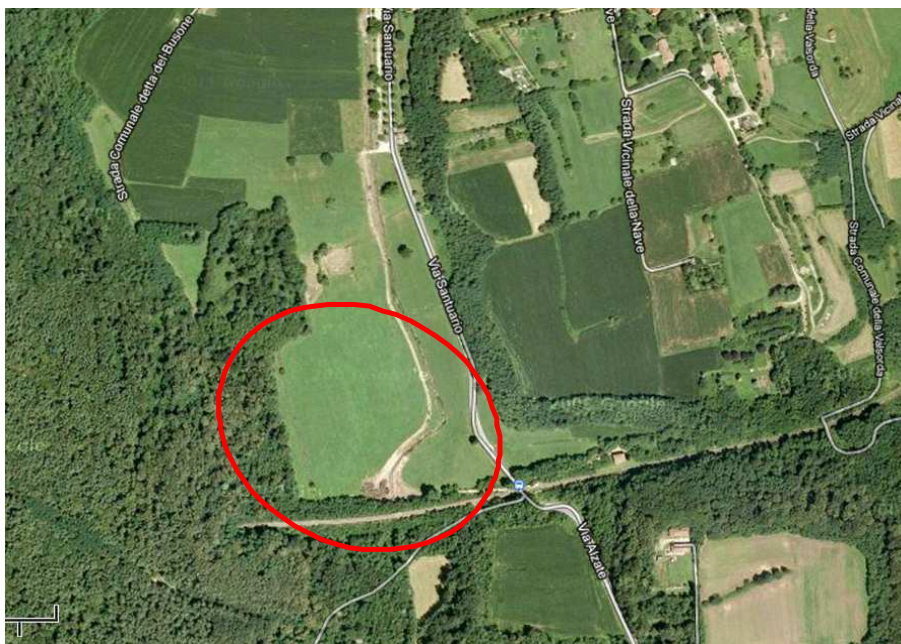
Volume onda: 565'000 m<sup>3</sup>

Superficie area invaso : 80'000 m<sup>2</sup> (a quota 260 m s.m.) e 5'000 m<sup>2</sup> (a quota 250 m s.m.)

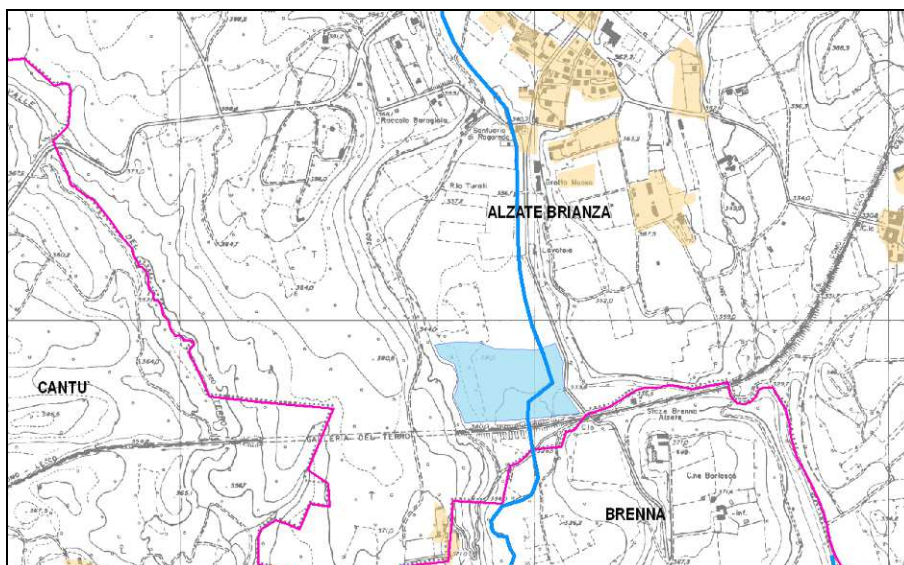
Intervento: con la realizzazione di un'opera di regolazione (diga) che innalzi il livello idrico fino alla quota di circa 260 m s.m. (altezza opera pari a circa 13 m), il volume di laminazione ottenibile è stimabile in circa **400'000 m<sup>3</sup>**

Problematicità: occorre condurre tutti i necessari approfondimenti soprattutto di carattere geologico/geotecnico, oltre che naturalistico/ambientale, per verificare la reale fattibilità tecnica dell'intervento e per riscontrare la validità in termini di confronto costi (diretti e indiretti) / benefici.

#### 6.2.2.2 Comune di Agrate Brianza – R. Vecchia



**Figura 31 – Foto aerea della zona considerata**



**Figura 32 – Indicazione dell'area di laminazione**

Bacino sotteso alla sezione di chiusura dell'invaso: 14.7 km<sup>2</sup>

Portata di piena in ingresso all'invaso (studio TEI): 27 m<sup>3</sup>/s (T=100 anni)

Intervento: è stata prevista (studio TEI – 1999) un'opera di laminazione pari a **200'000 m<sup>3</sup>**

#### 6.2.2.3 Altre considerazioni riguardanti il bacino del T. Certesa

Per quanto riguarda la porzione del bacino del T. Certesa a monte di Meda (T. Terrò + Roggia Vecchia + altri affluenti minori), si osserva che ad eccezione del T. Terrò (ove si è prima ipotizzata la realizzazione di un invaso di laminazione mediante realizzazione di uno sbarramento) e della R. Vecchia (ove esiste la laminazione a Carugo e ne è prevista un'altra ad Agrate Brianza) non si ritiene percorribile la realizzazione di altri manufatti di invaso, in quanto il reticolo è articolato in molteplici corsi d'acqua, per cui occorrerebbe realizzare molti piccoli invasi, con scarsa efficacia e notevoli problemi gestionali (v. Figura 33).

Per quanto riguarda, invece, la porzione di bacino del T. Certesa a valle di Meda, non esistono aree libere da poter destinare alla realizzazione di un invaso di laminazione. Infatti, l'unica area libera da urbanizzazioni sarebbe quella dove nel 1976 si è verificato il gravissimo incidente nell'azienda ICMESA, che provocò la fuoriuscita di una nube di diossina (v. Figura 34).



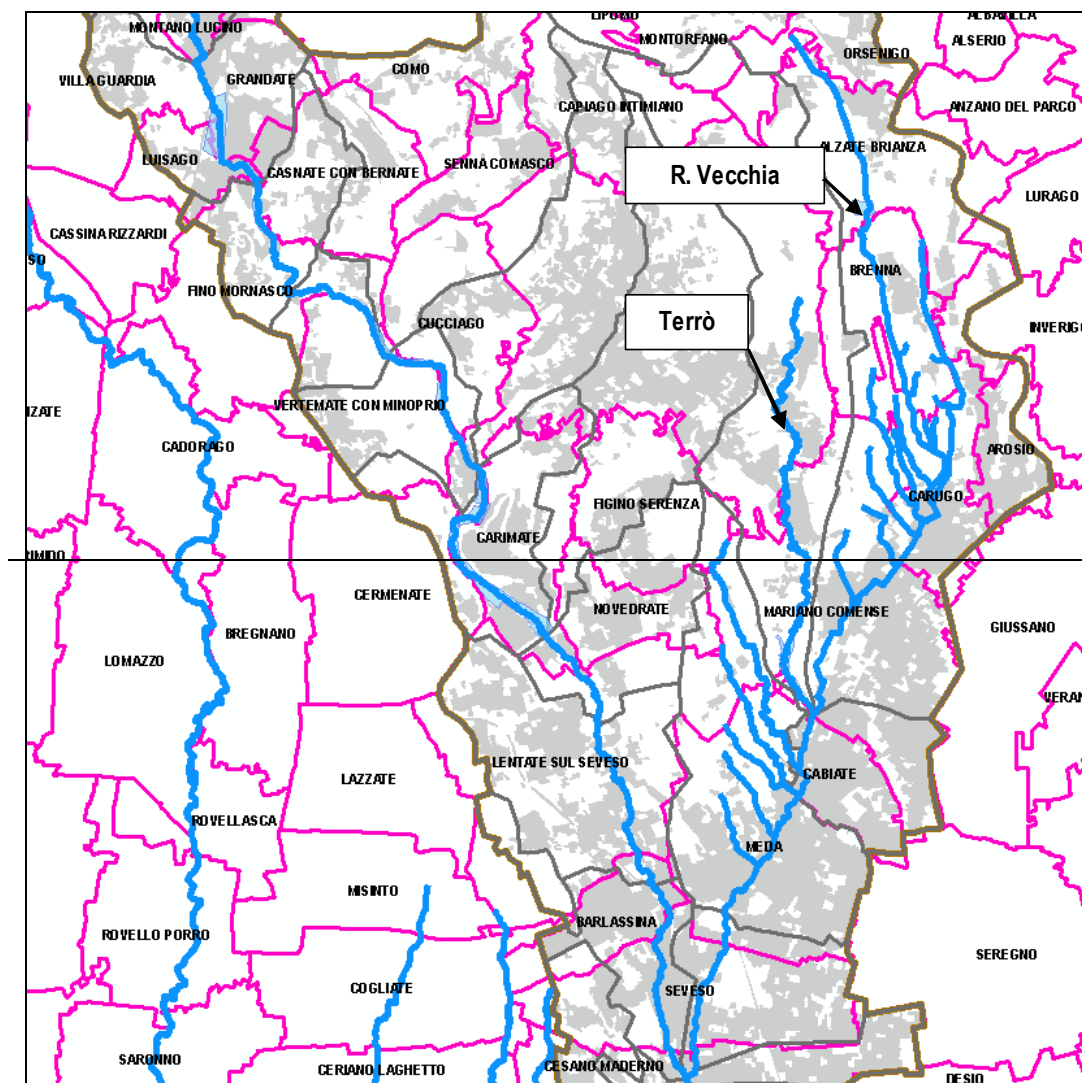
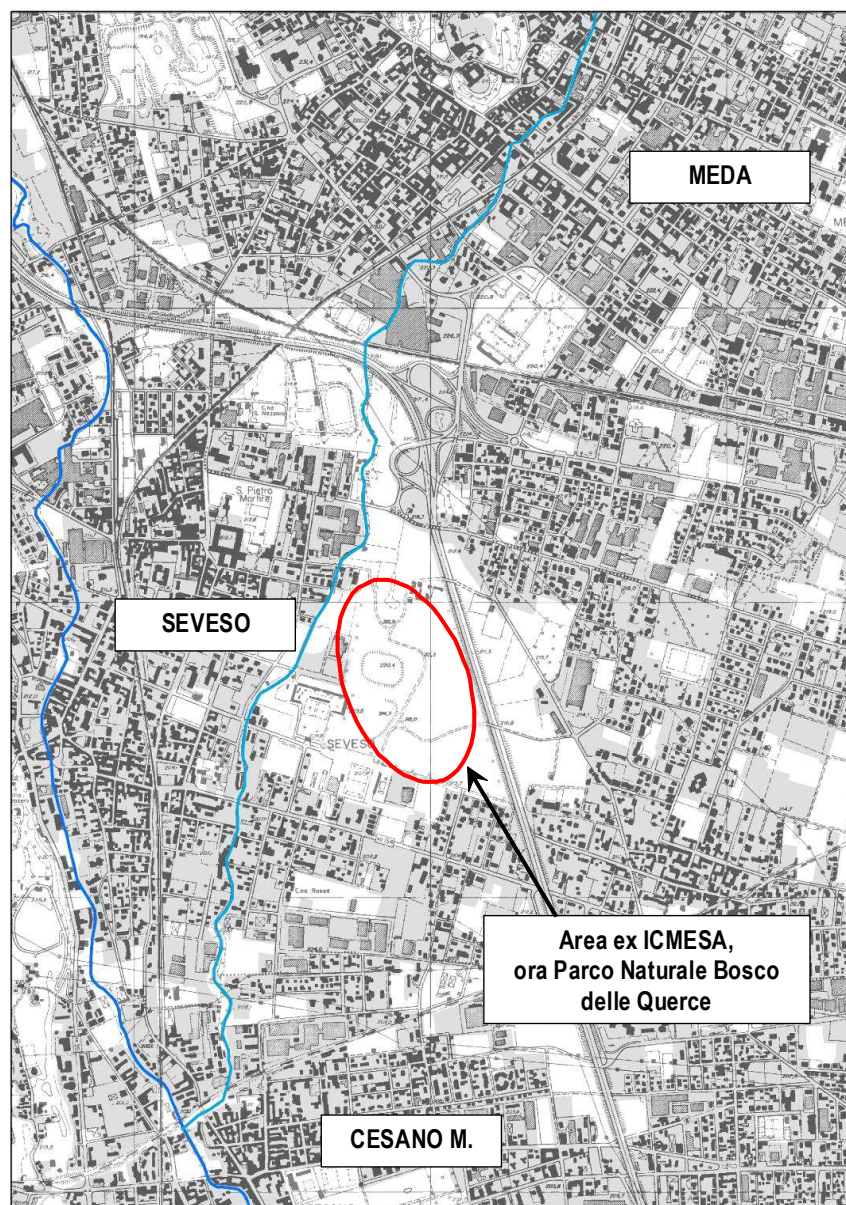


Figura 33 – Planimetria aste R. Vecchia e T. Terrò



**Figura 34 – T. Certesa tra Meda e la confluenza in Seveso con indicata l’area dell’ex-ICMESA, ora Parco Naturale Bosco delle Querce**

### 6.2.3 Conclusioni

Le analisi condotte per individuare ulteriori opere di laminazione sul T. Seveso e sul T. Certesa e suoi affluenti, attraverso la realizzazione o di opere di regolazione in alveo in grado di incrementare i livelli di piena per massimizzare la laminazione nelle aree golenali, o di vere e proprie dighe (sul T. Terrò), ha portato ad individuare un volume di laminazione complessivo pari a circa  $2 \text{ Mm}^3$ , come emerge dalla tabella di sintesi sotto riportata.

N.	Laminazione	Volume [mc]
1	T. Seveso (Villa Guardia/Grandate/Luisago)	300'000
2	T. Seveso (Fino Mornasco/Vertemate con Minoprio/Cucciago)	250'000
3	T. Seveso (Cantù)	150'000
4	T. Seveso (Cantù/Carimate)	180'000
5	T. Seveso (Carimate/Cermenate)	150'000
6	T. Seveso (Carimate)	300'000
7	R. Vecchia (Agrate Brianza)	200'000
8	T. Terrò (Mariano Comense)	425'000
	<b>Totale</b>	<b>1'955'000</b>

Si segnala la necessità che, qualora alcune delle soluzioni sopra prospettate siano di interesse da parte degli Enti coinvolti, occorre effettuare tutti i necessari approfondimenti per verificare la loro reale fattibilità. In particolare, gli approfondimenti dovranno essere associati alle tematiche inserite nei vigenti atti pianificatori a scala di Autorità di Bacino, Regione, Province e Comuni, oltre alle tematiche di tipo ambientale e geologico/geotecnico specifiche, nonché quelle inerenti il confronto costi (diretti e indiretti) / benefici.

Tali opere, qualora fossero tutte realmente fattibili, potrebbero portare ad una riduzione, in termini di volume e superficie, delle quattro opere di laminazione in scavo, caratterizzate da complessivi 4'300'000 m<sup>3</sup>, previste come strategiche nell'ambito dello *Studio-AIPo- 2011*.




Tuttavia occorre tenere presenti sia i limitati volumi di invaso di alcune delle sopracitate laminazioni, aventi entità trascurabile rispetto alla complessiva necessità di laminazione di circa 4 Mm<sup>3</sup> del Seveso alla sezione di Palazzolo, sia che l'introduzione nell'assetto di progetto di un numero consistente di opere di laminazione implica, senza dubbio, un maggior onere gestionale e manutentivo.

Pertanto, si ritiene **che i suddetti invasi non possano sostituire i quattro invasi di laminazione previsti nello Studio-AIPo-2011, ma possano eventualmente contribuire ad una rimodulazione ed ottimizzazione degli stessi, in relazione a quelli di essi che dovessero risultare realmente fattibili.**

### 6.3 INTERVENTO DI DISMISSIONE DEL DEPURATORE DI VAREDO CON CONSEGUENTE COLLETTAMENTO DELLE ACQUE AL DEPURATORE DI PERO

In data dicembre 2010 la società IANOMI S.p.A., gestore del sistema di collettamento e



	A.T.P.: 	Studio Associato di Geologia Spada		Consulenti: Prof. Dott. V. Mezzanotte
---	--	---------------------------------------	--	---

depurazione di diversi comuni posti all'interno del bacino del Seveso, ha condotto uno studio di fattibilità relativo alla *“Dismissione depuratore di Varedo - collettamento acque al depuratore di Pero”*. Lo studio, oltre a prevedere di trasferire i reflui trattati attualmente a Varedo all'impianto di Pero attraverso la realizzazione di un collettore interrato (diametro pari a 1,2 m, lunghezza pari a 8'180 m e pendenza media 2‰), prevede di realizzare nell'area dell'impianto di Varedo una vasca di prima pioggia da 13'500 m<sup>3</sup> e una vasca volano da 34'750 m<sup>3</sup>. Tali interventi potranno consentire di ridurre le portate scaricate nel Seveso dal sistema di drenaggio urbano di un valore pari a circa 5 m<sup>3</sup>/s, somma della riduzione della portata di 1,2 m<sup>3</sup>/s in seguito alla dismissione degli scarichi urbani nel Seveso (portate nere diluite), e degli effetti di laminazione delle portate meteoriche veicolate dai collettori consortili, pari a 3,2 m<sup>3</sup>/s.

Il volume del collettore in progetto è pari a 9'250 m<sup>3</sup>. Ipotizzando di incrementare il diametro della tubazione, passando ad esempio da 1,2 a 2 m (con notevoli problemi realizzativi in ragione delle interferenze e del livello di urbanizzazione del territorio), il volume del collettore sarebbe pari a circa 25'000 m<sup>3</sup>. Ipotizzando, per assurdo, di poter utilizzare come laminazione anche tale volumetria (in realtà il collettore serve per convogliare le portate nere al depuratore di Pero), si passerebbe ad un volume di invaso complessivo (vasche + collettore) pari a circa 73'000 m<sup>3</sup>, che rappresenta solo l'1,6% del volume di laminazione necessario per raggiungere l'assetto di progetto del T. Seveso (pari a 4,4 Mm<sup>3</sup>).

L'intervento di *“Dismissione depuratore di Varedo - collettamento acque al depuratore di Pero”*, pur non rappresentando un contributo significativo alla soluzione delle esondazioni prodotte dal Seveso, potrebbe comunque rappresentare un passo significativo nell'approccio al problema secondo il quale una parziale limitazione delle portate di piena del corso d'acqua si possa ottenere anche attraverso diversi interventi di contenimento degli afflussi al ricettore naturale, con invasi diffusi sul territorio utili ad una soluzione globale e risolutiva.

## 7. INVASO DI LAMINAZIONE DI SENAGO. ANALISI DELLA FREQUENZA DI UTILIZZO E DEGLI EFFETTI INDOTTI IN TERMINI DI RIDUZIONE DELLE ESONDAZIONI A MILANO

In approfondimento rispetto a quanto già presentato nello *Studio-AIPo-2011* e tenendo conto dell'importanza prioritaria della vasca di laminazione di Senago, gli scriventi professionisti hanno condotto ulteriori analisi volte a definire la frequenza dei processi di invaso di tale vasca, nonché gli effetti da essa prodotti in termini di riduzione dell'onda di piena verso Milano. In tali analisi si è ipotizzata l'assenza delle altre opere di laminazione previste nello *Studio-AIPo-2011*.

Le modellazioni qui esposte sono state effettuate sulla base sia di eventi reali che di eventi di riferimento progettuale per diversi tempi di ritorno.

Le simulazioni effettuate sugli eventi reali consentono di evitare le approssimazioni legate alle ricostruzioni modellistiche afflussi – deflussi, ma non consentono di attribuire un valore probabilistico all'evento volta per volta preso in considerazione. Tali simulazioni sono state impostate sia sulle registrazioni idrometriche disponibili avvenute nel corso degli stessi, sia sull'utilizzo del modello idrologico-idraulico del T. Seveso tarato con alcuni eventi reali.

Al contrario, le simulazioni impostate sulla ricostruzione modellistica di eventi di riferimento progettuale per diversi tempi di ritorno consente di esaminare il comportamento delle opere in eventi “teorici”, quindi privi della variabilità tipica degli eventi reali, ma correlati alla scala probabilistica di rischio.

Si ritiene pertanto che i risultati ottenuti e qui presentati con entrambe queste metodologie offrano un quadro abbastanza esauriente della frequenza di invaso della vasca di Senago e dei benefici che la stessa può determinare.

### 7.1 ANALISI EVENTI REALI

L'analisi degli eventi reali è stata effettuata considerando quelli verificatisi negli ultimi anni (2010, 2011 e 2012)<sup>1</sup>, i quali sono stati caratterizzati da un notevole numero di eventi meteorici che hanno causato esondazioni in Comune di Milano:

➤ 2010 (n. 8 esondazioni): 3 maggio, 14 maggio, 23 luglio, 5 agosto, 12 agosto, 18

---

<sup>1</sup> Siamo in attesa di ricevere i dati per il periodo precedente al 2010. Non appena avremo a disposizione tali dati, le analisi sugli eventi reali verranno integrate.

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

settembre, 1 novembre, 16 novembre;

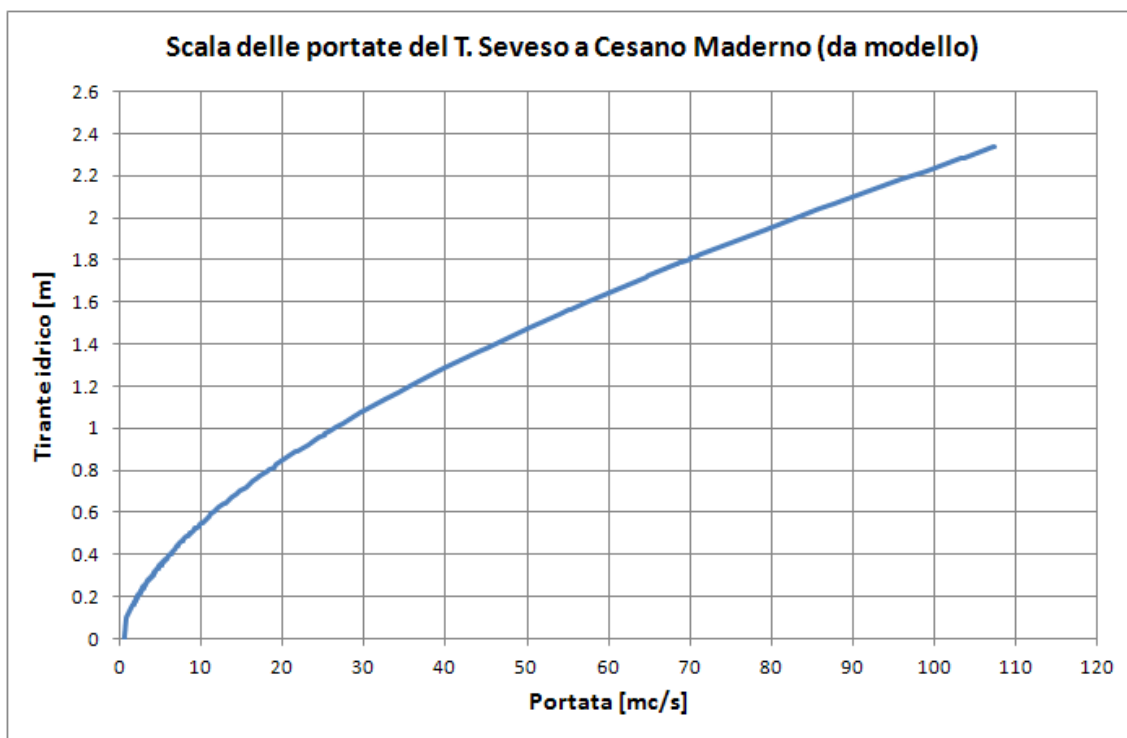
- 2011 (n. 2 esondazioni): 27 maggio, 6 agosto;
- 2012 (n. 1 esondazione): 12 settembre.

Si tratta quindi di un campione abbastanza rappresentativo della varietà degli eventi di piena che si formano nel Seveso, dal momento che in esso sono compresi, accanto ad eventi di modesta importanza, anche eventi molto rilevanti come quello dl 18 settembre 2010 che ha determinato gravissimi allagamenti e danni a Milano.

Per l'analisi degli eventi reali si è seguita la seguente procedura:

- per ogni evento si è ricostruito l'andamento delle portate del T. Seveso in prossimità della presa del C.S.N.O.; tale operazione è stata effettuata con due approcci differenti:
  1. per gli eventi verificatisi nel periodo tra settembre e dicembre 2010 si è utilizzato il modello idrologico-idraulico del T. Seveso, implementato nell'ambito dello *Studio-AIPo-2011* e tarato con tali eventi, di cui si disponeva sia delle misure di precipitazione in n. 5 pluviometri (Como Villageno, Vertemate con Minoprio, Cantù Asnago, Mariano Comense e Palazzolo) sia delle altezze idrometriche in corrispondenza di n. 3 idrometri (Cantù Asnago, Cesano Maderno e Palazzolo);
  2. per gli altri eventi sono stati considerati i livelli idrometrici registrati presso l'idrometro di Cesano Maderno (T. Seveso), e si è proceduto nel modo seguente:
    - dal modello idrologico-idraulico implementato nell'ambito dello *Studio-AIPo-2011* si è ricavata la scala delle portate in corrispondenza della sezione dove è ubicato l'idrometro di Cesano Maderno (v. Figura 35);





**Figura 35 – Scala delle portate del T. Seveso a Cesano Maderno ricavata del modello idraulico dello Studio-AIPo-2011**

- attraverso le letture idrometriche e la suddetta scala delle portate si sono ricavati gli idrogrammi di portata defluenti in corrispondenza dell'idrometro di Cesano Maderno;
  - considerando le superfici dei bacini sottesi dall'idrometro di Cesano Maderno (circa 170 km<sup>2</sup>) e dalla sezione di presa del CSNO (circa 190 km<sup>2</sup>) e applicando la similitudine idrologica, si sono ricavati gli idrogrammi di portata del T. Seveso a Palazzolo (presa CSNO).
- gli idrogrammi così ottenuti per i diversi eventi sono stati confrontati con l'attuale portata derivabile nel CSNO (30 m<sup>3</sup>/s) e con quella di progetto (60 m<sup>3</sup>/s);
- si è valutata l'entità, in termini di volume, della porzione di idrogramma compreso tra 30 e 60 m<sup>3</sup>/s, che corrisponde alla porzione dell'evento che può essere recapitata nella vasca di laminazione di Senago;
- si è determinata la portata che prosegue a valle della paratoia di Palazzolo, verso Milano, sottraendo all'idrogramma ricavato a Palazzolo la portata che può essere immessa nel CSNO ( $Q \leq 30 \text{ m}^3/\text{s}$  e  $30 \text{ m}^3/\text{s} < Q \leq 60 \text{ m}^3/\text{s}$  fino al raggiungimento del volume massimo

d'invaso 1'000'000 m<sup>3</sup> previsto per la vasca di Senago);

- dai dati così ottenuti si è potuto valutare, per ciascun evento, l'entità del volume che si sarebbe potuto laminare nella vasca di laminazione di Senago e il conseguente beneficio verso Milano.

Di seguito si riportano le analisi condotte per ciascuno degli eventi sopra riportati.

Nei successivi grafici, oltre all'idrogramma del Seveso a Palazzolo, sono riportati i livelli registrati nel CSNO e a Milano – Niguarda, i quali sono stati utilizzati per verificare la presenza di situazioni di criticità. In particolare, quando il livello idrometrico nel CSNO assume valori maggiori di 2 m significa che la portata che è stata deviata dal Seveso nel CSNO è prossima a 30 m<sup>3</sup>/s, mentre quando il livello idrometrico nel Seveso a Niguarda assume valori prossimi a 2,5÷3,0 m significa che sono presenti situazioni di criticità (esondazione o funzionamento in pressione del tratto tombinato del T. Seveso) e pertanto la portata del T. Seveso a Milano è prossima, o superiore, a 40 m<sup>3</sup>/s (attuale capacità del tratto tombinato del T. Seveso).

### **7.1.1 Analisi evento 3 maggio 2010**

Nella figura seguente sono riportati: l'idrogramma delle portate calcolato in corrispondenza della sezione di Palazzolo del T. Seveso (opera di presa del CSNO), le soglie della portata limite di derivazione dal Seveso nel CSNO (30 m<sup>3</sup>/s allo stato attuale e 60 m<sup>3</sup>/s nell'assetto di progetto), l'andamento dei livelli registrati nel CSNO a Senago e del Seveso nel tratto tombinato di via Valfurva.

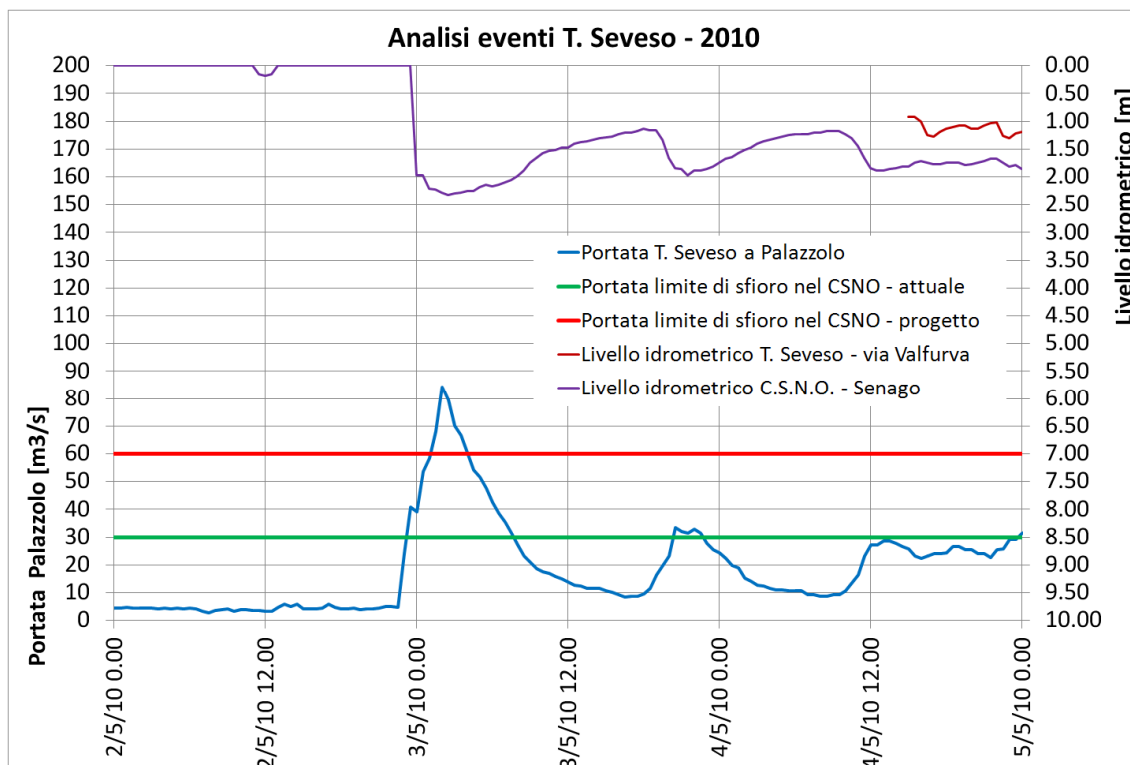


Figura 36 – Analisi evento 3 maggio 2010

Sottraendo dall'idrogramma del T. Seveso a Palazzolo la portata di  $30 \text{ m}^3/\text{s}$ , deviata nel CSNO, la portata del Seveso a valle dell'opera di presa assume un valore al colmo pari a circa  $55 \text{ m}^3/\text{s}$ . Tale valore, oltre all'apporto meteorico<sup>2</sup> del bacino residuo ( $44 \text{ km}^2$  totali, di cui 24 contribuenti), ha indotto fenomeni di esondazione in Comune di Milano. Secondo i dati forniti dal comune, la durata dell'esondazione è stata pari a circa 2 ore.

Il volume dell'idrogramma compreso tra  $30$  e  $60 \text{ m}^3/\text{s}$  è pari a circa  $600'000 \text{ m}^3$  (minore del volume della vasca di laminazione di Senago). Pertanto, se la vasca di laminazione di Senago fosse stata già in esercizio, la portata al colmo del Seveso a valle dell'opera di presa sarebbe stata ridotta a circa  $25 \text{ m}^3/\text{s}$ .

In questo caso è verosimile ipotizzare che, in presenza della vasca di laminazione di Senago, si sarebbe potuto evitare l'esondazione a Milano, oppure questa sarebbe stata notevolmente attenuata.

<sup>2</sup> La precipitazione registrata al pluviometro Parco Nord è pari a  $56 \text{ mm}$  con intensità massima di  $18 \text{ mm/ora}$



### 7.1.2 Analisi evento 14 maggio 2010

Nella figura seguente sono riportati: l'idrogramma delle portate calcolato in corrispondenza della sezione di Palazzolo del T. Seveso (opera di presa del CSNO), la soglia della portata limite di derivazione dal Seveso nel CSNO (stato attuale e assetto di progetto), l'andamento dei livelli registrati nel CSNO a Senago e del Seveso nel tratto tombinato di via Valfurva.

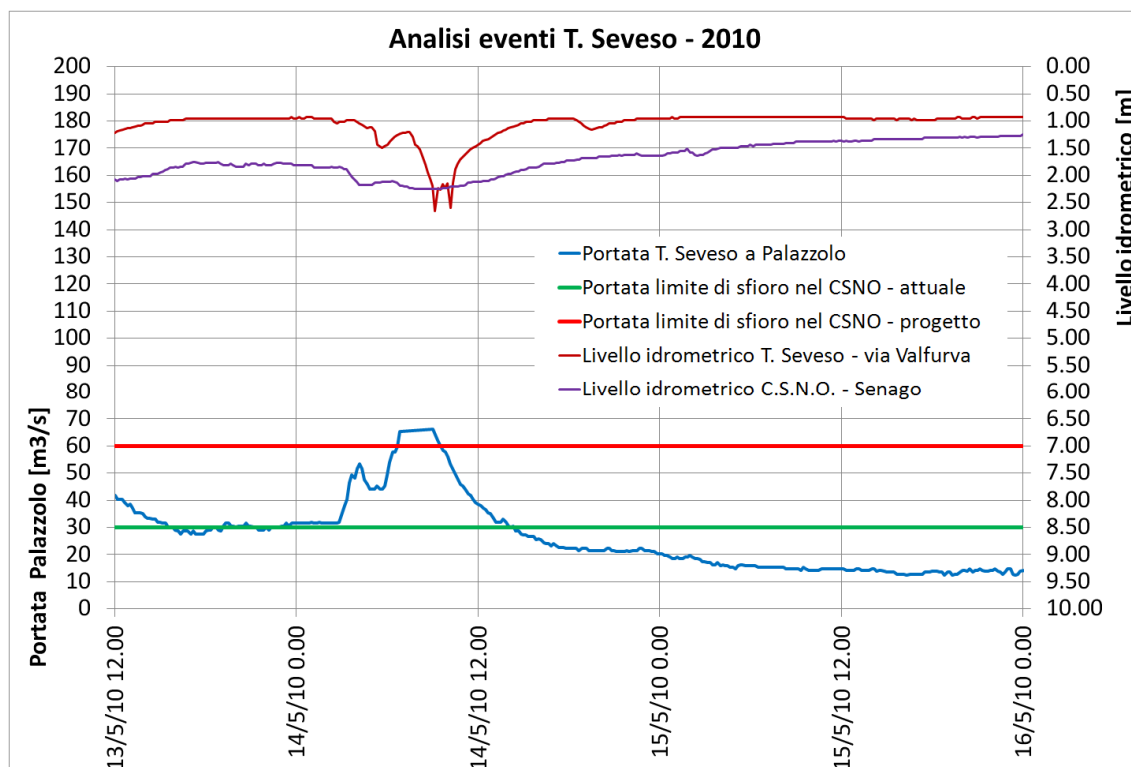


Figura 37 – Analisi evento 14 maggio 2010

Sottraendo dall'idrogramma del T. Seveso a Palazzolo la portata di 30 m<sup>3</sup>/s, deviata nel CSNO, la portata del Seveso a valle dell'opera di presa assume un valore al colmo pari a circa 35 m<sup>3</sup>/s. Tale valore, oltre all'apporto meteorico<sup>3</sup> del bacino residuo (44 km<sup>2</sup> totali, di cui 24 contribuenti), ha indotto fenomeni di esondazione in Comune di Milano. Secondo i dati forniti dal comune, la durata dell'esondazione è stata pari a circa 1 ora.

Il volume dell'idrogramma compreso tra 30 e 60 m<sup>3</sup>/s è pari a circa 500'000 m<sup>3</sup> (minore del volume della vasca di laminazione di Senago). Pertanto, , se la vasca di laminazione di Senago fosse stata già in esercizio, la portata al colmo del Seveso a valle dell'opera di presa sarebbe stata ridotta a

<sup>3</sup> La precipitazione registrata al pluviometro Parco Nord è pari a 11 mm con intensità massima di 8 mm/ora

circa 5 m<sup>3</sup>/s.

In questo caso è verosimile ipotizzare che, in presenza della vasca di laminazione di Senago, si sarebbe potuto evitare l'esondazione a Milano.

In realtà, tale evento meteorico non era isolato, ma come mostrato nella figura seguente, esso era il terzo in altrettanti giorni. Il volume degli altri eventi, che avrebbero interessato la vasca di laminazione di Senago, sono stati rispettivamente pari a 330'000 m<sup>3</sup> e 770'000 m<sup>3</sup>. Pertanto è possibile che per l'ultimo evento, quello del 14 maggio, che ha indotto esondazioni in Comune di Milano, la vasca di Senago potesse essere ancora piena, e pertanto non si sarebbe potuta evitare l'esondazione.

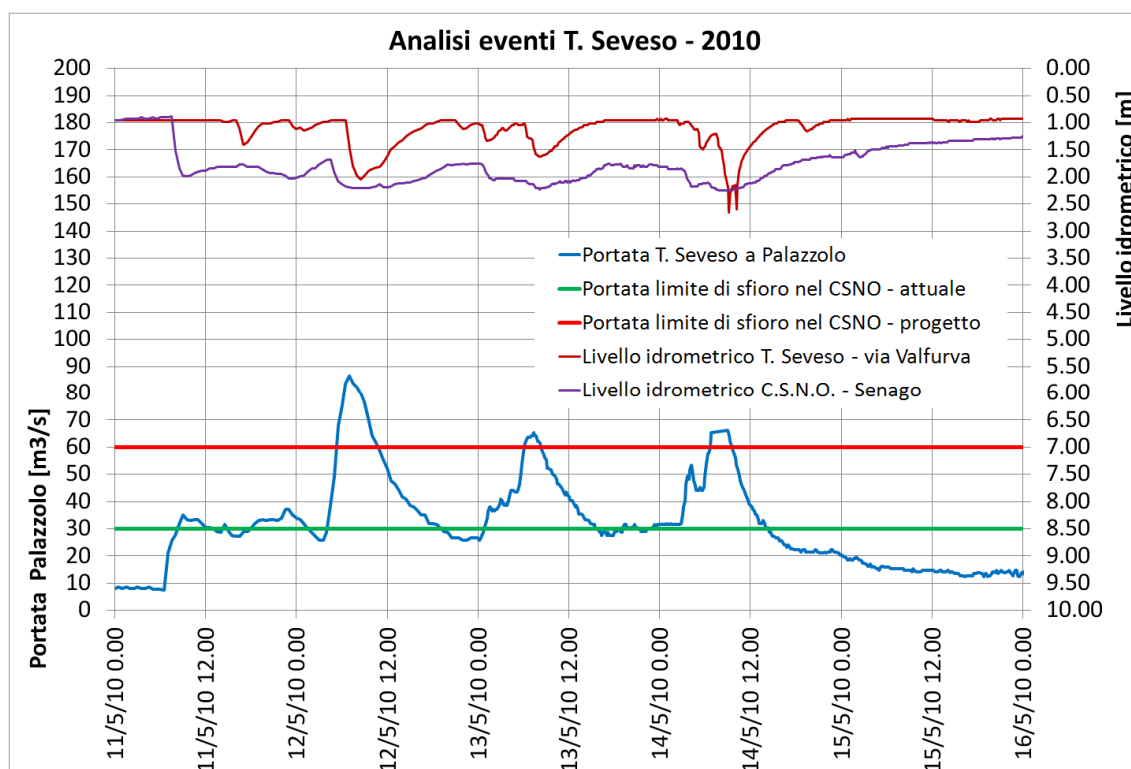
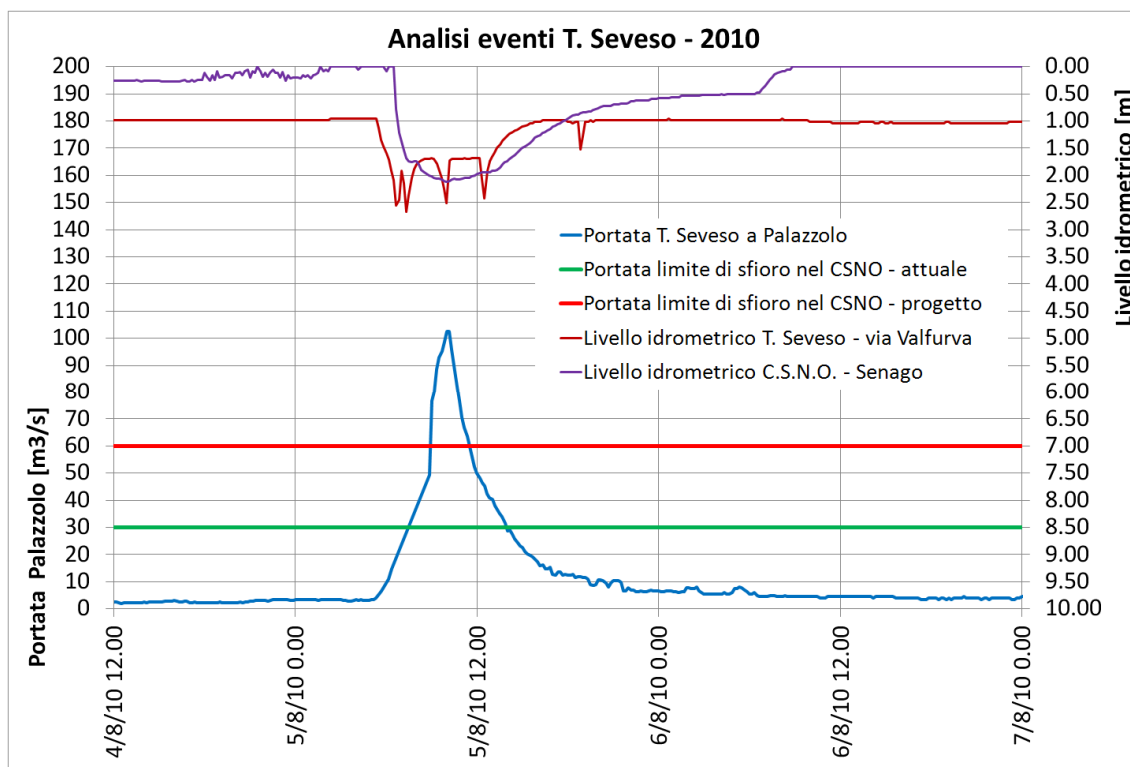


Figura 38 – Analisi eventi 12-14 maggio 2010

### 7.1.3 Analisi evento 5 agosto 2010

Nella figura seguente sono riportati: l'idrogramma delle portate calcolato in corrispondenza della sezione di Palazzolo del T. Seveso (opera di presa del CSNO), la soglia della portata limite di derivazione dal Seveso nel CSNO (stato attuale e assetto di progetto), l'andamento dei livelli registrati nel CSNO a Senago e del Seveso nel tratto tombinato di via Valfurva.



