

Comune di Albate  
Provincia di Monza e Brianza

# VARIANTE P.G.T.

## STUDIO COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA (L.R. 12/2005; D.G.R. IX/2616/2011)

### Relazione geologica

REV 00  
Novembre 2023



**GEOSAT srl**  
Società d'ingegneria

**Dott. Geol. DANIELE TORZONI**



**IL DIRETTORE TECNICO**  
**Dott. Geol. GIUSEPPE BARONI**



# INDICE

<b>1. PREMESSA ED OBIETTIVI DEL LAVORO.....</b>	<b>4</b>
1.1 RIFERIMENTI NORMATIVI .....	4
<b>2. INQUADRAMENTO METEO – CLIMATICO.....</b>	<b>6</b>
2.1 CARATTERI GENERALI .....	6
2.2 IL MESOCLIMA ALPINO.....	8
<b>3. GEOMORFOLOGIA E GEOLOGIA.....</b>	<b>9</b>
3.1 GEOMORFOLOGIA .....	9
3.2 GEOLOGIA DI SUPERFICIE .....	11
3.3 OSSERVAZIONI LITOSTRATIGRAFICHE DI DETTAGLIO.....	14
<b>4. IDROGEOLOGIA .....</b>	<b>18</b>
4.1 CLASSIFICAZIONE DELLE UNITÀ IDROGEOLOGICHE DI SOTTOSUOLO .....	18
4.2 PIEZOMETRIA E DIREZIONE DI FALDA .....	19
4.3 VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI .....	19
4.4 QUALITÀ DELLE ACQUE SOTTERRANEE .....	22
4.4.1 <i>Classificazione idrochimica delle acque captate dai pozzi.....</i>	<i>26</i>
<b>5. AREE DI SALVAGUARDIA DELLE OPERE DI CAPTAZIONE.....</b>	<b>27</b>
<b>6. INQUADRAMENTO GEOLOGICO – TECNICO .....</b>	<b>28</b>
6.1 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA GENERALE DEI TERRENI .....	28
6.2 INDAGINI E STUDI GEOLOGICI PRECEDENTI.....	31
<b>7. IDROGRAFIA.....</b>	<b>41</b>
7.1 INDIVIDUAZIONE DEL RETICOLO IDRICO PRINCIPALE E MINORE .....	41
7.2 IL FIUME LAMBRO E LE SUE INTERAZIONI CON IL TERRITORIO COMUNALE .....	41
7.2.1 <i>Studio idraulico del 2003 (C. Lotti &amp; Associati).....</i>	<i>42</i>
7.2.2 <i>Studio idraulico Geosat 2003.....</i>	<i>48</i>
7.2.3 <i>Studio idraulico Geosat 2023.....</i>	<i>48</i>
7.3 STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO .....	49
<b>8. ASPETTI SISMICI DEL TERRITORIO COMUNALE.....</b>	<b>50</b>

8.1	RISPOSTA SISMICA LOCALE .....	50
8.2	CLASSIFICAZIONE SISMICA (OPCM N° 3274/2003 – NTC 2018) .....	50
8.3	ANALISI DI 1° LIVELLO. INDIVIDUAZIONE DEGLI SCENARI DI PSL .....	56
8.4	ANALISI DI 2° LIVELLO. STUDIO DEGLI EFFETTI ASSOCIATI AGLI SCENARI DI PSL INDIVIDUATI.....	57
8.4.1	<i>Definizione della categoria del sottosuolo del territorio comunale di Albate .....</i>	<i>57</i>
8.4.2	<i>Scenario di PSL relativo agli effetti morfologici Z3a .....</i>	<i>58</i>
8.4.3	<i>Scenario di PSL relativo agli effetti litologici Z4a.....</i>	<i>61</i>
8.5	PROVE GEOFISICHE ESEGUITE.....	63
<b>9.</b>	<b>SINTESI DELLE CONOSCENZE ACQUISITE .....</b>	<b>64</b>
<b>10.</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>66</b>

- Allegato 1:** Note relative alla tematica PAI - PGRA
- Allegato 2:** Rapporto indagini geofisiche eseguite
- Allegato 3:** Note per il dimensionamento dei pozzi disperdenti
- Allegato 4:** Relazione Archeologica
- Allegato 5:** Relazione Idraulica

### Tavole

- Tav. A:** Carta Geologica
- Tav. B:** Carta Geomorfologica
- Tav. C:** Carta Idrogeologica
- Tav. D:** Carta PAI/PGRA
- Tav. E :** Caratterizzazione geotecnica e geopedologica
- Tav. F:** Pericolosità sismica locale
- Tavv. G1÷G4:** Sezioni alveo Lambro
- Tav. 1:** Carta dei Vincoli
- Tav. 2:** Carta di Sintesi
- Tav. 3:** Carta di Fattibilità

## 1. PREMESSA ED OBIETTIVI DEL LAVORO

Il Comune di Albate ha affidato a Geosat l'incarico della redazione di uno studio geologico del territorio comunale a supporto della variante del PGT<sup>1</sup>.

Il lavoro è stato svolto sulla base della Legge Regionale n. 12/2005 e s.m.i. e seguendo i criteri e gli indirizzi della Deliberazione di Giunta Regionale del 30 novembre 2011 e s.m.i..

Lo studio è corredato dalle seguenti tavole, rappresentanti “cartografia d'analisi”, in scala 1:5.000:

- TAV. A: Carta Geologica;
- TAV. B: Carta Geomorfologica;
- TAV. C: Carta Idrogeologica;
- TAV. D: Carta PAI-PGRA;
- TAV. E: Caratterizzazione geotecnica e geopedologica;
- TAV. F: Carta della pericolosità sismica locale;
- TAVV. G1÷G4: Sezioni alveo Lambro

e dalle seguenti tavole, “di sintesi” ed “applicative”, in scala 1:5.000:

- TAV. 1: Carta dei Vincoli: riporta le limitazioni d'uso del territorio, sempre di carattere geologico-tecnico, derivanti da norme e da piani sovraordinati;
- TAV. 2: Carta di Sintesi: riporta le aree omogenee dal punto di vista della pericolosità o vulnerabilità;
- TAV. 3: Carta di Fattibilità: suddivide le varie aree omogenee del territorio comunale attribuendo, a ciascuna di esse, un grado di fattibilità.

Parte integrante del presente lavoro è rappresentato dallo “Studio idraulico del Fiume Lambro” riportato nella Relazione Idraulica di cui all'**Allegato 5**.

### 1.1 Riferimenti normativi

- Legge Regionale n. 12 del 11/03/2005, “Legge per il governo del territorio”;
- Deliberazione di Giunta regionale 30 novembre 2011 – n. IX/2616 “Aggiornamento dei ‘Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell’art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005, n. 12’, approvati con

---

<sup>1</sup> Determinazione n. 315 del 25/10/2023, con contestuale richiesta da parte dell'Ufficio Tecnico di sviluppare detto studio nel più breve tempo possibile, in relazione all'avanzato stadio di elaborazione progettuale già sviluppato da altri Tecnici.

D.G.R. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con D.G.R. 28 maggio 2008, n. 8/7374”, pubblicata sul BURL n. 50 Serie ordinaria del 15 dicembre 2012;

- D.G.R. n. X/6738 del 19/06/2017, Disposizioni regionali concernenti l’attuazione del piano di gestione dei rischi di alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell’emergenza, ai sensi dell’art. 58 delle norme di attuazione del piano stralcio per l’assetto idrogeologico (PAI) del bacino del fiume Po così come integrate dalla variante adottata in data 7 dicembre 2016 con deliberazione n. 5 dal comitato istituzionale dell’autorità di bacino del fiume Po;
- D.G.R. n. IX/2120 del 09/09/2019, Aggiornamento dell’Allegato 1 ai criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell’art. 57 della L.R. 11 marzo 2005, n. 12 approvati con D.G.R. 30 novembre 2011, n. 2616;
- D.G.R. n. XI/4685 del 10 maggio 2021, Ulteriore aggiornamento dell’allegato 1 ai criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell’art. 57 della L.R. 11 marzo 2005, n. 12 (D.G.R. 2616/2011 e D.G.R. 2120/2019);
- Deliberazione della Conferenza Istituzionale Permanente dell’Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po n. 5/2021 della seduta del 20 dicembre 2021, “II° ciclo Piani di Gestione Rischio Alluvioni. I° aggiornamento – Art. 14, comma 3 Direttiva 2007/60/CE. Adozione dell’aggiornamento del PGRA ai sensi degli artt. 65 e 66 del D.Lgs. 152 del 2006”;
- D.G.R. n. IX/7564 del 15/12/2022, Integrazione dei criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio relativa al tema degli sprofondamenti (sinkhole) (art. 57 della L.R. 11 marzo 2005, n. 12);
- Regolamento Regionale del 23/11/2017 n. 7/2017, “Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell’articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio)”;
  - o Regolamento Regionale 29/06/2018 n. 7, “Disposizioni sull’applicazione dei principi dell’invarianza idraulica ed idrologica. Modifica dell’articolo 17 del regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7 (Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell’articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 'Legge per il governo del territorio')”;
  - o Regolamento Regionale n. 8/2019 del 19 aprile del 2019, “Disposizioni sull’applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7 (Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell’articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12)”, pubblicato da Regione Lombardia sul supplemento n. 17 del BURL del 24/04/2019;

- Legge Regionale n. 18/2019 del 26 novembre 2019, “*Misure di semplificazione e incentivazione per la rigenerazione urbana e territoriale, nonché per il recupero del patrimonio edilizio esistente. Modifiche e integrazioni alla legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio) e ad altre leggi regionali*”, pubblicata da Regione Lombardia sul supplemento n. 48 del BURL del 29/11/2019.
- Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (Provincia Monza e Brianza) ai sensi della L.R. 12/2005, “*Norme del Piano*, Approvato con deliberazione del Consiglio Provinciale n. 16 del 10/07/2013 (pubblicato sul BURL-SAC n. 43 del 23/10/2013), e successive varianti:
  - Variante alle norme di piano, approvate con deliberazione del Consiglio Provinciale n. 31 del 12/11/2018 (pubblicato sul BURL-SAC n. 1 del 02/01/2019);
  - Variante connessa all’adeguamento soglia regionale di riduzione del consumo di suolo, approvata con deliberazione del Consiglio Provinciale n. 4 del 15/02/2022 (BURL-SAC n. 14 del 06/04/2022);
  - Variante in materia di infrastrutture per la mobilità, approvata con deliberazione del Consiglio Provinciale n. 16 del 25/05/2023 (BURL-SAC n. 34 del 23/08/2023).