**Figura 39 – Analisi evento 5 agosto 2010**

Sottraendo dall'idrogramma del T. Seveso a Palazzolo la portata di  $30 \text{ m}^3/\text{s}$ , deviata nel CSNO, la portata del Seveso a valle dell'opera di presa assume un valore al colmo pari a circa  $70 \text{ m}^3/\text{s}$ . Tale valore, oltre all'apporto meteorico<sup>4</sup> del bacino residuo ( $44 \text{ km}^2$  totali, di cui 24 contribuenti), ha indotto fenomeni di esondazione in Comune di Milano. Secondo i dati forniti dal comune, la durata dell'esondazione è stata pari a circa 3,5 ore.

Il volume dell'idrogramma compreso tra  $30$  e  $60 \text{ m}^3/\text{s}$  è pari a circa  $400'000 \text{ m}^3$  (minore del volume della vasca di Senago). Pertanto, se ci fosse stata la vasca di laminazione di Senago, la portata al colmo del Seveso a valle dell'opera di presa sarebbe stata ridotta a circa  $40 \text{ m}^3/\text{s}$ .

In questo caso è verosimile ipotizzare che, in presenza della vasca di laminazione di Senago, si sarebbe potuto attenuare l'entità dell'esondazione a Milano.

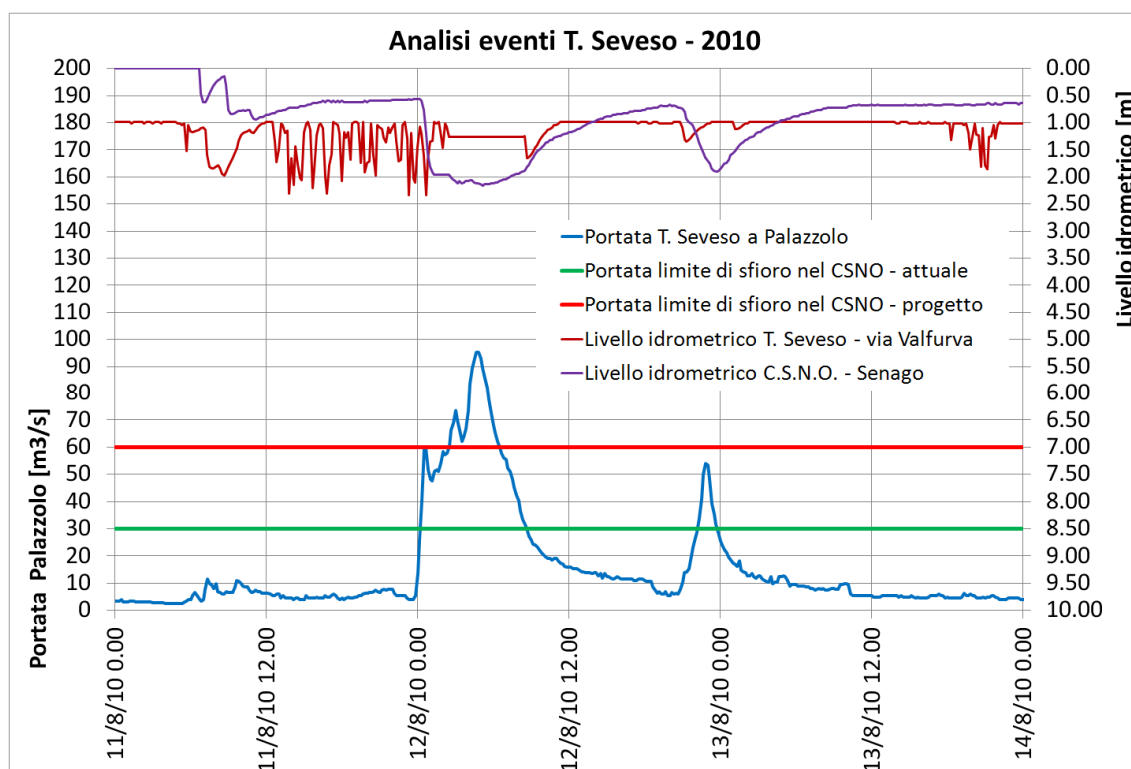
#### **7.1.4 Analisi evento 12 agosto 2010**

Nella figura seguente sono riportati: l'idrogramma delle portate calcolato in corrispondenza

<sup>4</sup> La precipitazione registrata al pluviometro Parco Nord è pari a  $65 \text{ mm}$  con intensità massima di  $18 \text{ mm/ora}$



della sezione di Palazzolo del T. Seveso (opera di presa del CSNO), la soglia della portata limite di derivazione dal Seveso nel CSNO (stato attuale e assetto di progetto), l'andamento dei livelli registrati nel CSNO a Senago e del Seveso nel tratto tombinato di via Valfurva.



**Figura 40 – Analisi evento 12 agosto 2010**

Sottraendo dall'idrogramma del T. Seveso a Palazzolo la portata di  $30 \text{ m}^3/\text{s}$ , deviata nel CSNO, la portata del Seveso a valle dell'opera di presa assume un valore al colmo pari a circa  $65 \text{ m}^3/\text{s}$ . Tale valore, oltre all'apporto meteorico<sup>5</sup> del bacino residuo ( $44 \text{ km}^2$  totali, di cui 24 contribuenti), ha indotto fenomeni di esondazione in Comune di Milano. Secondo i dati forniti dal comune, la durata dell'esondazione è stata pari a circa 1 ora.

Il volume dell'idrogramma compreso tra  $30$  e  $60 \text{ m}^3/\text{s}$  è pari a circa  $740'000 \text{ m}^3$  (minore del volume della vasca di Senago). Pertanto, se ci fosse stata la vasca di laminazione di Senago, la portata al colmo del Seveso a valle dell'opera di presa sarebbe stata ridotta a circa  $35 \text{ m}^3/\text{s}$ .

In questo caso è verosimile ipotizzare che, in presenza della vasca di laminazione di Senago, si sarebbe potuto evitare l'esondazione a Milano, oppure sarebbe stata notevolmente

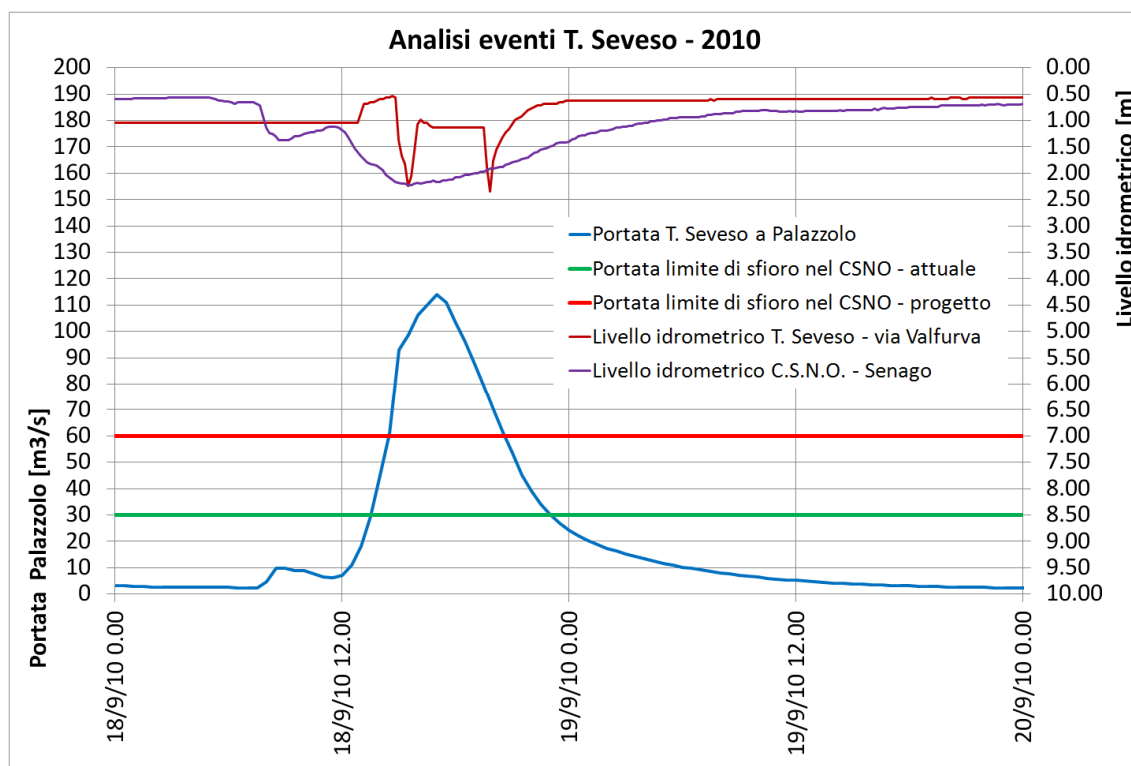
<sup>5</sup> La precipitazione registrata al pluviometro Parco Nord è pari a  $20 \text{ mm}$  con intensità massima di  $12 \text{ mm/ora}$

attenuata.

Tale evento si è verificato una settimana dopo il precedente evento del 5 agosto, pertanto è ragionevole ipotizzare che l'invaso di Senago sarebbe già stato svuotato (totalmente o quasi) e quindi avrebbe potuto ricevere un nuovo scolmo delle piene del Seveso.

### 7.1.5 Analisi evento 18 settembre 2010

Nella figura seguente sono riportati: l'idrogramma delle portate calcolato in corrispondenza della sezione di Palazzolo del T. Seveso (opera di presa del CSNO) mediante il modello idrologico-idraulico, la soglia della portata limite di derivazione dal Seveso nel CSNO (stato attuale e assetto di progetto), l'andamento dei livelli registrati nel CSNO a Senago e del Seveso nel tratto tombinato di via Valfurva.



**Figura 41 – Analisi evento 18 settembre 2010**

Sottraendo dall'idrogramma del T. Seveso a Palazzolo la portata di 30 m<sup>3</sup>/s, deviata nel CSNO, la portata del Seveso a valle dell'opera di presa assume un valore al colmo pari a circa 85 m<sup>3</sup>/s. Tale valore, oltre all'apporto meteorico<sup>6</sup> del bacino residuo (44 km<sup>2</sup> totali, di cui 24

<sup>6</sup> La precipitazione registrata al pluviometro Parco Nord è pari a 18 mm con intensità massima di 8 mm/ora

contribuenti), ha indotto fenomeni di esondazione in Comune di Milano. Secondo i dati forniti dal comune, la durata dell'esondazione è stata pari a circa 4 ore.

Il volume dell'idrogramma compreso tra 30 e 60 m<sup>3</sup>/s è pari a circa 820'000 m<sup>3</sup> (minore del volume della vasca di Senago). Pertanto, se ci fosse stata la vasca di laminazione di Senago, la portata al colmo del Seveso a valle dell'opera di presa sarebbe stata ridotta a circa 55 m<sup>3</sup>/s.

In questo caso, anche in presenza della vasca di laminazione di Senago, si sarebbe verificata l'esondazione a Milano, ma l'entità degli allagamenti sarebbe stata inferiore.

### 7.1.6 Analisi evento 1 novembre 2010

Nella figura seguente sono riportati: l'idrogramma delle portate calcolato in corrispondenza della sezione di Palazzolo del T. Seveso (opera di presa del CSNO) mediante il modello idrologico-idraulico, la soglia della portata limite di derivazione dal Seveso nel CSNO (stato attuale e assetto di progetto), l'andamento dei livelli registrati nel CSNO a Senago e del Seveso nel tratto tombinato di via Valfurva.

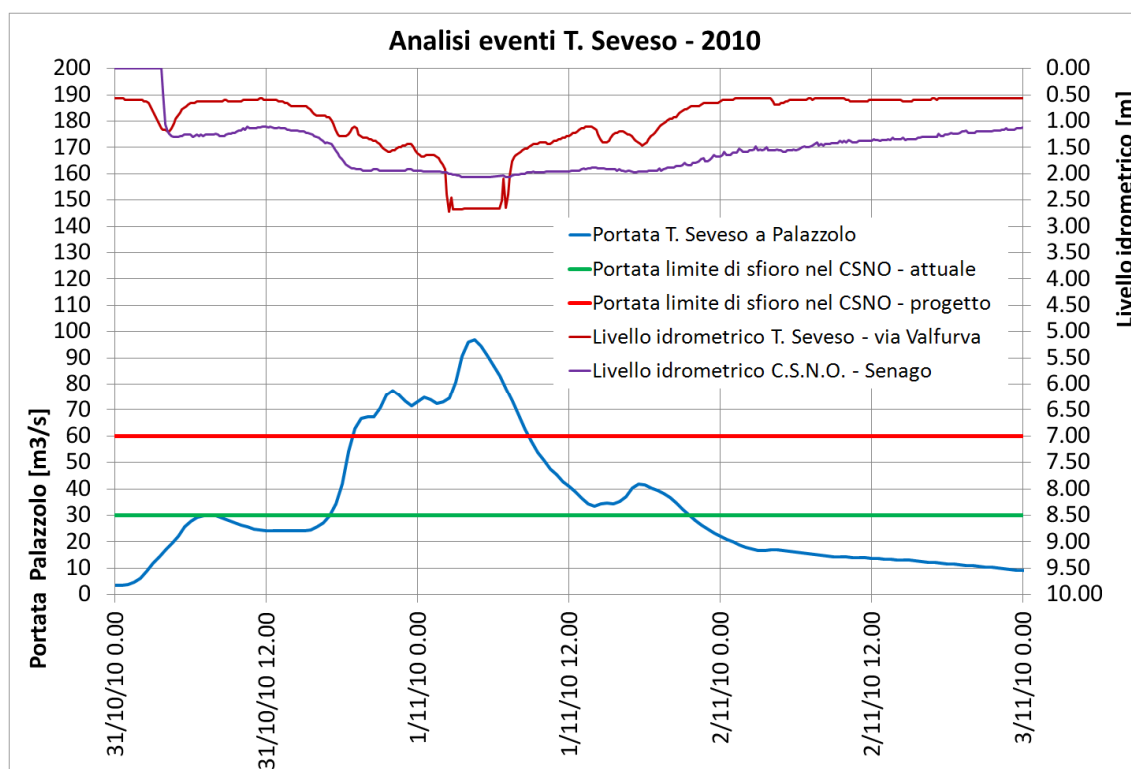


Figura 42 – Analisi evento 1 novembre 2010

Sottraendo dall'idrogramma del T. Seveso a Palazzolo la portata di 30 m<sup>3</sup>/s, deviata nel



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

CSNO, la portata del Seveso a valle dell'opera di presa assume un valore al colmo pari a circa 70 m<sup>3</sup>/s. Tale valore, oltre all'apporto meteorico<sup>7</sup> del bacino residuo (44 km<sup>2</sup> totali, di cui 24 contribuenti), ha indotto fenomeni di esondazione in Comune di Milano. Secondo i dati forniti dal comune, la durata dell'esondazione è stata pari a circa 4,5 ore.

Il volume dell'idrogramma compreso tra 30 e 60 m<sup>3</sup>/s è pari a circa 2'000'000 m<sup>3</sup> (maggiore del volume della vasca di Senago). Il volume di 1'000'000 m<sup>3</sup> si sarebbe raggiunto prima del picco, per cui anche in presenza della vasca di laminazione di Senago, la portata al colmo del Seveso a valle dell'opera di presa si sarebbe mantenuta attorno a valori pari a circa 70 m<sup>3</sup>/s.

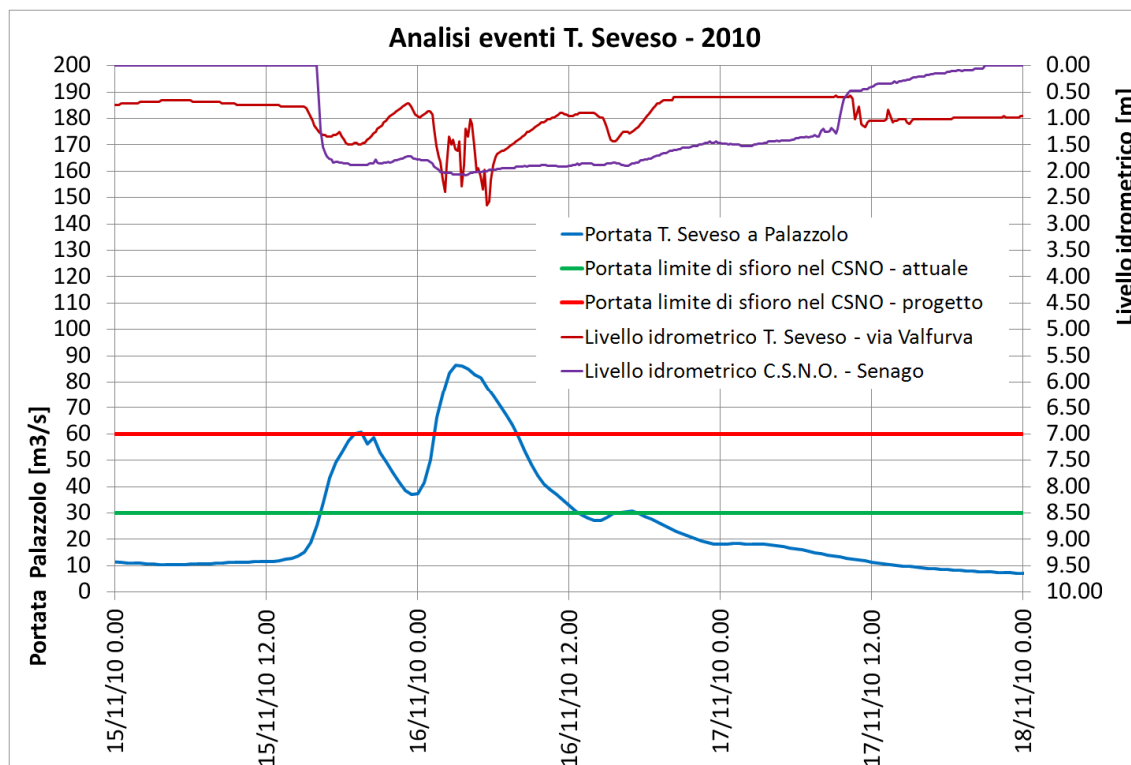
In questo caso, quindi, anche in presenza della vasca di laminazione di Senago, non si sarebbe potuto evitare l'esondazione a Milano, ma l'entità degli allagamenti sarebbe stata inferiore.

#### **7.1.7 Analisi evento 16 novembre 2010**

Nella figura seguente sono riportati: l'idrogramma delle portate calcolato in corrispondenza della sezione di Palazzolo del T. Seveso (opera di presa del CSNO) mediante il modello idrologico-idraulico, la soglia della portata limite di derivazione dal Seveso nel CSNO (stato attuale e assetto di progetto), l'andamento dei livelli registrati nel CSNO a Senago e del Seveso nel tratto tombinato di via Valfurva.

---

<sup>7</sup> La precipitazione registrata al pluviometro Parco Nord è pari a 22 mm con intensità massima di 8 mm/ora



**Figura 43 – Analisi evento 16 novembre 2010**

Sottraendo dall'idrogramma del T. Seveso a Palazzolo la portata di  $30 \text{ m}^3/\text{s}$ , deviata nel CSNO, la portata del Seveso a valle dell'opera di presa assume un valore al colmo pari a circa  $55 \text{ m}^3/\text{s}$ . Tale valore, oltre all'apporto meteorico<sup>8</sup> del bacino residuo ( $44 \text{ km}^2$  totali, di cui 24 contribuenti), ha indotto fenomeni di esondazione in Comune di Milano. Secondo i dati forniti dal comune, la durata dell'esondazione è stata pari a circa 3,5 ore.

Il volume dell'idrogramma compreso tra  $30$  e  $60 \text{ m}^3/\text{s}$  è pari a circa  $1'500'000 \text{ m}^3$  (maggiore del volume della vasca di Senago). Il volume di  $1'000'000 \text{ m}^3$  si sarebbe raggiunto appena dopo il picco, per cui in presenza della vasca di laminazione di Senago la portata al colmo del Seveso a valle dell'opera di presa si sarebbe ridotta attorno a valori di circa  $45 \text{ m}^3/\text{s}$ .

In questo caso è verosimile ipotizzare che, in presenza della vasca di laminazione di Senago, non si sarebbe potuto evitare l'esondazione a Milano e comunque l'entità degli allagamenti sarebbe stata ridotta notevolmente.

<sup>8</sup> La precipitazione registrata al pluviometro Parco Nord è pari a  $120 \text{ mm}$  con intensità massima di  $10 \text{ mm/ora}$

### 7.1.8 Analisi evento 27 maggio 2011

Nella figura seguente sono riportati: l'idrogramma delle portate calcolato in corrispondenza della sezione di Palazzolo del T. Seveso (opera di presa del CSNO), la soglia della portata limite di derivazione dal Seveso nel CSNO (stato attuale e assetto di progetto), l'andamento dei livelli registrati nel CSNO a Senago e del Seveso nel tratto tombinato di via Valfurva.

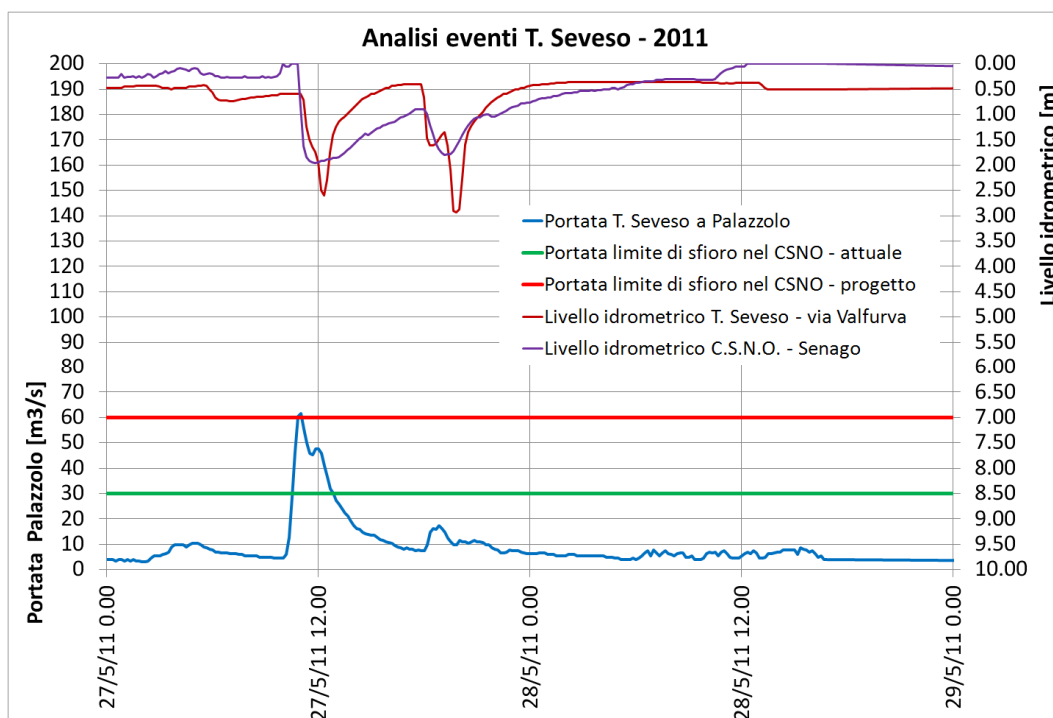


Figura 44 – Analisi evento 27 maggio 2011

Sottraendo dall'idrogramma del T. Seveso a Palazzolo la portata di 30 m<sup>3</sup>/s, deviata nel CSNO, la portata del Seveso a valle dell'opera di presa assume un valore al colmo pari a circa 30 m<sup>3</sup>/s. Tale valore, oltre all'apporto meteorico<sup>9</sup> del bacino residuo (44 km<sup>2</sup> totali, di cui 24 contribuenti), ha indotto fenomeni di esondazione in Comune di Milano. Secondo i dati forniti dal comune, la durata dell'esondazione è stata pari a circa 1 ora.

Il volume dell'idrogramma compreso tra 30 e 60 m<sup>3</sup>/s è pari a circa 135'000 m<sup>3</sup> (minore del volume della vasca di Senago). Pertanto, se ci fosse stata la vasca di laminazione di Senago, la portata al colmo del Seveso a valle dell'opera di presa sarebbe stata annullata.

In questo caso è verosimile ipotizzare che, in presenza della vasca di laminazione di Senago, si sarebbe potuto evitare l'esondazione a Milano, oppure l'entità degli allagamenti sarebbe

<sup>9</sup> La precipitazione registrata al pluviometro Parco Nord è pari a 45 mm con intensità massima di 30 mm/ora

stata ridotta notevolmente qualora l'esondazione fosse avvenuta solo per il contributo delle reti di drenaggio urbano dei comuni posti tra Palazzolo e Milano (evento pari a circa 2 anni di tempo di ritorno).

### 7.1.9 Analisi evento 6 agosto 2011

Nella figura seguente sono riportati: l'idrogramma delle portate calcolato in corrispondenza della sezione di Palazzolo del T. Seveso (opera di presa del CSNO), la soglia della portata limite di derivazione dal Seveso nel CSNO (stato attuale e assetto di progetto), l'andamento dei livelli registrati nel CSNO a Senago e del Seveso nel tratto tombinato di via Valfurva.

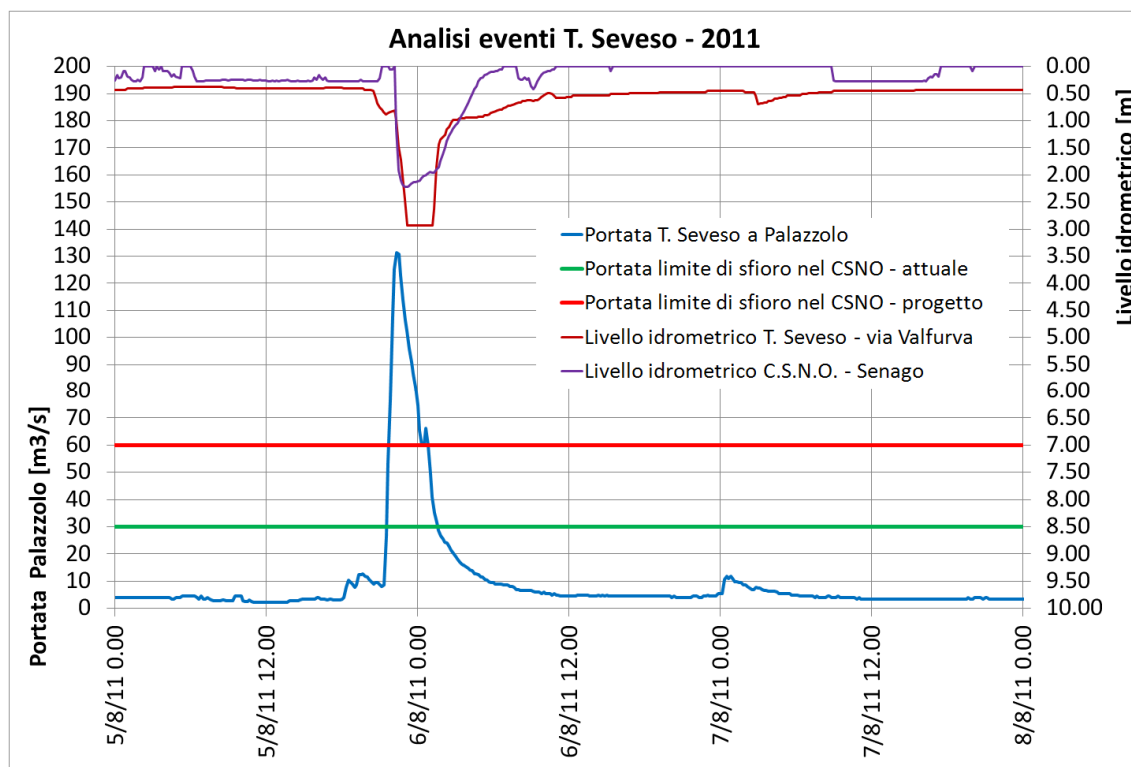


Figura 45 – Analisi evento 6 agosto 2011

Sottraendo dall'idrogramma del T. Seveso a Palazzolo la portata di 30 m<sup>3</sup>/s, deviata nel CSNO, la portata del Seveso a valle dell'opera di presa assume un valore al colmo pari a circa 100 m<sup>3</sup>/s. Tale valore, oltre all'apporto meteorico<sup>10</sup> del bacino residuo (44 km<sup>2</sup> totali, di cui 24 contribuenti), ha indotto fenomeni di esondazione in Comune di Milano. Secondo i dati

<sup>10</sup> La precipitazione registrata al pluviometro Parco Nord è pari a 18 mm con intensità massima di 15 mm/ora



forniti dal comune, la durata dell'esondazione è stata pari a circa 2,5 ore.

Il volume dell'idrogramma compreso tra 30 e 60 m<sup>3</sup>/s è pari a circa 380'000 m<sup>3</sup> (minore del volume della vasca di Senago). Pertanto, se ci fosse stata la vasca di laminazione di Senago, la portata al colmo del Seveso a valle dell'opera di presa sarebbe stata ridotta a circa 70 m<sup>3</sup>/s.

In questo caso, quindi, anche in presenza della vasca di laminazione di Senago, non si sarebbe potuto evitare l'esondazione a Milano, ma l'entità degli allagamenti sarebbe stata inferiore.

#### 7.1.10 Analisi evento 12 settembre 2012

Nella figura seguente sono riportati: l'idrogramma delle portate calcolato in corrispondenza della sezione di Palazzolo del T. Seveso (opera di presa del CSNO), la soglia della portata limite di derivazione dal Seveso nel CSNO (stato attuale e assetto di progetto), l'andamento dei livelli registrati nel CSNO a Senago e del Seveso nel tratto tombinato di via Valfurva.

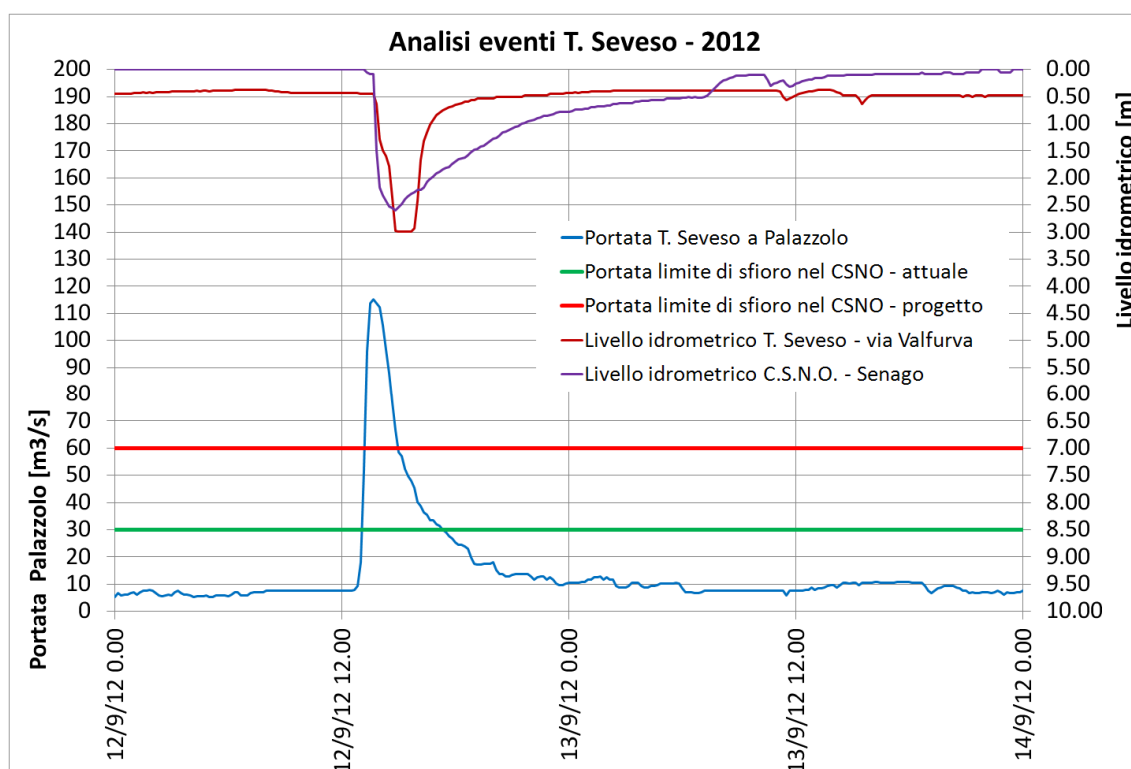


Figura 46 – Analisi evento 12 settembre 2012

Sottraendo dall'idrogramma del T. Seveso a Palazzolo la portata di 30 m<sup>3</sup>/s, deviata nel CSNO, la portata del Seveso a valle dell'opera di presa assume un valore al colmo pari a circa

85 m<sup>3</sup>/s. Tale valore, oltre all'apporto meteorico<sup>11</sup> del bacino residuo (44 km<sup>2</sup> totali, di cui 24 contribuenti), ha indotto fenomeni di esondazione in Comune di Milano. Secondo i dati forniti dal comune, la durata dell'esondazione è stata pari a circa 1,3 ore.

Il volume dell'idrogramma compreso tra 30 e 60 m<sup>3</sup>/s è pari a circa 300'000 m<sup>3</sup> (minore del volume della vasca di Senago). Pertanto, se ci fosse stata la vasca di laminazione di Senago, la portata al colmo del Seveso a valle dell'opera di presa sarebbe stata ridotta a circa 55 m<sup>3</sup>/s.

In questo caso, quindi, anche in presenza della vasca di laminazione di Senago, non si sarebbe potuto evitare l'esondazione a Milano, ma l'entità degli allagamenti sarebbe stata inferiore.

### 7.1.11 Conclusioni

Dall'analisi degli eventi di piena che hanno indotto esondazioni in Comune di Milano emerge il seguente quadro, rappresentato nella seguente Tabella 6:

**Tabella 6 – Sintesi analisi eventi di piena periodo 2010-2012**

Evento	Q <sub>monte</sub> CSNO (Palazzolo)	Q <sub>valle</sub> CSNO senza Senago	Volume onda per Q>30 m <sup>3</sup> /s	Volume onda per 30<Q<60 m <sup>3</sup> /s	Volume di laminazione a Senago	Q <sub>valle</sub> CSNO con Senago	Esondazione a Milano		
	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> /s]	con laminazione a Senago	con laminazione a Senago ridotta a metà	con laminazione a Senago e a Paderno D.
3/5/10	85	55	740'000	600'000	600'000	25	NO	NO	NO
12- 14/5/10	85	55	1'780'000	1'640'000	1'000'000	35	SI	SI	NO
23/7/10									
5/8/10	100	70	630'000	400'000	400'000	40	SI/NO	SI/NO	NO
12/8/10	95	65	970'000	740'000	740'000	35	NO	SI	NO
18/9/10	115	85	1'600'000	820'000	820'000	55	SI	SI	NO
1/11/10	100	70	2'800'000	2'000'000	1'000'000	70	SI	SI	SI
16/11/10	85	55	1'900'000	1'500'000	1'000'000	45	SI/NO	SI	NO
27/5/11	60	30	135'000	135'000	135'000	0	NO	NO	NO
6/8/11	130	100	750'000	380'000	380'000	70	SI	SI	NO
12/9/12	115	85	530'000	300'000	300'000	55	SI	SI	NO

Si può pertanto affermare che, facendo riferimento agli ultimi 10 eventi di piena che hanno indotto fenomeni di esondazione in Comune di Milano, la presenza della vasca di laminazione di Senago (per una volumetria pari a 1'000'000 m<sup>3</sup>) avrebbe consentito di evitare n. 3 esondazioni, mentre per due ulteriori eventi si sarebbe raggiunta una condizione limite

<sup>11</sup> La precipitazione registrata al pluviometro Parco Nord è pari a 31 mm con intensità massima di 30 mm/ora

	A.T.P.: 	Studio Associato di Geologia Spada		Consulenti: Prof. Dott. V. Mezzanotte
---	--	---------------------------------------	--	---

(portata di piena al colmo a valle della presa del CSNO pari alla capacità idraulica limite del T. Seveso tombinato a Milano).

Per gli eventi in cui, pur con la presenza della vasca di laminazione di Senago, si sarebbe comunque verificata l'esondazione, il volume degli allagamenti nel quartiere di Niguarda sarebbe stato tuttavia notevolmente ridotto.

Considerando, invece, una realizzazione parziale dell'invaso di laminazione con una volumetria pari a 500'000 m<sup>3</sup>, pari alla metà di quello stabilito nell'assetto di progetto, si avrebbero ovviamente minori effetti di riduzione delle esondazioni a Milano, sia in termini di numero di eventi (uno in meno rispetto a prima), sia in termini di volumi di allagamento.

Invece, la presenza di un ulteriore vaso di laminazione (ad esempio quello previsto a Paderno Dugnano nello *Studio-AIPo-2011*, caratterizzato da una volumetria pari a 950'000 m<sup>3</sup>) ridurrebbe ulteriormente il numero di eventi di esondazione. Considerando di tali eventi la porzione di idrogramma con portata maggiore di 30 m<sup>3</sup>/s (il volume al di sotto di tale valore di portata può essere lasciato defluire nel CSNO), si stima che con la presenza di due invasi di laminazione si sarebbero evitati almeno 9 dei 10 eventi di esondazione: solo nell'evento del 1/11/2010, pur con l'effetto delle laminazioni, si sarebbe comunque ottenuta un'onda di piena a valle della presa del CSNO caratterizzata da una portata al colmo maggiore della capacità idraulica del T. Seveso in Comune di Milano. L'entità dell'esondazione in tale evento sarebbe però stata ulteriormente ridotta rispetto al caso precedente con il solo vaso di Senago.

## 7.2 ANALISI DI FREQUENZA (EVENTI DI TEMPO DI RITORNO 2, 5, 10, 100 ANNI)

Nel presente paragrafo vengono riportate le analisi volte a definire la frequenza di vaso della vasca di Senago e i benefici che la stessa può determinare, in relazione ad eventi di riferimento progettuale caratterizzati da diversi tempi di ritorno.

Le analisi sono state condotte attraverso diverse simulazioni effettuate mediante il modello idrologico-idraulico del T. Seveso, implementato e tarato nell'ambito dello *Studio-AIPo-2011*; in particolare, sono state condotte simulazioni con riferimento ad eventi "teorici" caratterizzati da 2, 5, 10, 100 anni di tempo di ritorno, e quindi correlati alla scala probabilistica di rischio. Si ricorda che nello *Studio-AIPo-2011* le simulazioni erano state condotte solo con riferimento ad un evento di progetto caratterizzato da un tempo di ritorno pari a 100 anni.

	A.T.P.: 	Studio Associato di Geologia Spada		Consulenti: Prof. Dott. V. Mezzanotte
---	--	---------------------------------------	--	---

Per poter effettuare le simulazioni per i diversi valori di tempo di ritorno sopra riportati si è fatto riferimento, analogamente a quanto già condotto nell'ambito dello *Studio-AIPo-2011*, alla curva di possibilità pluviometrica espressa nella forma  $h_T(D) = a_1 w_T D^n$ , in cui  $D$  rappresenta la durata dell'evento meteorico,  $T$  il tempo di ritorno, mentre  $a_1$  (coefficiente pluviometrico orario),  $w_T$  (quantili normalizzati per i diversi tempi di ritorno espressi in anni) e  $n$  (esponente di scala) sono i parametri delle curve che variano spazialmente, ricavabili in corrispondenza di ciascun sottobacino del T. Seveso, dal sito internet dell'ARPA ([http://idro.arpalombardia.it/pmapper-3.2/wg\\_serv\\_idro.phtml](http://idro.arpalombardia.it/pmapper-3.2/wg_serv_idro.phtml)).

Per gli eventi caratterizzati da tempi di ritorno più contenuti, pari a 2, 5 e 10 anni, sono state ipotizzate delle condizioni iniziali di maggior umidità del terreno, rispetto a quelle considerate per l'evento caratterizzato da 100 anni di tempo di ritorno. Ciò è stato fatto considerando l'alta probabilità che si possano verificare, prima di un evento non particolarmente eccezionale, altri eventi pluviometrici minori capaci di incrementare il grado di umidità del terreno e di ridurre, quindi, le perdite idrologiche per infiltrazione. Per l'evento caratterizzato da un tempo di ritorno pari a 100 anni, invece, tale aspetto è, di fatto, già considerato nell'estrema gravità dell'evento stesso.

Di seguito si riportano i risultati ottenuti con riferimento ai diversi valori del tempo di ritorno sopra indicati. Per ciascun evento "teorico" viene riportato l'idrogramma di piena in corrispondenza di Palazzolo, a monte dell'opera di presa del CSNO, la parte di idrogramma che può continuare a defluire nel CSNO a valle della laminazione di Senago ( $Q < 30 \text{ m}^3/\text{s}$ ), quella che può essere invasata nell'opera di laminazione di Senago ( $30 < Q < 60 \text{ m}^3/\text{s}$ ), e, di conseguenza, la porzione di idrogramma che prosegue verso Milano.

### 7.2.1 Analisi evento per T=2 anni

Nella Figura 47 è riportato l'idrogramma di piena del T. Seveso per T=2 anni, appena a monte della presa del CSNO. La parte di idrogramma che può essere invasata nella vasca di Senago è pari a circa  $700'000 \text{ m}^3$ , mentre la portata massima che prosegue verso Milano è pari a circa  $5 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Si può pertanto ritenere che, considerando un evento con tempo di ritorno 2 anni, la vasca di laminazione di Senago riesce quasi ad annullare la portata del T. Seveso che prosegue verso Milano.



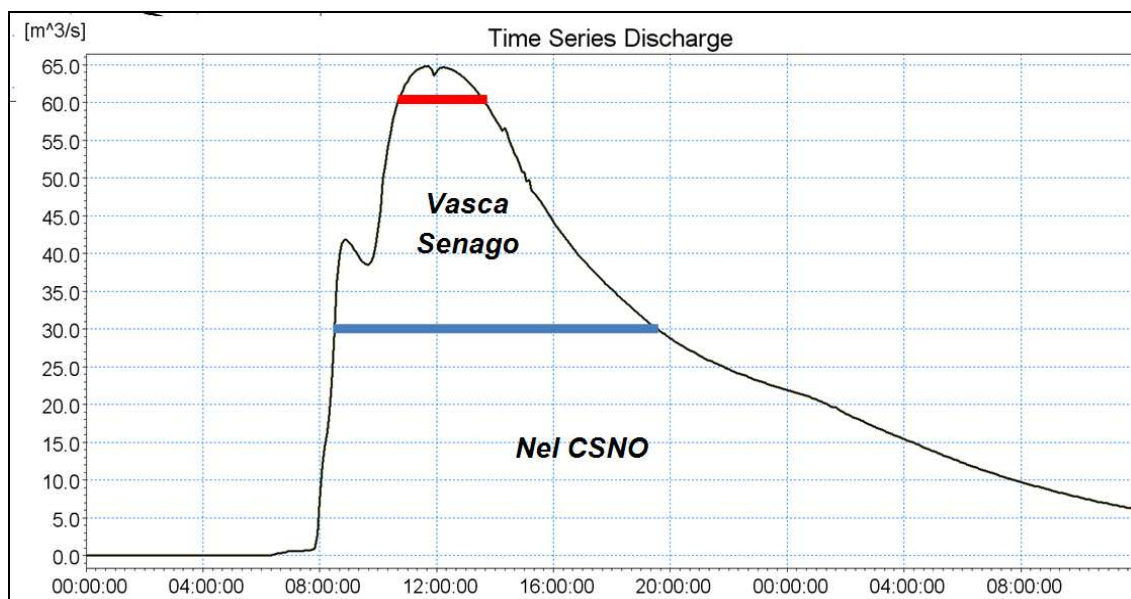


Figura 47 – Analisi evento per T=2 anni

### 7.2.2 Analisi evento per T=5 anni

Nella Figura 48 è riportato l'idrogramma di piena del T. Seveso per T=5 anni, appena a monte della presa del CSNO. La parte di idrogramma che può essere invaso nella vasca di Senago è pari a 1'000'000 m<sup>3</sup>, mentre la portata massima che prosegue verso Milano è pari a circa 40 m<sup>3</sup>/s.

Si può pertanto ritenere che, considerando un evento con tempo di ritorno 5 anni, la sola vasca di laminazione di Senago, pur riducendo significativamente l'onda di piena che prosegue verso Milano, non riesce ad annullare la portata del T. Seveso.

Per ottenere tale obiettivo occorrerebbe disporre di un'ulteriore opera di laminazione. La parte di idrogramma, superiore a 30 m<sup>3</sup>/s (nel CSNO a valle della laminazione di Senago), che eccede la possibilità di invaso all'interno della vasca di Senago, è pari a circa 800'000 m<sup>3</sup>, per cui con la presenza anche della vasca di laminazione di Paderno Dugnano (volume d'invaso pari a 950'000 m<sup>3</sup> e portata massima derivabile ipotizzata pari a 40 m<sup>3</sup>/s) si otterrebbe l'obiettivo di annullare la portata del T. Seveso che in piena prosegue verso Milano a valle della presa del CSNO.

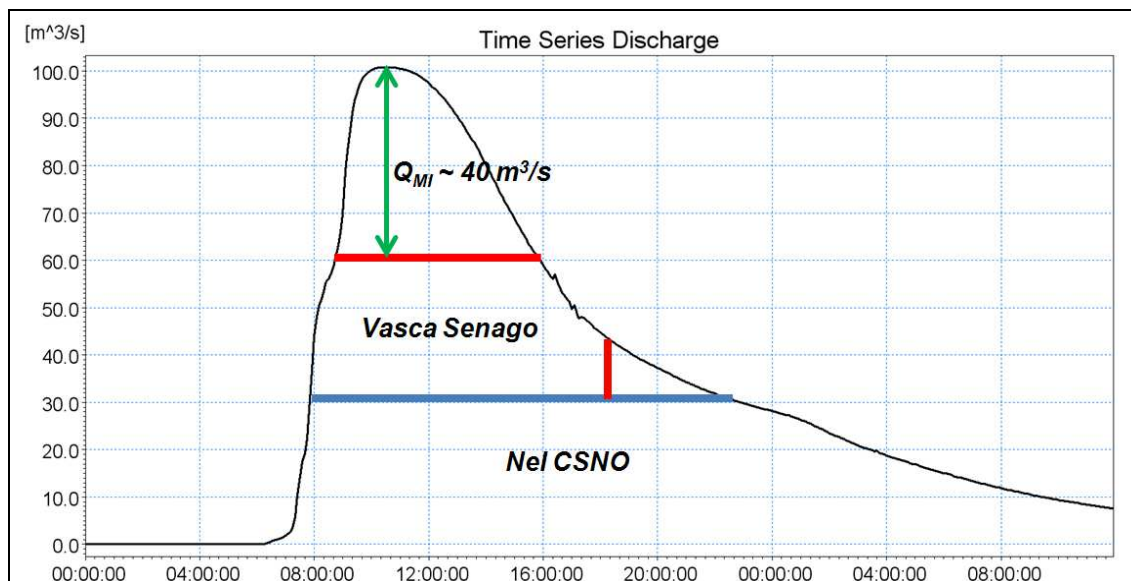


Figura 48 – Analisi evento per T=5 anni

### 7.2.3 Analisi evento per T=10 anni

Nella Figura 49 è riportato l'idrogramma di piena del T. Seveso per T=10 anni, appena a monte della presa del CSNO. La parte di idrogramma che può essere invasato nella vasca di Senago è pari a  $1'000'000 \text{ m}^3$ , mentre la portata massima che prosegue verso Milano è pari a circa  $65 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Si può pertanto ritenere che, considerando un evento con tempo di ritorno 10 anni, la sola vasca di laminazione di Senago, pur riducendo l'onda di piena che prosegue verso Milano, non riesce ad annullare la portata del T. Seveso.

La parte di idrogramma, superiore a  $30 \text{ m}^3/\text{s}$  (nel CSNO a valle della laminazione di Senago), che eccede la possibilità di invaso all'interno della vasca di Senago, è pari a circa  $1'500'000 \text{ m}^3$ .

Con l'aggiunta della vasca di laminazione di Paderno Dugnano (volume d'invaso pari a  $950'000 \text{ m}^3$  e portata massima derivabile ipotizzata pari a  $40 \text{ m}^3/\text{s}$ ) si otterrebbe l'obiettivo di ridurre la portata del T. Seveso verso Milano a valle della presa del CSNO a valori prossimi a  $25\div 30 \text{ m}^3/\text{s}$ . Si segnala che un effetto del tutto analogo si sarebbe ottenuto con l'invaso di Varedo al posto di quello di Paderno D.. Infatti, pur avendo un volume pari a  $1'500'000 \text{ m}^3$ , il volume invasabile in ragione della portata massima derivabile e dell'idrogramma in corrispondenza di tale vasca sarebbe stato anche in questo caso pari a circa  $1'000'000 \text{ m}^3$ .

Pertanto, per ottenere l'annullamento della portata verso Milano con un evento caratterizzato da 10 anni di tempo di ritorno, occorrerebbe disporre di una terza opera di laminazione delle piene.

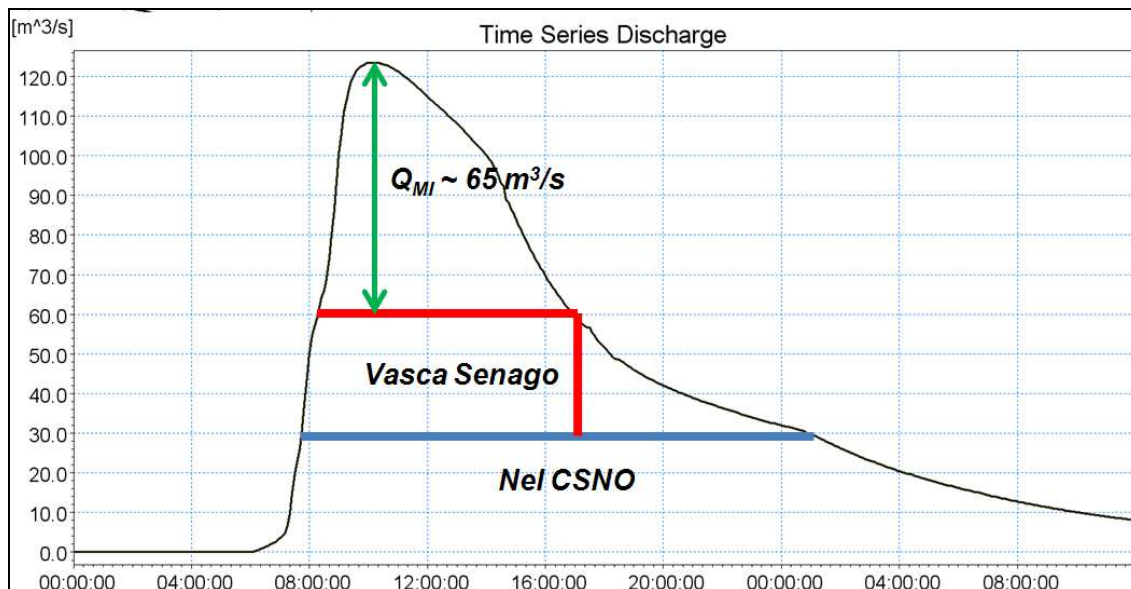


Figura 49 – Analisi evento per T=10 anni

#### 7.2.4 Analisi evento per T=100 anni

Nella Figura 50 è riportato l'idrogramma di piena del T. Seveso per T=100 anni, appena a monte della presa del CSNO. La parte di idrogramma che può essere invasato nella vasca di Senago è pari a  $1'000'000 \text{ m}^3$ , mentre la portata massima che prosegue verso Milano è pari a circa  $90 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Si può pertanto ritenere che, considerando un evento con tempo di ritorno 100 anni, la sola vasca di laminazione di Senago riesce solo a ridurre parzialmente l'onda di piena che prosegue verso Milano.

Per ottenere l'azzeramento della portata del T. Seveso verso Milano occorre realizzare l'intero programma degli interventi previsto nello *Studio-AIPo-2011*, costituito da n. 4 invasi di laminazione in scavo e da alcuni invasi in aree golenali, per una volumetria complessiva pari a circa  $4.5 \text{ Mm}^3$ .

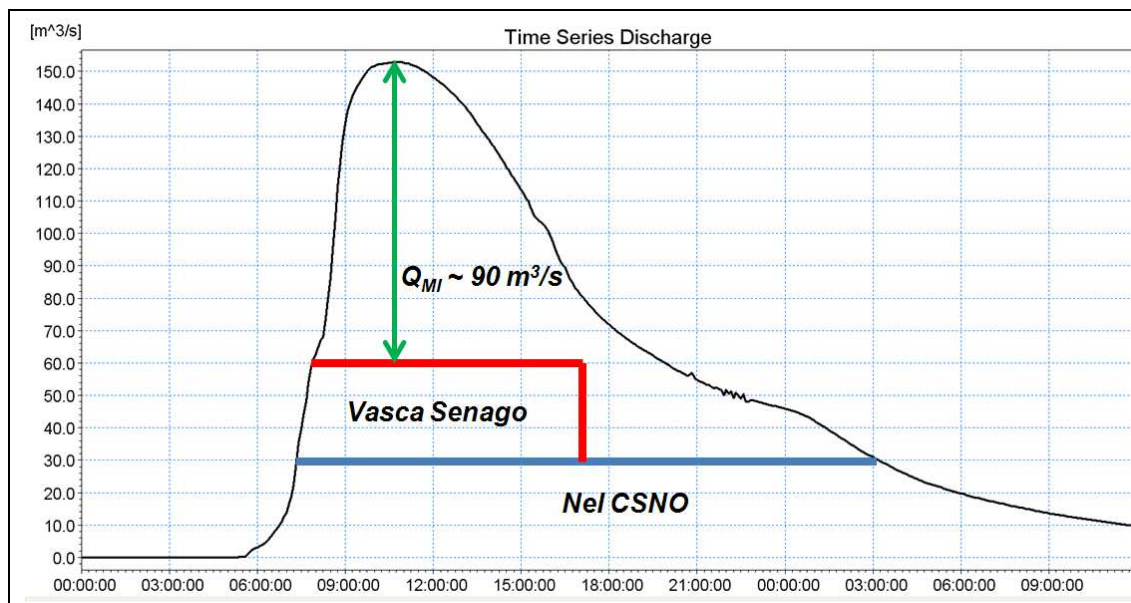


Figura 50 – Analisi evento per T=100 anni

### 7.2.5 Conclusioni

Le analisi effettuate considerando eventi “teorici” di riferimento progettuale, caratterizzati da diversi tempi di ritorno, hanno evidenziato come l’invaso di Senago, unitamente agli effetti del CSNO, è in grado di annullare la portata di piena che prosegue verso Milano per tempi di ritorno pari a circa 2 anni; per valori del tempo di ritorno maggiori, l’invaso di laminazione di Senago consente comunque di ridurre la portata al colmo ed il volume che prosegue verso valle, diminuendo le entità degli allagamenti a Milano.

Per annullare la portata di piena verso Milano, in occasione di eventi caratterizzati da 5 anni di tempo di ritorno, occorrono almeno due invasi di laminazione.

Per eventi caratterizzati da 10 anni di tempo di ritorno occorrono, invece, tre invasi di laminazione.

Infine, per eventi caratterizzati da 100 anni di tempo di ritorno occorre disporre dell’intero programma degli interventi previsto nello *Studio-AIPo-2011*, costituito da n. 4 invasi di laminazione in scavo e da alcuni invasi in aree golenali, per una volumetria complessiva pari a circa  $4.5 \text{ Mm}^3$ .



## 8. INQUADRAMENTO PAESAGGISTICO DELL'AREA INTERESSATA DALL'INVASO DI LAMINAZIONE DI SENAGO

Per analizzare dal punto di vista paesaggistico l'intervento di laminazione delle piene previsto in Comune di Senago, è importante definire una nuova strategia, inserendo l'intervento in un contesto più ampio che miri a aumentarne le potenzialità di sviluppo e migliori l'integrabilità con il contesto naturalistico e paesaggistico circostante.

Di seguito vengono riportate delle planimetrie di inquadramento paesaggistico dell'area interessata dall'intervento di laminazione. Per maggiori dettagli si rimanda alla tavola DI.03, allegata alla presente relazione.

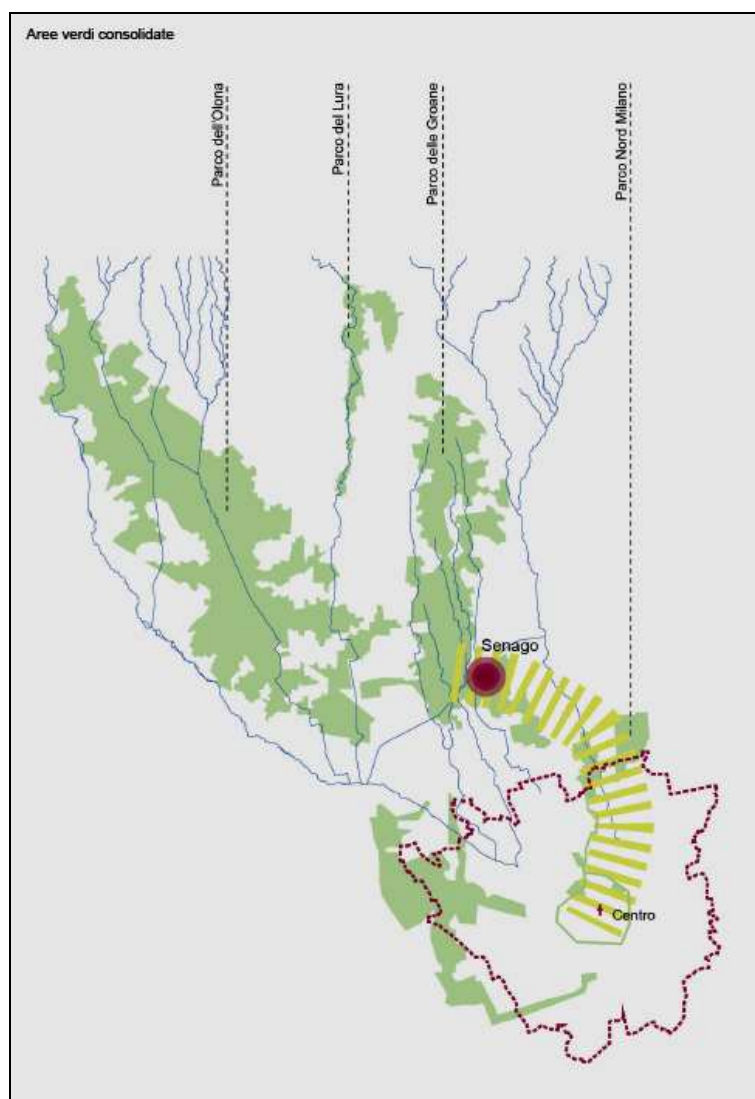
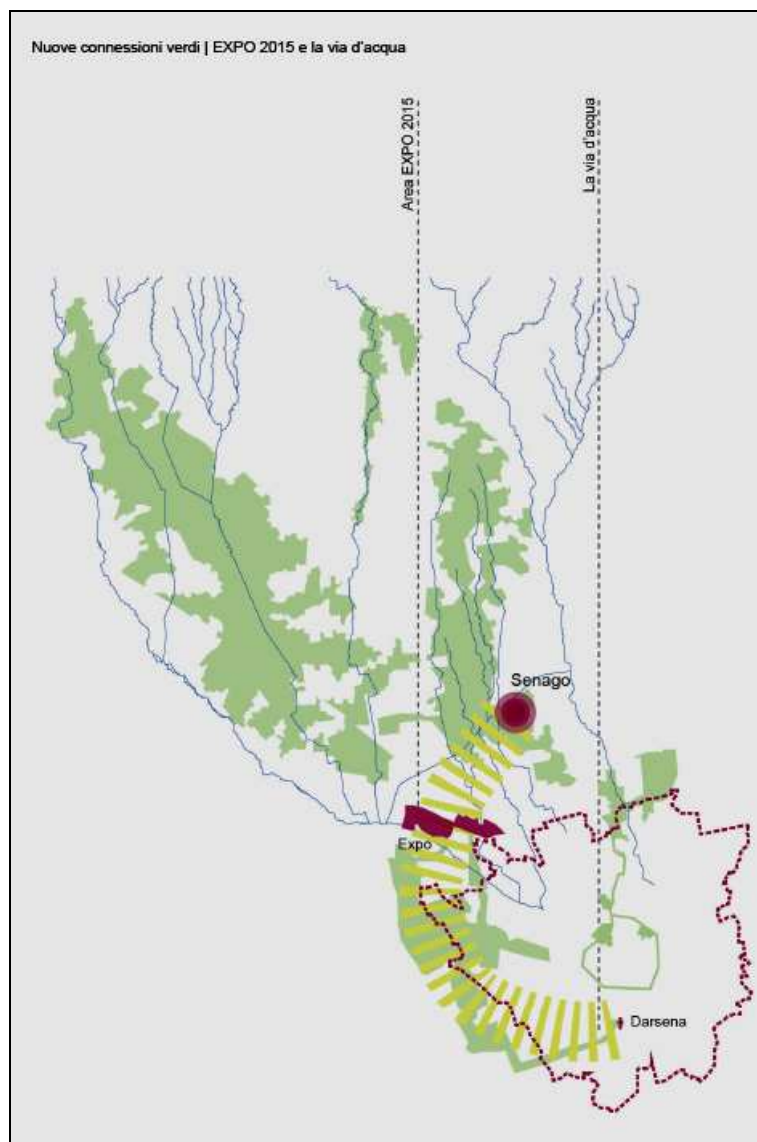
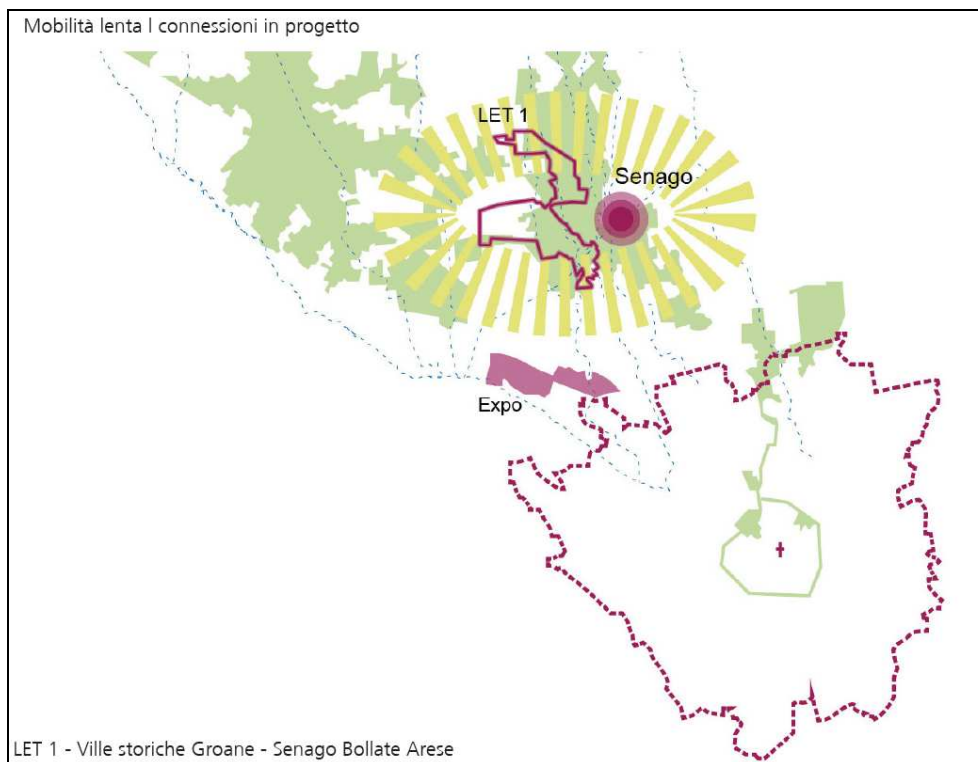


Figura 51 – Il sistema di relazioni. Analisi alla MACRO SCALA. Aree verdi consolidate



**Figura 52 – Il sistema di relazioni. Analisi alla MACRO SCALA. Nuove connessioni verdi | EXPO 2015 e la via d'acqua**

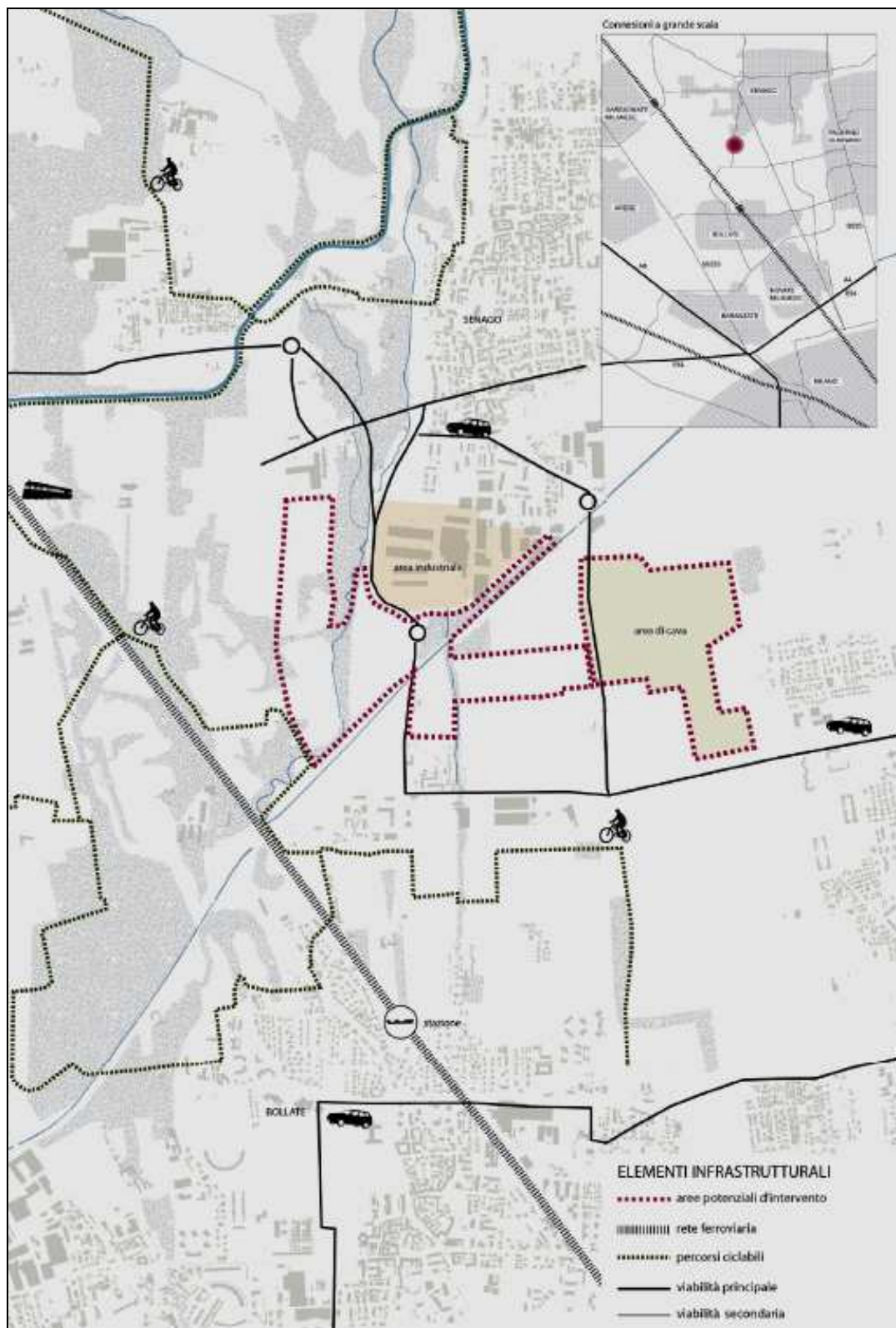


**Figura 53 – Il sistema di relazioni. Analisi alla MACRO SCALA. Mobilità lenta – connessioni in progetto**



**Figura 54 – Inquadramento dell'area in progetto. Analisi alla MESO SCALA. Analisi ambientale**



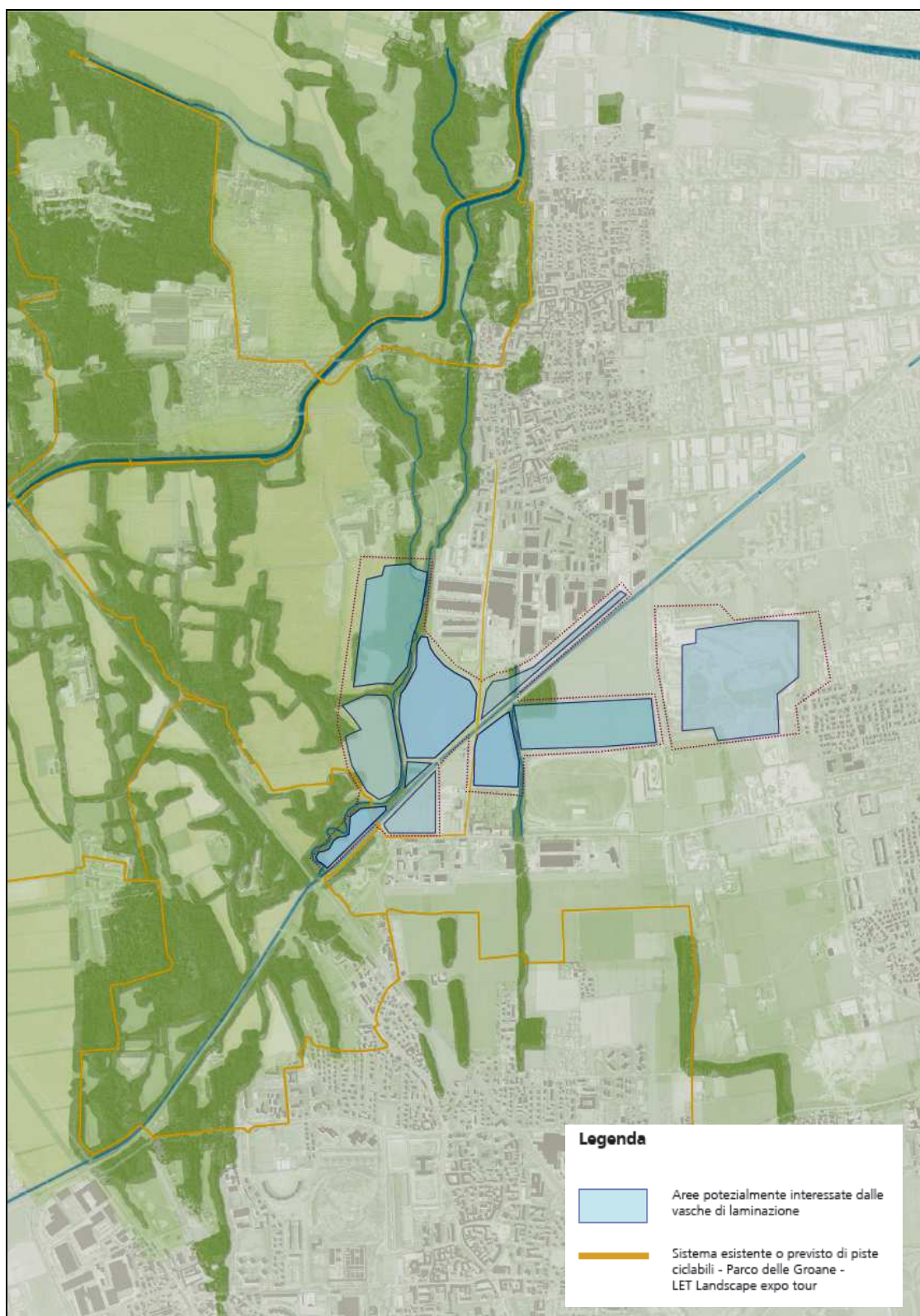


**Figura 55 – Inquadramento dell'area in progetto. Analisi alla MESO SCALA. Analisi infrastrutturale**



**Figura 56 – Gli elementi del paesaggio. Analisi alla MICRO SCALA**





**Figura 57 – Aree interessate dalle vasche di laminazione (ubicazioni alternative) e il sistema delle piste ciclabili**

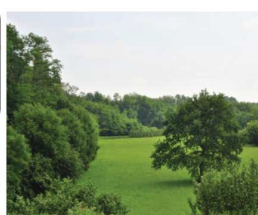
L'analisi degli elementi costitutivi del paesaggio evidenzia come l'area di progetto (nelle sue possibili varianti) costituisca un'area intermedia tra un contesto ambientale strutturato caratterizzato dal Parco delle Groane ed un contesto fortemente urbanizzato, configurandola come nuova possibile area cerniera, connessione ed ingresso al Parco.

I temi del progetto paesaggistico che verranno presi in considerazione nello sviluppo delle successive attività progettuali sono:

- *i margini*: trattamento dei margini delle vasche attraverso fasce boscate caratterizzate da vegetazione autoctona;
- *la centralità*: formazione di un laghetto permanente al fine di creare un elemento riconoscibile;
- *le aree umide*: trattamento delle aree umide con sistemi di fitodepurazione a forte carattere paesaggistico e comunicativo;
- *i percorsi*: trattamento percorsi interni ed esterni alla vasca con materiali naturali.



**I margini**  
fasce boscate



**La centralità**  
laghetto permanente



**Le aree umide**  
invasi e  
fitodepurazione



**I percorsi**  
interni ed esterni



**Figura 58 – I temi del progetto paesaggistico**



## 9. ANALISI DELLE ALTERNATIVE DI LOCALIZZAZIONE DELLA VASCA DI LAMINAZIONE DI SENAGO

Nella Figura 59 sono riportate le alternative di ubicazione della vasca di Senago considerate nello *Studio-AIPo-2011*; come già accennato in premessa, durante gli incontri di presentazione degli esiti dello studio, il Comune di Senago ha chiesto di prendere in esame n. 3 localizzazioni alternative, riportate nella successiva Figura 60, ed in seguito, ulteriori n. 2 ubicazioni, riportate nella Figura 61.

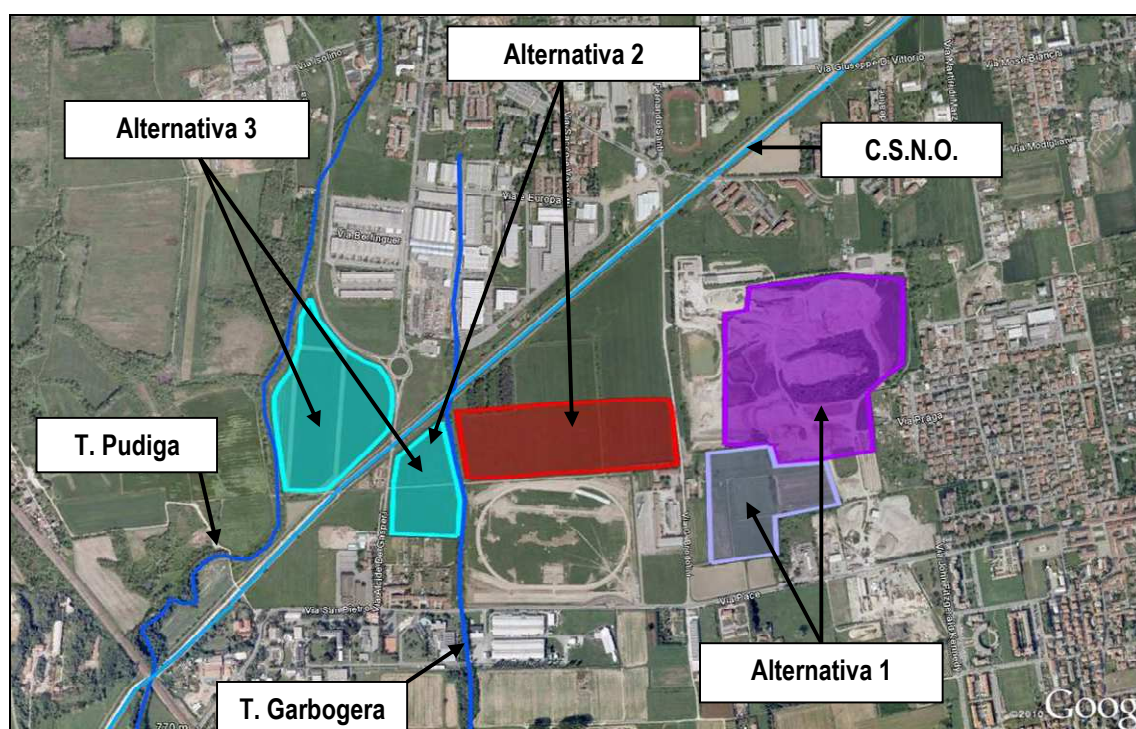
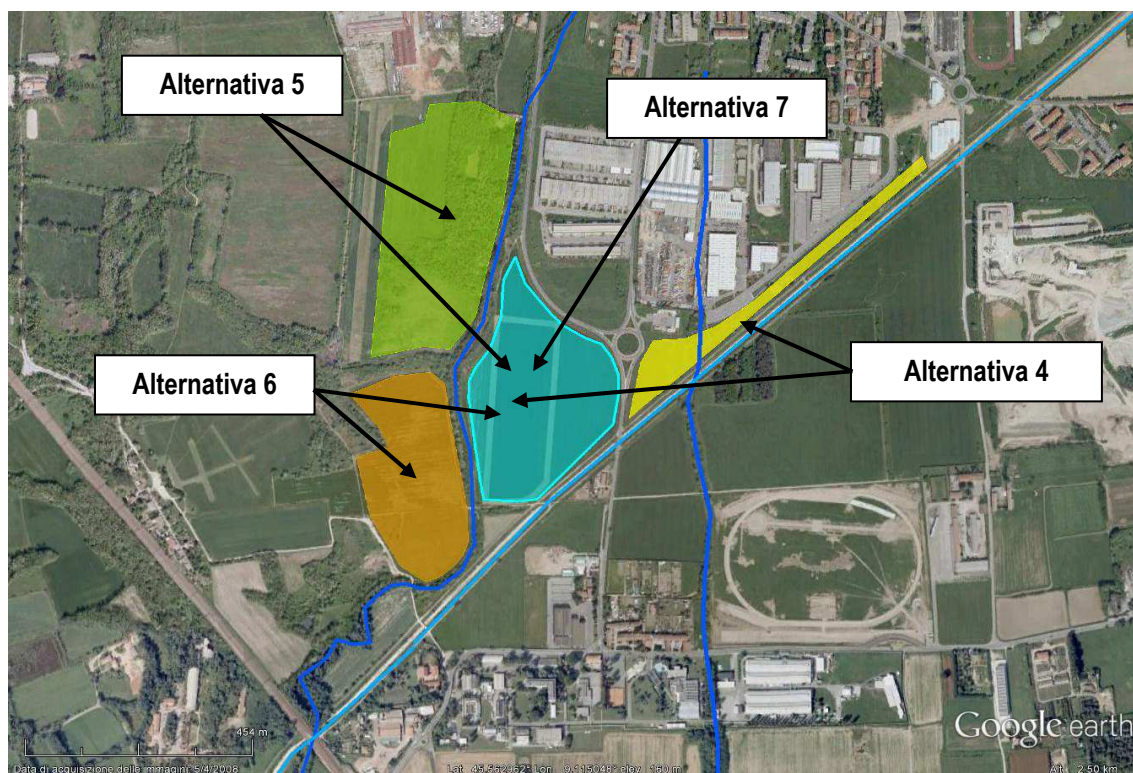
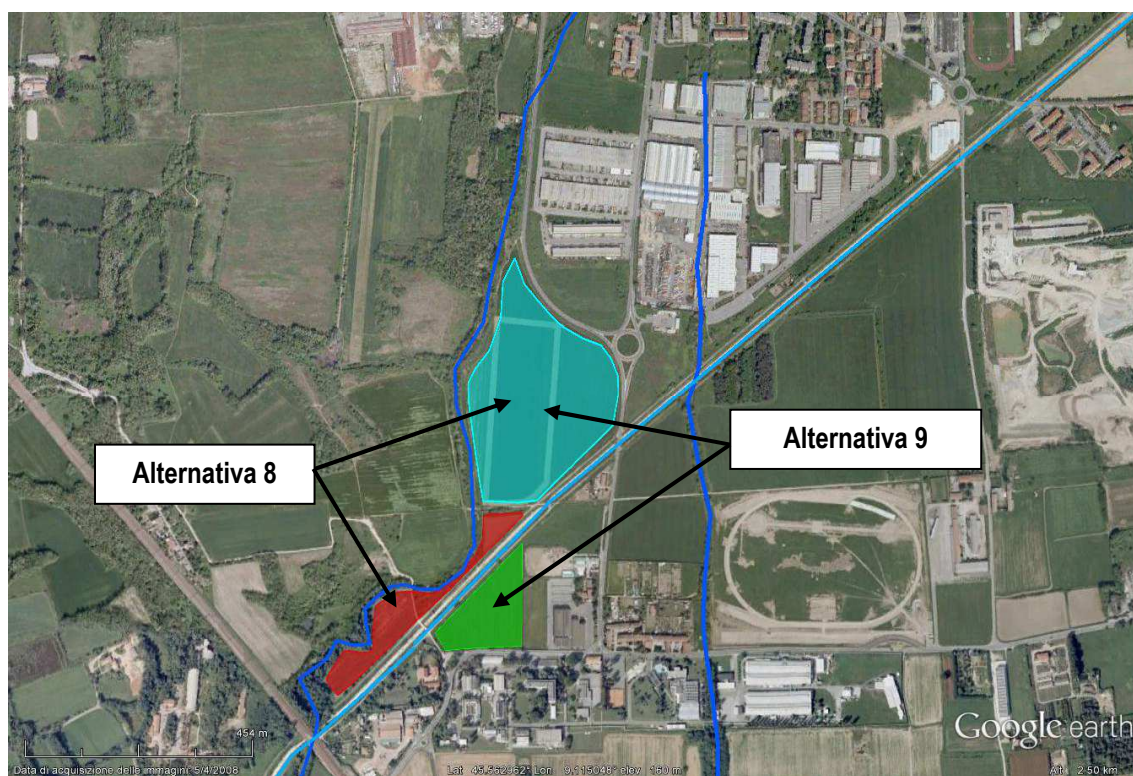


Figura 59 – Alternative di localizzazione dell’invaso di laminazione di Senago considerate nello *Studio-AIPo-2011*.





**Figura 60 – Alternative di localizzazione dell’invaso di laminazione di Senago indicate dal Comune di Senago.**



**Figura 61 – Ulteriori alternative di localizzazione dell’invaso di laminazione di Senago indicate dal Comune di Senago.**

Tali soluzioni non sono state considerate come singole alternative completamente indipendenti ed aggiuntive alle precedenti, ma come proposte di ubicazione sostitutive dell'area di laminazione prevista nello *Studio-AIPo-2011* posta a sud del CSNO, nei pressi della C.na Traversagna, la quale costituisce parte integrante delle alternative n. 2 e n. 3.

Infatti in tali aree, in funzione della configurazione del territorio e dei vincoli presenti al loro interno (es. T. Garbogera e strada in progetto per quanto riguarda l'alternativa 4 e area boscata all'interno dell'area considerata nell'alternativa 5), tenuto conto delle quote di massimo e minimo invaso, pari rispettivamente a 159 m s.m. (in relazione alle quote del piano campagna e al funzionamento idraulico del CSNO) e 144 m s.m. (in relazione alla quota di massima escursione della falda registrata negli ultimi anni, come evidenziato nel grafico di Figura 62) è possibile ottenere i seguenti volumi di invaso:

- alternativa n. 4: ~ 60'000 m<sup>3</sup>,
- alternativa n. 5: ~ 550'000 m<sup>3</sup>,
- alternativa n. 6: ~ 400'000 m<sup>3</sup>,
- alternativa n. 8: ~ 150'000 m<sup>3</sup>,
- alternativa n. 9: ~ 200'000 m<sup>3</sup>,

che sono inferiori al valore di riferimento per il progetto dell'opera di laminazione, pari a 1'000'000 m<sup>3</sup>, pertanto tali aree devono essere considerate congiuntamente con altre.



**Figura 62 – Andamento temporale del livello di falda nei pressi dell'invaso di Senago.**

Nei seguenti paragrafi sono riportate le analisi effettuate per le diverse alternative di localizzazione, condotte considerando diversi criteri di valutazione, tra cui: destinazione d'uso

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

delle aree, caratteristica del terreno da scavare, aspetti idraulici (interazione con il CSNO e con i corsi d'acqua limitrofi, ecc.), aspetti paesaggistici, aspetti economici, ecc..

In particolare, dal punto di vista paesaggistico sono state prese in considerazione quelle caratteristiche che possono influenzare e condizionare l'inserimento ambientale delle opere idrauliche previste, facendo prevalere alcune soluzioni rispetto ad altre; i criteri scelti che possono definire un corretto inserimento paesaggistico sono i seguenti:

- modifiche rispetto allo stato di fatto;
- forma degli invasi e potenziale fruibilità degli spazi;
- rapporto con il centro abitato;
- impatto delle opere idrauliche di collegamento e conseguente distanza dai canali.

Per maggiori dettagli si rimanda alla tavole DI.02 e DI.04, allegate alla presente relazione.