## 2. INQUADRAMENTO METEO – CLIMATICO

### 2.1 Caratteri generali

Se consideriamo l'aspetto fisico della Regione Lombardia e l'ambito geografico in cui essa è inserita notiamo una serie di elementi fondamentali ai fini della caratterizzazione climatica del territorio, quali la vicinanza del Mediterraneo, la vicinanza dell'area atlantica e della massa continentale europea e la presenza dell'Arco Alpino e dell'Appennino Settentrionale, barriere in grado di creare notevoli discontinuità nelle masse d'aria.

L'Arco Alpino, che delimita a Nord la Pianura Padana, costituisce una barriera difficilmente valicabile per le perturbazioni Atlantiche, che nel loro moto da Ovest verso Est interessano l'area Europea. Ciò conferisce caratteri di elevata stabilità alle masse d'aria della pianura, il che risulta particolarmente evidente nel periodo invernale ed in quello estivo.

In inverno in particolare si riscontra un'elevata frequenza di nebbie e di gelate associate a fenomeni di inversione termica nei bassi strati, condizioni queste peraltro favorevoli all'accumulo di inquinanti negli strati atmosferici più vicini al suolo.

In estate il tempo è caratterizzato dalla distribuzione relativamente uniforme della pressione (campi a debole gradiente o campi livellati). In tale stagione assistiamo ad elevati accumuli di energia nei bassi strati in forma di vapore per effetto dell'intenso soleggiamento.

Tali accumuli, favoriti dalla presenza di una fitta rete idrica superficiale e di vaste aree a colture irrigue, fanno sì che instabilità di entità relativamente modesta (es.: irruzioni di aria più fredda nella media troposfera) possano dar luogo ad attività temporalesca anche intensa, accompagnata da vento forte, rovesci e grandinate.

Prescindendo dall'attività temporalesca estiva possiamo osservare che le principali strutture meteorologiche responsabili delle situazioni di tempo perturbato sull'area sono le saccature (depressioni a forma di V) alimentate dal flusso perturbato atlantico ed i minimi isolati sul Mediterraneo (fra cui rientrano le depressioni del Golfo di Genova). In particolare, il maggior contributo alle precipitazioni della Lombardia deriva da condizioni di flusso perturbato meridionale, di norma associate a saccature che nel loro transito da Ovest verso Est interessano il Mediterraneo centro – occidentale.

In tali condizioni è frequente assistere all'isolarsi di minimi depressionari sul Golfo di Genova (ciclogenesi sottovento alle Alpi) che esercitano un caratteristico effetto volano, determinando il protrarsi delle condizioni di tempo perturbato sulla nostra area; infatti, la traiettoria di tali sistemi, di norma verso Oriente, fa sì che essi transitino sulla Pianura Padana influenzandone le condizioni meteorologiche prima di esaurirsi in Adriatico.

Un certo effetto sul quadro delle precipitazioni della Lombardia è poi dovuto agli altri tipi di depressioni isolate presenti sul Mediterraneo (es. depressioni africane).

Tutte le situazioni perturbate sopra descritte sono particolarmente frequenti nei periodi autunnale e primaverile ma possono manifestarsi in qualunque periodo dell'anno.

Da ricordare in particolare le perturbazioni intense, note con il nome di tempeste equinoziali, che ad inizio autunno o inizio primavera segnano la "rottura" del tempo al termine della fasi di maggior stabilità estiva o invernale.

## **2.2 Il mesoclima alpino**

Globalmente, per l'area alpina e prealpina, si può parlare di clima continentale, con forti escursioni termiche diurne, piogge piuttosto abbondanti (spesso superiori ai 1000 mm/anno) concentrate soprattutto nel semestre estivo (per esempio nell'Alta Brianza, nell'Alta Val Brembana, nell'Alta Val Seriana, nella Media Valcamonica e nell'Alta Val Trompia le precipitazioni medie annue raggiungono i 1700 – 2000 mm) (Ottone & Rossetti, 1981).

In realtà il clima dell'area varia in modo sostanziale da zona a zona, sia a causa delle diverse altitudini, sia per effetto dell'esposizione, fattore quest'ultimo predominante in questo tipo di orografia. Ne consegue che i versanti rivolti a sud, più lungamente esposti alla radiazione solare, presentano una limitata copertura nevosa e favoriscono le coltivazioni, mentre quelli esposti a nord presentano una copertura nevosa molto più abbondante ed una vegetazione costituita in gran parte da boschi e pascoli.

Condizioni climatiche particolari, soprattutto da un punto di vista igrometrico e pluviometrico, si riscontrano nella parte centrale delle Alpi (esempio: Alta Valtellina) che risulta molto asciutta (precipitazioni medie annue inferiori agli 800 mm) manifestando così i caratteri tipici del clima endoalpino. Il fenomeno è da attribuire al fatto che i flussi perturbati tendono a liberarsi della propria umidità in forma di precipitazioni nella parte più esterna del massiccio alpino (Prealpi, aree alpine esterne) giungendo nella parte centrale del massiccio stesso ormai impoveriti di umidità.

La Brianza si inserisce nell'ambiente fisioclimatico della zona collinare morenica, subito a valle dei rilievi montuosi prealpini, all'inizio della pianura. Dal punto di vista climatico, perciò, risente della protezione dell'arco alpino dai freddi venti settentrionali e dalle perturbazioni provenienti dal versante nord alpino. Questo "effetto barriera" che i monti oppongono, altera le condizioni atmosferiche generali ed assicura un clima meno rigido con una maggiore impronta mediterranea. La stretta vicinanza con il lago di Como, inoltre, porta ad una mitigazione degli estremi di temperatura.

Il regime pluviometrico della Brianza si inquadra in un regime di tipo "prealpino", caratterizzato da due massimi, uno in ottobre e l'altro in maggio, e da due minimi in febbraio ed in luglio.

Per quanto riguarda invece le temperature, le medie annue in Brianza si aggirano attorno ai 12 – 13 °C; la media massima stagionale si raggiunge nel mese di luglio, con 22 – 24 °C, e la minima, invece, in gennaio, con 1 – 2 °C.

### 3. GEOMORFOLOGIA E GEOLOGIA

#### 3.1 Geomorfologia

Il territorio comunale di Albate è posto al limite tra il livello fondamentale della pianura alluvionale che si sviluppa verso Sud e i primi rilievi prealpini posti a Nord. La morfologia è caratterizzata da terrazzamenti, accumuli, e depressioni legati a fenomeni erosivi e di accumulo di ambiente fluviale (fase di modellamento attuale), glaciale e fluvio–glaciale (fasi di modellamento recente).

I ghiacciai abduani hanno a più riprese occupato l'area di raccordo tra l'attuale Pianura Padana e la zona pedemontana lasciando, durante il ritiro, evidenti tracce del loro passaggio quali le "rocce montonate", pinnacoli di terra con i sassi e, soprattutto, i cordoni morenici a tipica forma semicircolare (anfiteatri morenici).

Le fasi erosive e di accumulo, legate al susseguirsi dell'esarazione e all'ablazione delle propaggini meridionali del ghiacciaio abduano, hanno plasmato il paesaggio locale formando i dossi e le zone tabulari più elevate tipiche di questo settore della Brianza.

In tale contesto, il territorio di Albate è modellato secondo forme caratteristiche di ambiente fluvio-glaciale prossimale, nel quale in posizione frontale rispetto ad ogni lingua glaciale viene a formarsi una piana alluvionale costituita dai sedimenti trasportati dai fiumi di fusione glaciale.

L'elemento geomorfologico più caratteristico è oggi rappresentato dall'attività del Fiume Lambro, che provoca la formazione di scavernamenti nella formazione conglomeratica del Ceppo; il regime di flusso e le pendenze del torrente limitano i fenomeni deposizionali; si assiste invece ad una generale opera di sovraescavazione laterale della base dei banchi di Ceppo, specie in sinistra idrografica del Lambro, con la formazione di cavità.

La presenza del Lambro assume un certo interesse al fine idrogeologico poiché la presenza di fratture e di intervalli in *facies* sabbioso – ghiaiosa all'interno della formazione rocciosa permette l'infiltrazione delle sue acque con conseguente ricarica della falda; durante periodi di esondazione si potrà verificare la temporanea formazione di falde sospese, dovute cioè alla saturazione dei sedimenti prossimi al fiume stesso.

Ulteriori elementi morfologici significativi sono rappresentati dalle scarpate che, insieme ad altri indizi geologici, permettono di definire tre ordini principali di terrazzi:

**A) Terrazzo di Albiate – Canonica:** si sviluppa tra Albiate e Macherio e rappresenta il lembo occidentale del pianalto di Lesmo, tagliato in due dall'incisione del Lambro; esso è scomposto in una serie di terrazzi minori situati a ridosso delle morene terminali dell'anfiteatro Lariano (presenti in loc. Triuggio) e probabilmente ne ricoprono le propaggini. Il sistema rappresenta l'elemento morfologico più rilevato dell'area considerata.

**B) Terrazzo di Albiate – Monza:** è il terrazzo più esteso dell'area; entro di esso è situata la maggior parte del territorio comunale di Albiate. Presenta una configurazione superficiale piuttosto piatta e uniforme, con leggera pendenza verso sud, e si colloca altimetricamente tra il terrazzo di Albiate – Canonica ed il livello principale della pianura.

**C) Terrazzo di Seregno:** rappresenta, secondo la bibliografia geomorfologica il *livello fondamentale della pianura*; esso infatti si amplia verso Sud e si raccorda, senza evidenti interruzioni di continuità, alla Pianura Padana.

### **3.2 Geologia di superficie**

Il rilevamento geologico effettuato per il presente lavoro è stato eseguito riportando in carta ogni elemento geologico – geomorfologico ritenuto utile alle interpretazioni geologico – stratigrafiche del caso (**Tav. A**).

Le tecniche utilizzate per il rilevamento geologico del Quaternario ed i termini formazionali sono quelli definiti dal Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Milano – Gruppo Quaternario (Bini A., 1987). Le caratteristiche litologiche delle unità riconosciute sono state definite studiando le aree di affioramento (spaccati naturali ed artificiali come ad esempio: scavi e cantieri edili) presenti nel territorio comunale ed in comuni limitrofi nonché le stratigrafie di pozzi per acqua e dei sondaggi geognostici disponibili. Inoltre la taratura litologica di alcune aree è stata possibile grazie ad una campagna mirata di assaggi con escavatore, appositamente programmata dagli scriventi per una maggiore definizione dell'estensione areale delle unità geologiche di superficie. La descrizione delle litologie di seguito riportata è stata integrata con la più recente classificazione e denominazione delle unità adottata all'interno del progetto Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 rappresentata, per l'area in esame, dalla tavola "**Foglio 096 - Seregno**".

Le unità geologiche affioranti nel settore ove ricade il Comune di Albate vengono qui di seguito descritte in ordine stratigrafico, a partire dalla più antica.