## 9.1 ALTERNATIVA 1

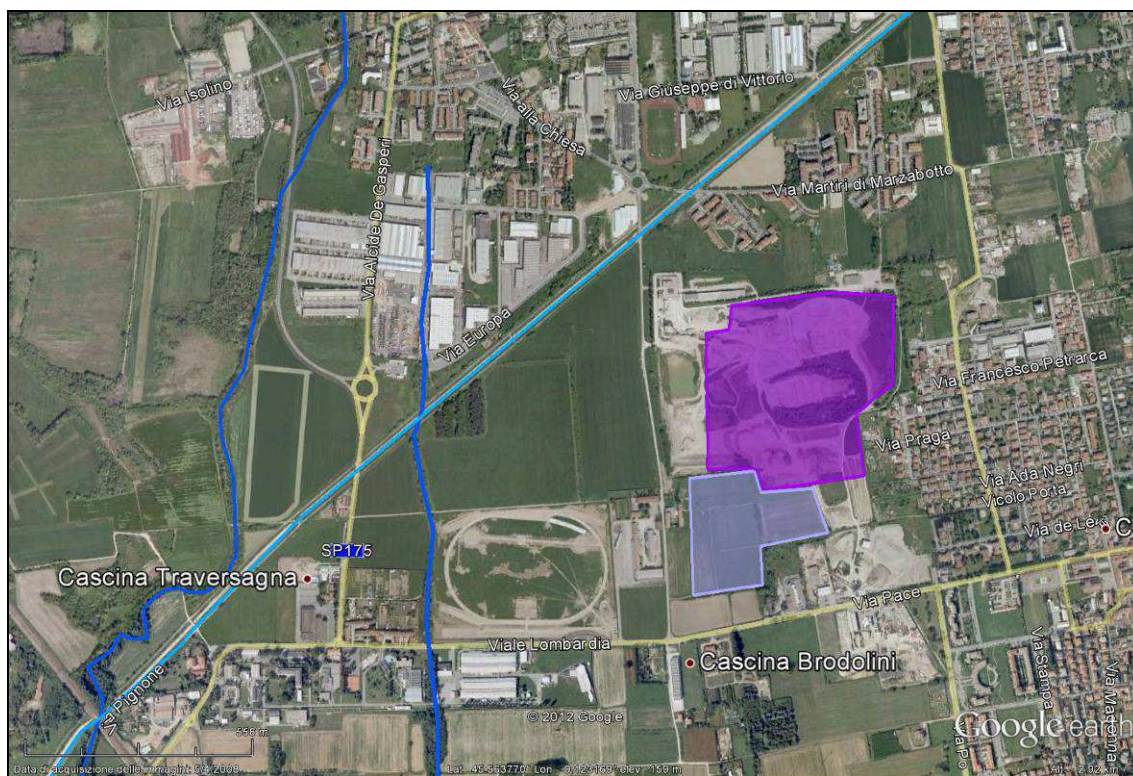


Figura 63 – Alternativa n. 1. Vista d'insieme.

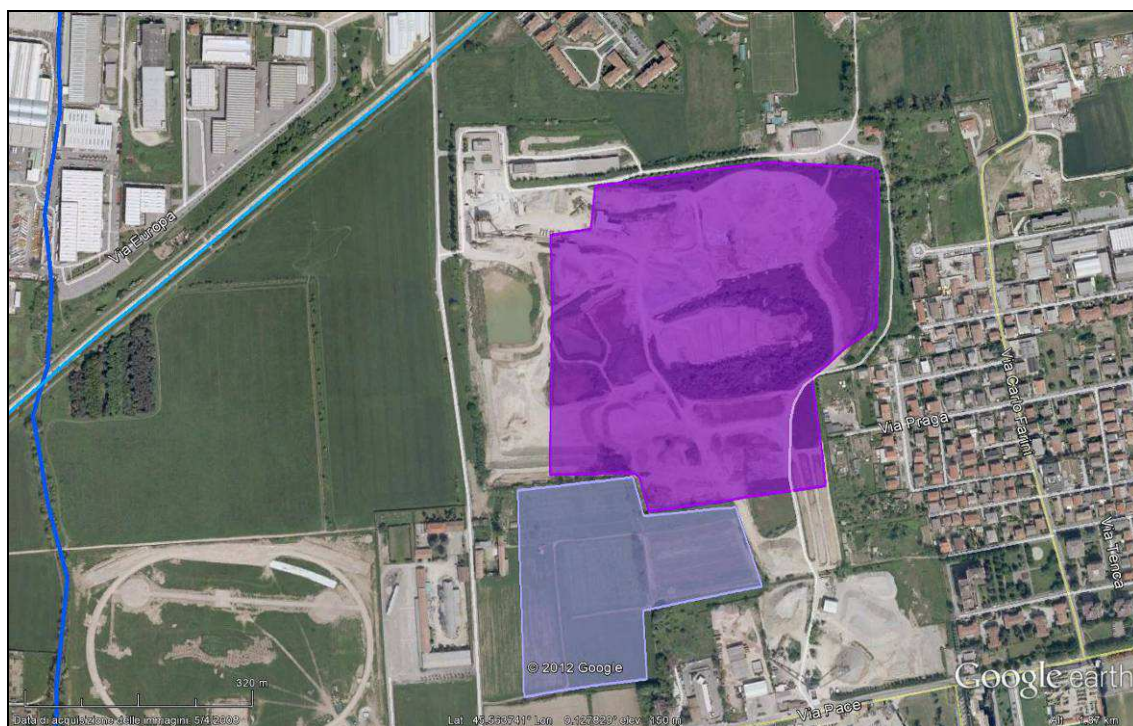
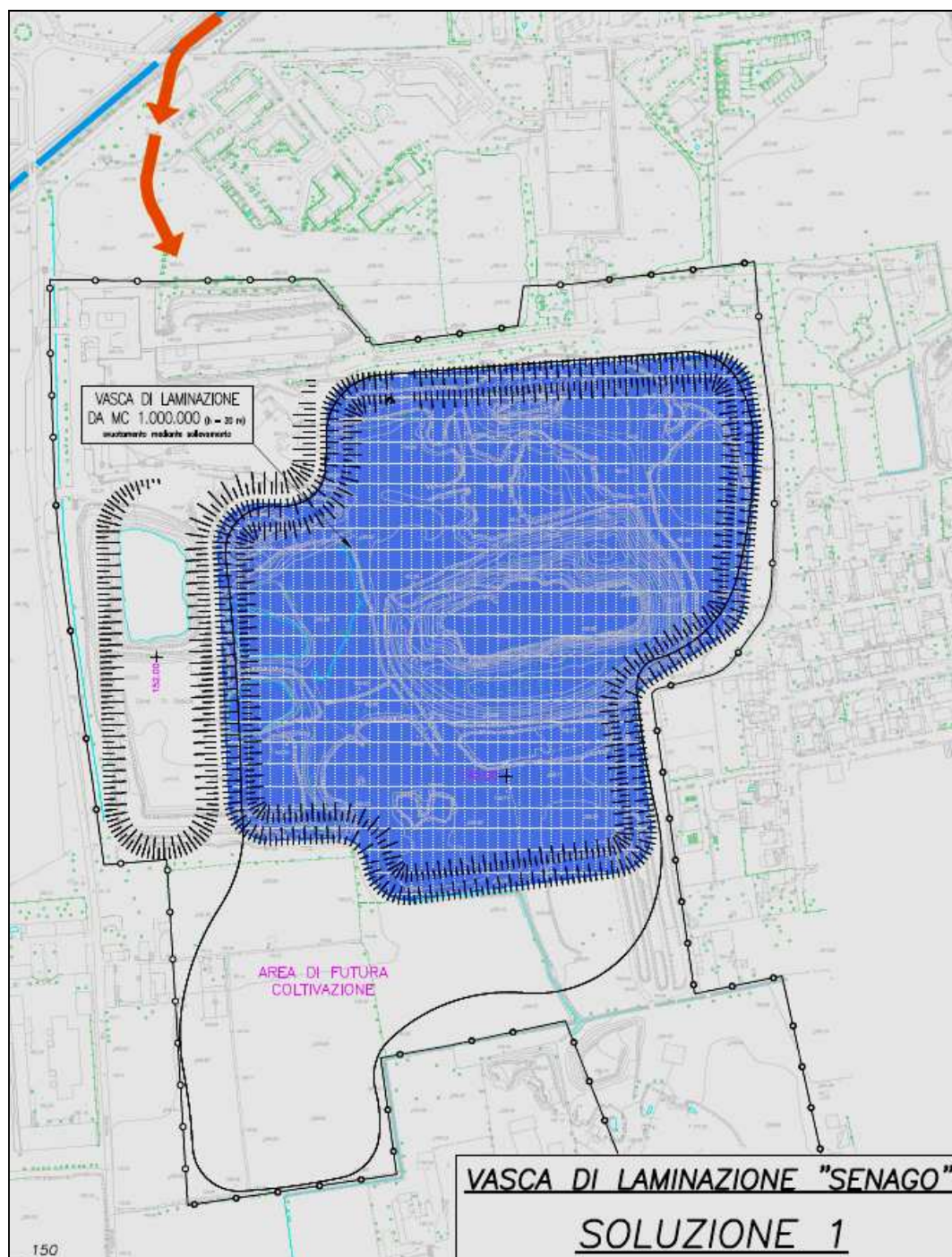


Figura 64 – Alternativa n. 1. Vista di dettaglio.





**Figura 65 – Schema Alternativa n. 1.**

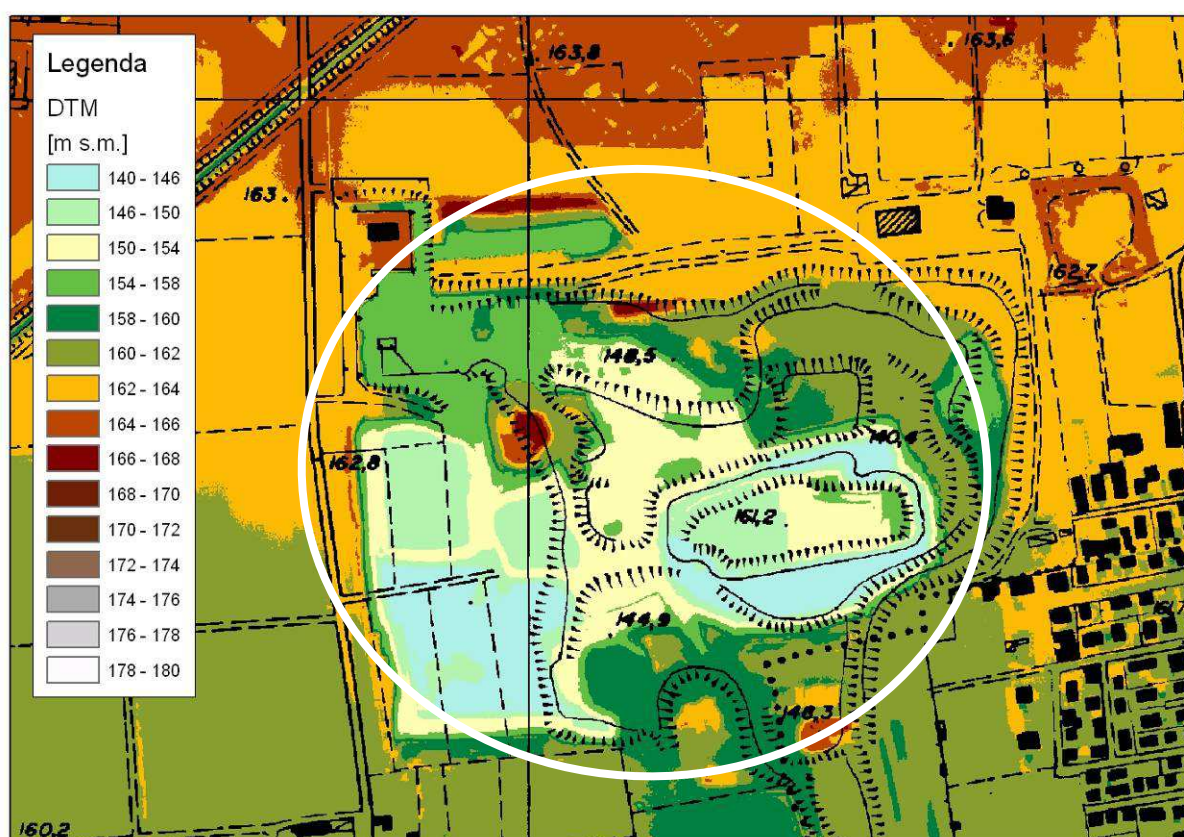
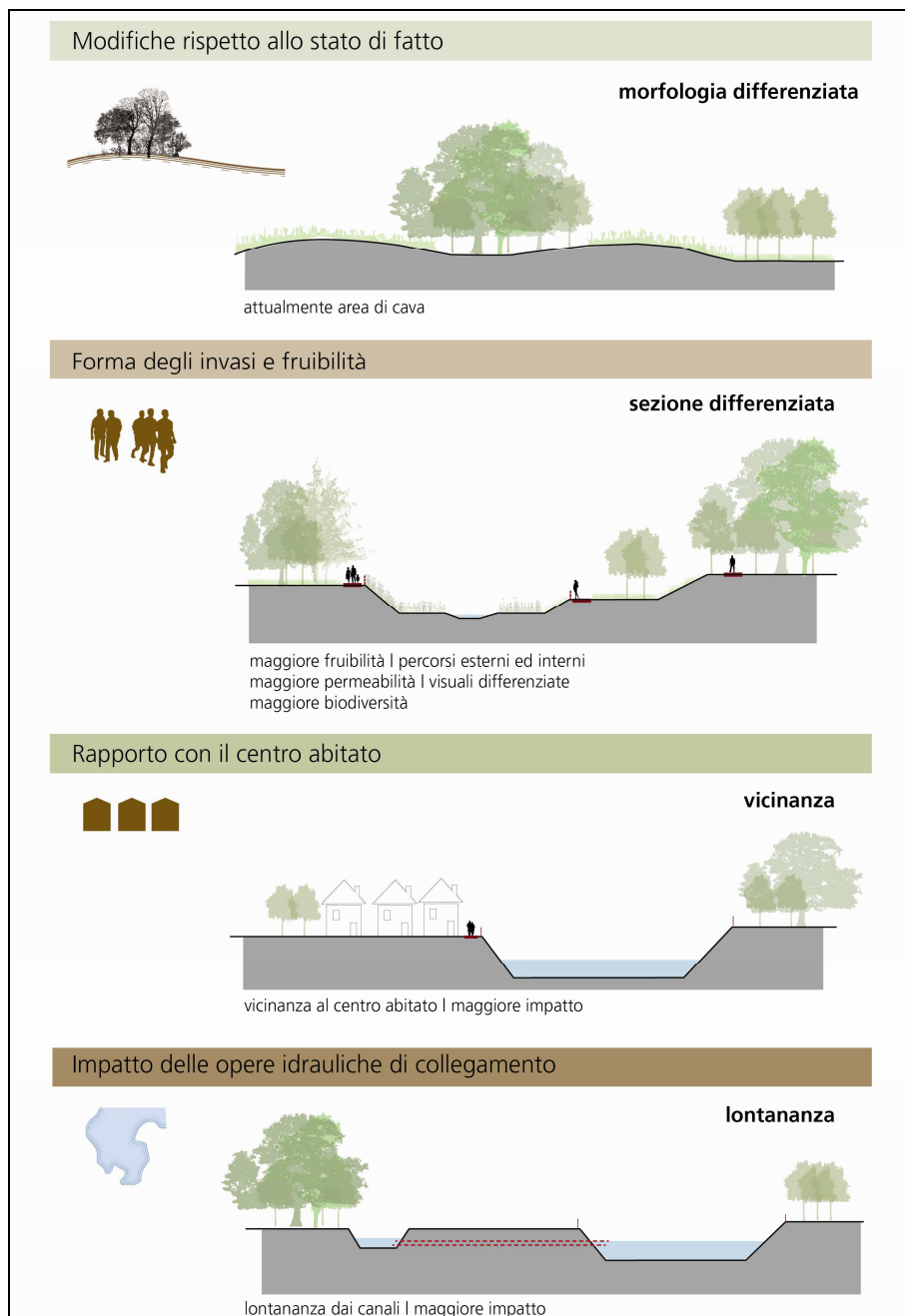


Figura 66 – Modello digitale del terreno dell'area d'interesse per l'alternativa n. 1

La soluzione indicata nell'alternativa n. 1, prevede la realizzazione dell'opera di laminazione in corrispondenza dell'area di cava esistente. L'area posta più a nord era già stata prevista 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*” dell'Autorità di bacino del fiume Po (2001 ÷ 2004). L'area posta più a sud, inclusa nel Piano Cave, può essere considerata come espansione di quella a nord.

Dal punto di vista urbanistico (fonte: “*Mosaico informatizzato degli strumenti urbanistici comunali*” – Regione Lombardia) l'area dell'attuale cava è classificata come “*Servizi di livello comunale - Aree miste verde – attrezzature di livello comunale*”, mentre l'area più a sud ha una destinazione d'uso “*Agricolo*” con vincolo ex legge 431/85.

Dal punto di vista dell'inserimento paesaggistico, nella Figura 67 si riporta uno schema con indicate, per i diversi criteri di analisi considerati, le caratteristiche della presente alternativa.






**Figura 67 – Caratterizzazione dell’alternativa relativamente all’inserimento paesaggistico**

In conclusione, l’alternativa in esame presenta essenzialmente i seguenti vantaggi:

- essendo prevista all’interno di un’area di cava, gli oneri di scavo sono minori;
- è alimentabile dal tratto di CSNO già raddoppiato (capacità idraulica allo stato attuale pari a  $60 \text{ m}^3/\text{s}$ ), per cui non occorrono specifici interventi sul canale esistente, ad eccezione dell’opera di presa per lo scolmo delle portate da avviare alla laminazione;



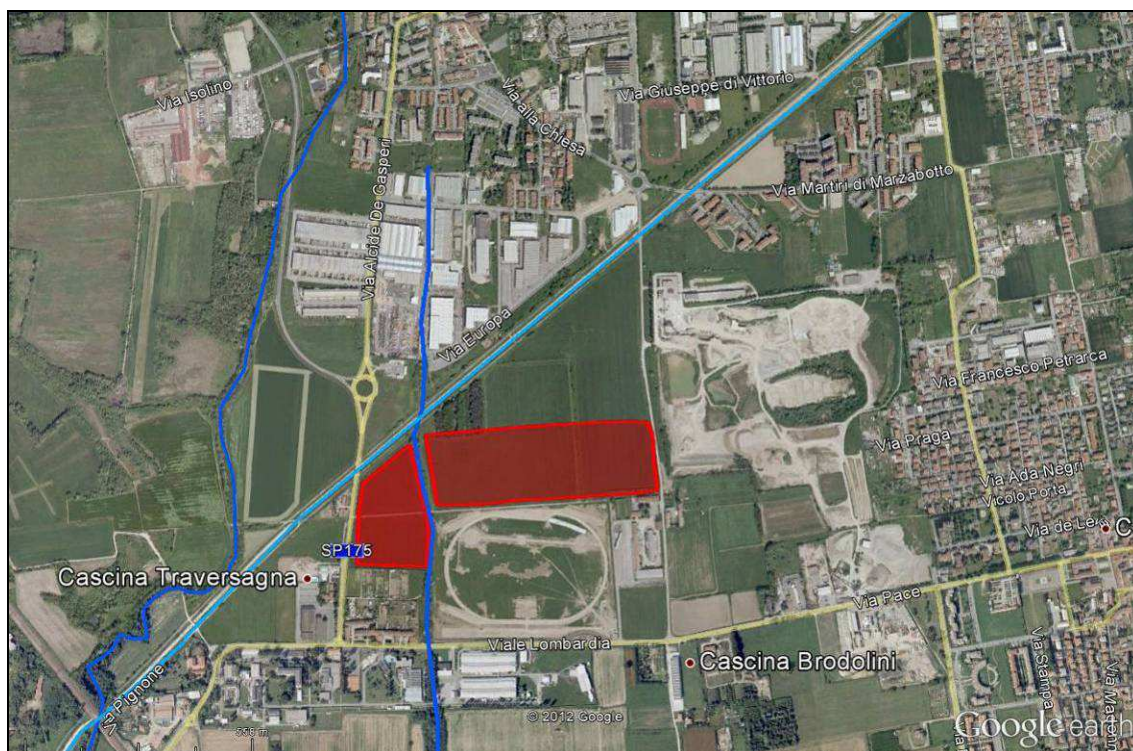
	A.T.P.: 	<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>		Consulenti: <i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>
---	--	---	--	---

- è possibile individuare un primo lotto funzionale (necessario in quanto il finanziamento attualmente disponibile non copre il costo dell'intervento nella sua totalità).

Per contro tale ipotesi presenta i seguenti svantaggi:

- la cava è ancora attiva, pertanto la realizzazione dell'opera di laminazione comporterebbe innumerevoli problematiche dal punto di vista tecnico, sia in fase di cantiere (interferenze tra l'impresa che esegue i lavori di formazione dell'invaso di laminazione e l'impresa che sta effettuando l'attività estrattiva) che in fase di gestione (necessità di garantire la sicurezza della porzione di cava attiva quando la porzione destinata a laminazione è invasata), ed anche dal punto di vista amministrativo;
- l'area non è adiacente al CSNO, per cui occorre realizzare delle opere di collegamento tra lo scolmatore e l'opera di laminazione per l'alimentazione (canale) e lo svuotamento dell'invaso (tubazione); con riferimento all'area di cava esistente, tali opere hanno uno sviluppo di circa 400 m ciascuna, mentre considerando l'eventuale area più a sud lo sviluppo sale a circa 700 m ciascuna;
- questa soluzione risulterebbe essere molto vicina al centro abitato, quindi con un forte impatto delle opere idrauliche di collegamento ed una difficile integrabilità rispetto ai corsi d'acqua esistenti;
- l'opera di laminazione può rispondere alle necessità di sistemazione idraulica solo del T. Seveso, perché gli altri corsi d'acqua (Garbogera e Pudiga) sono posti più a valle.

## 9.2 ALTERNATIVA 2

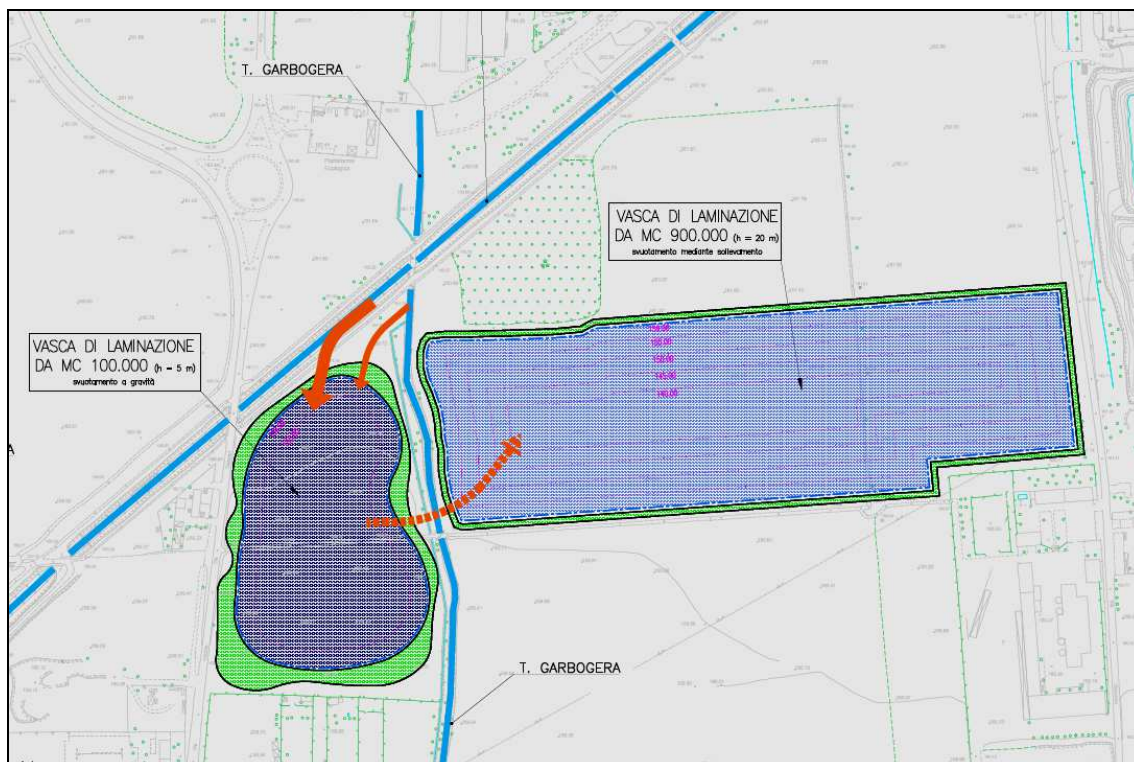


**Figura 68 – Alternativa n. 2. Vista d'insieme.**

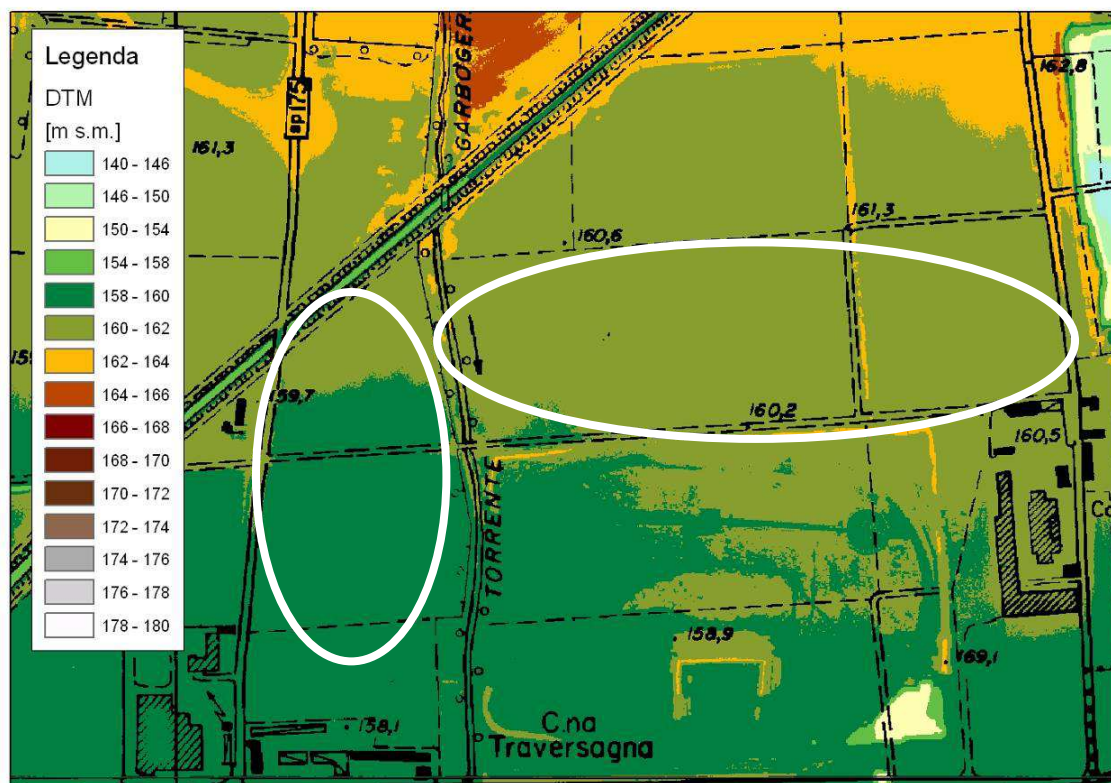


**Figura 69 – Alternativa n. 2. Vista di dettaglio.**





**Figura 70 – Schema Alternativa n. 2.**



**Figura 71 – Modello digitale del terreno dell'area d'interesse per l'alternativa n. 2**

La soluzione indicata nell'alternativa n. 2 prevede di realizzare l'opera di laminazione in due aree distinte, poste a cavallo del T. Garbogera. L'idea è quella di prevedere nell'area a ovest del T. Garbogera uno scavo limitato (circa 5 m) per poter consentire di scaricare la portata laminata a gravità, mentre nell'area posta a est del T. Garbogera effettuare uno scavo più consistente (circa 20 m), che presuppone un'esigenza di svuotamento dell'invaso mediante una stazione di sollevamento, in modo tale da ottenere complessivamente la volumetria necessaria (1'000'000 m<sup>3</sup>). In sintesi, le due aree hanno le seguenti caratteristiche:

➤ invaso a ovest del T. Garbogera:

- superficie massima invaso: ~ 44'000 m<sup>2</sup>;
- quota piano campagna: ~ 159÷160 m s.m.;
- quota massimo invaso: ~ 159,0 m s.m.;
- quota fondo invaso: ~ 155,5 m s.m.;
- volume invaso: ~ 100'000 m<sup>3</sup>;

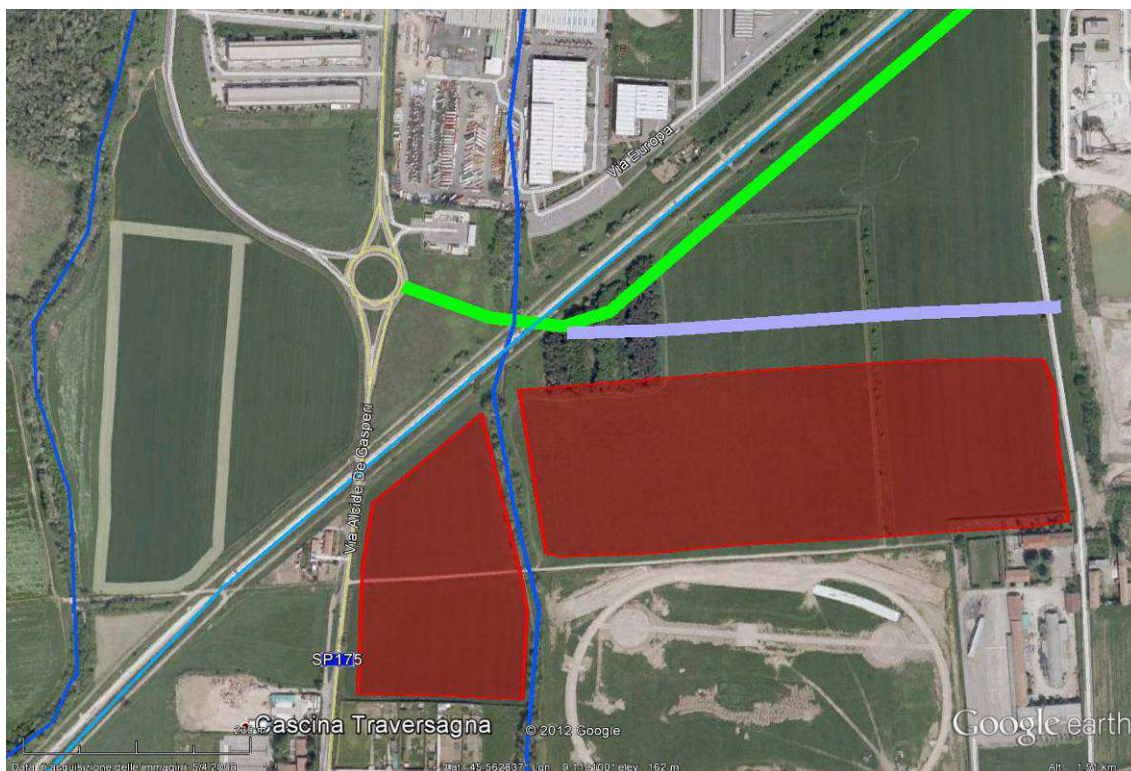
➤ invaso a est del T. Garbogera:

- superficie massima invaso: ~ 95'000 m<sup>2</sup>;
- quota piano campagna: ~ 160÷161 m s.m.;
- quota massimo invaso: ~ 159 m s.m.;
- quota minimo invaso: ~ 144 m s.m.;
- volume invaso: ~ 900'000 m<sup>3</sup>.

Dal punto di vista urbanistico (fonte: *“Mosaico informatizzato degli strumenti urbanistici comunali”* – Regione Lombardia) entrambe le aree hanno una destinazione d'uso *“Agricolo”*; inoltre, una parte dell'area a ovest del T. Garbogera (tra CSNO e strada poderale) è soggetta al vincolo ex legge 431/85 in quanto parte del Parco regionale delle Groane.

La forma dell'area a est del T. Garbogera è stata definita tenendo conto dei possibili tracciati della nuova strada provinciale (rappresentate schematicamente nella Figura 72): un tracciato prevede che la strada corra parallela al CSNO, come riportato negli strumenti urbanistici vigenti, mentre l'altra alternativa prevede un tracciato sostanzialmente orizzontale (tale alternativa è emersa durante alcuni incontri di discussione dello *Studio-AIPo-2011*).

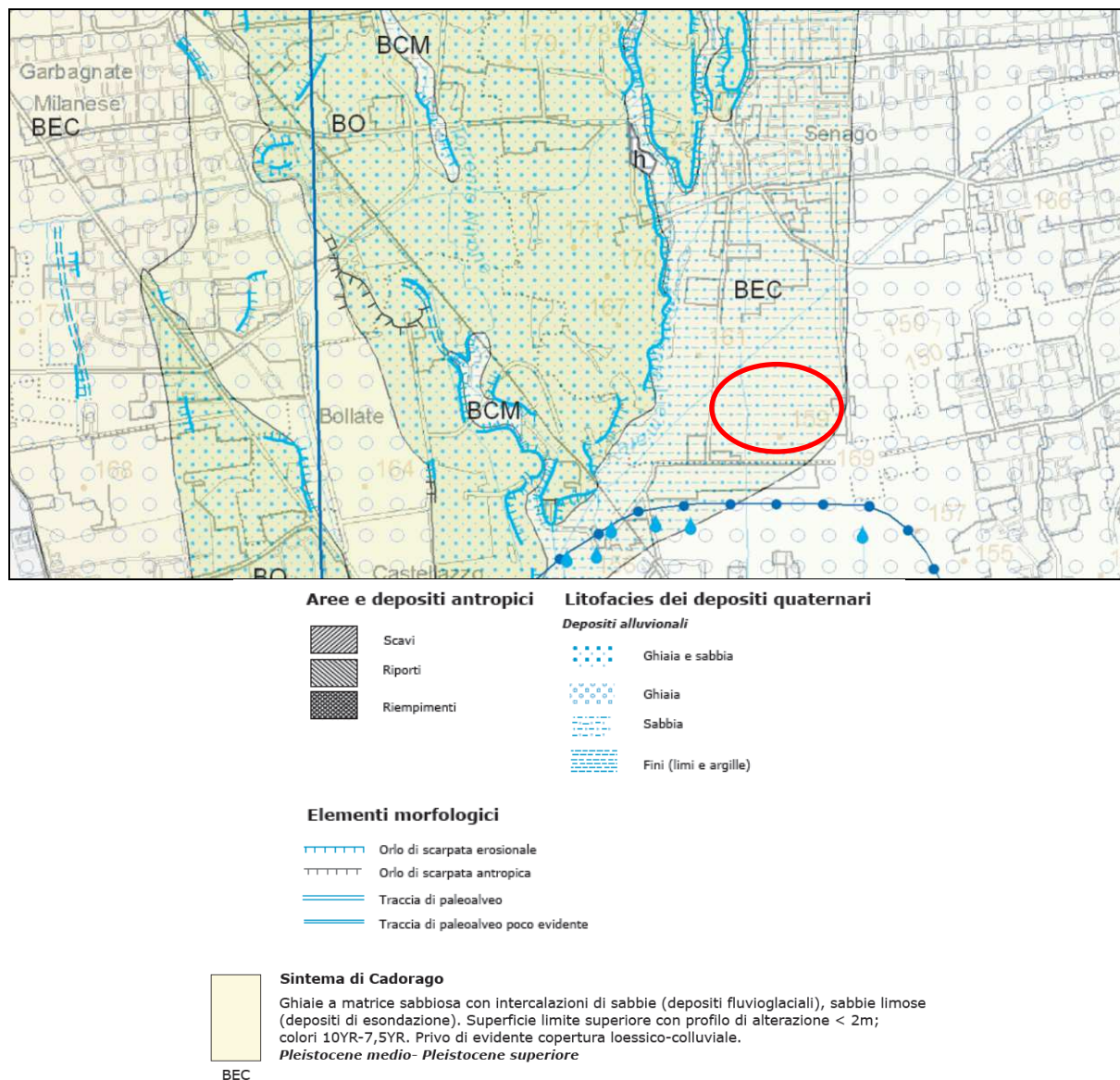




**Figura 72 – Tracciati alternativi della nuova strada provinciale**

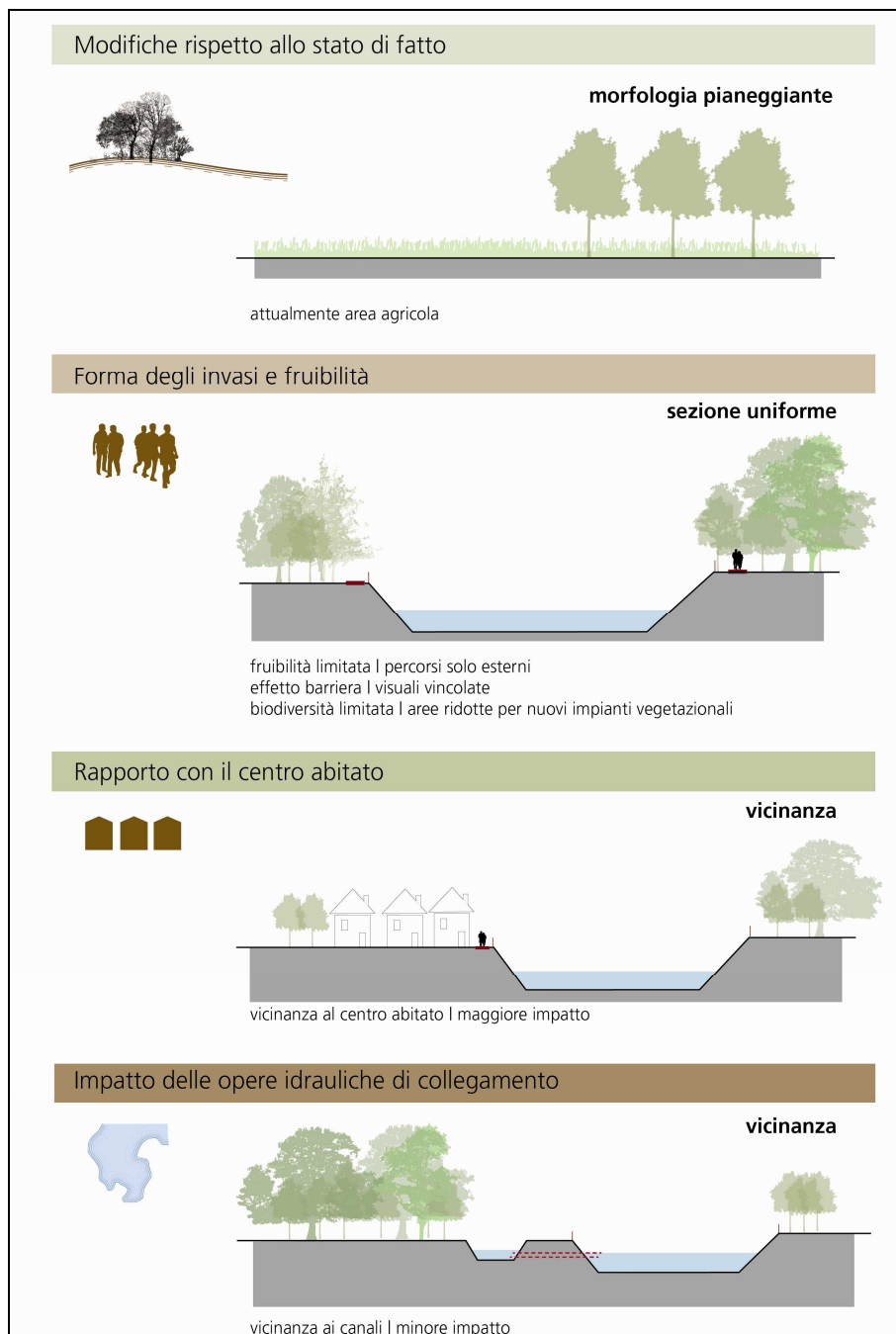
Si segnala che all'interno dell'area posta a est del T. Garbogera è in atto la richiesta di realizzazione di un impianto fotovoltaico da parte della società Alpina Costruzioni S.p.A., che in data 20/05/2011 ha ottenuto il decreto di esclusione dalla procedura di Valutazione d'impatto ambientale, con prescrizioni, ai sensi del d.lgs. 152/06 e della l.r. 5/2010.

In base a quanto indicato nella “*Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000*” relative al foglio 118 – Milano (nella Figura 73 è riportato uno stralcio di tale cartografia), le aree in esame appartengono all'Unità di Cadorago del Supersintema di Besnate, caratterizzate da “*Ghiaia a supporto clastico o di matrice, con matrice sabbiosa; intercalazioni sabbiose; sabbie limoso argillose; limi con clasti sparsi: depositi fluvioglaciali*”. In particolare tali aree, poste a est delle Groane, sono caratterizzate da “*percentuali di sabbia quasi doppie e percentuali di limo inferiori del 10-30% rispetto alle coperture delle unità più antiche*”, poste a ovest delle Groane.



**Figura 73 – Estratto della “Carta geologica d’Italia alla scala 1:50.000” relative al foglio 118 – Milano. Il contorno rosso indica la posizione di area in esame, appartenente al Sintema di Cadorago (codice BEC)**

Dal punto di vista dell’inserimento paesaggistico, nella Figura 74 si riporta uno schema con indicate, per i diversi criteri di analisi considerati, le caratteristiche della presente alternativa. Si evidenzia che La forma poco naturaliforme della vasca principale vincola le possibilità di inserimento della stessa, caratterizzandola come una struttura isolata, regolare e difficilmente utilizzabile in maniera alternativa. La mitigazione corrisponderebbe quindi solamente nel trattamento delle sponde.



**Figura 74 – Caratterizzazione dell’alternativa relativamente all’inserimento paesaggistico**

In conclusione, l’alternativa presenta essenzialmente i seguenti vantaggi:

- è posta all’interno di un’area con destinazione d’uso agricolo;
- essendo posta in prossimità del T. Garbogera, la laminazione può rispondere anche alle necessità di sistemazione idraulica di tale corso d’acqua, che presenta nel tratto di valle diverse situazioni di criticità;
- l’area più a ovest è adiacente al CSNO, per cui le opere idrauliche di collegamento

	A.T.P.: 	Studio Associato di Geologia Spada		Consulenti: Prof. Dott. V. Mezzanotte
---	--	---------------------------------------	--	---

tra lo scolmatore e l'opera di laminazione per l'alimentazione e lo scarico degli invasi hanno uno sviluppo ridotto;

- presenza di un settore di invaso con svuotamento interamente a gravità;
- è possibile individuare un primo lotto funzionale (necessario in quanto il finanziamento attualmente disponibile non copre il costo dell'intervento nella sua totalità).

Per contro presenta i seguenti svantaggi:

- non è direttamente adiacente al tratto di CSNO già raddoppiato; tuttavia tale svantaggio è superabile agevolmente e con costi ridotti, dal momento che, tenendo conto delle dimensioni della sezione trasversale (in base al progetto definitivo *“Lavori di adeguamento funzionale del Canale Scolmatore di Nord Ovest nel tratto compreso tra Senago (MI) e Settimo Milanese (MI) – MI.E.781”* le sponde attuali sono in grado di contenere il livello idrico associato ad una portata di 60 m<sup>3</sup>/s), basta intervenire sul rivestimento in calcestruzzo delle sponde prevedendone l'innalzamento fino al contenimento del livello idrico corrispondente alla portata di 60 m<sup>3</sup>/s;
- le aree hanno una forma molto regolare e squadrata, conseguente ai vincoli presenti sul territorio, e ciò limita la possibilità di ottenere un buon inserimento ambientale dell'opera;
- nell'area a est del T. Garbogera c'è una richiesta di realizzazione di un impianto fotovoltaico che ha ottenuto il decreto di esclusione dalla procedura di Valutazione d'impatto ambientale, con prescrizioni.









**Figura 77 – Foto dell'area a nord del CSNO.**



**Figura 78 – Foto dell'area a sud del CSNO.**



DISPOSITIVO DI INTERAZIONE CON LA FALDA  
per alimentazione lago permanente  
e riduzione delle sottopressioni



FASE "A"  
REGOLAZIONE PORTATA SUL CO.N.O.  
VERBALE NISIO LA LAMINAZIONE  
COMPLETO 1



FASE "B"  
AUMENTO DEL LIVELLO E SFORZO DEL  
IMPIANTO DI LAMINAZIONE CON CONSEGUENTE  
INNALZAMENTO DELLA VASCA DI LAMINAZIONE  
COMPLETO 2



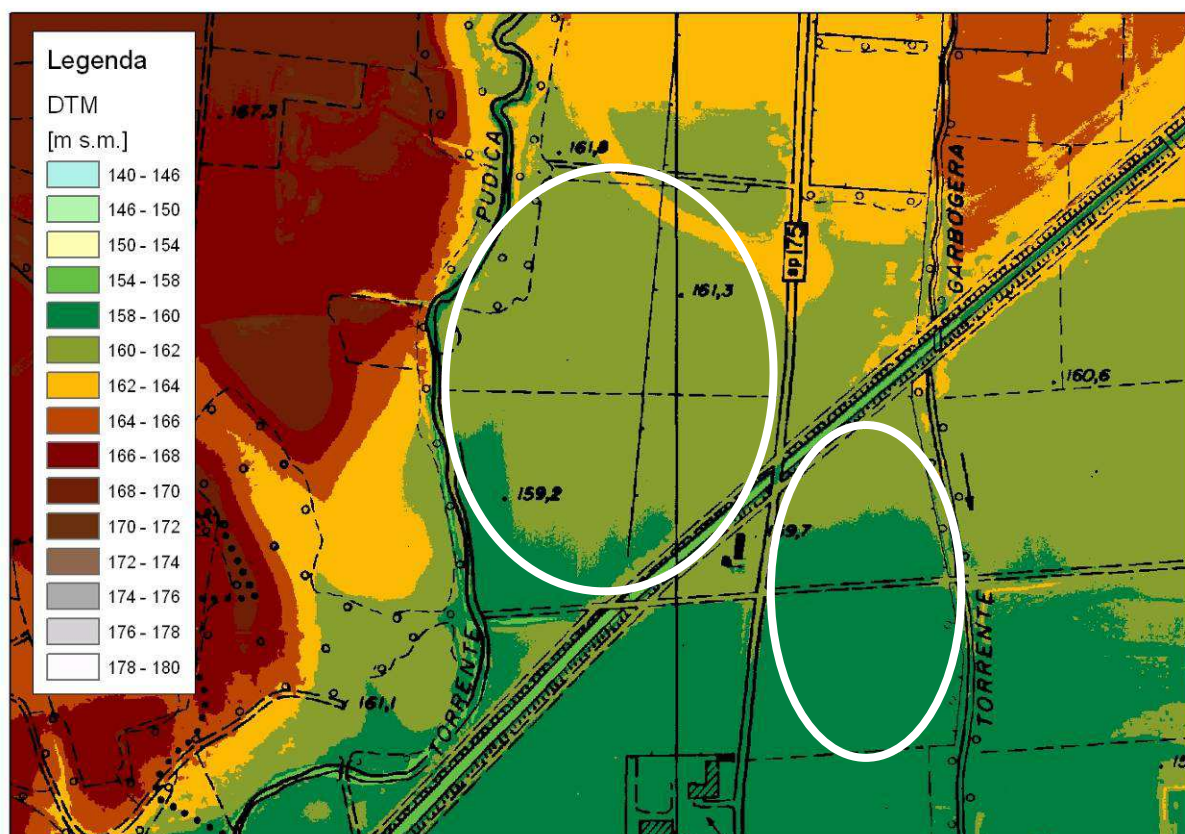
**VASCA DI LAMINAZIONE "SENAGO"**  
**SIMULAZIONE DELLE FASI DI INVASO**

FASE "C"  
ULTIMAZIONE AUMENTO DEL LIVELLO E SFORZO CON  
CONSEGUENTE INNALZAMENTO DELLA VASCA DI LAMINAZIONE  
COMPLETO 3



**Figura 79 – Schema Alternativa n. 3.**





**Figura 80 – Modello digitale del terreno dell'area d'interesse per l'alternativa n. 3**

La soluzione indicata nell'alternativa n. 3 prevede di realizzare l'opera di laminazione in due aree distinte, poste a cavallo del CSNO; l'area a sud coincide con quella considerata nella soluzione n. 2 (a ovest del T. Garbogera). L'idea progettuale, già messa in evidenza nello *Studio-AIPo-2011*, è quella di prevedere nell'area a sud del CSNO uno scavo limitato (circa 5 m) per poter consentire di scaricare la portata laminata a gravità, mentre nell'area posta a nord del CSNO effettuare uno scavo più consistente (circa 15÷20 m), il che presuppone un'esigenza di svuotamento dell'invaso mediante una stazione di sollevamento, in modo tale da ottenere complessivamente la volumetria necessaria (1'000'000 m<sup>3</sup>). In sintesi, le due aree hanno le seguenti caratteristiche:

➤ **invaso a sud del CSNO:**

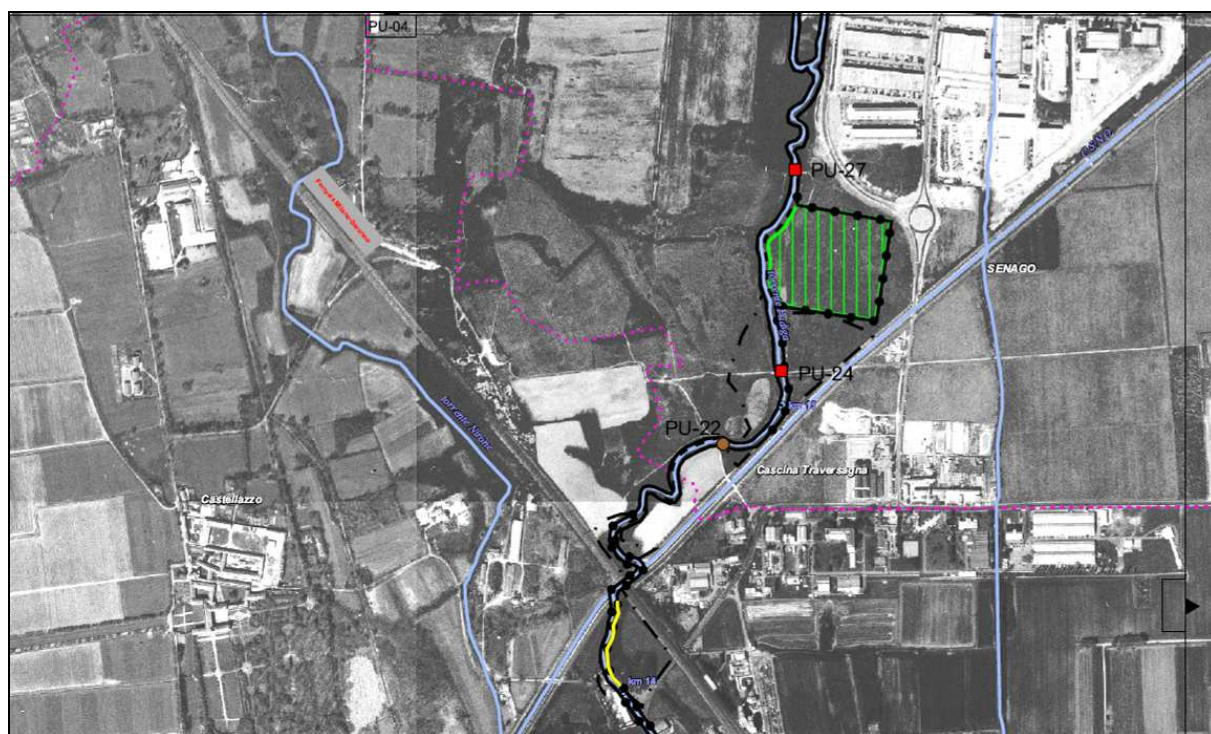
- superficie massima invasore: ~ 44'000 m<sup>2</sup>;
- quota piano campagna: ~ 159,0÷160,0 m s.m.;
- quota massimo invasore: ~ 159,0 m s.m.;
- quota minimo invasore / fondo invasore: ~ 155,5 m s.m.;



- volume invaso:  $\sim 100'000 \text{ m}^3$ .
- invaso a nord del CSNO:
  - superficie massima invaso:  $\sim 92'000 \text{ m}^2$ ;
  - quota piano campagna:  $\sim 160,0 \div 161,0 \text{ m s.m.}$ ;
  - quota massimo invaso:  $\sim 159,0 \text{ m s.m.}$ ;
  - quota minimo invaso:  $\sim 144,0 \text{ m s.m.}$ ;
  - volume invaso:  $\sim 900'000 \text{ m}^3$ .

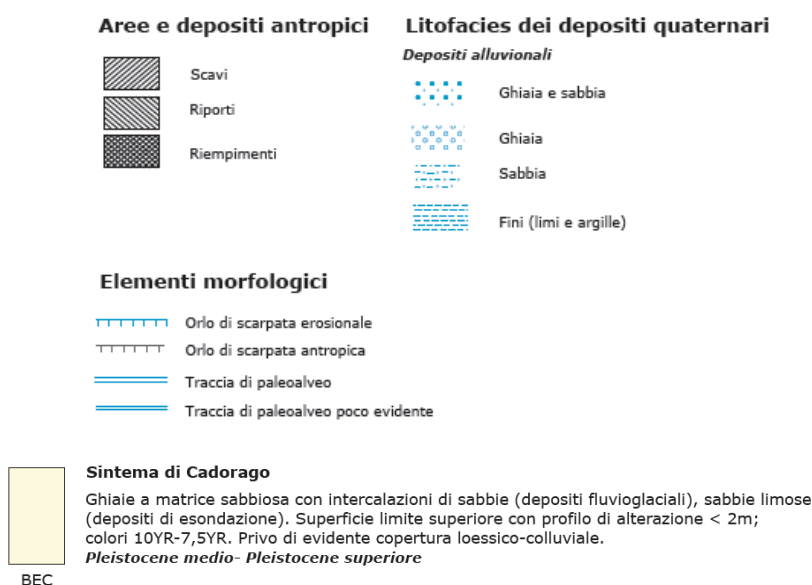
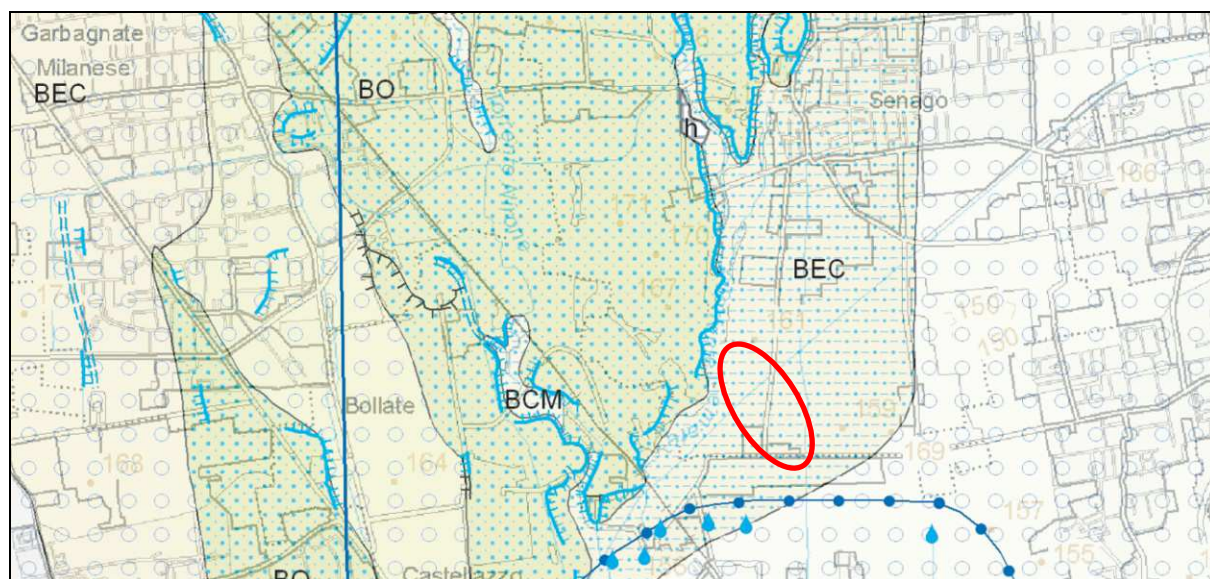
Dal punto di vista urbanistico (fonte: “*Mosaico informatizzato degli strumenti urbanistici comunali*” – Regione Lombardia) l’area posta a nord del CSNO è soggetta al vincolo ex legge 431/85 in quanto interna al Parco regionale delle Groane. L’area posta a sud del CSNO ha una destinazione d’uso “Agricolo” ed inoltre, una parte di essa (tra CSNO e strada podereale) è soggetta al vincolo ex legge 431/85 in quanto anch’essa fa parte del Parco regionale delle Groane.

L’area posta a nord del CSNO era già stata indicata dall’Autorità di Bacino del fiume Po nello studio di fattibilità del 2004 come aree di laminazione per il T. Pudiga, come emerge dall’estratto della cartografia di tale studio (Figura 81).



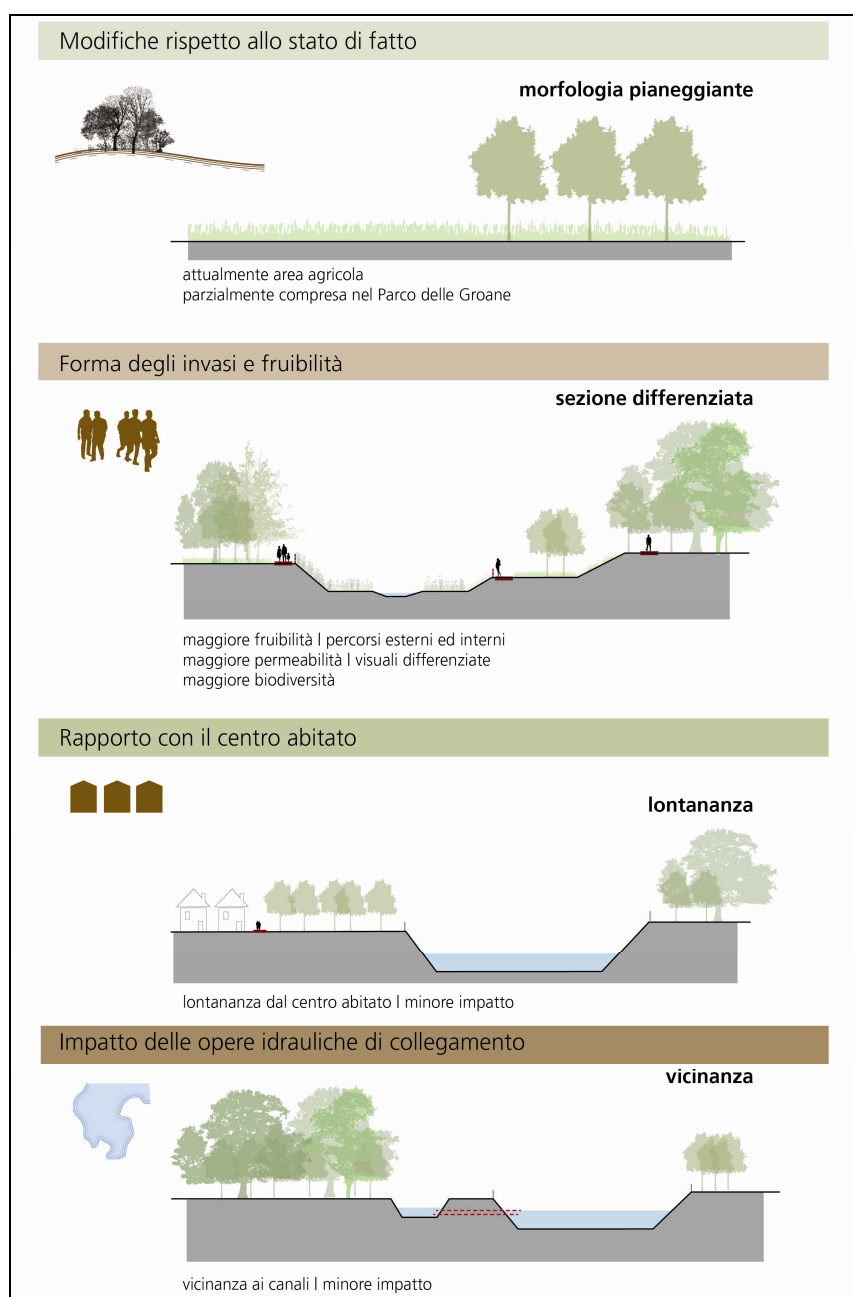
**Figura 81 – Stralcio della cartografia degli interventi di sistemazione AdBPo del T. Pudiga con riportata l’area di laminazione prevista, caratterizzata da una volumetria di 100'000 m<sup>3</sup> (AdBPo – 2004).**

In base a quanto indicato nella “Carta geologica d’Italia alla scala 1:50.000” relative al foglio 118 – Milano (nella Figura 82 è riportato uno stralcio di tale cartografia), le aree in esame appartengono all’Unità di Cadorago del Supersintema di Besnate, caratterizzate da “Ghiaia a supporto clastico o di matrice, con matrice sabbiosa; intercalazioni sabbiose; sabbie limoso argillose; limi con clasti sparsi: depositi fluvio-glaciali”. In particolare tali aree, poste a est delle Groane, sono caratterizzate da “percentuali di sabbia quasi doppie e percentuali di limo inferiori del 10-30% rispetto alle coperture delle unità più antiche”, poste a ovest delle Groane.



**Figura 82 – Estratto della “Carta geologica d’Italia alla scala 1:50.000” relative al foglio 118 – Milano. Il contorno rosso indica la posizione di area in esame, appartenente al Sintema di Cadorago (codice BEC)**

Dal punto di vista dell'inserimento paesaggistico, nella Figura 83 si riporta uno schema con indicate, per i diversi criteri di analisi considerati, le caratteristiche della presente alternativa. Si evidenzia che per la presente alternativa, la maggiore disponibilità di suolo e la possibilità di ridurre la profondità delle vasche permette di integrare la struttura idraulica all'interno del paesaggio, definendo dei percorsi di connessione tra le strutture, il centro abitato ed il parco. Ulteriore elemento positivo è costituito dalla vicinanza ai canali ed al conseguente impatto minore delle strutture di collegamento.



**Figura 83 – Caratterizzazione dell'alternativa relativamente all'inserimento paesaggistico**



	A.T.P.: 	Studio Associato di Geologia Spada		Consulenti: Prof. Dott. V. Mezzanotte
---	--	---------------------------------------	--	---

In conclusione, l'alternativa presenta essenzialmente i seguenti vantaggi:

- essendo posta in prossimità del T. Pudiga e del T. Garbogera, la laminazione può rispondere anche alle necessità di sistemazione idraulica di tali corsi d'acqua, i quali presentano nel tratto di valle diverse situazioni di criticità;
- è lontana dal centro abitato;
- le aree sono adiacenti al CSNO, per cui le opere idrauliche di collegamento tra lo scolmatore e l'opera di laminazione per l'alimentazione e lo scarico degli invasi hanno uno sviluppo ridotto;
- presenza di un settore di invaso con svuotamento interamente a gravità;
- è possibile individuare un primo lotto funzionale (necessario in quanto il finanziamento attualmente disponibile non copre il costo dell'intervento nella sua totalità);
- è possibile integrare la struttura idraulica all'interno del paesaggio, definendo dei percorsi di connessione tra le strutture, il centro abitato ed il parco.

per contro presenta il seguente svantaggio:

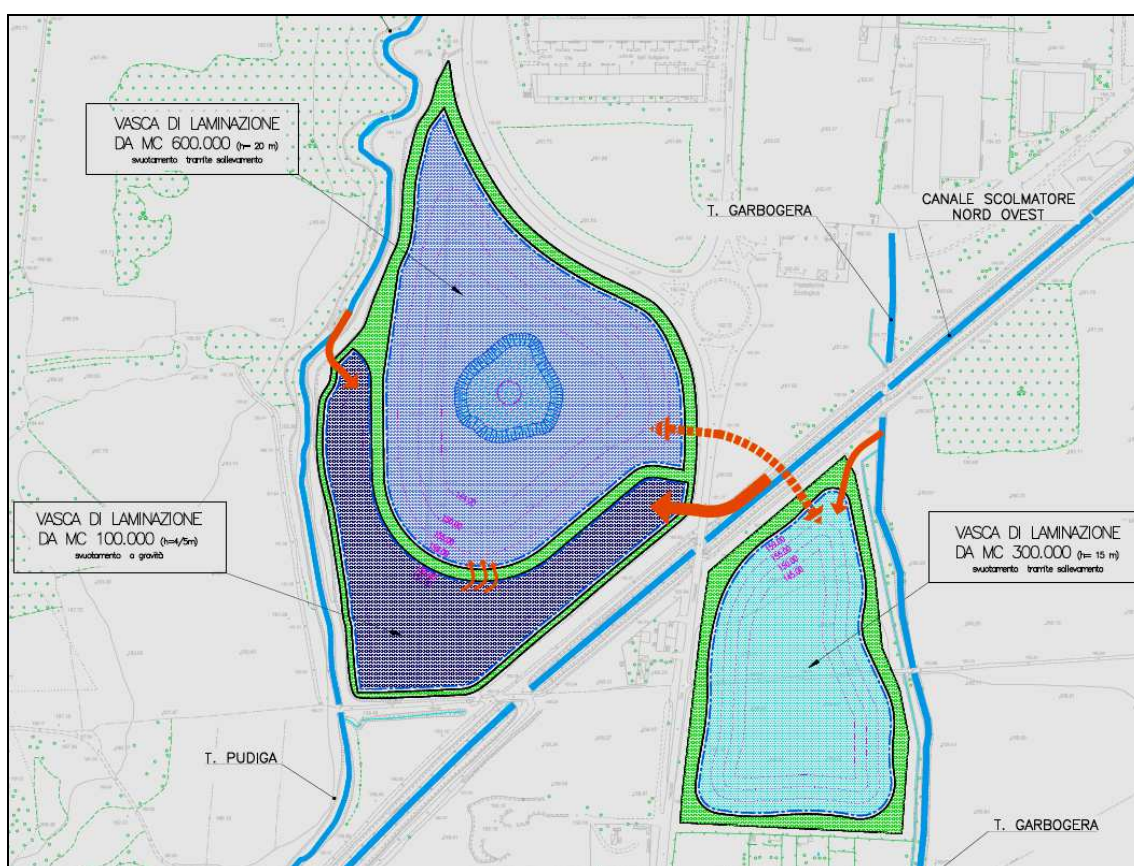
- non è direttamente adiacente al tratto di CSNO già raddoppiato; tuttavia tale svantaggio è superabile agevolmente e con costi ridotti, dal momento che, tenendo conto delle dimensioni della sezione trasversale (in base al progetto definitivo *“Lavori di adeguamento funzionale del Canale Scolmatore di Nord Ovest nel tratto compreso tra Senago (MI) e Settimo Milanese (MI) – M.I.E.78I”*) le sponde attuali sono in grado di contenere il livello idrico associato ad una portata di 60 m<sup>3</sup>/s, basta intervenire sul rivestimento in calcestruzzo delle sponde prevedendone l'innalzamento fino al contenimento del livello idrico corrispondente alla portata di 60 m<sup>3</sup>/s;
- l'area posta più a sud è posta in prossimità di alcune cascate;
- l'area posta più a sud ha una forma molto regolare e ciò limita la possibilità di ottenere un buon inserimento ambientale di tale parte dell'opera.

#### 9.4 ALTERNATIVA 3-BIS

Considerando le medesime due aree prese in esame nella precedente alternativa n. 3, al fine di tutelare la C.na Traversagna e la cascina posta tra il CSNO e la via A. De Gasperi, si potrebbero configurare le due aree di laminazione in modo tale da utilizzare meno

frequentemente quella posta a sud del CSNO.

Per raggiungere tale scopo si può prevedere di realizzare il primo settore dell'invaso (quello che viene interessato per primo dall'onda di piena e che può essere svuotato interamente a gravità) in una porzione periferica dell'area posta a nord del CSNO, riservando la parte restante come secondo settore (in scavo con svuotamento per sollevamento) e destinando l'area posta a sud del CSNO come ultimo settore. Con tale configurazione gli eventi meno gravi, quindi i più frequenti e caratterizzati da acque più inquinate, andrebbero ad occupare solo l'area posta a nord del CSNO.



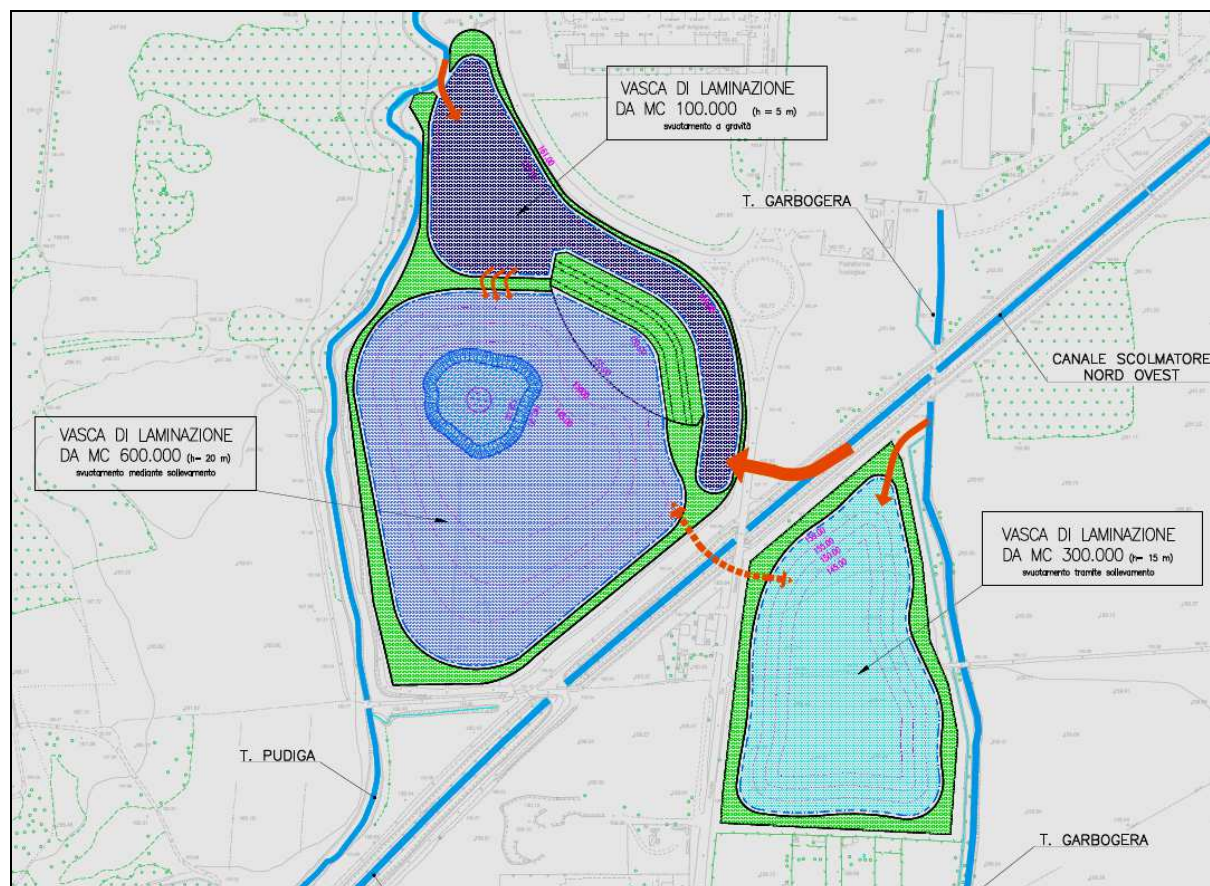
**Figura 84 – Schema Alternativa n. 3-bis.**

## 9.5 ALTERNATIVA 3-TER

Considerando ancora le aree prese in esame nella precedente alternativa n. 3, è possibile configurare l'area posta a nord del CSNO in modo leggermente differente rispetto all'alternativa 3-bis, in modo da concentrare l'estensione del primo settore d'invaso nella porzione più a nord, lontana dalle cascate. Tale nuova configurazione, denominata 3-ter, è

rappresentata nella Figura 85.

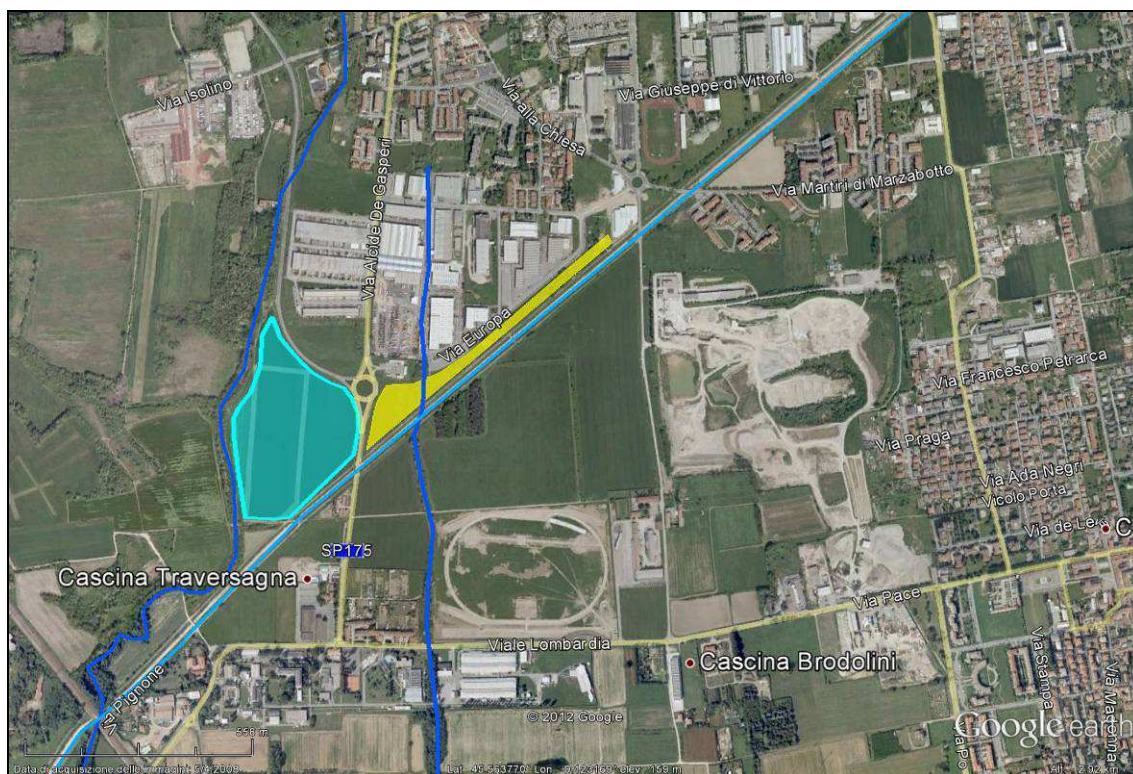
Tale configurazione implica un maggior percorso delle opere di svuotamento del primo settore dell'invaso, quello che si scarica interamente a gravità, in quanto il punto di recapito dello scarico nel CSNO è posto a valle dell'attraversamento poderale, dove il CSNO presenta un salto di fondo.



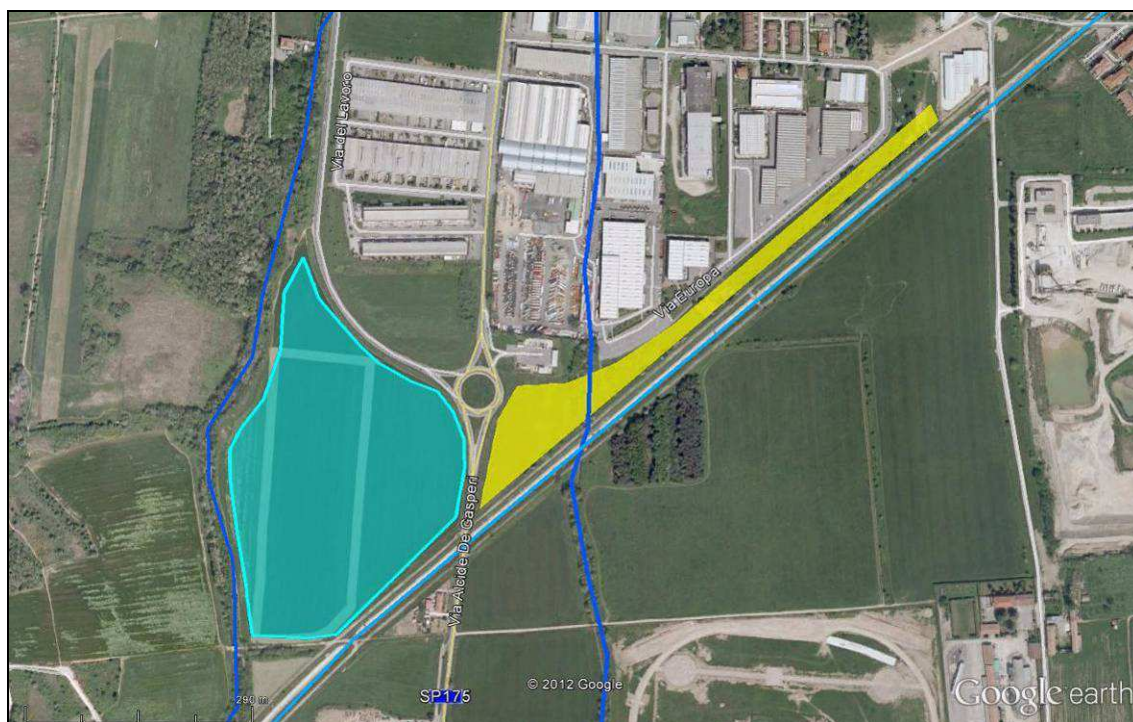
**Figura 85 – Schema Alternativa n. 3-ter.**



## 9.6 ALTERNATIVA 4



**Figura 86 – Alternativa n. 4. Vista d'insieme.**

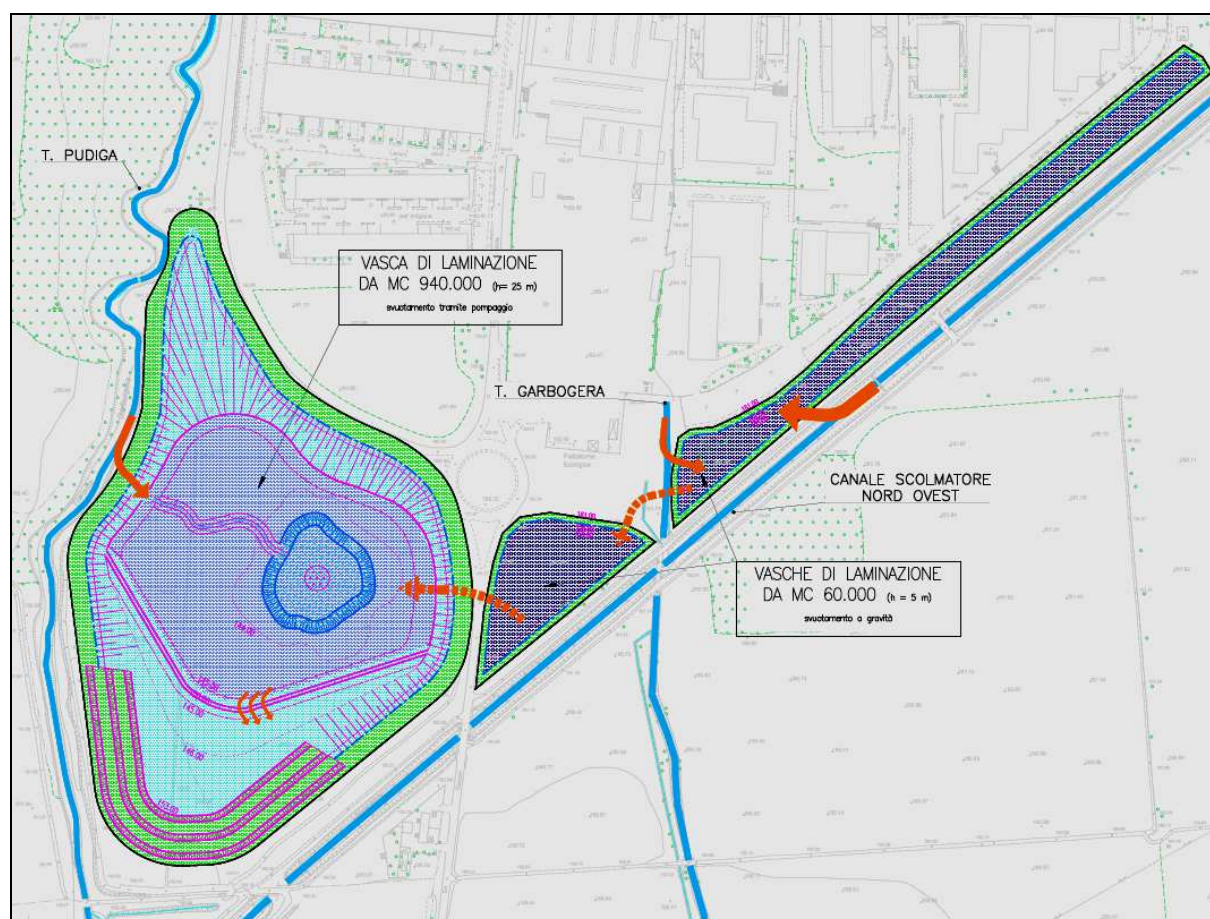


**Figura 87 – Alternativa n. 4. Vista di dettaglio.**





**Figura 88 – Foto dell'area posta in sponda destra del T. Garbogera**



**Figura 89 – Schema Alternativa n. 4.**



Figura 90 – Modello digitale del terreno dell'area d'interesse per l'alternativa n. 4

La soluzione indicata nell'alternativa n. 4 si configura come una variante dell'alternativa n. 3 e prevede di realizzare l'opera di laminazione in due aree distinte, poste entrambe a nord del CSNO, ma a cavallo del T. Garbogera.

L'area a ovest del T. Garbogera coincide con quella presa in considerazione nella soluzione alternativa n. 3 (a nord CSNO), mentre l'area posta a est del T. Garbogera sostituisce, in pratica, quella che nella soluzione n. 3 è posta a sud del CSNO, nei pressi della C.na Traversagna.

Dal punto di vista urbanistico (fonte: *"Mosaico informatizzato degli strumenti urbanistici comunali"* – Regione Lombardia) tale area è caratterizzata da alcune sottoaree caratterizzate da diverse destinazioni d'uso: "Agricolo", "Vincolo ex legge 431/85" (Parco regionale delle Groane), "infrastrutture di trasporto – strade" (come espansione), "area di rispetto" (associata alla strada in progetto), "Servizi di livello comunale - Aree a verde gioco e sport di livello comunale".

A causa della conformazione dell'area (lunga e stretta), della previsione di realizzazione della



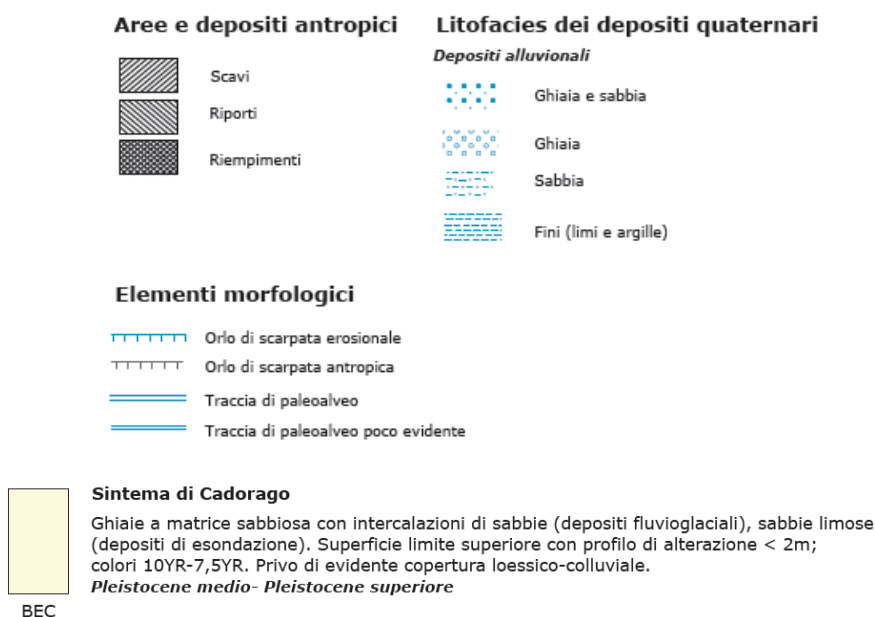
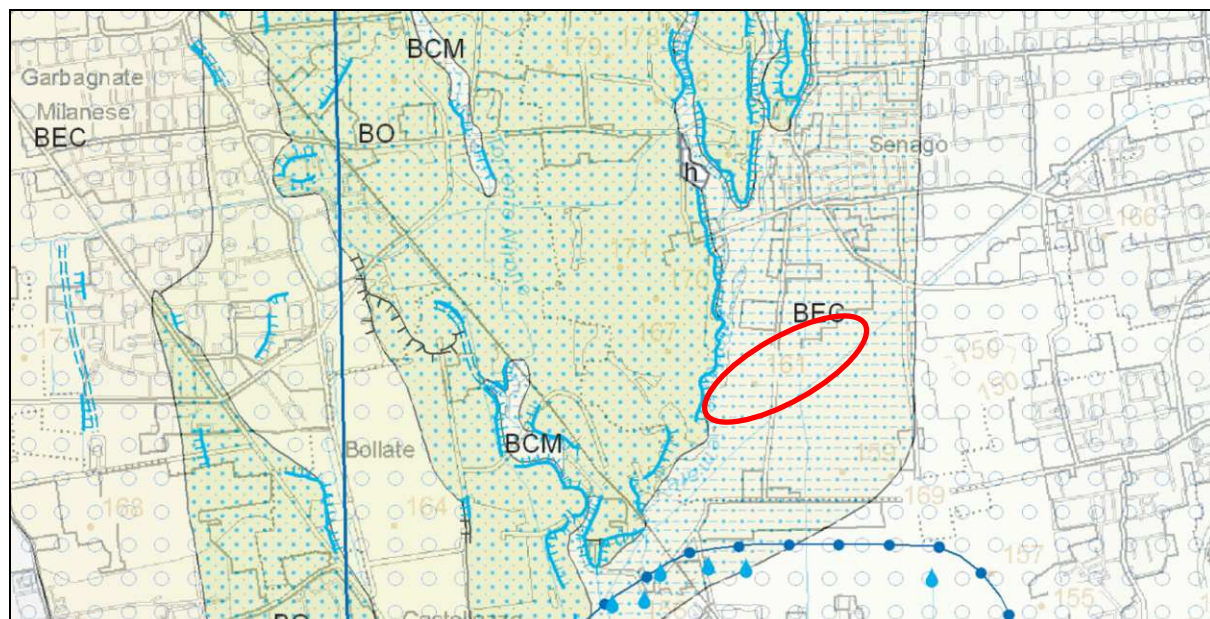
strada provinciale e della presenza del T. Garbogera, tale area è poco sfruttabile per la formazione di un'area di laminazione.