#### **LBI – Ceppo di Inverigo** (*Pleistocene inferiore*)

Il *Ceppo* è costituito da conglomerato poligenico grossolano in matrice sabbioso – limosa a cemento calcareo, con grado di cementazione variabile.

Litologicamente è costituito principalmente da clasti calcarei, selci, arenarie, conglomerati di tipo Verrucano, clasti cristallini riferibili ai massicci intrusivi alpini e da clasti metamorfici del basamento cristallino. I ciottoli cristallini sono in genere subordinati a quelli sedimentari.

I clasti, arrotondati, presentano dimensioni variabili, mediamente di 10 cm o inferiore. I ciottoli più grossi (dimensioni massime 15 cm circa) sono per lo più di natura calcarea.

L'unità si presenta a stratificazione indistinta o in banchi massicci, con fratture di piccola entità irregolarmente distribuite. Gli orizzonti a giacitura suborizzontale, o leggermente immergenti a sud, hanno spesso la forma di lenti allungate, con intercalate sottili lenti di arenarie e sabbie.

Questa unità affiora lungo l'asta del Lambro, in prossimità delle incisioni più profonde. La configurazione morfologica degli affioramenti è caratteristica: la notevole compattezza dei materiali costituenti tale unità permette alla stessa di mantenersi facilmente in pareti verticali, come quelle fiancheggiano il fiume Lambro all'altezza di loc. Gerno a Sovico.

**BOF – Supersistema del Bozzente – Sistema di Cascina Fontana** (*Pleistocene medio*)

Depositi di origine glaciale e fluvioglaciale, costituiti da ghiaie massive o grossolanamente stratificate a supporto di matrice limoso – sabbiosa con locale presenza di lenti sabbiose e argillose. Copertura di origine eolica (*loess*) sempre presente di colore 10YR e 7.5YR e a *fragipan* e di spessore variabile da 1,5 m a 2,5 m.

La superficie limite superiore è caratterizzata da un profilo d'alterazione evoluto, con spessori intorno a 6 – 8 m. Le caratteristiche dell'alterazione sono le seguenti: carbonati argillificati, metamorfici arenizzati, cristallini arenizzati o con cortex di circa 1,5 cm se di dimensioni maggiori, porfidi (non abbondanti) arenizzati. Il colore della matrice è compreso tra le pagine 5YR e 7.5YR, 2.5Y in profondità, sono presenti screziature di colore 7.5YR e sbiancature di colore 10YR. Inoltre è presente argilla secondaria.

Le ghiaie sono poligeniche, costituite da calcari e calcari dolomitici, dolomie, selci, quarziti, gneiss, micascisti, rocce granitoidi e porfidi. I ciottoli hanno forma arrotondata con il diametro medio inferiore a 10 cm, con un elevato grado di selezione e presentano giacitura suborizzontale o debolmente inclinata verso sud. Lo spessore dell'unità è direttamente controllabile solo dove affiora il substrato conglomeratico del *Ceppo*. Nella zona di Sovico è di circa 21 m mentre, più a sud, tra Macherio e Biassono, si è riscontrata una potenza di circa 35 m. La posizione altimetrica dell'unità è il tratto morfologico essenziale: l'unità forma estesi pianalti prevalentemente allungati in direzione nord – sud e costituisce aree nettamente sopraelevate rispetto ai depositi più recenti e soprattutto rispetto al livello principale della pianura ed agli alvei dei corsi d'acqua attuali. Il passaggio è contrassegnato da scarpate morfologiche tanto meno ripide ed elevate quanto più ci si sposta da nord verso sud.

**PEO – Sistema della Specola** (*Pleistocene medio*)

Depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie massive a supporto di matrice. Questa unità è cartografata nel Foglio 096 “*Seregno*” nel comune di Triuggio; la descrizione e l'origine di questi depositi analoghi all'unità BOF precedentemente riportata.

**BIN – Sistema di Binago** (*Pleistocene medio*)

Depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie poligeniche sabbiose in matrice limoso – argillosa con grado di alterazione medio. La superficie limite superiore è caratterizzata da profilo di alterazione di spessore compreso tra 2,5 m e 4,5 m. L'alterazione interessa mediamente più del 50% dei clasti; i clasti metamorfici e quelli cristallini presentano un cortex di alterazione da millimetrico a centimetrico, alcuni metamorfici a tetto sono completamente arenizzati, i carbonatici sono decarbonatati e argillificati, i porfidi presentano cortex millimetrico. Il colore della matrice è 10YR con tendenza al 7.5YR, localmente 2.5Y.

È presente una copertura loessica costituita da limi massivi sia di colore 10YR sia colore 7.5YR; con clasti sparsi se colluviati, di spessore metrico. La sua locale assenza è interpretabile come dovuta ad erosione o ad intervento antropico.

Le ghiaie sono formate soprattutto da clasti di rocce cristalline e metamorfiche (graniti, dioriti, porfidi quarziferi, porfiriti, gneiss micacei, quarziti), mentre sono molto scarsi i calcari. I ciottoli, ben arrotondati, hanno dimensioni varie, ma il loro diametro supera raramente i 10 cm.

Le aree di affioramento di questa unità costituiscono estese piane che si allungano da nord a sud assottigliandosi a meridione. Spesso i depositi dell'unità si appoggiano ai più rilevati terrazzi dell'*Unità dei Pianalti*, formando un gradino altimetricamente intermedio tra questi ed i depositi più recenti.

Morfologicamente, i ripiani terrazzati mostrano una configurazione superficiale piuttosto piatta e uniforme, in contrasto con quella dei pianalti più antichi sempre leggermente ondulata, con una leggera vergenza verso sud/sud – ovest.

Lo spessore dell'unità può essere determinato solo con le perforazioni poiché non affiora la sua base. Dati sufficientemente attendibili provengono solo da pozzi dove il Ceppo è presente a letto dell'unità e permette di conseguenza di delimitare quest'ultimo con sicurezza.

#### **BEZ – Supersistema di Besnate – Unità di Guanzate (Pleistocene medio)**

Depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie medie e grossolane poligeniche stratificate a supporto di matrice sabbiosa o in lenti alternate a diversa granulometria; il grado di alterazione è debole ai danni dei soli carbonatici. Locale presenza di livelli cementati.

La superficie limite superiore è caratterizzata da un profilo di alterazione poco evoluto, inferiore a 2,5 m. La maggior parte dei clasti non è alterata o presenta cortex non molto sviluppati, solo i carbonati possono essere alterati ed i metamorfici scistosi possono essere arenizzati nei primi metri. Il colore della matrice è 10YR, tranne negli affioramenti dove la matrice deriva dall'alterazione di porfidi ove può essere anche 5YR. I depositi di questa unità non sono coperti da loess.

I depositi sono costituiti da ghiaia da media a grossolana, da male a ben selezionata, a supporto di matrice, costituita da sabbia e ghiaia fine. Si presenta da ben stratificata a grossolanamente stratificata; lo spessore degli strati varia da decimetrico a metrico. In alcuni casi, la stratificazione è di spessore centimetrico ed è caratterizzata da variazioni granulometriche da uno strato all'altro.

Litologicamente i ciottoli hanno natura prevalentemente cristallina e metamorfica; sono presenti ciottoli di arenaria e calcarei. Accanto ai ciottoli inalterati s'incontrano abbastanza spesso ciottoli profondamente decomposti di evidente derivazione da depositi più antichi.

La morfologia è molto uniforme: si tratta infatti di una piana che occupa le aree altimetricamente più basse comprese tra i terrazzi delle unità più antiche.

L'esatta delimitazione dello spessore dell'unità è possibile solo in corrispondenza di perforazioni dove le ghiaie si appoggiano direttamente su livelli ben identificabili, quali il Ceppo, le coperture limoso-argillose superficiali delle unità quaternarie più antiche, o le argille fluvio-lacustri del Villafranchiano. Nella zona intorno a Seregno è stato rilevato uno spessore medio di 50 m.

#### **BEE – Supersintema di Besnate – Unità di Cadorago** (*Pleistocene medio – Pleistocene superiore*)

Depositi di contatto glaciale costituiti da ghiaie medio grossolane massive, debolmente stratificate a supporto sia di matrice sia clastico. Questa unità non ricade direttamente all'interno del Comune di Albate ma è individuata nel Foglio 096 a Triuggio, in prossimità del limite comunale e nell'area di influenza della scarpata del Fiume Lambro.

#### **VE – Supersintema di Venegono** (*Pleistocene medio – Pleistocene superiore*)

L'unità costituisce prevalentemente i depositi di versante lungo le scarpate morfologiche presenti nel settore orientale del Comune di Albate. Questi depositi sono caratterizzati da ghiaie massive a supporto di matrice limoso-sabbiosa.

#### **POI – Sintema del Po** (*Pleistocene superiore – Olocene*)

Depositi appartenenti all'unità post-glaciale e costituiti da ghiaie e sabbie a supporto di matrice a ghiaie fini con sabbia grossolana a supporto di clasti, ma con matrice abbondante costituita da sabbie grossolane. I depositi sono privi di alterazioni e costituiscono una morfologia ben espressa nelle piane fluviali dei principali corsi d'acqua.

### ***3.3 Osservazioni litostratigrafiche di dettaglio***

Le caratteristiche litologiche delle unità geologiche sono state osservate in corrispondenza di trincee eseguite con escavatore (profondità di 2 – 3 metri) e di sondaggi eseguiti nell'ambito di altri studi.

Di seguito vengono descritte le caratteristiche riscontrate in ciascuno dei punti di osservazione, l'ubicazione dei quali è riportata in **Tav. E**.

**Scavo N. 1***Località: Via Trieste – Via Adamello*

0,0 – 0,4 m	Terreno vegetale limoso sabbioso
0,4 – 0,9 m	Limo sabbioso bruno rossiccio con clasti sparsi
0,9 – 2,5 m	Ghiaia e ciottoli in matrice limoso sabbiosa. Colore bruno nocciola. Grado di alterazione medio

**Scavo N. 2***Località: Via Dosso*

0,0 – 0,4 m	Limo sabbioso con ciottoli e ghiaia. Colore bruno scuro
0,4 – 2,9 m	Ghiaia e ciottoli in matrice limoso sabbiosa. Colore bruno nocciola. Grado di alterazione medio

**Scavo N. 3***Località: Via delle Valli*

0,0 – 0,7 m	Riporto. Limo sabbioso con resti vegetali e laterizi
0,7 – 1,1 m	Limo sabbioso con clasti sparsi. Colore bruno rossiccio
1,1 – 3,1 m	Ghiaia con ciottoli e blocchi in matrice sabbiosa. Colore grigio – nocciola

**Scavo N. 4***Località: Via Re di Puglia*

0,0 – 0,75 m	Riporto. Laterizi, ciottoli e blocchi
0,75 – 1,9 m	Limo sabbioso sovraconsolidato con clasti sparsi. Colore bruno rossiccio
1,9 – 2,1 m	Ghiaia e ciottoli in matrice limoso sabbiosa. Colore bruno nocciola

**Scavo N. 5***Località: Via S. Ambrogio*

0,0 – 0,5 m	Terreno vegetale limoso. Colore bruno scuro
0,5 – 2,2 m	Limo sabbioso sovraconsolidato. Colore bruno rossiccio
2,2 – 2,7 m	Ghiaia e ciottoli in matrice limoso sabbiosa. Colore bruno nocciola. Grado di alterazione medio

**Scavo N. 6***Località: C.na Pressosa*

0,0 – 0,3 m	Terreno vegetale limoso – sabbioso. Colore bruno scuro
0,3 – 0,75 m	Limo sabbioso con argilla e clasti sparsi. Colore bruno rossiccio
0,75 – 2,0 m	Ghiaia con ciottoli e blocchi in matrice limoso – sabbiosa. Colore bruno rossiccio. Grado di alterazione elevato

**Scavo N. 7***Località: Via S. Valerio – C.na Malpensata*

0,0 – 0,7 m	Riporto. Ciottoli e laterizi in matrice limoso – sabbiosa
0,7 – 1,0 m	Terreno vegetale limoso – sabbioso. Colore bruno scuro
1,0 – 2,5 m	Ghiaia con ciottoli e blocchi in matrice sabbiosa. Colore grigio – nocciola

**Scavo N. 8***Località: Via G. Gatti – parco Villa Campiello*

0,0 – 0,9 m	Riporto. Limo sabbioso con ciottoli, laterizi e resti vegetali
0,9 – 1,6 m	Limo sabbioso con clasti ghiaiosi alterati sparsi. Colore bruno rossiccio.
1,6 – 2,6 m	Ghiaia con ciottoli e blocchi in matrice sabbiosa. Colore grigio nocciola. Presenza di livelli cementati

**Sondaggio SI1***Località: Indagini Area ex – Fina Via Viganò – Via Dante*

0,0 – 1,1 m	Riporto. Sabbia ghiaiosa, colore grigio marrone
1,1 – 3,0 m	Limo con argilla debolmente ghiaiosa, rari ciottoli. Colore marrone scuro
3,0 – 3,8 m	Sabbia con limo, ghiaiosa. Colore marrone
3,8 – 5,0 m	Argilla e limo. Colore marrone
5,0 – 7,0 m	Limo con argilla ghiaioso. Colore marrone chiaro
7,0 – 12,0 m	Limo sabbioso ghiaioso debolmente argilloso. Presenza di ciottoli molto alterati

**Sondaggio S3***Località: Indagini Area ex – Athena Via Gramsci*

0,0 – 2,0 m	Ghiaia eterometrica e laterizi in debole matrice sabbiosa debolmente limosa grigiastra
2,0 – 4,0 m	Limo sabbioso marrone inglobante rara ghiaia eterometrica e rari laterizi
4,0 – 4,2 m	Laterizi
4,2 – 7,0 m	Sabbia grossolana da debolmente limosa a limosa, colore nocciola scuro, inglobante ghiaia eterometrica
7,0 – 7,4 m	Limo sabbioso marrone
7,4 – 8,3 m	Sabbia grossolana da debolmente limosa a limosa, colore nocciola scuro, inglobante ghiaia eterometrica
8,3 – 9,0 m	Limo argilloso bruno inglobante ghiaia eterometrica alterata
9,0 – 11,5 m	Ghiaia eterometrica e rari ciottoli in matrice sabbiosa da limosa a debolmente limosa nocciola scuro
11,5 – 15,8 m	Limo da argilloso a sabbioso bruno inglobante ghiaia molto alterata
15,8 – 16,0 m	Conglomerato

## 4. IDROGEOLOGIA

### 4.1 Classificazione delle unità idrogeologiche di sottosuolo

Le unità idrogeologiche presenti nel territorio di Albiate e riconosciute a scala regionale sono di seguito descritte dalla più superficiale alla più profonda:

#### UNITÀ A

Corrisponde ai depositi superficiali costituiti da alluvioni recenti.

#### UNITÀ B

È presente con continuità in tutta l'area di indagine con spessori di circa 60 – 70 m. Rappresenta l'acquifero più suscettibile di eventuali inquinamenti. Al suo interno si possono distinguere due sub – unità:

**Unità B1:** litozona argillosa e limoso–ghiaiosa presente nelle aree terrazzate morfologicamente più rilevate, con spessori massimi di circa 20 m (pozzo 2).

**Unità B2:** litozona ghiaioso–sabbiosa spessa 60 m ed avente origine fluvio–glaciale. A tale litozona appartiene la formazione rocciosa denominata *Cepo* rappresentata da *facies* talora a prevalente matrice fine (arenaria) ma più spesso in *facies* grossolana (conglomerato). Talora tale formazione si presenta fortemente fratturata e a volte con livelli scarsamente cementati. All'interno di tale formazione, si possono ritrovare delle cavità, anche di qualche metro cubo di dimensione, derivanti dalle peculiari condizioni di sedimentazione poi interessati da fenomeni di dissoluzione chimica.

#### UNITÀ C

Litozona sabbioso–argillosa con intercalati livelli di materiali granulari, che rappresenta dal punto di vista della trasmissività un elemento "aquitardo" nei processi di filtrazione verticale; essa costituisce un elemento di transizione alla sottostante Unità D. Nell'area di interesse lo spessore dell'unità è pari a circa 40 m.

È sede di acquiferi confinati captati dai pozzi di Albiate, la cui vulnerabilità è mitigata dalla presenza al tetto di strati argillosi di spessore variabile. Non sono da escludere collegamenti ed alimentazioni da parte dell'acquifero superiore libero, ad alta vulnerabilità.

#### UNITÀ D

Litozona argillosa costituita da sedimenti di origine marina, all'interno dei quali sono talora presenti dei banchi ghiaiosi. L'unità si ritrova a circa 130 – 120 m s.l.m. in corrispondenza del solo pozzo n. 2 di Via Ferrini.

Tale litozona, caratterizzata da bassi valori di permeabilità, di fatto non è sfruttabile ai fini idropotabili. All'interno di tale formazione si rinvencono inoltre acque con scarse proprietà organolettiche derivanti dai processi riducenti sviluppatasi all'interno delle formazioni marine. L'unità può essere considerata la base impermeabile delle strutture acquifere significative.

#### **4.2 Piezometria e direzione di falda**

La ricostruzione della morfologia della superficie piezometrica della falda superiore è basata sui dati di rilievi effettuati in passato dagli scriventi sui pozzi idropotabili presenti nel territorio comunale. Quote piezometriche e direzione di falda sono in linea con i dati pubblicati dalla Provincia di Milano – Sistema Informativo Falda.

L'elaborazione dei dati di deflusso idrico pubblicato dalla Regione Lombardia (e riferiti ad elaborazioni di due distinte campagne di rilievo svolte a maggio e settembre del 2014) evidenzia, per il territorio comunale di Albiate, quote piezometriche comprese fra 170 e 195 m s.l.m., decrescenti verso i settori meridionali, con direzioni del flusso idrico sotterraneo generalmente orientate NE – SW. Il gradiente idraulico si riduce in direzione sud-ovest, con pendenza che varia tra 0,5 ÷ 1,9 %.

La falda libera è allocata all'interno delle alluvioni recenti e della litozona conglomeratica permeabile per fessurazione (Unità B2 descritta nel precedente paragrafo). Tale litozona ha una notevole capacità di ritenzione poiché, al suo interno assume spesso *facies* detritica, presentando cioè strati ghiaioso-sabbiosi a scarso o nullo grado di cementazione intercalati a banconi marcatamente lapidei. Lo spessore della falda viene comunemente ritenuto essere di almeno 40 m; le caratteristiche di circolazione idrica indicano la presenza di una falda assai ricca. Per quanto invece attiene il bacino di ricarica della falda, esso si spinge sino alle ondulazioni prealpine.

#### **4.3 Vulnerabilità degli acquiferi**

La vulnerabilità definisce l'attitudine di un corpo idrico ad essere raggiunto da un inquinante generico, idroveicolato, in caso di sversamento sul suolo o nel primo sottosuolo dello stesso. Sulla base delle caratteristiche di permeabilità, dello spessore dei terreni attraversati dalle acque di infiltrazione, prima di raggiungere la falda acquifera libera, nonché delle caratteristiche della zona satura, viene identificato il potenziale rischio di contaminazione della falda stessa.

Nella definizione del grado di vulnerabilità è stato utilizzato il Metodo della Legenda unificata, messo a punto da Civita M. (1990) nell'ambito del progetto VAZAR (Vulnerabilità degli acquiferi ad alto rischio) del CNR. Ad esso sono state applicate alcune modifiche (Maestrello H., Rigamonti I., Uggeri A.) per adattarlo alla situazione locale.

Alla valutazione del grado di vulnerabilità concorrono sostanzialmente quattro fattori che, per il territorio di Albiate, sono così definiti:

1. caratteristiche di permeabilità dell'unità acquifera e modalità di circolazione delle acque sotterranee in falda: l'acquifero più superficiale è comune a tutta l'area ed è da considerarsi

complessivamente omogeneo. Esso è costituito da ghiaie e sabbie, talvolta cementate, in matrice limoso-sabbiosa o sabbiosa; la permeabilità primaria dei depositi è alta.

2. soggiacenza della falda: la soggiacenza della falda, determinata in base alla carta delle isopiezometriche (**Tav. C**) varia tra 40 e 50 metri. Tali valori si riducono a 25 ÷ 30 m nelle zone più prossime alla valle del Lambro fino a circa 10 m in corrispondenza della piana alluvionale del Lambro stesso.

3. caratteristiche litologiche e di permeabilità del terreno non saturo: esse dipendono principalmente dai caratteri litologici e tessiturali dei depositi superficiali, ed in particolare delle sequenze sommitali, in quanto l'elevata permeabilità dell'unità sottostante consente solo una limitata attenuazione di eventuali fenomeni di inquinamento. L'eventuale asportazione dei suoli, verificata in corrispondenza di cave ad esempio, aumenta localmente la vulnerabilità dell'acquifero. Nell'ambito del territorio comunale sono distinguibili due aree con caratteristiche differenti per quanto attiene la vulnerabilità: quelle di affioramento di terreni fluvioglaciali ricoperti da limo (Unità dei Pianalti, Unità di C.na Canzi), dove sono presenti sequenze sommitali fini continue spesse circa 1,5 – 2 m, ed il resto del territorio comunale, dove le sequenze fini pedogenizzate ("coltivo") hanno uno spessore di circa 50 cm.