Le caratteristiche di tale area sono le seguenti:

- superficie massima invaso: ~ 30'000 m<sup>2</sup>;
- quota piano campagna: ~ 160÷162 m s.m.;
- quota massimo invaso: ~ 159 m s.m.;
- quota minimo invaso / fondo invaso: ~ 155,5 m s.m.;
- volume invaso: ~ 65'000 m<sup>3</sup>.

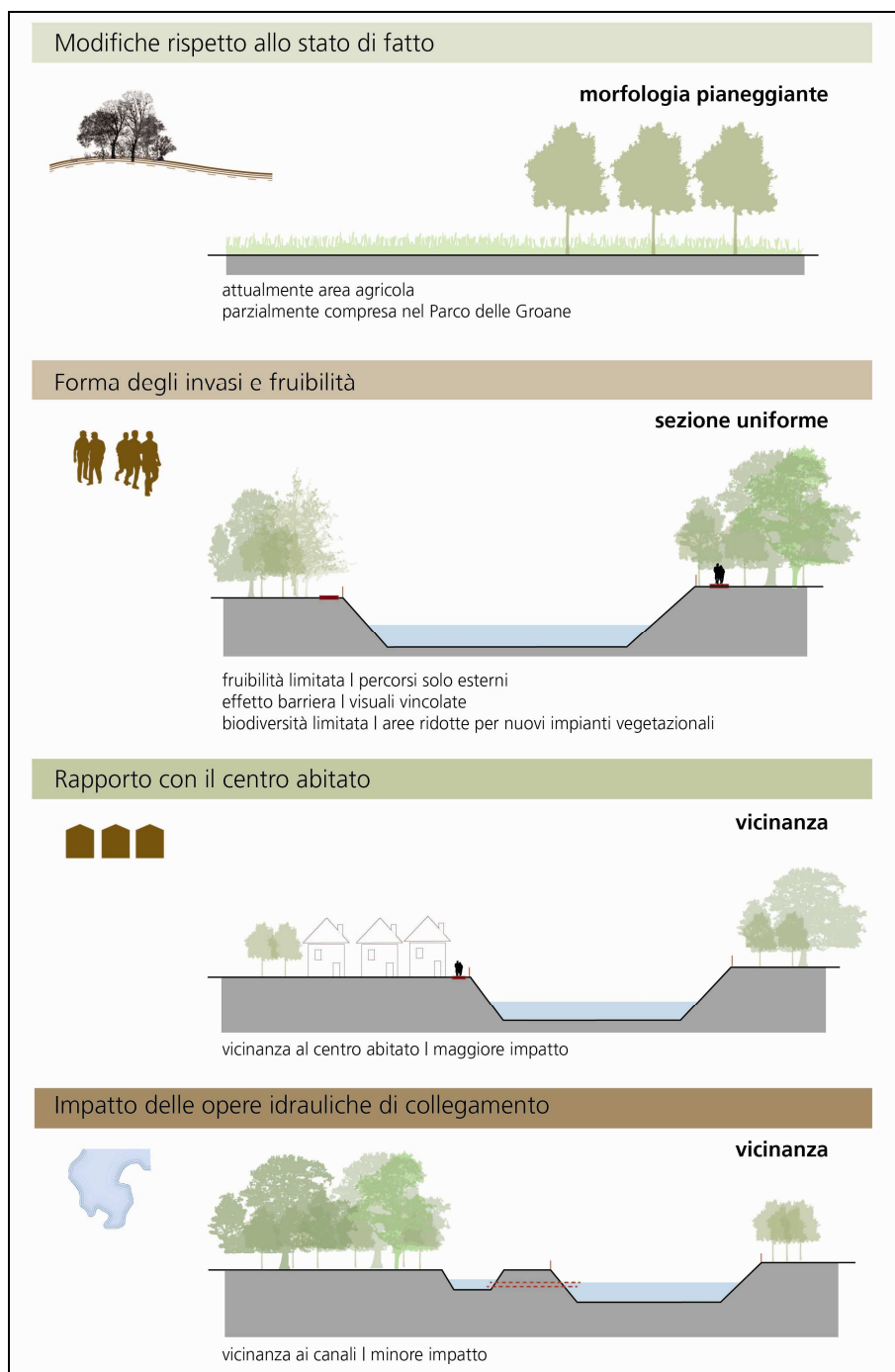
Per raggiungere il volume complessivo di 1'000'000 m<sup>3</sup> occorre quindi incrementare il volume invasabile nell'area posta più a ovest rispetto alla soluzione esposta nell'alternativa n. 3 e ciò riduce la possibilità di realizzare un invaso a sezione differenziata.

In base a quanto indicato nella “*Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000*” relative al foglio 118 – Milano (nella Figura 82 è riportato uno stralcio di tale cartografia), le aree in esame appartengono all'Unità di Cadorago del Supersintema di Besnate, caratterizzate da “*Ghiaia a supporto clastico o di matrice, con matrice sabbiosa; intercalazioni sabbiose; sabbie limoso argillose; limi con clasti sparsi: depositi fluvio-glaciali*”. In particolare tali aree, poste a est delle Groane, sono caratterizzate da “*percentuali di sabbia quasi doppie e percentuali di limo inferiori del 10-30% rispetto alle coperture delle unità più antiche*”, poste a ovest delle Groane.



**Figura 91 – Estratto della “Carta geologica d’Italia alla scala 1:50.000” relative al foglio 118 – Milano. Il contorno rosso indica la posizione di area in esame, appartenente al Sintema di Cadorago (codice BEC)**

Dal punto di vista dell’inserimento paesaggistico, nella Figura 92 si riporta uno schema con indicate, per i diversi criteri di analisi considerati, le caratteristiche della presente alternativa. La forma molto sottile e lineare non permetterebbe di lavorare sulla mitigazione dell’opera. L’area interessata non permette di ricavare, infatti, aree disponibili per nuove piantumazioni e trattamenti differenziati.



**Figura 92 – Caratterizzazione dell’alternativa relativamente all’inserimento paesaggistico**

In conclusione, l’alternativa presenta essenzialmente i seguenti vantaggi:

- essendo posta in prossimità del T. Pudiga e del T. Garbogera, la laminazione può rispondere anche alle necessità di sistemazione idraulica di tali corsi d’acqua, i quali presentano nel tratto di valle diverse situazioni di criticità;



	A.T.P.: 	Studio Associato di Geologia Spada		Consulenti: Prof. Dott. V. Mezzanotte
---	--	---------------------------------------	--	---

- le aree sono adiacenti al CSNO, per cui le opere idrauliche di collegamento tra lo scolmatore e l'opera di laminazione per l'alimentazione e lo scarico degli invasi hanno uno sviluppo ridotto;
- presenza di un settore di invaso con svuotamento interamente a gravità;
- è possibile individuare un primo lotto funzionale (necessario in quanto il finanziamento attualmente disponibile non copre il costo dell'intervento nella sua totalità).

Per contro presenta i seguenti svantaggi:

- non è direttamente adiacente al tratto di CSNO già raddoppiato; tuttavia tale svantaggio è superabile agevolmente e con costi ridotti, dal momento che, tenendo conto delle dimensioni della sezione trasversale (in base al progetto definitivo *“Lavori di adeguamento funzionale del Canale Scolmatore di Nord Ovest nel tratto compreso tra Senago (MI) e Settimo Milanese (MI) – MI.E.78I”*) le sponde attuali sono in grado di contenere il livello idrico associato ad una portata di 60 m<sup>3</sup>/s, basta intervenire sul rivestimento in calcestruzzo delle sponde prevedendone l'innalzamento fino al contenimento del livello idrico corrispondente alla portata di 60 m<sup>3</sup>/s;
- l'area posta più a est (da destinare ad invaso con svuotamento a gravità) è da suddividere in due settori per la presenza del T. Garbogera e della strada in progetto, per cui il numero complessivo di vasche diventa pari a tre; inoltre il volume di laminazione di tali vasche è piuttosto ridotto;
- l'area posta più a est ha una forma molto regolare e allungata, conseguente ai vincoli presenti sul territorio, e ciò limita la possibilità di ottenere un buon inserimento ambientale dell'opera.







**Figura 95 – Schema Alternativa n. 5.**





Figura 96 – Modello digitale del terreno dell'area d'interesse per l'alternativa n. 5

La soluzione indicata nell'alternativa n. 5 si configura come una variante dell'alternativa n. 3 e prevede di realizzare l'opera di laminazione in due aree distinte, poste entrambe a nord del CSNO, ma a cavallo del T. Pudiga.

L'area a est del T. Pudiga coincide con quella presa in considerazione nella soluzione alternativa n. 3 (a nord CSNO), mentre l'area posta a ovest del T. Pudiga sostituisce, di fatto, quella che nella soluzione n. 3 è posta a sud del CSNO, nei pressi della C.na Traversagna.

Dal punto di vista urbanistico (fonte: *"Mosaico informatizzato degli strumenti urbanistici comunali"* – Regione Lombardia) tale area è caratterizzata dal "Vincolo ex legge 431/85", in quanto posta all'interno del Parco regionale delle Groane.

Come emerge dalla Figura 94, la porzione dell'area posta in fregio alla sponda destra del T. Pudiga è occupata da vegetazione boschiva, per cui non è stata considerata all'interno dell'area in cui realizzare l'opera di laminazione (nel PTC del Parco delle Groane tale area è definita come "ambito di riqualificazione ambientale ad indirizzo naturalistico").

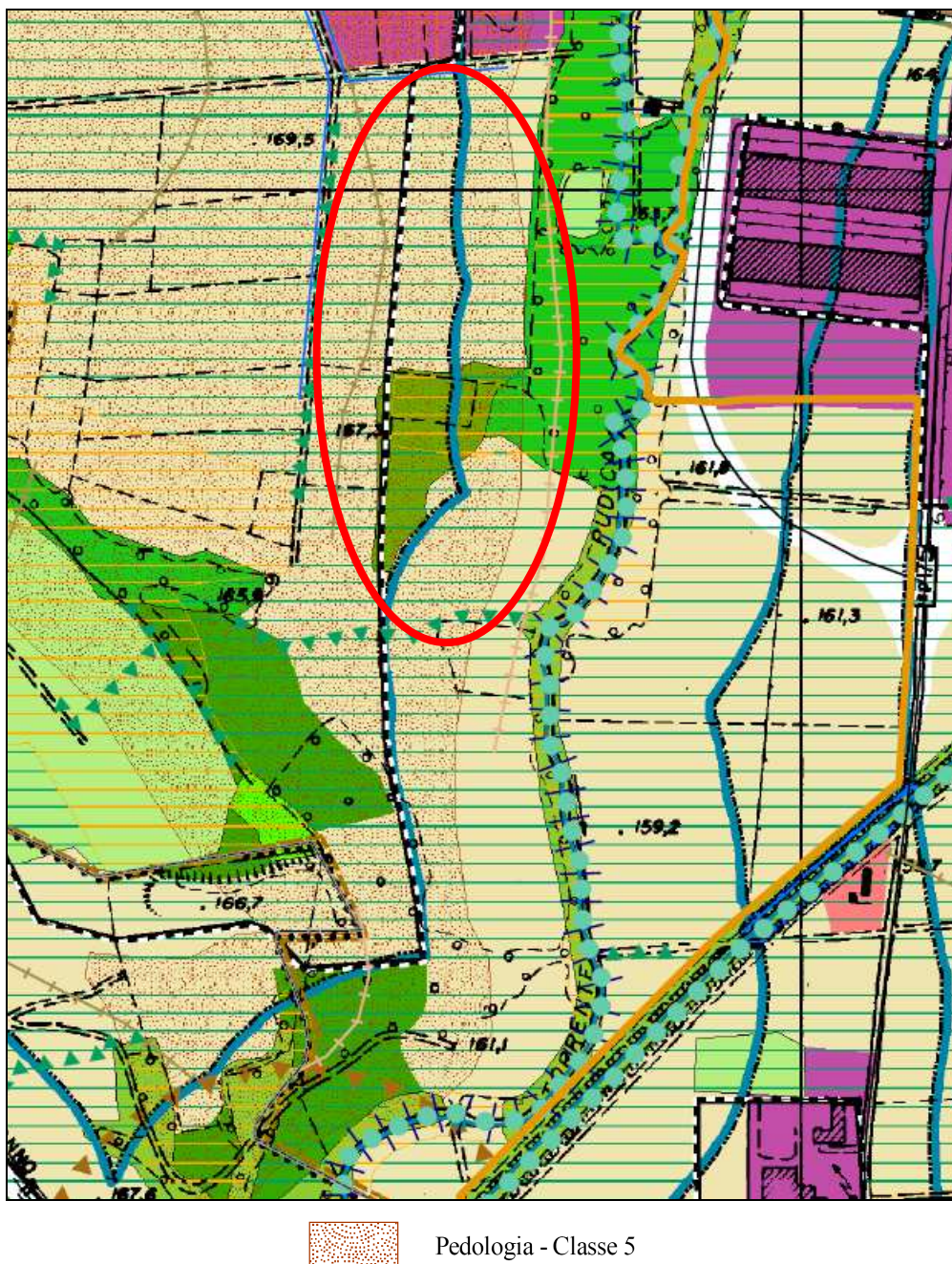
L'area esterna al bosco è caratterizzata da quote del piano campagna pari a ~ 167 m s.m.,

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

superiore di alcuni metri rispetto al piano campagna delle altre aree prese sino ad ora in esame. Ciò significa che siccome il livello di massimo invaso è pari a ~ 159 m s.m., per realizzare un'opera di laminazione occorre effettuare elevate volumetrie di scavo, ben superiori rispetto alle altre aree sino ad ora considerate. Per portare il piano campagna alla quota di massimo invaso (volume di laminazione uguale a 0) occorre scavare circa 650'000 m<sup>3</sup>.

Inoltre, in base ai contenuti della Variante 2009 al Vigente Piano Territoriale di Coordinamento del Consorzio del Parco regionale delle Groane, ed in particolare, in relazione a quanto riportato nella “*Carta di descrizione degli elementi costitutivi per la definizione della carta del paesaggio*” (Figura 97) l'area suddetta è in parte caratterizzate da “*PEDOLOGIA (classe 5): aree del pianalto, oggetto di escavazione e di interventi minimi di sistemazione, in genere rimesse a coltura direttamente o riempite con scorie di lavorazione o materiali di risulta*”.





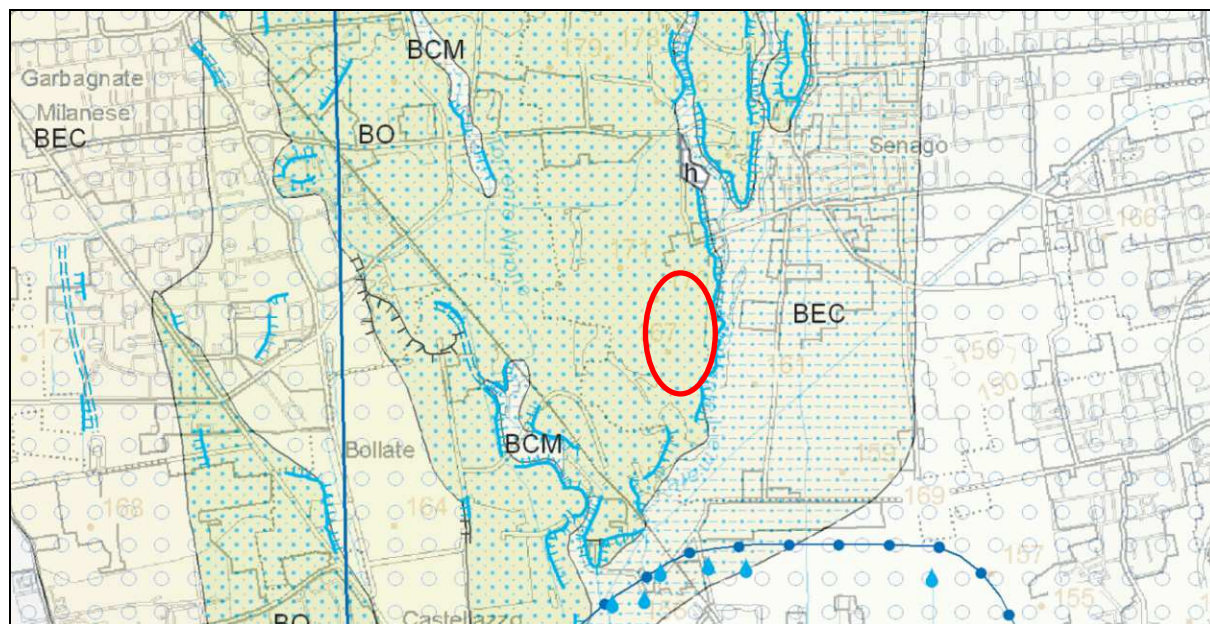
**Figura 97** – Estratto della “Carta di descrizione degli elementi costitutivi per la definizione della carta del paesaggio” della Variante 2009 al Vigente Piano Territoriale di Coordinamento del Consorzio del Parco regionale delle Groane. Il contorno rosso indica la posizione dell’area in esame

Tale aspetto è confermato anche da quanto contenuto nelle “note illustrative della carta geologica d’Italia alla scala 1:50.000” relative al foglio 118 – Milano (nella Figura 98 è riportato uno stralcio di tale cartografia), secondo cui tali zone sono caratterizzate da:

“diffusione di cave per lo sfruttamento di argilla. Le coperture loessiche pedogenizzate



presenti alla sommità delle ghiaie, a prevalente litologia limoso argillosa, sono state a lungo sfruttate per la produzione di laterizi. A causa del ridotto spessore della copertura (in genere nell'ordine di 2-3 m, con massimi segnalati di 5 m) le cave si sono enormemente sviluppate in ampiezza, soprattutto tra gli anni '50 e '70, giungendo a interessare, in questo settore terminale, la quasi totalità del pianalto.”.



#### Aree e depositi antropici

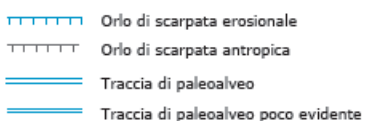


#### Litofacies dei depositi quaternari

##### Depositi alluvionali



#### Elementi morfologici



#### Supersistema del Bozzente

Ghiaie massive pedogenizzate, a prevalente matrice sabbioso argillosa; (depositi fluvio-glaciali). Colori della matrice 10YR-7,5YR. Superficie limite superiore erosionale, con profilo di alterazione da molto evoluto (Ultisuoli e Alfisuoli) a debolmente evoluto; colore 9YR-7,5YR. Marcata troncatura antropica dei suoli. Copertura loessica-colluviale a stratigrafia complessa; orizzonti fragipan.

BO *Pleistocene medio*

**Figura 98 – Estratto della “Carta geologica d’Italia alla scala 1:50.000” relative al foglio 118 – Milano. Il contorno rosso indica la posizione di area in esame, posta in sponda destra del T. Pudiga, appartenente al Supersistema del Bozzente (codice BO)**

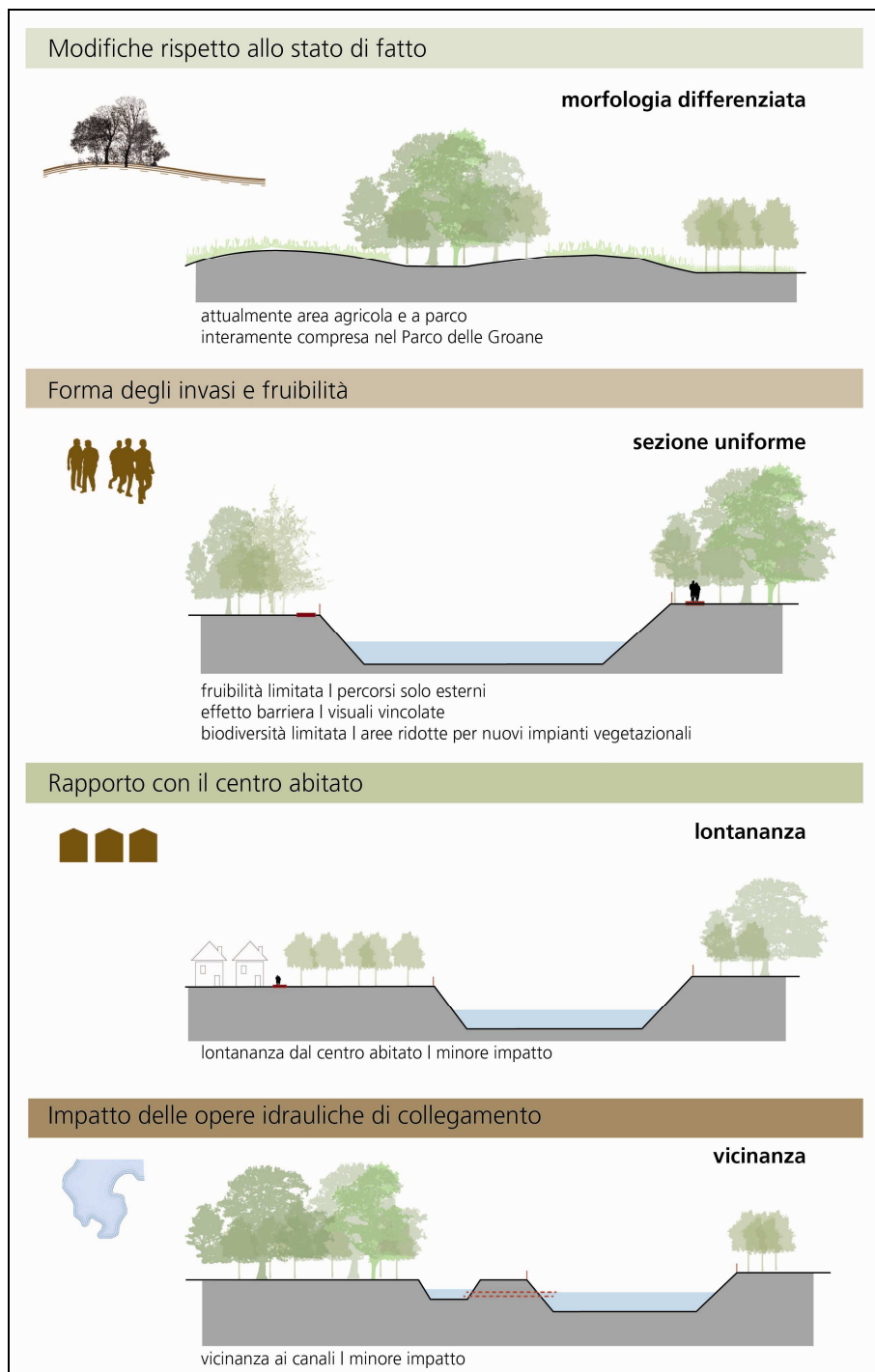
Le caratteristiche geometriche di tale area di laminazione, considerando di poter effettuare il suo svuotamento interamente a gravità, sono le seguenti:

- superficie massima invaso: ~ 100'000 m<sup>2</sup>;
- quota piano campagna: ~ 167 m s.m.;
- quota massimo invaso: ~ 159 m s.m.;
- quota minimo invaso / fondo invaso: ~ 155,5 m s.m.;
- volume invaso: ~ 200'000 m<sup>3</sup>.

Siccome tale volume è superiore ai 100'000 m<sup>3</sup> precedentemente previsti nell'area di invaso posta a sud del CSNO, si può ridurre l'area da utilizzarsi a ovest del T. Pudiga, oppure può essere ridotta la volumetria dell'invaso a est del T. Pudiga (800'000 m<sup>3</sup> anziché 900'000 m<sup>3</sup>).

Dal punto di vista dell'inserimento paesaggistico, nella Figura 99 si riporta uno schema con indicate, per i diversi criteri di analisi considerati, le caratteristiche della presente alternativa.

L'area più a ovest si inserisce in un paesaggio che non solo presenta livelli altimetrici superiori alle precedenti soluzioni proposte, ma è fortemente caratterizzato da una morfologia morbida ed integrata all'interno del Parco delle Groane. Questa morfologia presuppone la realizzazione di vasche molto profonde difficilmente integrabili nel contesto ambientale esistente, con la conseguente perdita di un paesaggio fortemente caratterizzante e tutelato.



**Figura 99 – Caratterizzazione dell’alternativa relativamente all’inserimento paesaggistico**

In conclusione, l’alternativa presenta essenzialmente i seguenti vantaggi:

- essendo posta in prossimità del T. Pudiga, la laminazione può rispondere anche alle necessità di sistemazione idraulica di tale corso d’acqua, il quale presenta nel tratto di valle diverse situazioni di criticità;



	A.T.P.: 	Studio Associato di Geologia Spada		Consulenti: Prof. Dott. V. Mezzanotte
---	--	---------------------------------------	--	---

- è lontana dal centro abitato;
- l'area posta più a sud è adiacente al CSNO, per cui le opere idrauliche di collegamento tra lo scolmatore e l'opera di laminazione per l'alimentazione e lo scarico degli invasi hanno uno sviluppo ridotto;
- presenza di settori di invaso con svuotamento interamente a gravità;
- è possibile individuare un primo lotto funzionale (necessario in quanto il finanziamento attualmente disponibile non copre il costo dell'intervento nella sua totalità).

Per contro presenta i seguenti svantaggi:

- non è direttamente adiacente al tratto di CSNO già raddoppiato; tuttavia tale svantaggio è superabile agevolmente e con costi ridotti, dal momento che, tenendo conto delle dimensioni della sezione trasversale (in base al progetto definitivo *“Lavori di adeguamento funzionale del Canale Scolmatore di Nord Ovest nel tratto compreso tra Senago (MI) e Settimo Milanese (MI) – MI.E.781”*) le sponde attuali sono in grado di contenere il livello idrico associato ad una portata di 60 m<sup>3</sup>/s), basta intervenire sul rivestimento in calcestruzzo delle sponde prevedendone l'innalzamento fino al contenimento del livello idrico corrispondente alla portata di 60 m<sup>3</sup>/s;
- notevoli quantitativi di terreno da scavare a causa della quota del piano campagna dell'area posta in sponda destra del T. Pudiga, maggiore rispetto alle altre aree;
- l'area più a ovest si inserisce in un paesaggio che non solo presenta livelli altimetrici superiori alle precedenti soluzioni proposte, ma è fortemente caratterizzato da una morfologia morbida ed integrata all'interno del Parco delle Groane. Questa morfologia presuppone la realizzazione di vasche molto profonde difficilmente integrabili nel contesto ambientale esistente, con la conseguente perdita di un paesaggio fortemente caratterizzante e tutelato;
- l'area posta a ovest del T. Pudiga è stata *“oggetto di escavazione e di interventi minimi di sistemazione, in genere rimesse a coltura direttamente o riempite con scorie di lavorazione o materiali di risulta”*.

## 9.8 ALTERNATIVA 6

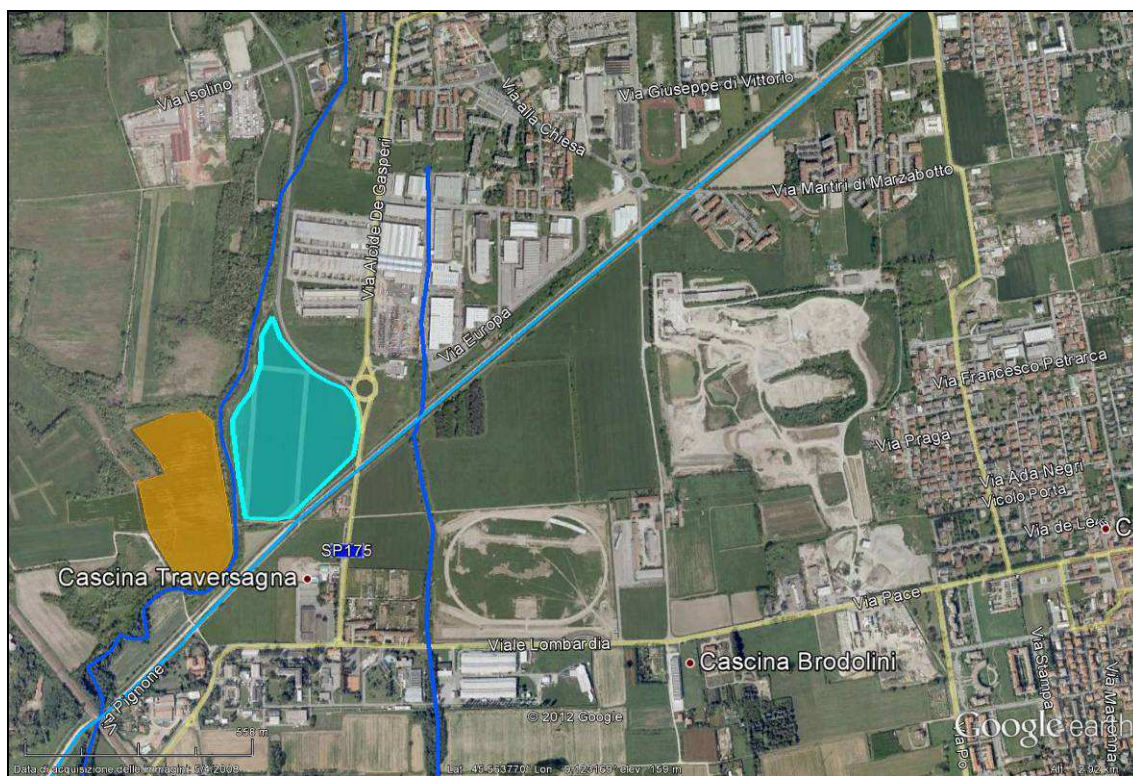


Figura 100 – Alternativa n. 6. Vista d'insieme.

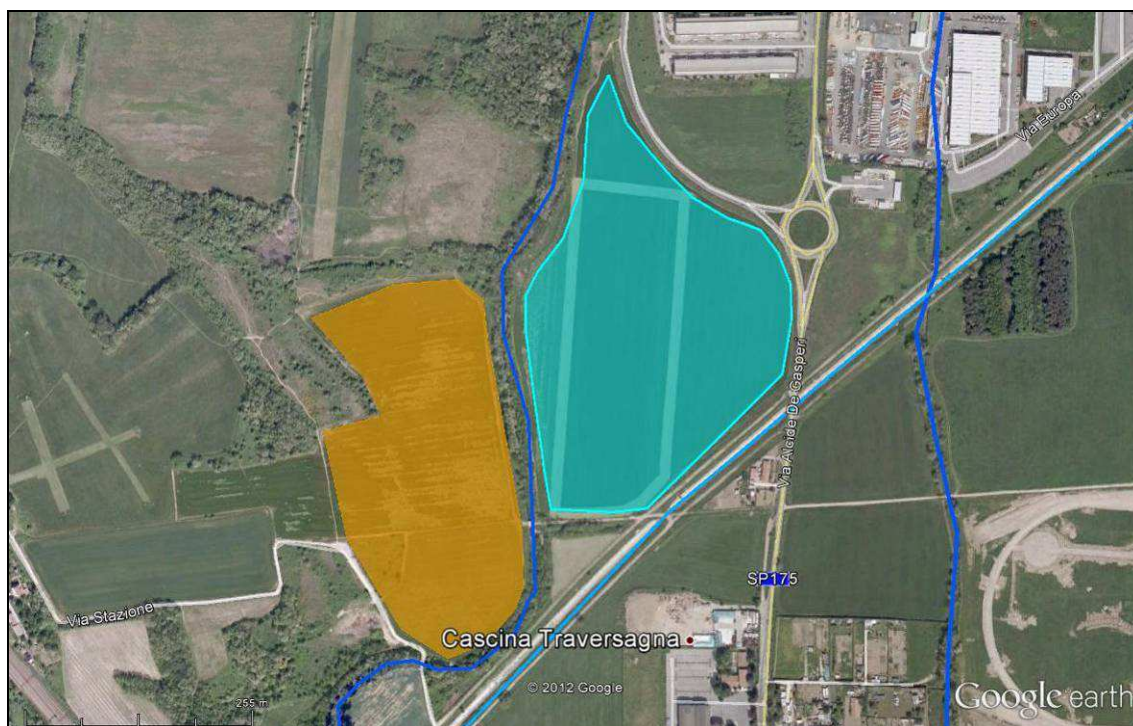


Figura 101 – Alternativa n. 6. Vista di dettaglio.





**Figura 102 – foto dell’area in sponda destra del T. Pudiga.**



**Figura 103 – Schema Alternativa n. 6.**



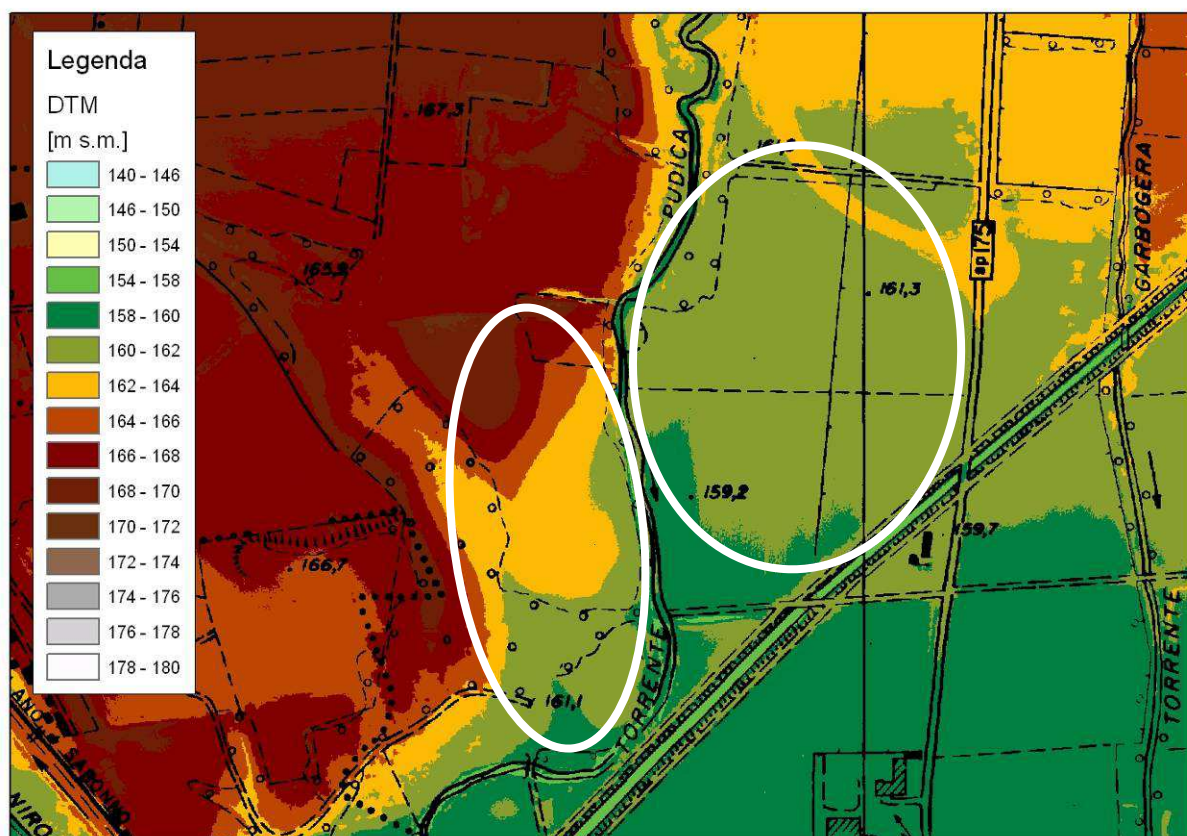


Figura 104 – Modello digitale del terreno dell'area d'interesse per l'alternativa n. 6

La soluzione indicata nell'alternativa n. 6 si configura come una variante dell'alternativa n. 3 e prevede di realizzare l'opera di laminazione in due aree distinte, poste entrambe a nord del CSNO, ma a cavallo del T. Pudiga.

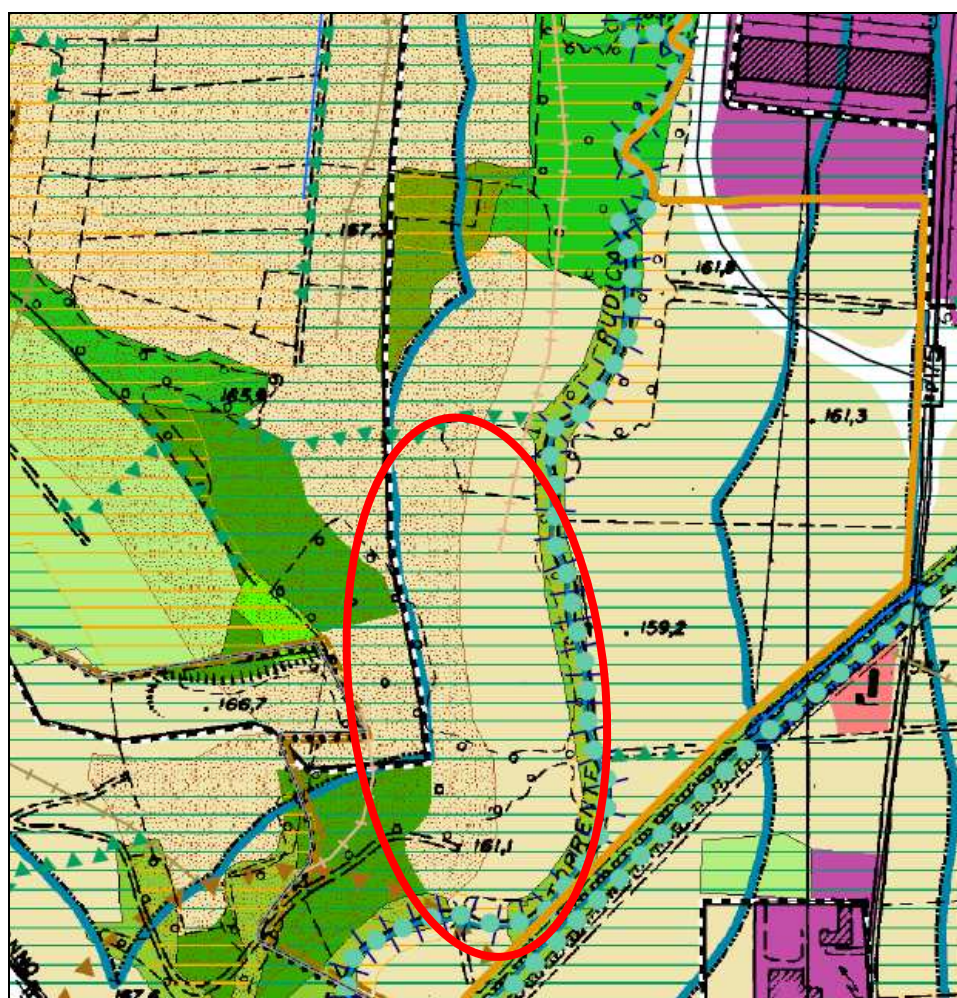
L'area a est del T. Pudiga coincide con quella presa in considerazione nella soluzione alternativa n. 3 (a nord CSNO), mentre l'area posta a ovest del T. Pudiga sostituisce, di fatto, quella che nella soluzione n. 3 è posta a sud del CSNO, nei pressi della C.na Traversagna.

Dal punto di vista urbanistico (fonte: *"Mosaico informatizzato degli strumenti urbanistici comunali"* – Regione Lombardia) tale area è caratterizzata dal "Vincolo ex legge 431/85", in quanto posta all'interno del Parco regionale delle Groane.

Analogamente a quanto già asserito per l'alternativa n. 5, siccome l'area in sponda destra del T. Pudiga è caratterizzata da quote del piano campagna superiori di alcuni metri rispetto al piano campagna delle altre aree prese sino ad ora in esame (quota media piano campagna pari a ~ 164 m s.m.), per realizzare un'opera di laminazione occorre effettuare elevate volumetrie di scavo, ben superiori rispetto alle altre aree sino ad ora considerate. Per portare il piano

campagna alla quota di massimo invaso, pari a ~ 159 m s.m. (volume di laminazione uguale a 0) occorre scavare circa 300'000 m<sup>3</sup>.

Inoltre, in base ai contenuti della Variante 2009 al Vigente Piano Territoriale di Coordinamento del Consorzio del Parco regionale delle Groane, ed in particolare, in relazione a quanto riportato nella “*Carta di descrizione degli elementi costitutivi per la definizione della carta del paesaggio*” (Figura 105) l’area suddetta è in parte caratterizzata da “*PEDOLOGIA (classe 5): aree del pianalto, oggetto di escavazione e di interventi minimi di sistemazione, in genere rimesse a coltura direttamente o riempite con scorie di lavorazione o materiali di risulta*”.