4. presenza di corsi d'acqua superficiali sospesi rispetto alla piezometrica media della falda: in accordo con quanto riportato sulla Legenda unificata, la presenza di corsi d'acqua superficiali (in questo caso, il F. Lambro) aumenta di un grado la vulnerabilità nei pressi dell'alveo.

L'incrocio dei fattori descritti ha permesso di individuare, nel territorio comunale differenti condizioni di vulnerabilità dell'acquifero.

Sulla base del rilevamento geologico del territorio, si sono descritte le caratteristiche litologiche delle unità soprattutto allo scopo di ricavare informazioni sulla permeabilità dei terreni soprafalda, parametro di fondamentale importanza nella definizione del grado di vulnerabilità delle falde, unitamente alla soggiacenza della falda stessa.

Le unità idrogeologiche riconosciute nel territorio vengono di seguito sinteticamente descritte, definendone il grado di permeabilità e di vulnerabilità.

#### **Sub Unità del substrato conglomeratico**

Depositi fluviali variamente cementati a banchi e strati con locale presenza di cavità e fessurazioni; generalmente privi di copertura superficiale.

Grado di permeabilità: medio

Grado di vulnerabilità: medio – alto

**Pi – Cz Terreni fluvioglaciali ricoperti da limo**

*Pi*: Depositi fluvioglaciali: ghiaie grossolane in matrice limoso–argillosa con sequenze sommitali fini, profondamente alterati e ferrettizzati nella porzione sommitale (2 – 5 m). Soggiacenza della falda >35 m.

Grado di permeabilità: basso

Grado di vulnerabilità: basso

*Cz*: Depositi fluvioglaciali prevalentemente grossolani: ghiaie a supporto clastico con matrice limoso – argillosa; presenza di un livello superiore di limi argillosi massivi di spessore metrico che riduce la vulnerabilità in superficie. Soggiacenza della falda > 35 m.

Grado di permeabilità: medio

Grado di vulnerabilità: medio – basso

**Ma – Ver – Pg Terreni fluviali e fluvioglaciali**

*Ma – Ver*: Depositi fluvioglaciali prevalentemente grossolani: ghiaie da fini a grossolane a supporto clastico in matrice sabbiosa. Localmente è presente una coltre di depositi colluviati dell'Unità dei Pianalti (*Pi*) che riduce il grado di vulnerabilità. Soggiacenza della falda variabile da 25 – 30 m nelle aree prossime alla Valle del Lambro fino a > 35 m nelle zone più distali.

Grado di permeabilità: Ma alto; Ver medio

Grado di vulnerabilità: Ma alto; Ver medio – alto

*Pg*: Depositi di piana alluvionale: da ghiaie a supporto di matrice a ghiaie fini con sabbia grossolana a supporto di clasti. Soggiacenza della falda inferiore a 10 m.

Grado di permeabilità: medio – alto

Grado di vulnerabilità: elevato

Dall'analisi delle condizioni di vulnerabilità viste in precedenza si rilevano le seguenti situazioni:

- la maggior parte del territorio comunale è caratterizzato da vulnerabilità intrinseca media e medio – bassa;
- le aree altimetricamente più ribassate verso Seregno, verso C.na Antonia e C.na Ronco (zona Malpensata) e verso l'alveo del F. Lambro presentano una maggiore vulnerabilità intrinseca (da medio – alta fino ad elevata) dovuta alla maggior permeabilità dei depositi, alla minor soggiacenza della falda e alla vicinanza del F. Lambro;
- nel territorio sono inoltre presenti vari centri di pericolo di tipo puntuale e lineare, quali ad esempio insediamenti industriali sia attivi che dismessi;
- le acque del F. Lambro (di dubbia qualità) alimentano la falda libera.

La segnalata presenza di terreni che presentano una anche elevata attitudine al dilavamento, con possibile formazione di “scavernamenti” (“occhi pollini”, vedasi **Tav. B**) e che caratterizzano circa il 75 % del territorio comunale, è elemento che concorre ad un potenziale deterioramento qualitativo delle acque

sotterranee allorché si verificassero percolamenti di acque di superficie con scarse caratteristiche qualitative, che potrebbero anche intaccare le acque profonde ad uso idropotabile.

#### 4.4 Qualità delle acque sotterranee

La qualità delle acque sotterranee è un importante indicatore della entità della pressione antropica sugli acquiferi e della efficacia degli interventi di salvaguardia.

La valutazione delle caratteristiche idrochimiche delle acque di falda è basata sull'esame delle analisi dei pozzi pubblici e privati del territorio, provenienti, tra le altre, dalla banca dati del Sistema Informativo Falda (SIF) della Provincia di Milano e sull'acquisizione dei referti analitici chimico – fisici relativi ai pozzi pubblici disponibili presso il Comune di Albiate.

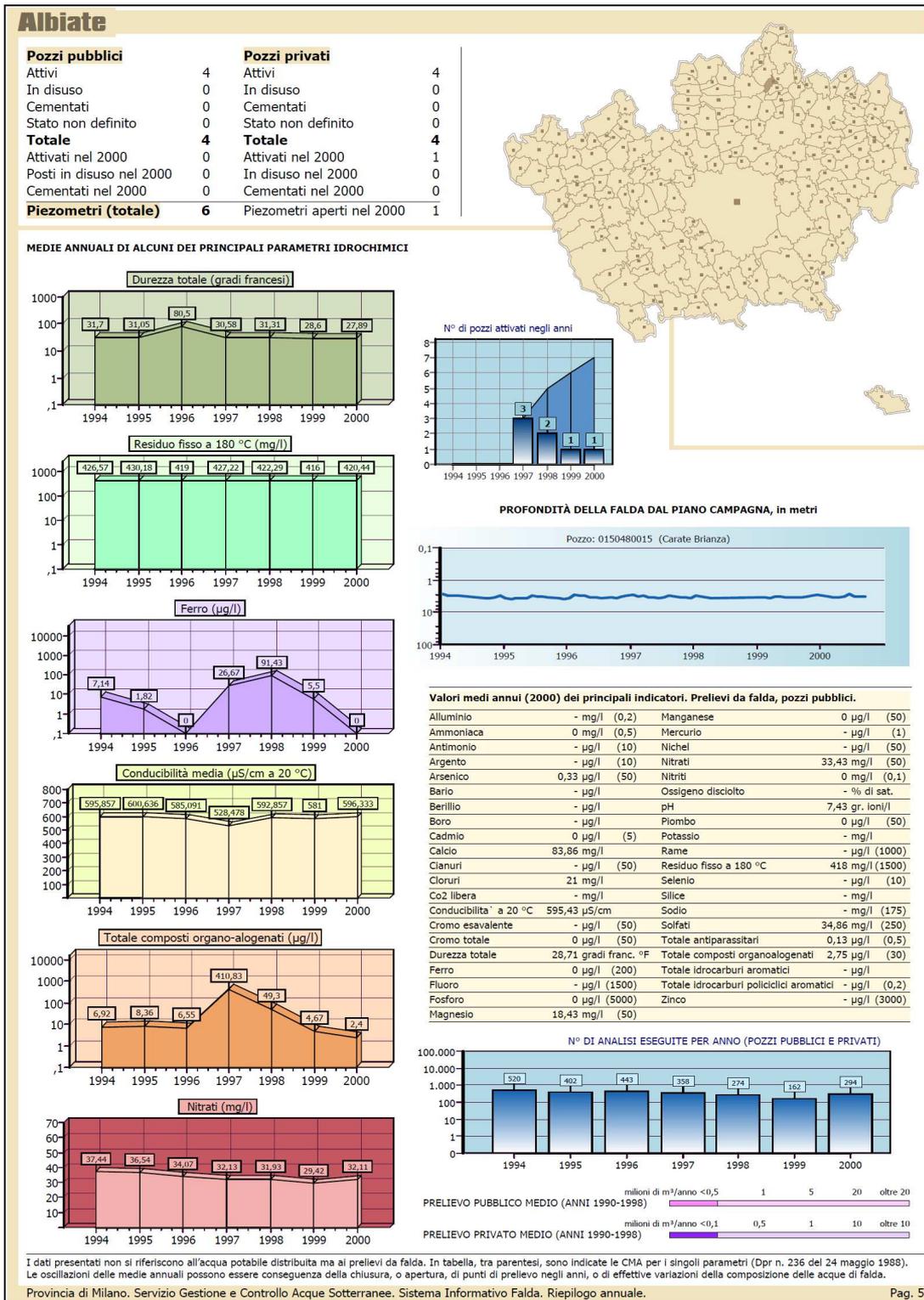
Nell'interpretazione dei dati, è indispensabile considerare la posizione dei filtri dei pozzi, in quanto le caratteristiche idrochimiche variano anche in funzione dei livelli acquiferi captati.

I pozzi ad uso potabile del pubblico acquedotto captano oltre alla falda libera anche falde intermedie localizzate in sedimenti sabbioso–ghiaiosi cui si intercalano orizzonti argillosi con discreta continuità laterale e caratterizzate, in condizioni naturali, da un grado di vulnerabilità intrinseca medio – basso.

La facies idrochimica delle falde captate dai pozzi del pubblico acquedotto è sinteticamente illustrata nelle sottostanti tabelle, in cui sono riportati i valori medi annui dei principali parametri chimico–fisici ricavati dalle analisi disponibili presso il SIF (**Tabella 4.1**) e da analisi più recenti svolte dal gestore del servizio idrico locale (**Tabella 4.2**).

Cond. ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	595,43	Calcio ( $\text{mg}/\text{l}$ )	83,86
Durezza ( $^{\circ}\text{F}$ )	28,71	Magnesio ( $\text{mg}/\text{l}$ )	18,43
Residuo fisso a $180^{\circ}$ ( $\text{mg}/\text{l}$ )	418	Arsenico ( $\mu\text{g}/\text{l}$ )	0,33
pH	7,43	Cadmio ( $\mu\text{g}/\text{l}$ )	0
Solfati ( $\text{mg}/\text{l}$ )	34,86	Cromo6+ ( $\mu\text{g}/\text{l}$ )	–
Cloruri ( $\text{mg}/\text{l}$ )	21	Fosforo ( $\mu\text{g}/\text{l}$ )	0
Nitrati ( $\text{mg}/\text{l}$ )	33,43	Piombo ( $\mu\text{g}/\text{l}$ )	0
Ferro ( $\mu\text{g}/\text{l}$ )	0	Mercurio ( $\mu\text{g}/\text{l}$ )	–
Manganese ( $\mu\text{g}/\text{l}$ )	0	TOT Antiparassitari ( $\mu\text{g}/\text{l}$ )	0,13
Ammoniaca ( $\text{mg}/\text{l}$ )	0	TOT Comp. organoalogenati ( $\mu\text{g}/\text{l}$ )	2,75

**Tabella 4.1** – Valori medi annui dei principali parametri chimico-fisici ricavati dalle analisi disponibili presso il SIF (vedasi **Figura 4.1**).



**Figura 4.1 – Riepilogo annuale dei dati riferiti alla qualità della falda – anni 1994-2000 (fonte: Sistema Informativo Falda – Provincia di Milano).**

Punto di prelievo		Via Ferrini	Piazza Conciliazione	Via Rimembranze	Via Milano	Via Vittorio Veneto	Via Gioia	Limiti D. Lgs. 31/01 e s.m.i.
Data ultimo aggiornamento analisi		18/05/2021	18/05/2021	18/05/2021	18/05/2021	18/05/2021	18/05/2021	
Parametro	U.M.	Risultato	Risultato	Risultato	Risultato	Risultato	Risultato	
pH	(Unità pH)	7,2	7,4	7,5	7,5	7,4	7,5	6,5-9,5
Conduttività	μS/cm	580	579	543	594	600	553	2.500
Cloruro	mg/l	12,7	14,3	13,7	13,8	18,1	15,8	250
Durezza	°F	33,3	30,5	29,9	30,3	31	30,3	15-50 <sup>2</sup>
Magnesio	mg/l	20,3	17,1	16,9	17,9	18,4	16,9	-
Nitrato	mg/l	25,3	19,6	20,3	22,8	23,6	22,3	50
Potassio	mg/l	1,66	2,15	2,09	2,07	2,48	2,04	-
Sodio	mg/l	11,4	13,7	11,8	12,3	15,7	12,4	200
Residuo Secco	mg/l	415	414	388	425	429	395	1500 <sup>3</sup>
Solfato	mg/l	19	18,6	19,2	24,2	25,3	23	250
Calcio	mg/l	100	94,1	91,9	91,8	93,9	93,6	-
Manganese	μg/l	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	50
Ferro	μg/l	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	200
Ammonio	mg/l	< 0,15	-	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	0,5
Nitrito	mg/l	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	0,5
Fluoruro	mg/l	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	1,5
Cadmio	μg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	5
Cromo	μg/l	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	50
Piombo	μg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	10
Alluminio	μg/l	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	200
Nichel	μg/l	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	20
Arsenico	μg/l	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	10
Antimonio	μg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	5
Mercurio	μg/l	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	1
Selenio	μg/l	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	10
Alcalinità	mg/l HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	404	337	408	331	345	411	-

**Tabella 4.2** – Valori dei principali parametri chimico-fisici delle acque (fonte: Brianza Acque srl).

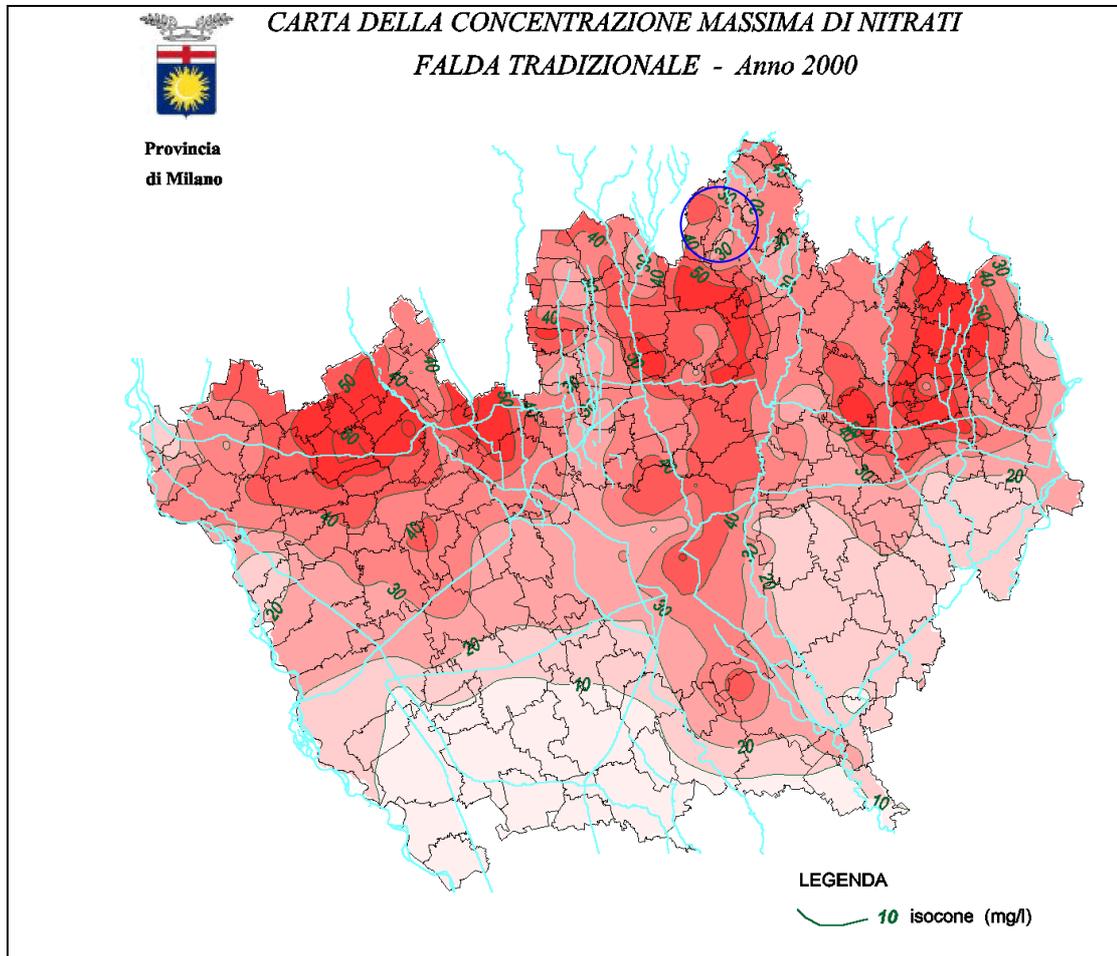
Le caratteristiche qualitative delle acque evidenziano una *facies* idrochimica carbonato-calcica, caratterizzata da un grado di mineralizzazione complessiva medio-alto, valori di conducibilità generalmente compresi tra 550 – 600 μS/cm, valori di nitrati abbastanza elevati (da 20 a 30 mg/l).

I pozzi ad uso potabile del comune di Albiate, localizzati lungo le direttrici del flusso idrico sotterraneo e captanti anche l'acquifero superiore maggiormente vulnerabile, hanno subito gli effetti della vicinanza di un *plume* ad alta concentrazione di nitrati orientato lungo la direttrice Seregno – Lissone (vedi **Figura 4.2** che

<sup>2</sup> Valori consigliati

<sup>3</sup> Valore consigliato

evidenza comunque come la situazione sia assai simile a quella di diversi altri comuni posti ai margini nord della Provincia di Milano e di quella di Monza e della Brianza).



**Figura 4.2** – Carta della concentrazione massima dei nitrati nell’acquifero tradizionale – anno 2000 (fonte: Provincia di Milano). Con cerchio blu è indicato il Comune di Albiate.

Dalla comparazione delle medie annuali relative al periodo 1994 – 2000, si rileva una complessiva tendenza alla costanza di tutti i principali parametri idrochimici: durezza totale 28 – 31 °F (con un picco di circa 80 °F nel solo anno 1996); conducibilità 530 – 600  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; residuo fisso a 180 °C 415 – 430 mg/l. Le concentrazioni di composti organo–alogenati, invece, mostrano un brusco innalzamento nel 1997 (410,83  $\mu\text{g}/\text{l}$ ), mentre successivamente si è instaurato un progressivo abbassamento nei contenuti (2,4  $\mu\text{g}/\text{l}$  nel 2000).

Per quanto riguarda il contenuto in ferro, invece, è stato registrato un andamento molto irregolare: le concentrazioni sono passate da 0  $\mu\text{g}/\text{l}$  nel 1996 a 91,43  $\mu\text{g}/\text{l}$  nel 1998, per poi riportarsi a 0  $\mu\text{g}/\text{l}$  nel 2000; le analisi più recenti indicano l’assenza di tale parametro nelle acque prelevate per uso potabile.

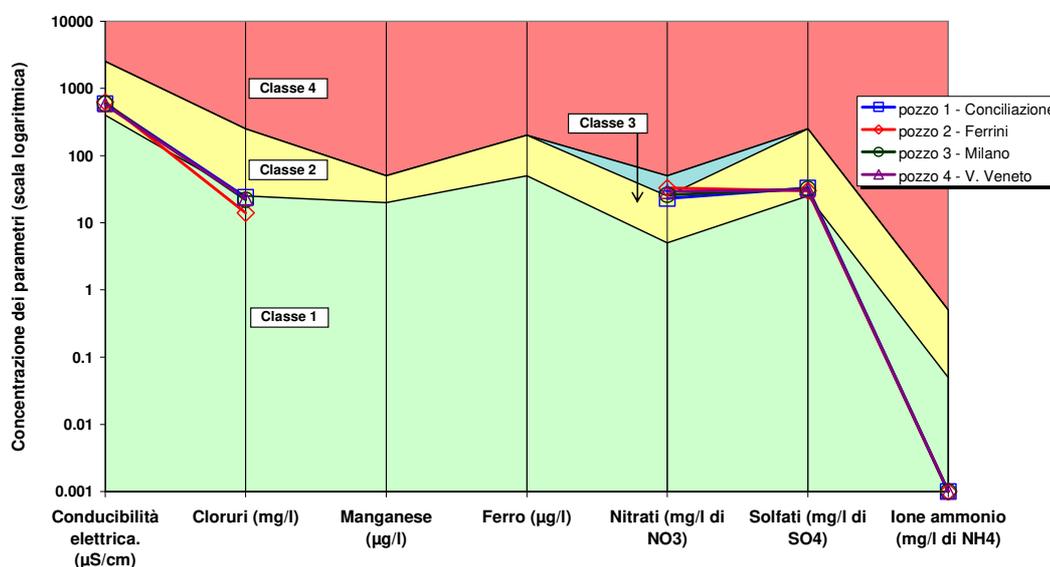
#### 4.4.1 Classificazione idrochimica delle acque captate dai pozzi

Secondo la classificazione proposta dal D.Lgs. n. 152/99 e s.m.i., lo stato idrochimico delle acque sotterranee viene valutato considerando le concentrazioni di 4 parametri di base o "macrodescrittori" (conducibilità, solfati, nitrati, ammoniaca) e di parametri addizionali, quali inquinanti organici ed inorganici. Vengono quindi individuate quattro classi che esprimono una stima dell'impatto antropico sulle acque sotterranee e ne definiscono le caratteristiche idrochimiche. Secondo la definizione proposta nel D.Lgs. 152/99 e s.m.i., le classi vengono descritte come:

Classe 1:	Impatto antropico nullo o trascurabile, con pregiate caratteristiche idrochimiche
Classe 2:	Impatto antropico ridotto e sostenibile sul lungo periodo, con buone caratteristiche idrochimiche
Classe 3:	Impatto antropico significativo, con caratteristiche idrochimiche generalmente buone, ma con alcuni segnali di compromissione
Classe 4:	Impatto antropico rilevante, con caratteristiche idrochimiche scadenti

La graficizzazione dei parametri chimici relativi alle acque dei pozzi appartenenti alla rete acquedottistica comunale indica che lo stato chimico complessivo delle acque della falda superiore ricade in **classe 2** al limite con la classe 3 per il parametro "nitrati", ad indicare un impatto antropico ridotto, con buone caratteristiche idrochimiche.