Pedologia - Classe 5

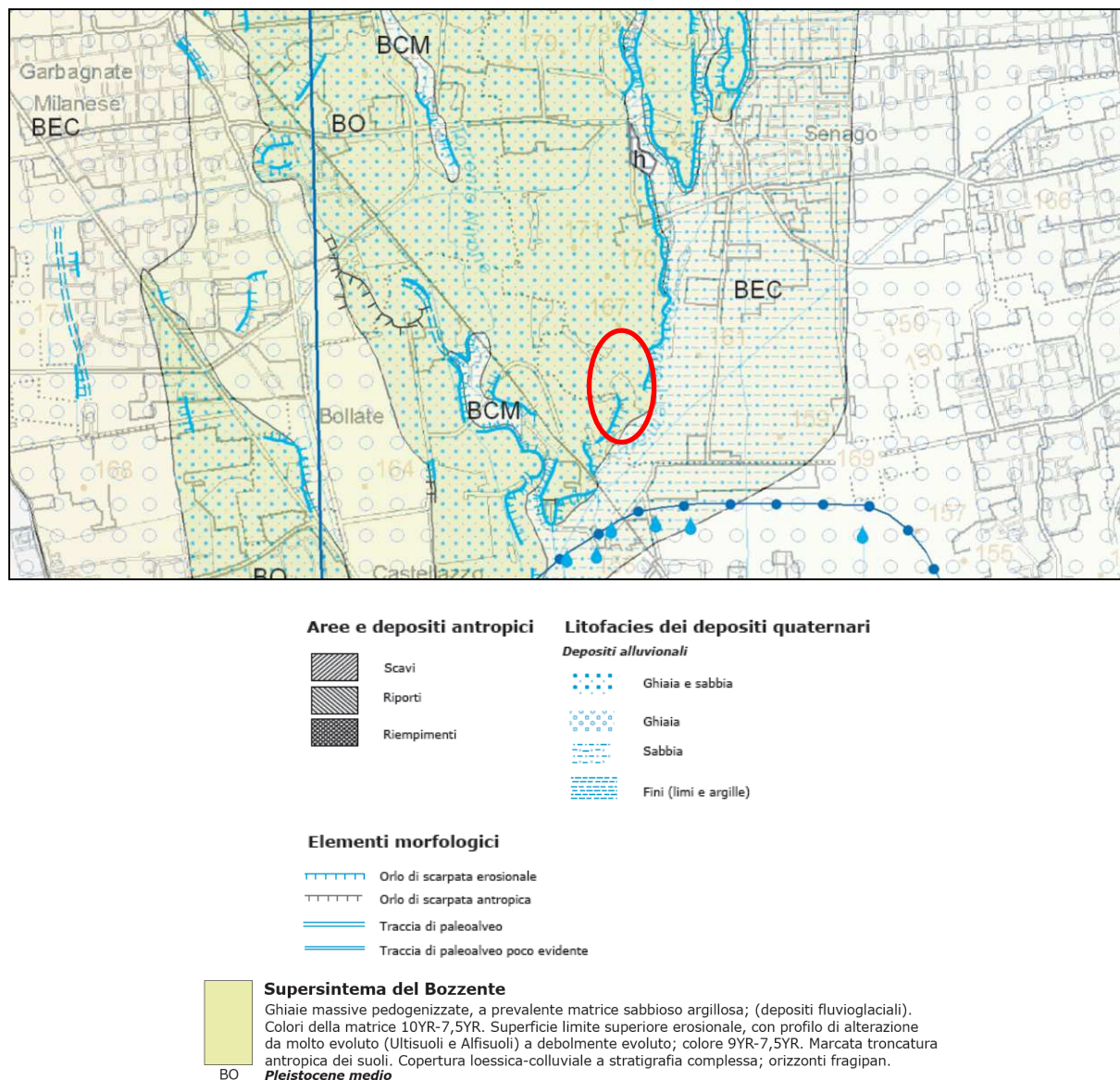
**Figura 105** – Estratto della “*Carta di descrizione degli elementi costitutivi per la definizione della carta del paesaggio*” della Variante 2009 al Vigente Piano Territoriale di Coordinamento del Consorzio del Parco regionale delle Groane. Il contorno rosso indica la posizione dell’area in esame

	A.T.P.: 	Studio Associato di Geologia Spada		Consulenti: Prof. Dott. V. Mezzanotte
---	--	---------------------------------------	--	---

Tale aspetto è confermato anche da quanto contenuto nelle “note illustrative della carta geologica d’Italia alla scala 1:50.000” relative al foglio 118 – Milano (nella Figura 98 è riportato uno stralcio di tale cartografia), secondo cui tali zone sono caratterizzate da:

*“diffusione di cave per lo sfruttamento di argilla. Le coperture loessiche pedogenizzate presenti alla sommità delle ghiaie, a prevalente litologia limoso argillosa, sono state a lungo sfruttate per la produzione di laterizi. A causa del ridotto spessore della copertura (in genere nell’ordine di 2-3 m, con massimi segnalati di 5 m) le cave si sono enormemente sviluppate in ampiezza, soprattutto tra gli anni ‘50 e ‘70, giungendo a interessare, in questo settore terminale, la quasi totalità del pianalto.”.*





**Figura 106 – Estratto della “Carta geologica d’Italia alla scala 1:50.000” relative al foglio 118 – Milano. Il contorno rosso indica la posizione di area in esame, posta in sponda destra del T. Pudiga, appartenente al Supersistema del Bozzente (codice BO)**

Le caratteristiche di tale area di laminazione, considerando di poter effettuare il suo svuotamento interamente a gravità, sono le seguenti:

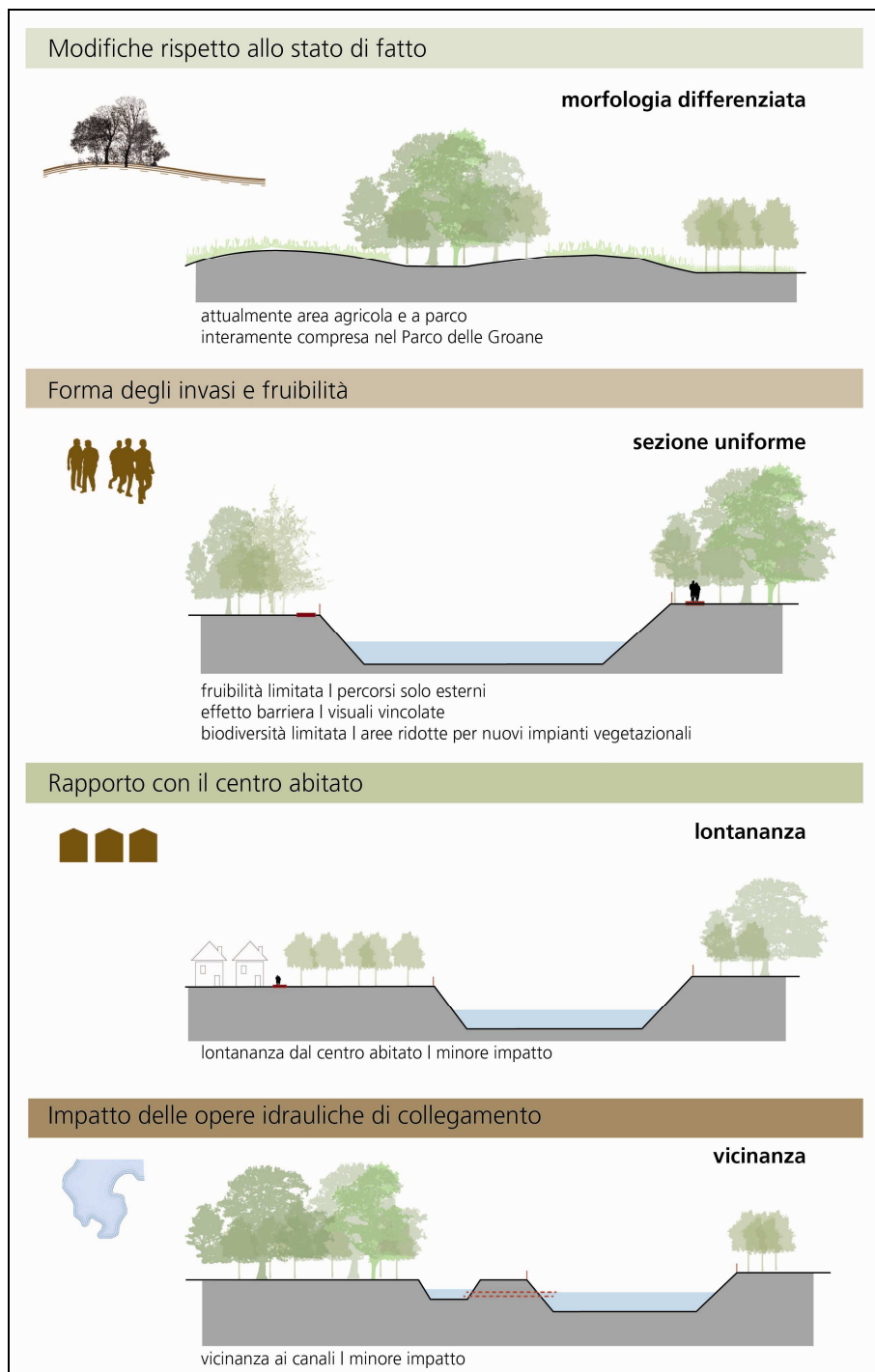
- superficie massima invaso: ~ 70'000 m<sup>2</sup>;
- quota piano campagna: ~ 165 m s.m.;
- quota massimo invaso: ~ 159 m s.m.;
- quota minimo invaso / fondo invaso: ~ 155,5 m s.m.;
- volume invaso: ~ 140'000 m<sup>3</sup>.

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

Siccome tale volume è superiore ai 100'000 m<sup>3</sup> precedentemente previsti nell'area di invaso posta a sud del CSNO, si può ridurre l'area da utilizzarsi a ovest del T. Pudiga, oppure può essere ridotta la volumetria dell'invaso a est del T. Pudiga (860'000 m<sup>3</sup> anziché 900'000 m<sup>3</sup>).

Dal punto di vista dell'inserimento paesaggistico, nella Figura 107 si riporta uno schema con indicate, per i diversi criteri di analisi considerati, le caratteristiche della presente alternativa.

L'area più a ovest si inserisce in un paesaggio che non solo presenta livelli altimetrici superiori alle precedenti soluzioni proposte, ma è fortemente caratterizzato da una morfologia morbida ed integrata all'interno del Parco delle Groane. Questa morfologia presuppone la realizzazione di vasche molto profonde difficilmente integrabili nel contesto ambientale esistente, con la conseguente perdita di un paesaggio fortemente caratterizzante e tutelato.



**Figura 107 – Caratterizzazione dell’alternativa relativamente all’inserimento paesaggistico**

In conclusione, l’alternativa presenta essenzialmente i seguenti vantaggi:

- essendo posta in prossimità del T. Pudiga, la laminazione può rispondere anche alle necessità di sistemazione idraulica di tale corso d’acqua, il quale presenta nel tratto di valle diverse situazioni di criticità;



	A.T.P.: 	Studio Associato di Geologia Spada		Consulenti: Prof. Dott. V. Mezzanotte
---	--	---------------------------------------	--	---

- è lontana dal centro abitato;
- l'area posta più a sud è adiacente al CSNO, per cui le opere idrauliche di collegamento tra lo scolmatore e l'opera di laminazione per l'alimentazione e lo scarico degli invasi hanno uno sviluppo ridotto;
- presenza di settori di invaso con svuotamento interamente a gravità;
- è possibile individuare un primo lotto funzionale (necessario in quanto il finanziamento attualmente disponibile non copre il costo dell'intervento nella sua totalità).

Per contro presenta i seguenti svantaggi:

- non è direttamente adiacente al tratto di CSNO già raddoppiato; tuttavia tale svantaggio è superabile agevolmente e con costi ridotti, dal momento che, tenendo conto delle dimensioni della sezione trasversale (in base al progetto definitivo *“Lavori di adeguamento funzionale del Canale Scolmatore di Nord Ovest nel tratto compreso tra Senago (MI) e Settimo Milanese (MI) – MI.E.781”*) le sponde attuali sono in grado di contenere il livello idrico associato ad una portata di 60 m<sup>3</sup>/s), basta intervenire sul rivestimento in calcestruzzo delle sponde prevedendone l'innalzamento fino al contenimento del livello idrico corrispondente alla portata di 60 m<sup>3</sup>/s;
- notevoli quantitativi di terreno da scavare a causa della quota del piano campagna dell'area posta in sponda destra del T. Pudiga, maggiore rispetto alle altre aree;
- l'area più a ovest si inserisce in un paesaggio che non solo presenta livelli altimetrici superiori alle precedenti soluzioni proposte, ma è fortemente caratterizzato da una morfologia morbida ed integrata all'interno del Parco delle Groane. Questa morfologia presuppone la realizzazione di vasche molto profonde difficilmente integrabili nel contesto ambientale esistente, con la conseguente perdita di un paesaggio fortemente caratterizzante e tutelato;
- l'area posta a ovest del T. Pudiga è stata *“oggetto di escavazione e di interventi minimi di sistemazione, in genere rimesse a coltura direttamente o riempite con scorie di lavorazione o materiali di risulta”*.

## 9.9 ALTERNATIVA 7

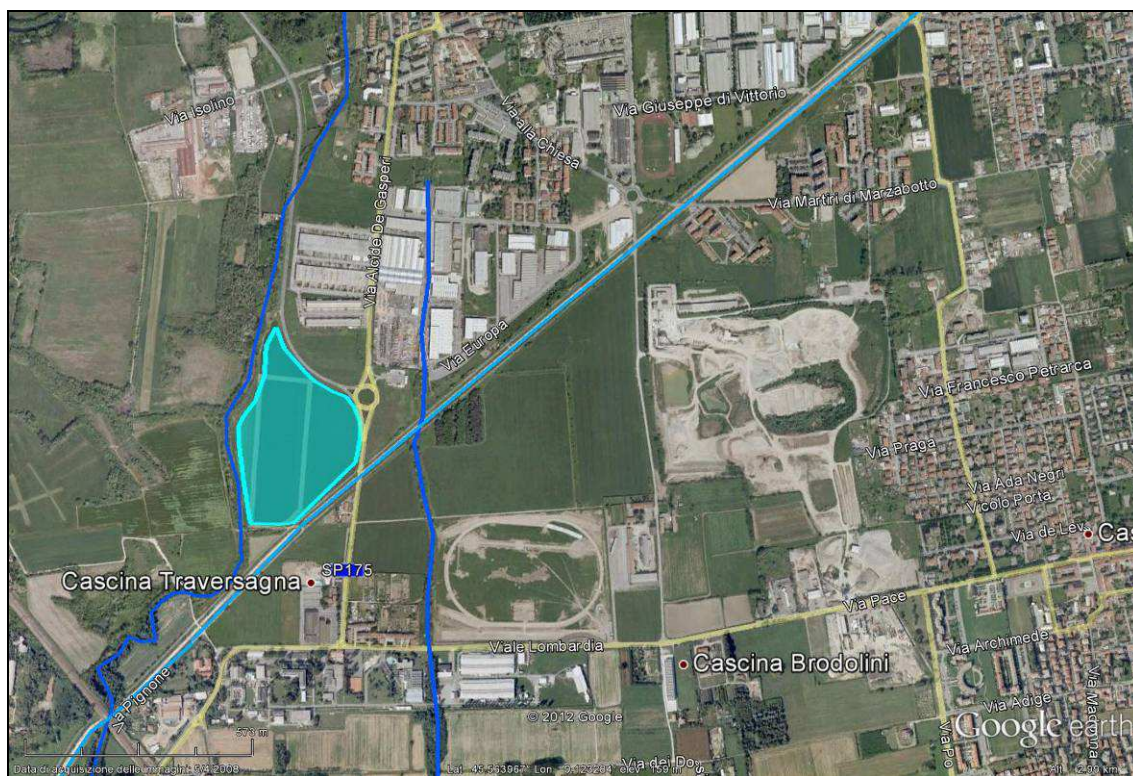


Figura 108 – Alternativa n. 7. Vista d'insieme.



Figura 109 – Alternativa n. 7. Vista di dettaglio.



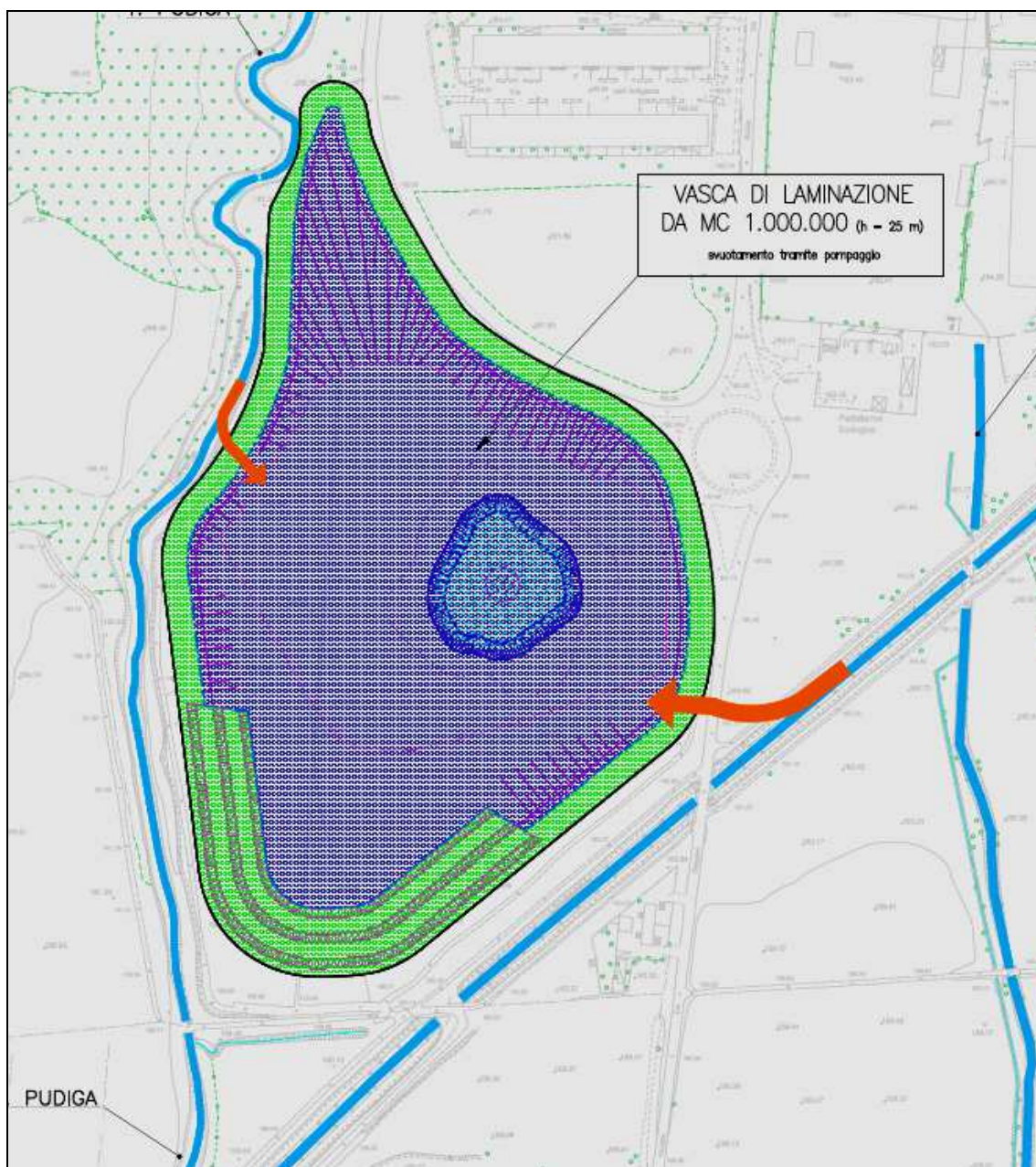


Figura 110 – Schema Alternativa n. 7.



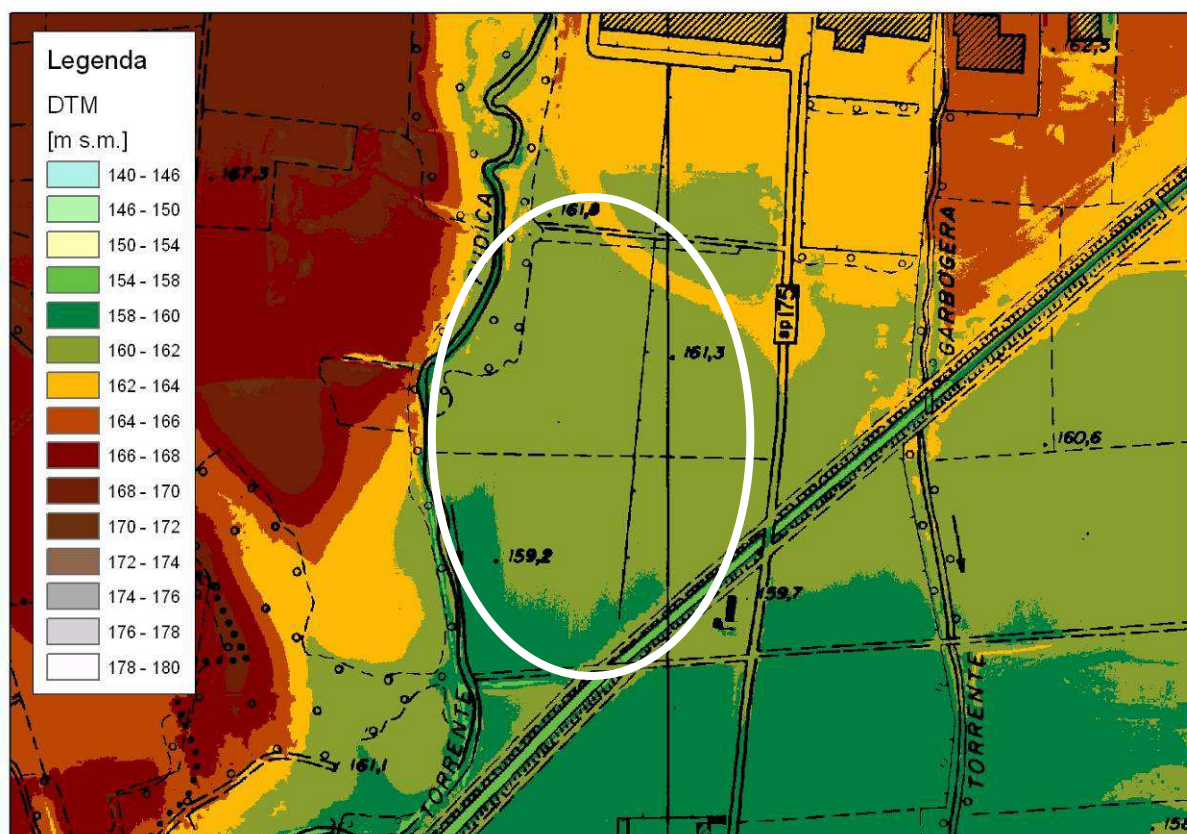


Figura 111 – Modello digitale del terreno dell'area d'interesse per l'alternativa n. 7

La soluzione alternativa indicata come n. 7 si configura come una variante dell'alternativa n. 3 e prevede di realizzare l'opera di laminazione da 1'000'000 m<sup>3</sup> solo all'interno dell'area posta a nord del CSNO, adiacente alla sponda sinistra del T. Pudiga. La maggior volumetria è possibile ottenerla attraverso una riconfigurazione dei profili di scavo, rispetto a quanto proposto nello *Studio-AIPo-2011*.

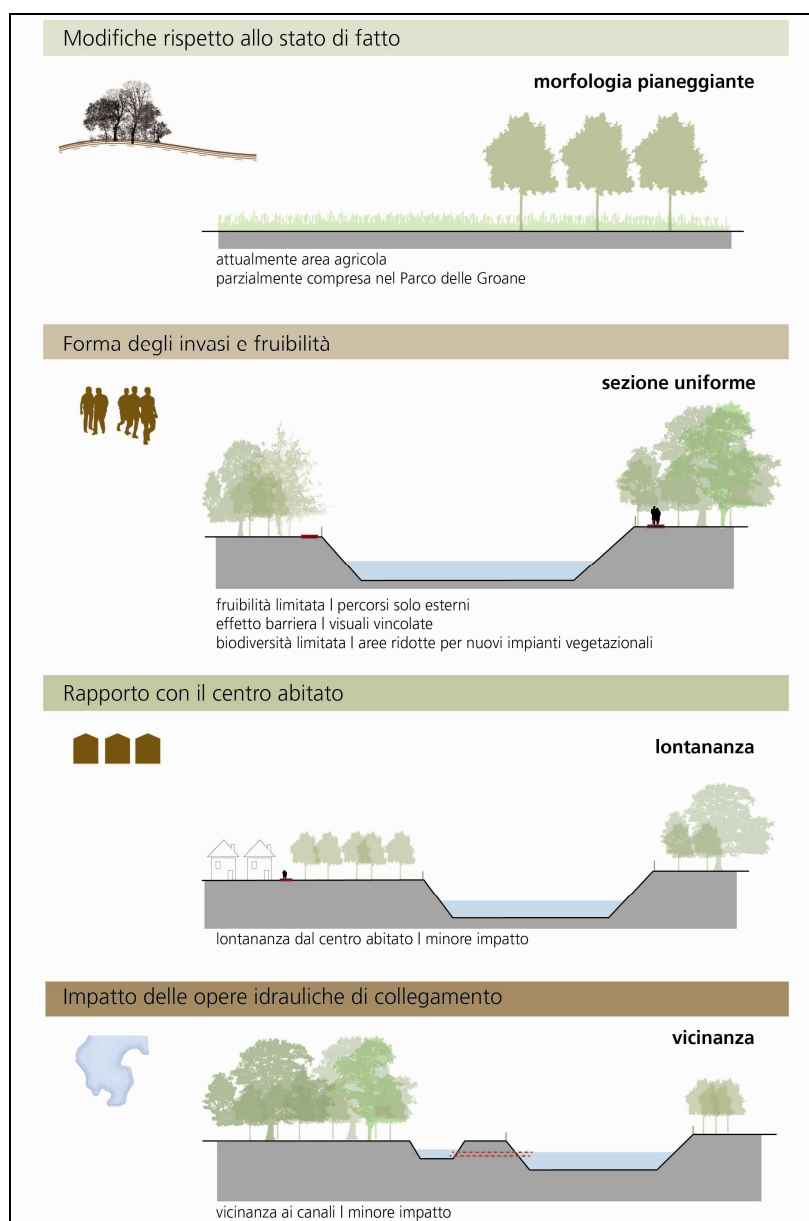
In tale configurazione non è più possibile individuare un'area che possa essere svuotata interamente a gravità, per cui, in occasione di qualsiasi evento che comporti uno scolo delle portate dal CSNO verso l'opera di laminazione, è necessario utilizzare la stazione di sollevamento per svuotare la vasca. Questa soluzione implica maggiori oneri gestionali rispetto alle altre configurazioni sin qui presentate.

L'area oggetto della presente alternativa ha le seguenti caratteristiche:




- superficie massima invaso: ~ 92'000 m<sup>2</sup>;
- quota piano campagna: ~ 160,0÷161 m s.m.;
- quota massimo invaso: ~ 159 m s.m.;

- quota minimo invaso: ~ 144 m s.m.;
- volume invaso: ~ 1'000'000 m<sup>3</sup>.

Dal punto di vista dell'inserimento paesaggistico, nella Figura 112 si riporta uno schema con indicate, per i diversi criteri di analisi considerati, le caratteristiche della presente alternativa. Questa soluzione, che può sembrare meno impattante in quanto riduce il consumo di suolo, risulta essere di difficile integrabilità nel contesto. Riducendo l'area a disposizione aumenta la profondità della vasca eliminando la possibilità di creare piani differenziati con trattamenti diversi ed eventuali attraversamenti interni.



**Figura 112 – Caratterizzazione dell'alternativa relativamente all'inserimento paesaggistico**

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

In conclusione, l'alternativa presenta essenzialmente i seguenti vantaggi:

- essendo posta in prossimità del T. Pudiga, la laminazione può rispondere anche alle necessità di sistemazione idraulica di tale corso d'acqua, il quale presenta nel tratto di valle diverse situazioni di criticità;
- è lontana dal centro abitato;
- minor superficie occupata dall'intervento;
- l'area è adiacente al CSNO, per cui le opere idrauliche di collegamento tra lo scolmatore e l'opera di laminazione per l'alimentazione e lo scarico degli invasi hanno uno sviluppo ridotto.

Per contro presenta i seguenti svantaggi:

- non è direttamente adiacente al tratto di CSNO già raddoppiato; tuttavia tale svantaggio è superabile agevolmente e con costi ridotti, dal momento che, tenendo conto delle dimensioni della sezione trasversale (in base al progetto definitivo *“Lavori di adeguamento funzionale del Canale Scolmatore di Nord Ovest nel tratto compreso tra Senago (MI) e Settimo Milanese (MI) – M.I.E.781”*) le sponde attuali sono in grado di contenere il livello idrico associato ad una portata di 60 m<sup>3</sup>/s, basta intervenire sul rivestimento in calcestruzzo delle sponde prevedendone l'innalzamento fino al contenimento del livello idrico corrispondente alla portata di 60 m<sup>3</sup>/s;
- assenza di un settore con svuotamento interamente a gravità;
- scarsa possibilità di individuare un primo lotto funzionale (necessario in quanto il finanziamento attualmente disponibile non copre il costo dell'intervento nella sua totalità);
- limitata possibilità di ottenere un buon inserimento ambientale, in quanto l'intero volume di laminazione deve essere ottenuto in un'area inferiore rispetto alle altre alternative. Infatti, riducendo l'area a disposizione aumenta la profondità della vasca e si riduce la possibilità di creare piani differenziati con trattamenti diversi ed eventuali attraversamenti interni.



## 9.10 ALTERNATIVA 8

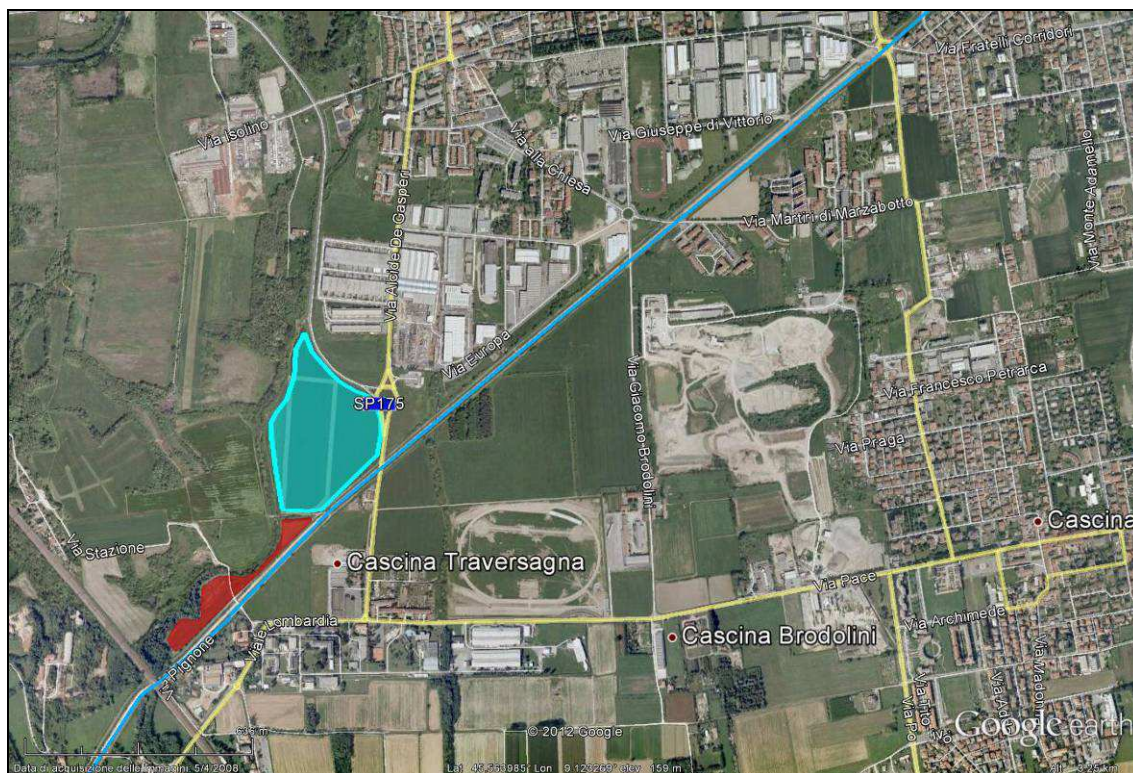


Figura 113 – Alternativa n. 8. Vista d'insieme.

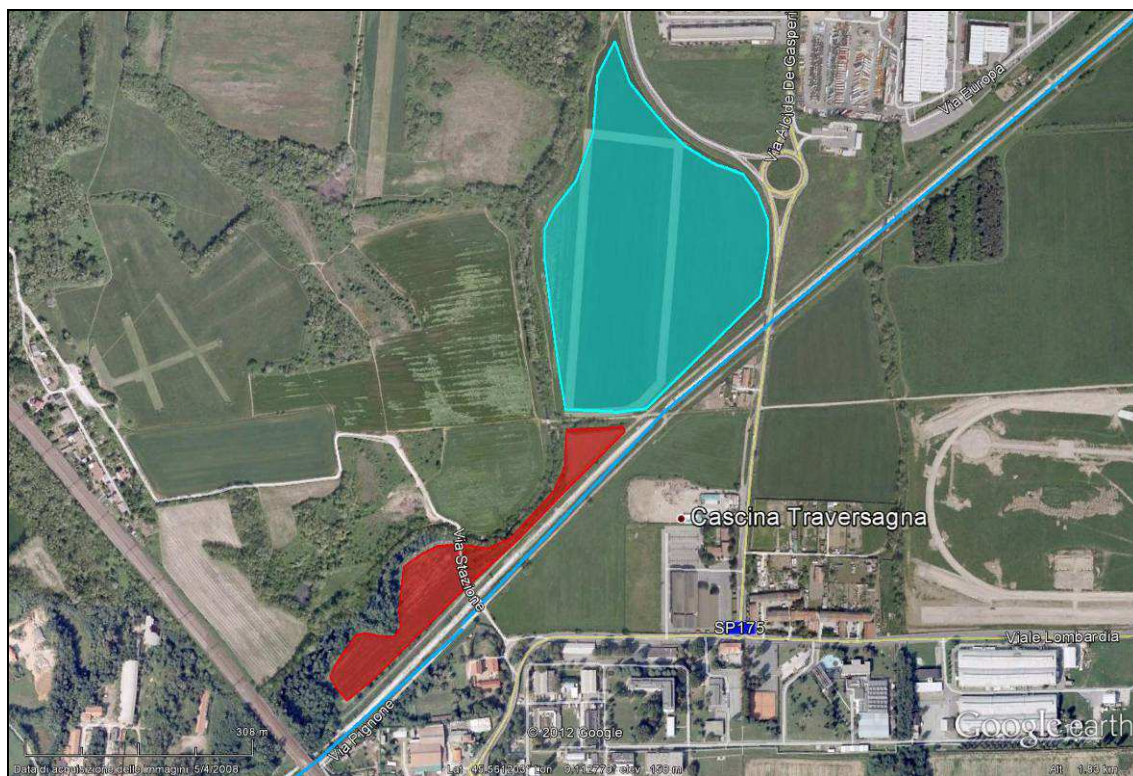


Figura 114 – Alternativa n. 8. Vista di dettaglio.



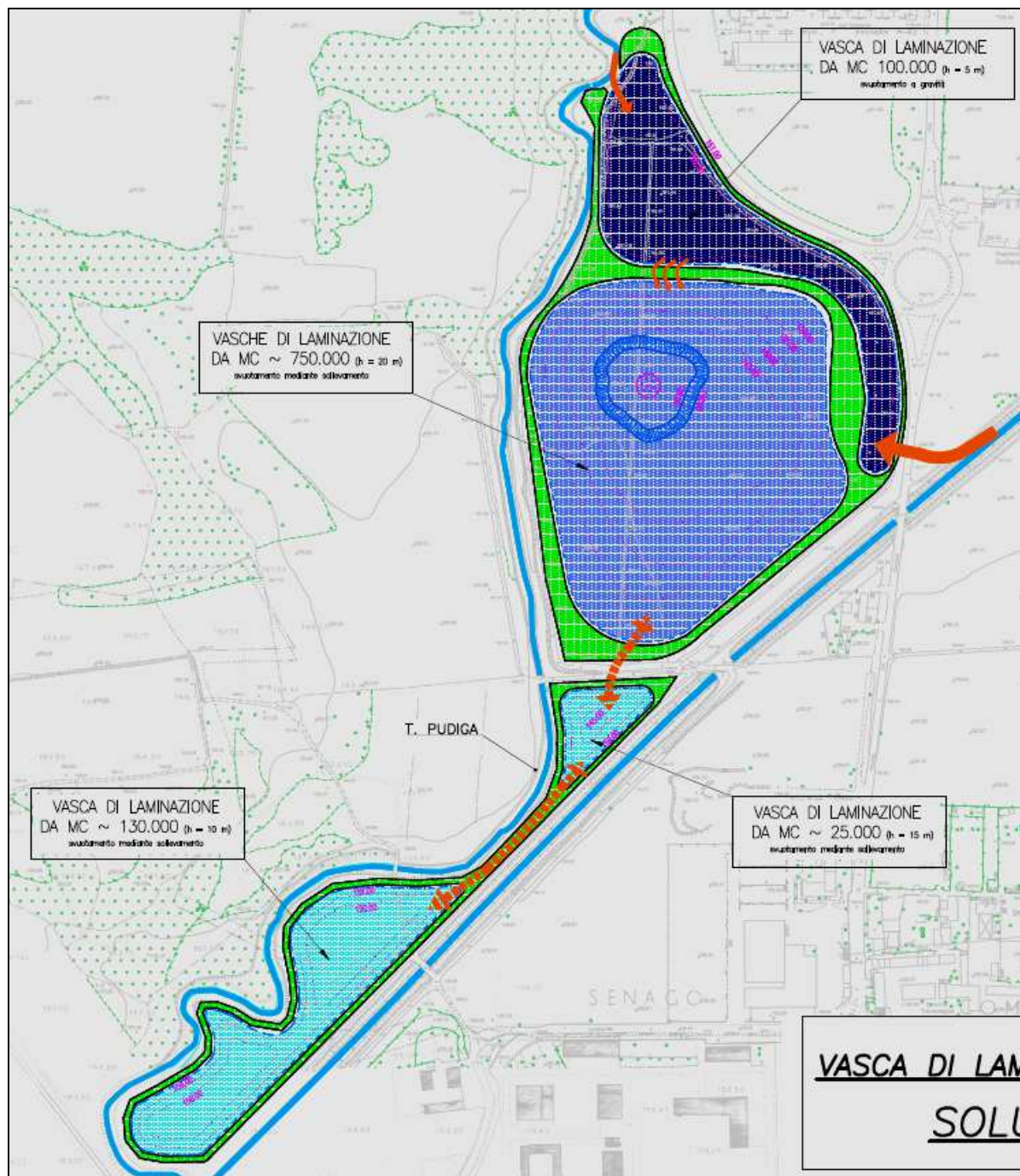


Figura 115 – Schema Alternativa n. 8.

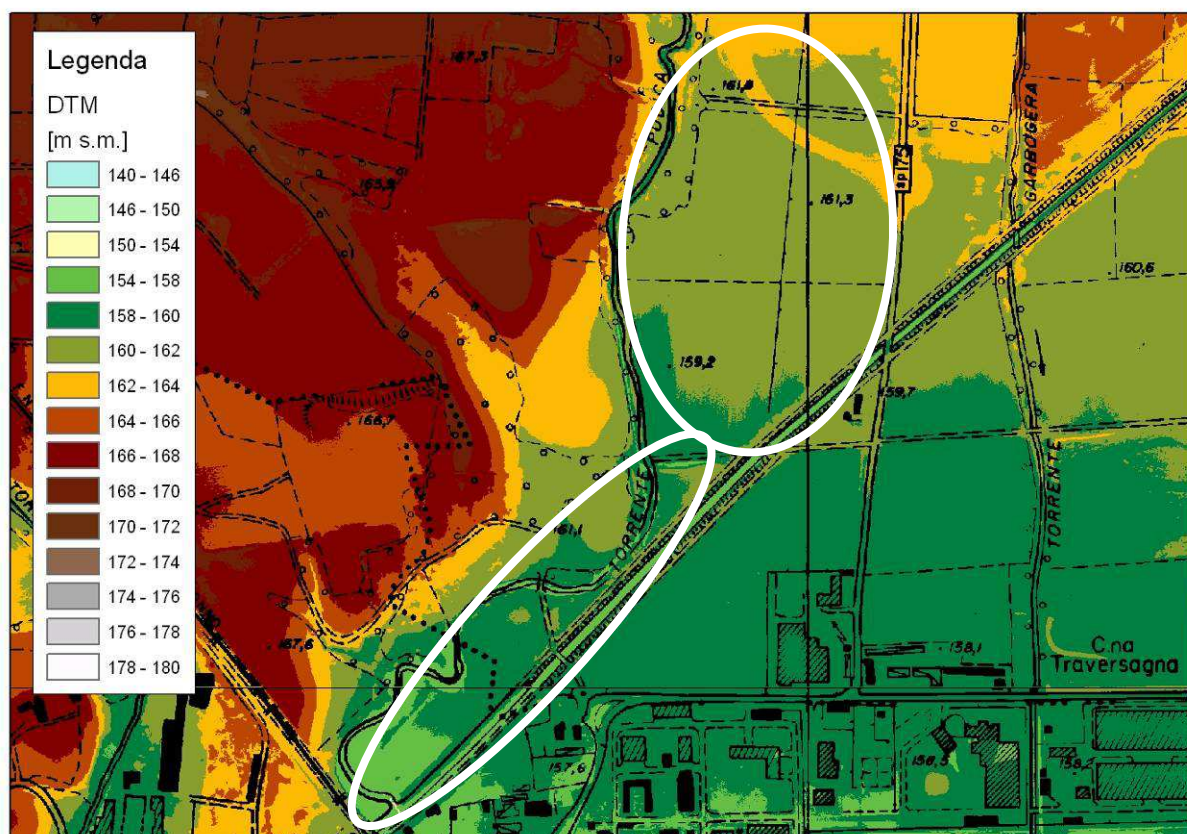


Figura 116 – Modello digitale del terreno dell’area d’interesse per l’alternativa n. 8

La soluzione indicata nell’alternativa n. 8 prevede di realizzare l’opera di laminazione in due aree distinte, poste entrambe a nord del CSNO e in sponda sinistra del T. Pudiga.

L’area più a nord coincide con quella presa in considerazione nella soluzione alternativa n. 3 (a nord CSNO), mentre l’area posta più a sud, compresa tra il T. Pudiga e il CSNO, sostituisce quella che nella soluzione n. 3 è posta a sud del CSNO, nei pressi della C.na Traversagna.

Dal punto di vista urbanistico (fonte: “*Mosaico informatizzato degli strumenti urbanistici comunali*” – Regione Lombardia) tale area è costituita da alcune sottoaree caratterizzate da diverse destinazioni d’uso: per la porzione più a est, in Comune di Senago, è un’area “Vincolo ex legge 431/85” (Parco regionale delle Groane), mentre la parte più a ovest, in Comune di Bollate, ha una destinazione di “Servizi di livello sovracomunale – aree a verde”.

A causa della conformazione dell’area (lunga e stretta) e della presenza del T. Pudiga e del CSNO, tale area è poco sfruttabile per la formazione di un’area di laminazione. L’area è da suddividere in due settori per la presenza del T. Pudiga. Le caratteristiche delle due aree sono



le seguenti:

Area posta più a ovest:

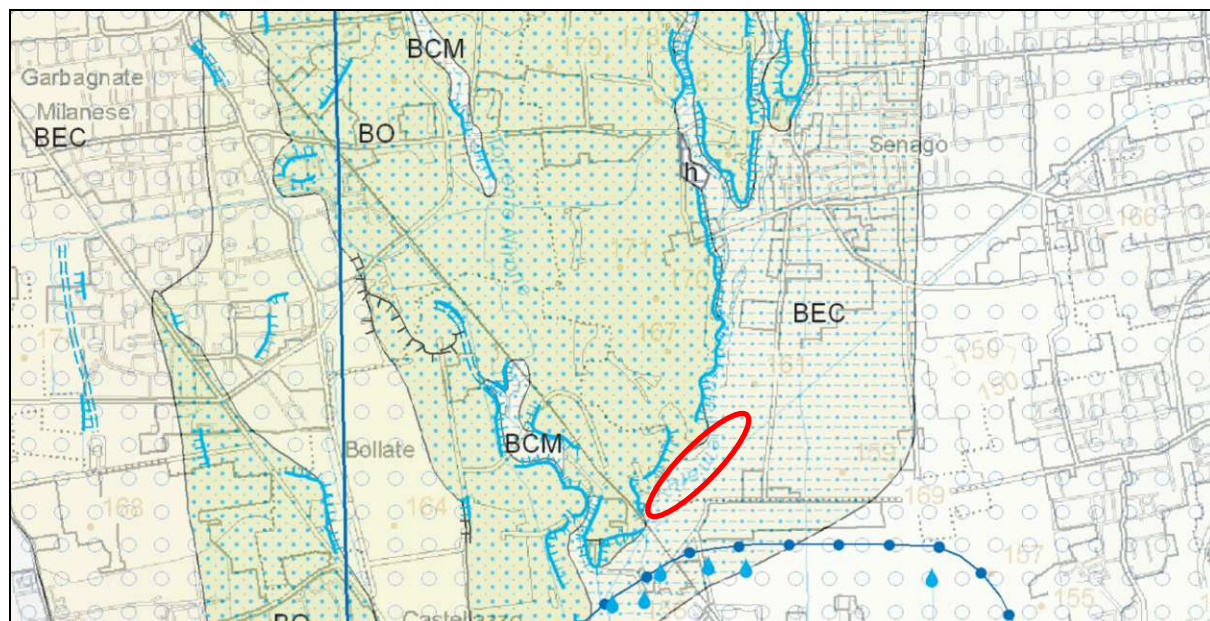
- superficie massima invaso: ~ 18'000 m<sup>2</sup>;
- quota piano campagna: ~ 158÷160 m s.m.;
- quota massimo invaso: ~ 159 m s.m.;
- quota minimo invaso / fondo invaso: ~ 149 m s.m.;
- volume invaso: ~ 130'000 m<sup>3</sup>.