Decreto Legislativo 152/99 - Tab. 20 CLASSIFICAZIONE CHIMICA DELLE ACQUE SOTTERRANEE  
Pozzi dell'acquedotto di Albiate - Data prelievo 14/03/2005



Lo stato complessivo della qualità delle acque di falda in corrispondenza del territorio di Albiate è quindi da considerarsi buono, anche se i pozzi dell'acquedotto, captando le acque dell'acquifero libero, risultano esposti ad un possibile calo qualitativo delle acque dovuto al propagarsi dell'inquinamento da nitrati visto in precedenza.

## 5. AREE DI SALVAGUARDIA DELLE OPERE DI CAPTAZIONE

L'art. 94 del D. Lgs. 152/06 e la Delibera di Giunta Regionale della Regione Lombardia n. 7/12693/2003 definiscono le aree di salvaguardia dei pozzi idropotabili. Le perimetrazioni della zona di tutela assoluta e della zona di rispetto dei pozzi idropotabili riportate in **Tav. C** e **Tavv. 1** e **3** sono state oggetto di approvazione da parte della Regione Lombardia con D.D.G. n. 2266 del 21/02/2002.

Si rimanda alle Norme Geologiche di Attuazione per gli approfondimenti del caso.

## 6. INQUADRAMENTO GEOLOGICO – TECNICO

### 6.1 Caratterizzazione geotecnica generale dei terreni

La classificazione del territorio su base geologico–tecnica e geopedologica ha seguito le indicazioni della D.G.R. 9/2616/11 che raccomanda l’effettuazione di una prima caratterizzazione geotecnica sulla scorta dei dati disponibili e delle osservazioni dirette.

A tale scopo si sono considerati i dati derivanti dai punti stratigrafici di riferimento (vedi **Tav. E**) quali:

- trincee esplorative aperte appositamente con escavatore;
- sondaggi e prove geotecniche eseguite nell’ambito di altri studi.

Inoltre sono stati esaminate indagini geognostiche e studi geologici precedenti disponibili presso gli Uffici Tecnici del Comune di Albiate.

Nella **Tav. E** sono state definite le aree con caratteristiche litologiche, pedologiche e morfologiche omogenee e sono stati indicati i punti di osservazione diretta. Le caratteristiche principali di queste aree sono di seguito descritte.

#### **Zona A**

##### Litologia prevalente:

Ghiaie poligeniche ed eterometriche in matrice limoso–sabbiosa con argilla; clasti subarrotondati molto alterati; è presente un livello superficiale di limi argillosi di circa 2 m di spessore.

##### Caratteri geomorfologici:

Ambito altimetricamente rilevato caratterizzato da morfologia da subpianeggiante a debolmente ondulata.

##### Caratteristiche geotecniche:

Il grado di alterazione li assimila al comportamento di terreni fini con stato di consistenza "duro", ma soggetti a rammollimento se in condizioni di saturazione idrica. Caratteristiche geotecniche da buone a scadenti.

##### Spessore suoli:

Suoli da poco a molto profondi (100 – 500 cm) sui pianalti e sottili o poco profondi nelle aree di scarpata (50 – 100 cm).

##### Drenaggio delle acque:

Permeabilità bassa; drenaggio lento con ridotta capacità di infiltrazione delle acque meteoriche e conseguente tendenza al ristagno idrico superficiale; problemi relativi alla circolazione delle acque nel primo sottosuolo (150 – 200 cm).

## **Zona B**

### Litologia prevalente:

Ghiaie poligeniche ed eterometriche a supporto clastico, in matrice limoso-sabbiosa; clasti subarrotondati da mediamente a molto alterati; è presente un livello superficiale di limi sabbioso-argillosi localmente sovraconsolidati di circa 1 m di spessore.

### Caratteri geomorfologici:

Ambito altimetricamente intermedio caratterizzato da morfologia subpianeggiante con debole vergenza verso sud – ovest.

### Caratteristiche geotecniche:

Terreni granulari mediamente alterati con stato di addensamento "medio" e limi superiori con grado di consistenza da "medio" a "compatto". Locale presenza di cavità che si riscontrano prevalentemente entro i primi 10 m circa di profondità (occhi pollini); non è da escludersi che tale fenomenologia si presenti anche a profondità maggiori.

### Spessore suoli:

Suoli da moderatamente profondi a profondi (150 – 300 cm).

### Drenaggio delle acque:

Permeabilità media; drenaggio delle acque mediocre in superficie e discreto in profondità; possibili problematiche relative alla circolazione delle acque nel primo sottosuolo (150 – 200 cm).

## **Zona C**

### Litologia prevalente:

Ghiaia e ciottoli a supporto clastico in matrice sabbiosa passanti in profondità a ciottoli con ghiaia in matrice sabbiosa e limo subordinato; i clasti sono poligenici, eterometrici e con grado d'alterazione basso; locale presenza di livelli cementati.

### Caratteri geomorfologici:

Ambito altimetricamente ribassato caratterizzato da morfologia pianeggiante.

### Caratteristiche geotecniche:

Terreni granulari poco alterati con stato di addensamento da "medio" ad "addensato" con buone caratteristiche meccaniche generali.

### Spessore suoli:

Suoli da sottili a moderatamente profondi (50 – 100 cm).

### Drenaggio delle acque:

Permeabilità alta; drenaggio delle acque buono sia in superficie, sia in profondità.

### **Zona D**

#### Litologia prevalente:

Ghiaie a supporto di matrice non alterate, ghiaie fini con sabbia grossolana a supporto di clasti; clasti da subarrotondati a spigolosi, poligenici.

#### Caratteri geomorfologici:

Ambito di fondovalle caratterizzato da morfologia pianeggiante.

#### Caratteristiche geotecniche:

Terreni granulari con stato di addensamento da "medio" ad "addensato" con discrete caratteristiche geotecniche generali.

#### Spessore suoli:

Suoli sottili (15 – 30 cm).

#### Drenaggio delle acque:

Permeabilità da media ad alta; drenaggio delle acque discreto sia in superficie sia in profondità.

### **Zona E**

#### Litologia prevalente:

Ghiaie in matrice limoso – sabbiosa, alternate a sabbie limose, derivanti da colluvio dei terreni superiori.

#### Caratteri geomorfologici:

Ambito di versante con copertura colluviale generalmente discontinua e di limitato spessore.

#### Caratteristiche geotecniche:

Terreni granulari con stato di addensamento sciolto e caratteristiche geotecniche generalmente scadenti.

#### Spessore suoli:

Suoli sottili (15 – 30 cm).

#### Drenaggio delle acque:

Permeabilità media; drenaggio delle acque discreto sia in superficie sia in profondità.

### **Zona F**

#### Litologia prevalente:

Conglomerati ghiaiosi a stratificazione indistinta o in banchi massicci costituiti da clasti poligenici in matrice sabbioso–limosa a cemento calcareo con intercalate sottili lenti di arenarie e sabbie; grado di cementazione variabile.

#### Caratteri geomorfologici:

Ambito di versante caratterizzato da pendenza variabile controllata dalla presenza di livelli conglomeratici più o meno cementati affioranti o sub–affioranti.

Caratteristiche geotecniche:

Affioramenti litoidi con grado di cementazione variabile; caratteristiche geomeccaniche dipendenti da fratturazione e stratificazione.

Spessore suoli:

Suoli sottili o assenti (0 – 15 cm).

Drenaggio delle acque:

Permeabilità e drenaggio delle acque dipendenti dal grado di fratturazione e cementazione, pertanto molto variabili, con possibile sviluppo di fenomeni sorgentizi di limitata entità.

I limiti delle zone identificate, possono coincidere in alcuni punti con i limiti delle unità geologiche di superficie; ove non coincidono, sono stati valutati degli accorpamenti delle unità geologiche su base geologico–tecnica.

\*\*\*\*\*

Oltre alle aree sopra descritte, in **Tav. E** sono state infine cartografate alcune situazioni di interesse ai fini della pianificazione territoriale quali:

- le aree di versante con depositi sciolti quaternari che presentano inclinazione superiore a 20°;
- le aree oggetto, in passato, di specifiche indagini geologico–tecniche;
- le aree attualmente soggette ad indagini ed interventi di bonifica ambientale ai sensi del D.Lgs. 152/06;
- le aree di esondazione osservata durante eventi eccezionali, suddivise in base alle altezze idrometriche riscontrate;
- le reti di sottoservizi e le reti viarie.

## **6.2 Indagini e studi geologici precedenti**

Per quanto attiene le informazioni ricavate da studi geologici ed indagini geotecniche svolte precedentemente, in **Tav. E** sono state ubicate le aree di indagine, a cui corrisponde una numerazione identificativa.

Ad essa si fa riferimento nella sintesi dei risultati qui di seguito descritta, che non risulta omogenea ed esaustiva in quanto tratta da relazioni redatte da diversi Professionisti e riferite a specifici progetti con diverso grado di approfondimento.

### **P.to ALB 1 – Via S. Carlo:**

Argomento: caratterizzazione geologico–tecnica del terreno interessato dalla realizzazione di fabbricato industriale – n. 10 prove SCPT con penetrometro pesante “Tipo Meardi”.

**Interpretazione stratigrafica:** litozona A caratterizzata da terreni argillosi debolmente limosi e talvolta sabbiosi con rarissimi ciottoli e rare lenti argilloso-sabbiose, di spessore pari a 3 – 15 m; litozona B costituita da argilla limosa e argilla sabbiosa con rari ciottoli, di spessore pari a 3 e 5 m; litozona C costituita da argilla sabbiosa con sabbia media e ciottoli centimetrici, si riscontra solo in corrispondenza di 3 prove.