Area posta in posizione centrale:

- superficie massima invaso: ~ 3'500 m<sup>2</sup>;
- quota piano campagna: ~ 160 m s.m.;
- quota massimo invaso: ~ 159 m s.m.;
- quota minimo invaso / fondo invaso: ~ 144 m s.m.;
- volume invaso: ~ 25'000 m<sup>3</sup>.

Per raggiungere il volume complessivo di 1'000'000 m<sup>3</sup> occorre incrementare il volume invasabile nell'area posta più a nord rispetto alle soluzioni esposte nelle alternative n. 3-bis e 3-ter e ciò riduce la possibilità di realizzare un invaso a sezione differenziata.

In base a quanto indicato nella “*Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000*” relative al foglio 118 – Milano (nella Figura 82 è riportato uno stralcio di tale cartografia), le aree in esame appartengono all'Unità di Cadorago del Supersintema di Besnate, caratterizzate da “*Ghiaia a supporto clastico o di matrice, con matrice sabbiosa; intercalazioni sabbiose; sabbie limoso argillose; limi con clasti sparsi: depositi fluvioglaciali*”. In particolare tali aree, poste a est delle Groane, sono caratterizzate da “*percentuali di sabbia quasi doppie e percentuali di limo inferiori del 10-30% rispetto alle coperture delle unità più antiche*”, poste a ovest delle Groane.



#### Aree e depositi antropici





	Scavi
	Riperti
	Riempimenti

#### Litofacies dei depositi quaternari

##### Depositi alluvionali

	Ghiaia e sabbia
	Ghiaia
	Sabbia
	Fini (limi e argille)

#### Elementi morfologici

	Orlo di scarpata erosionale
	Orlo di scarpata antropica
	Traccia di paleoalveo
	Traccia di paleoalveo poco evidente



#### Sintema di Cadorago

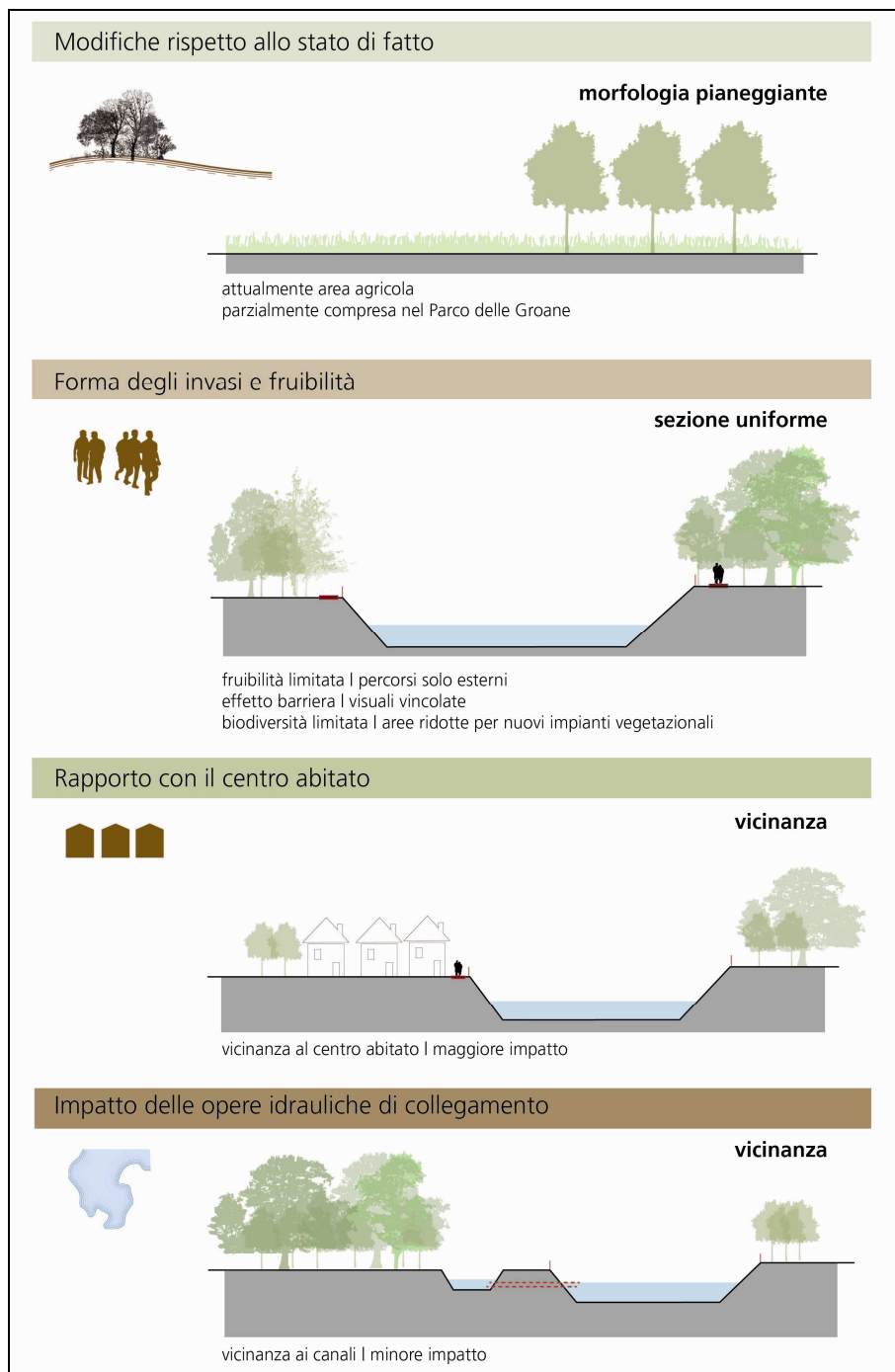
Ghiaie a matrice sabbiosa con intercalazioni di sabbie (depositi fluvio-glaciali), sabbie limose (depositi di esondazione). Superficie limite superiore con profilo di alterazione < 2m; colori 10YR-7,5YR. Privo di evidente copertura loessico-colluviale.

*Pleistocene medio- Pleistocene superiore*

BEC

**Figura 117 – Estratto della “Carta geologica d’Italia alla scala 1:50.000” relative al foglio 118 – Milano. Il contorno rosso indica la posizione di area in esame, appartenente al Sintema di Cadorago (codice BEC)**

Dal punto di vista dell’inserimento paesaggistico, nella Figura 118 si riporta uno schema con indicate, per i diversi criteri di analisi considerati, le caratteristiche della presente alternativa. La forma molto sottile e lineare delle aree poste più a ovest, non permetterebbe di lavorare sulla mitigazione dell’opera. Tali aree non permettono di ricavare, infatti, zone disponibili per nuove piantumazioni e trattamenti differenziati.



**Figura 118 – Caratterizzazione dell’alternativa relativamente all’inserimento paesaggistico**

In conclusione, l’alternativa presenta essenzialmente i seguenti vantaggi:

- essendo posta in prossimità del T. Pudiga, la laminazione può rispondere anche alle necessità di sistemazione idraulica di tali corsi d’acqua, il quale presenta nel tratto di valle diverse situazioni di criticità;
- le aree sono adiacenti al CSNO, per cui le opere idrauliche di collegamento tra lo



	A.T.P.: 	Studio Associato di Geologia Spada		Consulenti: Prof. Dott. V. Mezzanotte
---	--	---------------------------------------	--	---

scolmatore e l'opera di laminazione per l'alimentazione e lo scarico degli invasi hanno uno sviluppo ridotto;

- presenza di un settore di invaso con svuotamento interamente a gravità;
- è possibile individuare un primo lotto funzionale (necessario in quanto il finanziamento attualmente disponibile non copre il costo dell'intervento nella sua totalità).

Per contro presenta i seguenti svantaggi:

- non è direttamente adiacente al tratto di CSNO già raddoppiato; tuttavia tale svantaggio è superabile agevolmente e con costi ridotti, dal momento che, tenendo conto delle dimensioni della sezione trasversale (in base al progetto definitivo *“Lavori di adeguamento funzionale del Canale Scolmatore di Nord Ovest nel tratto compreso tra Senago (MI) e Settimo Milanese (MI) – MI.E.781”* le sponde attuali sono in grado di contenere il livello idrico associato ad una portata di 60 m<sup>3</sup>/s), basta intervenire sul rivestimento in calcestruzzo delle sponde prevedendone l'innalzamento fino al contenimento del livello idrico corrispondente alla portata di 60 m<sup>3</sup>/s;
- l'area posta più a ovest è da suddividere in due settori per la presenza del T. Pudiga, per cui il numero complessivo di vasche diventa pari a tre. Tale circostanza implica un incremento delle opere di collegamento tra le diverse vasche;
- il volume di laminazione delle vasche poste più a ovest è piuttosto ridotto e pertanto poco funzionale;
- occorre incrementare il volume invasabile nell'area posta più a nord, e ciò riduce la possibilità di realizzare all'interno di tale area un invaso a sezione differenziata.
- la realizzazione dell'invaso posto più a ovest implica la modifica della viabilità locale (via Stazione nel tratto di collegamento tra i due attraversamenti del T. Pudiga e del CSNO);
- la forma molto sottile e lineare delle aree poste più a ovest, non permetterebbe di lavorare sulla mitigazione dell'opera. Tali aree non permettono di ricavare, infatti, zone disponibili per nuove piantumazioni e trattamenti differenziati.

## 9.11 ALTERNATIVA 9

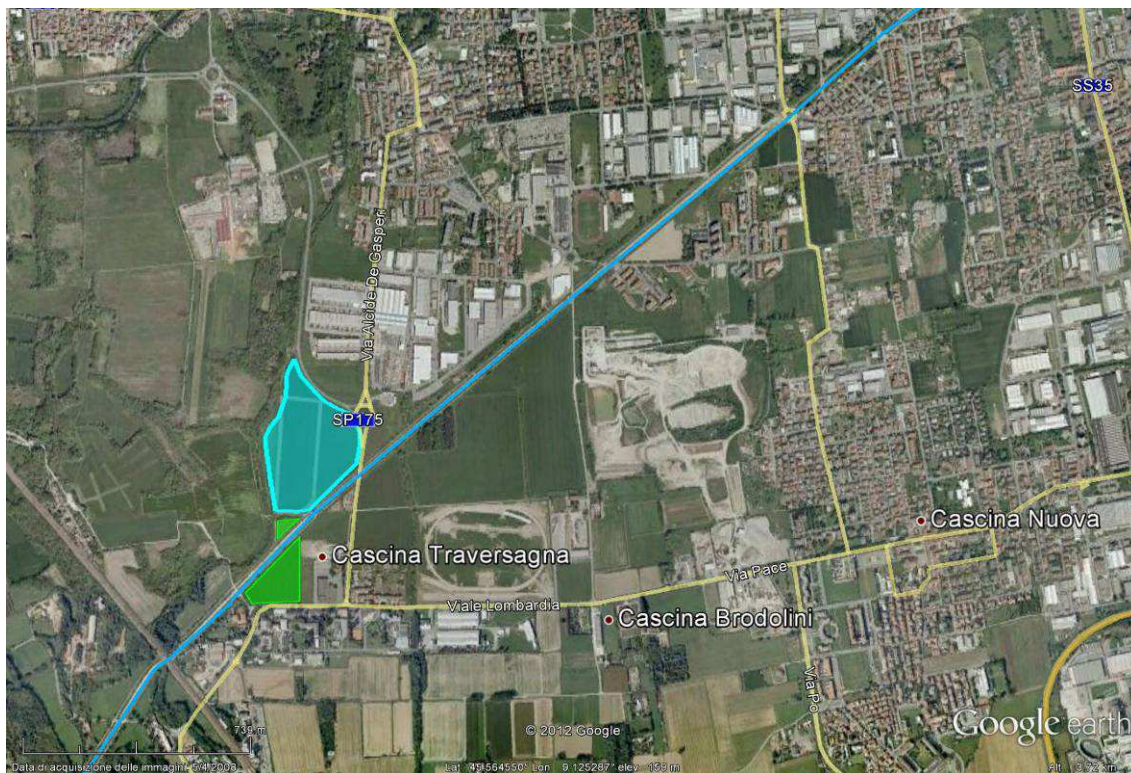


Figura 119 – Alternativa n. 9. Vista d'insieme.

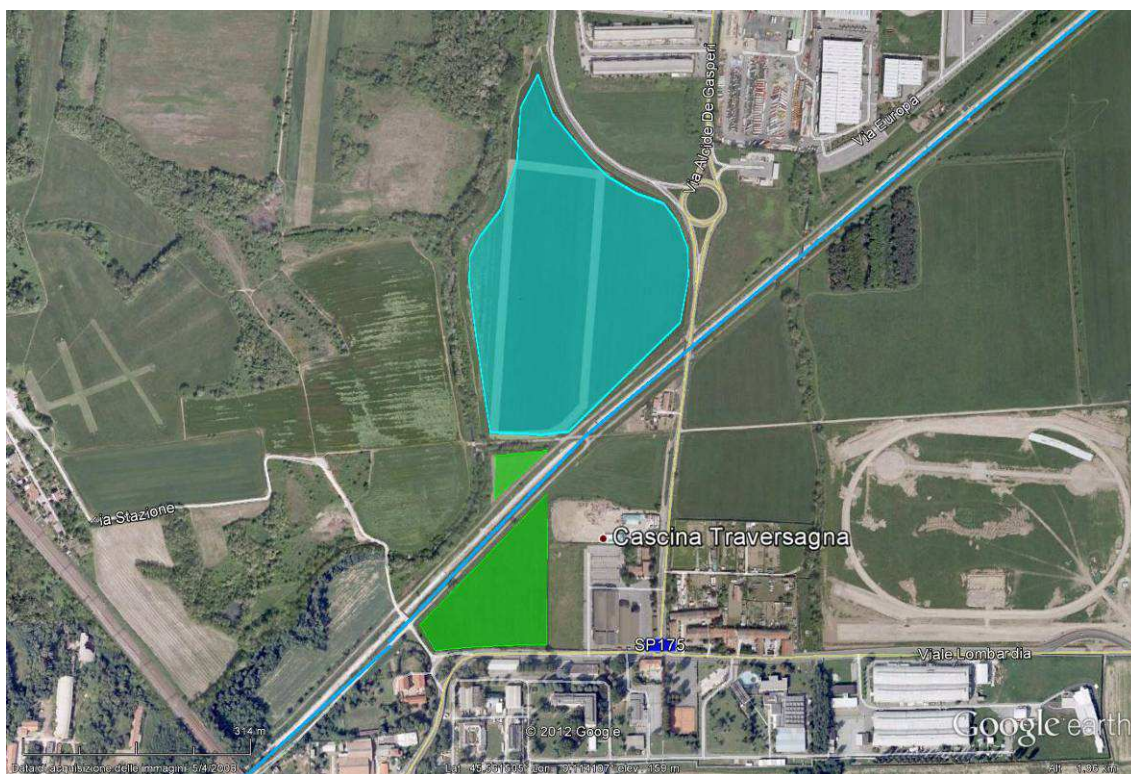
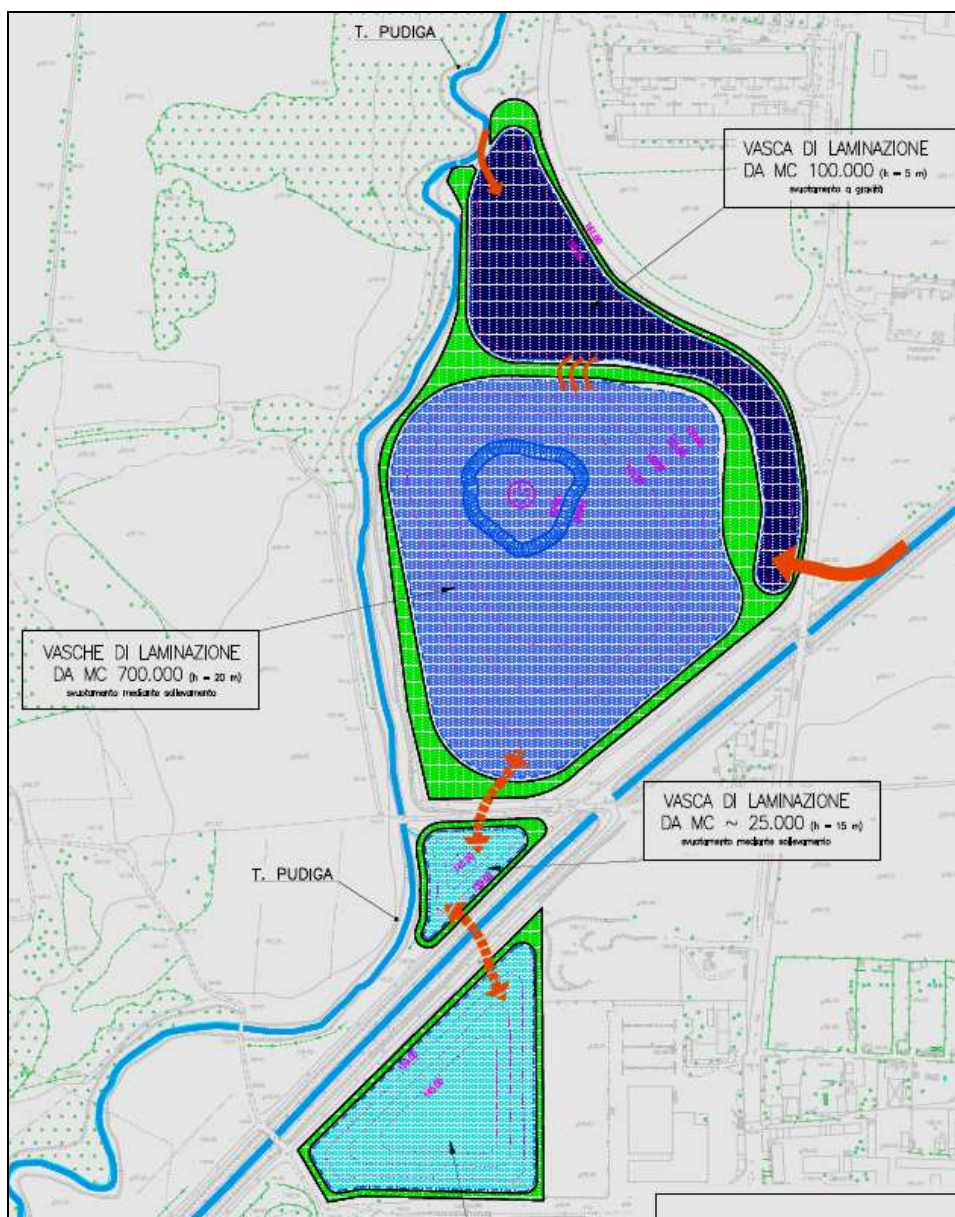


Figura 120 – Alternativa n. 9. Vista di dettaglio.



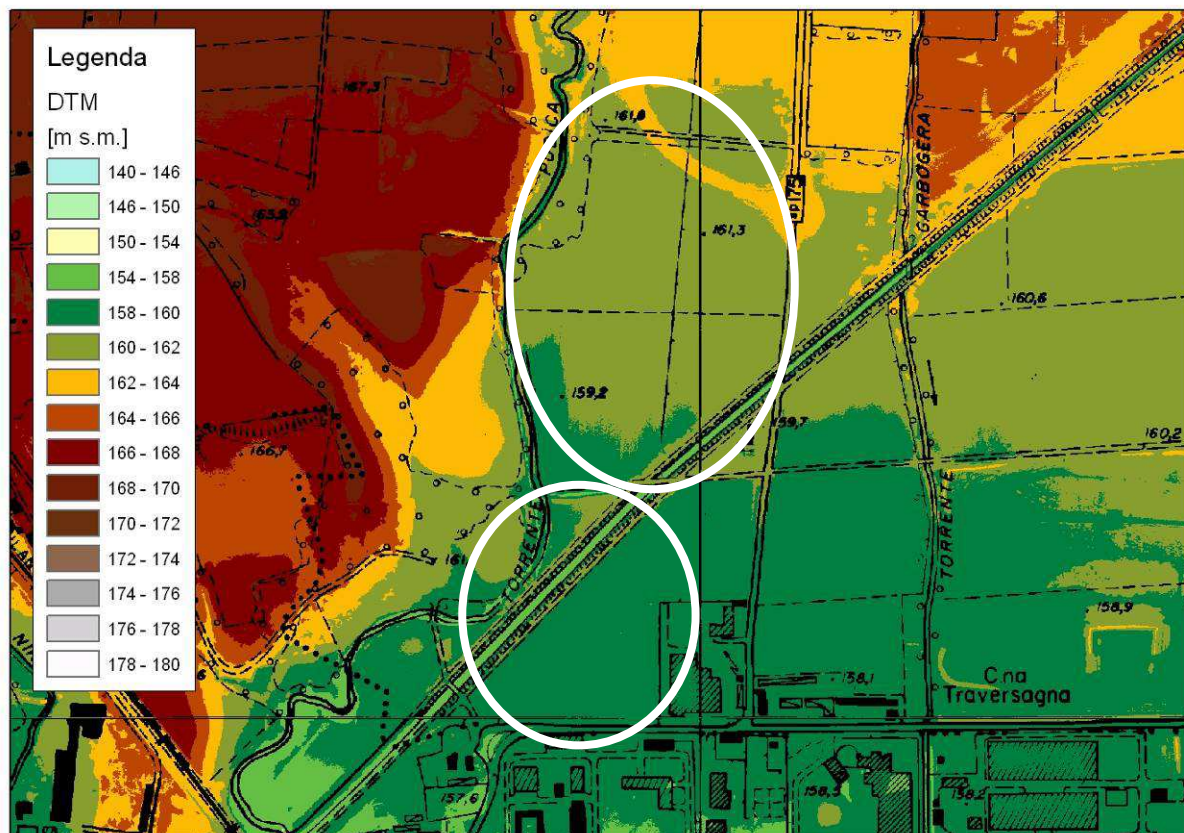


**Figura 121 – foto dell'area a sud del CSNO.**



**Figura 122 – Schema Alternativa n. 9.**





**Figura 123 – Modello digitale del terreno dell’area d’interesse per l’alternativa n. 9**

La soluzione indicata nell’alternativa n. 9 si configura come una variante dell’alternativa n. 3 e prevede di realizzare l’opera di laminazione in tre aree distinte, due poste a nord del CSNO e l’altra a sud del CSNO.


L’area più a nord coincide con quella presa in considerazione nella soluzione alternativa n. 3, mentre le altre aree sostituiscono, in pratica, quella che nella soluzione n. 3 è posta a ovest del T. Garbogera, nei pressi della C.na Traversagna.

Dal punto di vista urbanistico (fonte: “Mosaico informatizzato degli strumenti urbanistici comunali” – Regione Lombardia) le aree poste a cavallo del CSNO sono entrambe caratterizzate da una destinazione d’uso “Vincolo ex legge 431/85” (Parco regionale delle Groane).

Le caratteristiche di tale area sono le seguenti:

Area posta più a sud:

- superficie massima invaso: ~ 19'000 m<sup>2</sup>;

A.T.P.:		Consulenti:	
			
			Prof. Dott. V. Mezzanotte

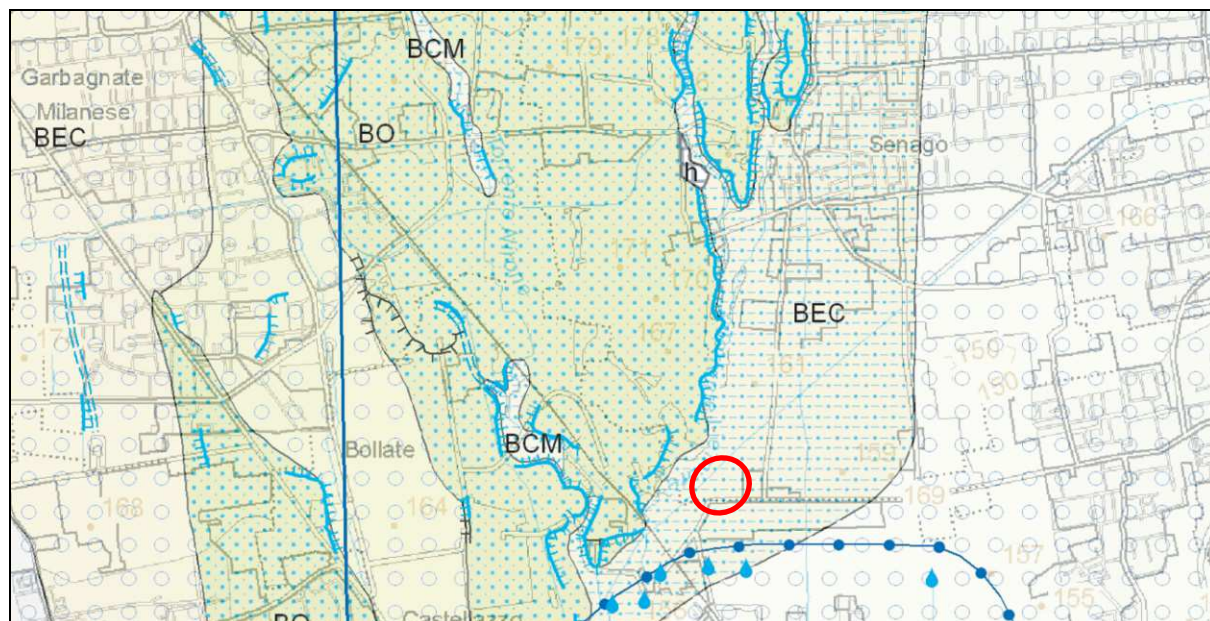
- quota piano campagna: ~ 159 m s.m.;
- quota massimo invaso: ~ 159 m s.m.;
- quota minimo invaso / fondo invaso: ~ 144 m s.m.;
- volume invaso: ~ 180'000 m<sup>3</sup>.

Area posta in posizione centrale:

- superficie massima invaso: ~ 3'500 m<sup>2</sup>;
- quota piano campagna: ~ 160 m s.m.;
- quota massimo invaso: ~ 159 m s.m.;
- quota minimo invaso / fondo invaso: ~ 144 m s.m.;
- volume invaso: ~ 25'000 m<sup>3</sup>.

Per raggiungere il volume complessivo di 1'000'000 m<sup>3</sup> occorre incrementare il volume invasabile nell'area posta più a nord rispetto alle soluzioni esposte nelle alternative n. 3-bis e 3-ter e ciò riduce la possibilità di realizzare all'interno di tale area un invaso a sezione differenziata.

In base a quanto indicato nella “*Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000*” relative al foglio 118 – Milano (nella Figura 82 è riportato uno stralcio di tale cartografia), le aree in esame appartengono all'Unità di Cadorago del Supersintema di Besnate, caratterizzate da “*Ghiaia a supporto clastico o di matrice, con matrice sabbiosa; intercalazioni sabbiose; sabbie limoso argillose; limi con clasti sparsi: depositi fluvioglaciali*”. In particolare tali aree, poste a est delle Groane, sono caratterizzate da “*percentuali di sabbia quasi doppie e percentuali di limo inferiori del 10-30% rispetto alle coperture delle unità più antiche*”, poste a ovest delle Groane.



**Aree e depositi antropici**

	Scavi
	Riporti
	Riempimenti

**Litofacies dei depositi quaternari**

*Depositi alluvionali*

	Ghiaia e sabbia
	Ghiaia
	Sabbia
	Fini (limi e argille)

**Elementi morfologici**

	Orlo di scarpata erosionale
	Orlo di scarpata antropica
	Traccia di paleoalveo
	Traccia di paleoalveo poco evidente



**Sintema di Cadorago**

Ghiaie a matrice sabbiosa con intercalazioni di sabbie (depositi fluvio-glaciali), sabbie limose (depositi di esondazione). Superficie limite superiore con profilo di alterazione < 2m; colori 10YR-7,5YR. Privo di evidente copertura loessico-colluviale.

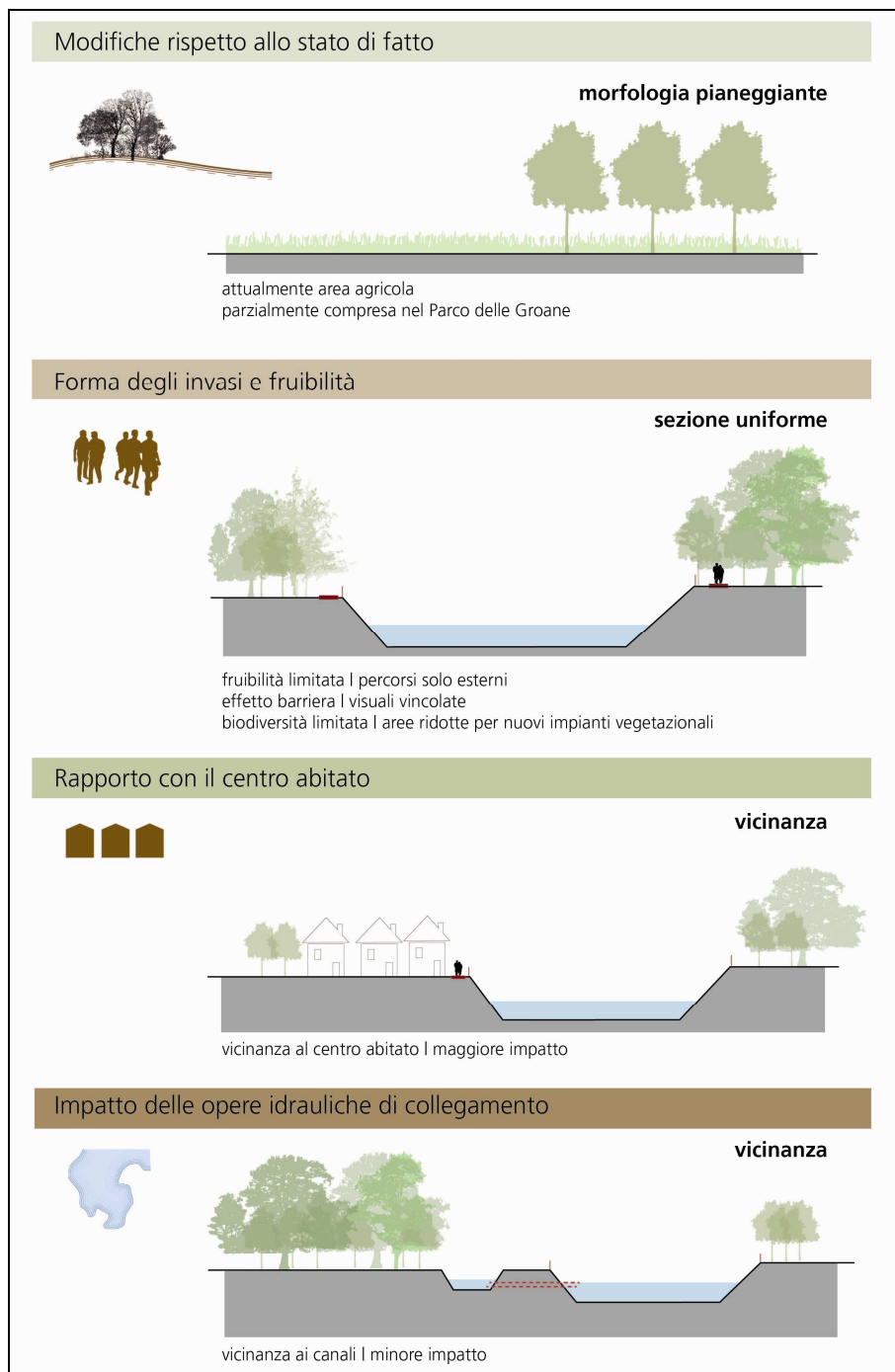
*Pleistocene medio- Pleistocene superiore*

BEC

**Figura 124 – Estratto della “Carta geologica d’Italia alla scala 1:50.000” relative al foglio 118 – Milano. Il contorno rosso indica la posizione di area in esame, appartenente al Sintema di Cadorago (codice BEC)**

Dal punto di vista dell’inserimento paesaggistico, nella Figura 125 si riporta uno schema con indicate, per i diversi criteri di analisi considerati, le caratteristiche della presente alternativa. La ridotta dimensione delle aree poste più a sud non permetterebbe di lavorare sulla mitigazione dell’opera. Le vasche secondarie, realizzate in questo modo, non permetterebbero di ricavare aree disponibili per nuove piantumazioni con trattamenti differenziati.








**Figura 125 – Caratterizzazione dell’alternativa relativamente all’inserimento paesaggistico**

In conclusione, l’alternativa presenta essenzialmente i seguenti vantaggi:

- essendo posta in prossimità del T. Pudiga, la laminazione può rispondere anche alle necessità di sistemazione idraulica di tale corso d’acqua, il quale presenta nel tratto di valle diverse situazioni di criticità;
- le aree sono adiacenti al CSNO, per cui le opere idrauliche di collegamento tra lo

	A.T.P.: 	Studio Associato di Geologia Spada		Consulenti: Prof. Dott. V. Mezzanotte
---	--	---------------------------------------	--	---

scolmatore e l'opera di laminazione per l'alimentazione e lo scarico degli invasi hanno uno sviluppo ridotto;

- presenza di un settore di invaso con svuotamento interamente a gravità;
- è possibile individuare un primo lotto funzionale (necessario in quanto il finanziamento attualmente disponibile non copre il costo dell'intervento nella sua totalità).

Per contro presenta i seguenti svantaggi:

- non è direttamente adiacente al tratto di CSNO già raddoppiato; tuttavia tale svantaggio è superabile agevolmente e con costi ridotti, dal momento che, tenendo conto delle dimensioni della sezione trasversale (in base al progetto definitivo *“Lavori di adeguamento funzionale del Canale Scolmatore di Nord Ovest nel tratto compreso tra Senago (MI) e Settimo Milanese (MI) – MI.E.781”* le sponde attuali sono in grado di contenere il livello idrico associato ad una portata di 60 m<sup>3</sup>/s), basta intervenire sul rivestimento in calcestruzzo delle sponde prevedendone l'innalzamento fino al contenimento del livello idrico corrispondente alla portata di 60 m<sup>3</sup>/s;
- l'area posta più a sud è prossima al centro abitato;
- il volume di laminazione delle vasche poste più a ovest è piuttosto ridotto e pertanto poco funzionale;
- occorre incrementare il volume invasabile nell'area posta più a nord, e ciò riduce la possibilità di realizzare all'interno di tale area un invaso a sezione differenziata.
- la ridotta dimensione delle aree poste più a sud non permetterebbe di lavorare sulla mitigazione dell'opera. Le vasche secondarie, realizzate in questo modo, non permetterebbero di ricavare aree disponibili per nuove piantumazioni con trattamenti differenziati.




## 10. CONFRONTO DELLE ALTERNATIVE

Attraverso il confronto delle molteplici alternative presentate nel capitolo precedente, ed in particolare mediante l'analisi dei diversi vantaggi e svantaggi che caratterizzano ciascuna di esse, è possibile individuare quale alternativa risulti essere preferibile.

Le componenti di valutazione utilizzate per il confronto tra le diverse alternative sono i seguenti:

- *entità degli scavi da eseguire per ottenere il volume di laminazione necessario (1'000'000 m<sup>3</sup>):* minore è la quantità di scavi da effettuare e maggiori sono i vantaggi;
- *caratteristiche del terreno da scavare:* la presenza di terreni già oggetto di escavazione e di successiva sistemazione comporta uno svantaggio, in quanto il materiale che viene prelevato durante le operazioni di scavo ha caratteristiche merceologiche più scadenti e quindi si limita notevolmente la possibilità di riutilizzo del materiale inerte prelevato, con conseguente aumento dei costi di investimento;
- *compatibilità tra la destinazione d'uso delle aree e la funzionalità dell'opera di laminazione:* si è in presenza di un vantaggio nei casi in cui le aree hanno una destinazione d'uso agricola o a parco (attività compatibili, limitatamente ad alcune porzioni areali circoscritte, con la funzione di laminazione delle piene), mentre dove è in atto un'attività diversa (es. attività di cava per l'estrazione di inerti) si è in presenza di uno svantaggio;
- *lontananza dal centro abitato, in relazione ai possibili disturbi alla popolazione:* più le aree interessate dall'intervento sono lontane dal centro abitato, maggiori sono i vantaggi, in termini di minor disturbo alla popolazione, soprattutto nella fase di realizzazione dell'opera;
- *prossimità con il tratto di CSNO già raddoppiato:* più le aree interessate dall'intervento sono vicine al tratto di CSNO già oggetto di raddoppio, maggiori sono i vantaggi, in quanto risultano minori gli interventi da effettuare in corrispondenza del CSNO per renderlo adeguato alla nuova configurazione idraulica;
- *vicinanza delle aree al CSNO:* più le aree interessate dall'intervento sono vicine al CSNO, maggiori sono i vantaggi, in quanto le opere di adduzione e scarico dell'invaso che occorre realizzare risultano minori e meno impattanti;
- *interazione con il regime idraulico di altri corsi d'acqua, oltre al T. Seveso:* a seconda dell'ubicazione delle vasche è possibile che l'opera di laminazione sia in grado di ricevere



	A.T.P.: 	Studio Associato di Geologia Spada	Consulenti: 	Prof. Dott. V. Mezzanotte
---	--	---------------------------------------	---	------------------------------

le piene di altri corsi d'acqua, oltre a quelle del T. Seveso attraverso il CSNO; maggiori sono i corsi d'acqua che possono interagire con l'opera di laminazione e maggiori sono i vantaggi;

- *presenza di un settore di laminazione con svuotamento interamente a gravità*: la possibilità che all'interno dell'area da adibire a laminazione si possa realizzare un settore con svuotamento delle acque interamente a gravità, rappresenta un vantaggio in quanto gli oneri gestionali, associati al funzionamento della stazione di sollevamento, risultano essere inferiori. Questo vantaggio è riscontrabile soprattutto per gli eventi meteorici meno intensi, che sono però i più frequenti;
- *possibilità di individuazione di un I lotto funzionale efficace*: la possibilità di realizzare un I lotto funzionale rappresenta un vantaggio, in quanto il finanziamento attualmente disponibile è inferiore all'importo complessivo dell'intero investimento;
- *possibilità di realizzare un buon inserimento ambientale dell'opera in relazione alla forma e alla morfologia delle aree*: la forma e la morfologia delle diverse aree considerate per la realizzazione dell'opera di laminazione condizionano la possibilità di conseguire un corretto inserimento paesaggistico dell'opera stessa. Ad esempio, forme squadrate e poco naturaliformi costituiscono uno svantaggio in quanto limitano le possibilità di inserimento delle opere, rendendole strutture isolate e difficilmente utilizzabili in maniera alternativa nel momento in cui non devono rispondere alle necessità idrauliche. Aree caratterizzate da quote altimetriche superiori rispetto alle quote di invaso, presuppongono la realizzazione di vasche molto profonde di difficile integrazione nel contesto territoriale adiacente;
- *adeguata e funzionale capacità d'invaso delle aree individuate*: la presenza di settori di laminazione caratterizzati da piccoli volumi d'invaso rappresenta uno svantaggio, in quanto la loro limitata funzionalità complica la gestione dell'intero sistema di laminazione, senza apportare particolari benefici idraulici;
- *costo di realizzazione dell'opera*: a parità del volume di laminazione da realizzare, le diverse alternative presentano delle differenze che condizionano il costo di realizzazione dell'intero intervento. In particolare, si hanno maggiori costi (svantaggio) in quelle alternative che presentano maggiori oneri di scavo (sia in termini di maggiori quantitativi ma anche in relazione alle caratteristiche merceologiche del materiale), maggiori superfici (da cui derivano maggiori oneri associati alle opere di impermeabilizzazione e agli espropri) e maggiori opere di adduzione e scarico.




Di seguito si riporta una matrice di sintesi delle diverse alternative studiate in relazione alle componenti di valutazione prese in esame. I simboli + o + + indicano la presenza di un vantaggio in una data alternativa nei confronti della tematica considerata, mentre i simboli – o – – indicano uno svantaggio.

ALTERNATIVE	1	2	3 3bis 3ter	4	5	6	7	8	9
COMPONENTI DI VALUTAZIONE									
Entità degli scavi da eseguire per ottenere il volume di laminazione necessario (1'000'000 m <sup>3</sup> )	+	–	–	–	– –	– –	–	–	–
Caratteristiche merceologiche del terreno da scavare	+	+	+	+	– –	– –	+	+	+
Compatibilità tra la destinazione d'uso delle aree e la funzionalità di opera di laminazione	–	–	++	+	++	++	++	++	++
Lontananza dal centro abitato, in relazione ai possibili disturbi alla popolazione	–	+	+	+	++	++	++	+	+
Prossimità con il tratto di CSNO già raddoppiato	+	–	–	+	–	–	–	–	–
Vicinanza delle aree al CSNO	–	+	+	+	+	+	+	+	+
Interazione con il regime idraulico di altri corsi d'acqua, oltre al T. Seveso	–	+	++	++	+	+	+	+	+
Presenza di un settore di laminazione con svuotamento interamente a gravità	–	+	+	+	+	+	–	+	+
Possibilità di individuazione di un I lotto funzionale efficace	+	+	+	+	+	+	–	+	+
Possibilità di realizzare un corretto inserimento paesaggistico dell'opera in relazione alla forma e alla morfologia delle aree	+	– –	+	–	–	–	–	–	–
Adeguate e funzionale capacità d'invaso delle aree individuate	+	+	+	–	+	+	+	–	+
Costo di realizzazione dell'opera	++	+	+	+	–	–	++	+	+

Dall'analisi della matrice sopra riportata, emerge che la soluzione che presenta un maggior numero di aspetti positivi risulta essere l'alternativa n. 3 (o 3-bis o 3-ter).

In particolare, le soluzioni 3-bis e 3-ter consentono, rispetto alla soluzione 3, di tutelare, soprattutto dal punto di vista della vicinanza, la C.na Traversagna e la cascina posta tra il CSNO e la via A. De Gasperi, in quanto l'area posta a sud del CSNO viene utilizzata come ultimo settore di laminazione e quindi viene invasata meno frequentemente rispetto ai settori posti nell'area a nord del CSNO.

Tra le alternative 3-bis e 3-ter, quest'ultima è tale da tutelare maggiormente la cascina posta

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

tra il CSNO e la via A. De Gasperi, in quanto il primo settore dell'invaso risulta essere meno prossimo.

Milano, novembre 2012

#### I PROFESSIONISTI INCARICATI:

ETATEC 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