Principali parametri geotecnici indicati nella relazione:

Litozona	$\gamma$ peso specifico (t/mc)	$N_{s\text{cpt}}$ medio (num. colpi)	$C_u$ coesione efficace (kg/cm <sup>2</sup> )
A	1,7	2 – 5	0,125 – 0,3
B	1,85	7 – 14	0,3 – 0,8
C	1,95	>18	1,0

**Caratteri idrogeologici:** non è stata rilevata la presenza di falda idrica, tuttavia al di sotto di 6,9 m da p.c. i terreni si presentano in condizione di semisaturazione.

#### **P.to ALB 2 e ALB 3 – Via Trieste:**

**Argomento:** caratterizzazione geologico – tecnica dei terreni interessati dalla realizzazione di nuovi edifici residenziali – n. 3 prove SCPT con penetrometro pesante “Tipo Meardi”.

**Interpretazione stratigrafica:** fino a 1 – 1,5 m da p.c. terreno agricolo; da 1,5 fino a 12 m da p.c. sabbie limose localmente ghiaiose poco omogenee, al cui interno si possono riconoscere tre livelli a diverso comportamento.

Principali parametri geotecnici indicati nella relazione:

Livello	$N_{s\text{cpt}}$ medio (num. colpi)	$\Phi$ angolo d’attrito (gradi)	$\gamma$ peso specifico (t/mc)
t.a.	3	26	1,75
1	7	28,5	1,8
2	5	27	1,8
3	12	31,5	1,8

**P.to ALB 4 – Via Filzi:**

Argomento: caratterizzazione geologico–tecnica del terreno interessato dalla realizzazione di nuova civile abitazione – n. 6 prove SCPT con penetrometro pesante “Tipo Meardi”.

Interpretazione stratigrafica: sabbie e ghiaie in matrice limosa; sabbie limose sciolte passanti a sabbie e ghiaie limose più addensate.

**P.to ALB 5 – Via G. Pascoli:**

Argomento: caratterizzazione geologico – tecnica dei terreni interessati dalla realizzazione di nuovi edifici residenziali – n. 4 prove SCPT con penetrometro pesante “Tipo Meardi”.

Interpretazione stratigrafica:

Livello	da m	a m	Descrizione	Addensamento
0	0,0	0,6	Terreno agricolo	
A	0,6	2,0	Limo sabbioso debolmente ghiaioso	da scarso a modesto
B	2,0	4,0	Sabbia e ghiaia con limo	da discreto a buono
C	4,0	>6,0	Sabbia e ghiaia e conglomerato (Ceppo)	buono, talora cementato

Principali parametri geotecnici indicati nella relazione:

Livello	N <sub>scpt</sub> medio (num. colpi)	Φ angolo d’attrito (gradi)	γ peso specifico (t/mc)
A	5	27,5	1,8
B	11	31	1,85
C	18	33	1,85

**P.to ALB 6 – Via Trieste – Via Istria:**

Argomento: caratterizzazione geologico–tecnica dei terreni interessati dalla realizzazione di un nuovo complesso residenziale – n. 23 prove SCPT con penetrometro pesante “Tipo Meardi”.

Interpretazione stratigrafica: sabbie limose intercalate a ghiaia con rara cementazione. Sono riconoscibili 4 livelli a diversa resistenza all’avanzamento della punta.

Principali parametri geotecnici indicati nella relazione:

Livello	N <sub>s cpt</sub> medio (num. colpi)	Φ angolo d'attrito (gradi)	γ peso specifico (kN/m <sup>3</sup> )	Dr densità relativa (%)
1	≤ 2	-	-	-
2	2 – 5	≤ 22	18	≤ 25
3	5 – 10	26 – 28	19	30 – 40
4	>10	> 30	19 – 20	≥ 50

**P.to ALB 7 – Via N. Sauro:**

Argomento: caratterizzazione geologico – tecnica dei terreni interessati dalla realizzazione di nuovo edificio residenziale – n. 4 prove SCPT con penetrometro pesante “Tipo Meardi”.

Interpretazione stratigrafica: fino a 1 – 1,5 m da p.c. terreno agricolo; da 1,5 fino a fine prove sabbie e ghiaie in matrice limosa.

Principali parametri geotecnici indicati nella relazione:

Livello	N <sub>s cpt</sub> medio (num. colpi)	Φ angolo d'attrito (gradi)
t.a.	=	=
1	>6	27
2	3 – 4	29

**P.to ALB 8 – C.na Malpensata:**

Argomento: caratterizzazione geologico–tecnica dei terreni interessati dalla realizzazione di nuovi edifici residenziali – n. 5 prove SCPT con penetrometro pesante “Tipo Meardi”.

Interpretazione stratigrafica: sono stati riscontrate 3 litozone sovrapposte: al di sotto della litozona A di circa 1 m di spessore è presente la litozona B alternata a lenti costituite da materiale più grossolano (litozona C); il tetto dei conglomerati del Ceppo non presenta un andamento regolare.

Livello	Descrizione	N <sub>s cpt</sub> medio
A	Limo e limo argilloso molle	<3
B	Limo e limo argilloso molle passante a limo ghiaioso moderatamente compatto	3<N<9
C	Ghiaia limosa, limo ghiaioso mediamente compatto, passante a ghiaie verso il basso talora cementate (conglomerati del Ceppo)	>9

**P.to ALB 9 – Via Buozzi:**

Argomento: caratterizzazione geologico–tecnica dei terreni interessati dalla realizzazione di nuovo insediamento abitativo – n. 4 prove SCPT con penetrometro pesante “Tipo Meardi”.

Interpretazione stratigrafica: sono state riscontrate 3 litozone alternate tra loro e caratterizzate da diverso comportamento geomeccanico.

Livello	Descrizione	N <sub>scpt</sub> medio
A	Limo e limo sabbioso da molto sciolto a sciolto	<5
B	Limo sabbioso sciolto passante a limo sabbioso con ghiaia di media consistenza	5<N<10
C	Limo sabbioso ghiaioso da mediamente consistente a compatto	>10

La litozona A, che presenta le peggiori caratteristiche, si riscontra a partire da 0,6 m da p.c. fino a 2,5 m.

**P.to ALB 10 – Via G. Gatti:**

Argomento: caratterizzazione geologico–tecnica dei terreni interessati dalla realizzazione di nuovo insediamento residenziale – n. 5 prove SCPT con penetrometro pesante “Tipo Meardi”.

Interpretazione stratigrafica: sono stati riscontrati 3 orizzonti sovrapposti a diversa litologia.

Orizzonte	Descrizione
A <sub>0</sub>	Limi sabbioso – argillosi con subordinata ghiaia con grado di addensamento medio – elevato
B	Limi più o meno argillosi associati a locali intercalazioni ghiaiose
C	Ghiaie a notevole grado di cementazione

**P.to ALB 11 – Via Buozzi:**

Argomento: caratterizzazione geologico–tecnica dei terreni interessati dalla realizzazione di nuovo insediamento residenziale – n. 4 prove SCPT con penetrometro pesante “Tipo Meardi”.

Interpretazione stratigrafica: sono stati riscontrati 3 livelli sovrapposti a diversa litologia.

Livello	Descrizione	da m	a m
A	Argilla in limo sabbioso	0,0	2,2
B	Sabbia in matrice argillosa e limosa	2,2	6,6 (max 7,5)
C	Sabbia e ghiaia	6,6	

**P.to ALB 12 – Via Gorizia:**

Argomento: caratterizzazione geologico–tecnica dei terreni interessati dalla realizzazione di nuovo insediamento abitativo – n. 3 prove SCPT con penetrometro pesante “Tipo Meardi”.

Interpretazione stratigrafica: sono stati riscontrate 3 litozone alternate tra loro; da profondità >7 m si riscontrano anche lenti di conglomerato (Ceppo).

Livello	Descrizione	N <sub>spt</sub> medio
A	Limo e limo sabbioso molto sciolto con possibile presenza di cavità	<3
B	Limo e limo sabbioso da sciolto a mediamente addensato	3<N<8
C	Limo sabbioso – ghiaioso compatto	>8

Principali parametri geotecnici indicati nella relazione: i seguenti parametri si riferiscono ai terreni di fondazione posti a circa 3 m di profondità da p.c.

Prova	N <sub>spt</sub> resistenza pen. standard	Φ angolo d’attrito (gradi)	γ peso specifico (kN/m <sup>3</sup> )
1	9	30	17
2	7	29	16,5
3	6	28	16,5

**P.to ALB 13 – Via Petrarca – Via Boccaccio:**

Argomento: indagine geologico–tecnica dei terreni interessati dalla realizzazione di nuovo intervento edilizio – n. 10 prove SCPT con penetrometro pesante “Tipo Meardi”.

Interpretazione stratigrafica: globalmente la stratigrafia rilevata nell’intera area di proprietà mostra una discreta variabilità sia orizzontale che verticale; al di sotto dell’area interessata dall’intervento sono state

riscontrate 3 litozone sovrapposte con diversa resistenza all'avanzamento della punta e diverso stato di addensamento.

Profondità in m da p.c.	N <sub>spt</sub>	Stato di addensamento
da 0,0 a 0,3/0,6	14 – 69	pavimentazione in asfalto e sottofondo
da 0,3/0,6 a 1,5/3,3	3 – 4	sciolto
da 1,5/3,3 a 2,4/9,6	6 – 10 (11 – 18)	sciolto con lenti mod. addensate
oltre 2,4/9,6	13 – 15	moderatamente addensato

Principali parametri geotecnici indicati nella relazione:

Profondità in m da p.c.	N <sub>spt</sub>	γ peso specifico (t/m <sup>3</sup> )	Φ angolo d'attrito (gradi)
da 0,0 a 0,3/0,6	14 – 69	1,9 – 2,1	31 – 38
da 0,3/0,6 a 1,5/3,3	3 – 4	1,6 – 1,65	25 – 26
da 1,5/3,3 a 2,4/9,6	6 – 10 (11 – 18)	1,65 – 1,7 (1,7 – 1,8)	28 – 29 (30 – 32)
oltre 2,4/9,6	13 – 15	1,75 – 1,8	30 – 31

#### P.to ALB 14 – Via Dante:

Argomento: caratterizzazione geologico–tecnica del terreno interessato dalla realizzazione di nuova civile abitazione – n. 4 prove SCPT con penetrometro pesante “Tipo Meardi”.

Interpretazione stratigrafica: sono state riscontrate 4 litozone sovrapposte con diversa resistenza all'avanzamento della punta e diverso stato di addensamento.

Profondità in m da p.c.	Descrizione	Stato di addensamento
0,0 – 1,5	terreno vegetale	
1,5 – 4,5	sabbia e ghiaia con limo	discreto
4,5 – 9,0	sabbia limosa loc. ghiaiosa	da medio a sciolto
>9,0	ghiaia e sabbia prevalenti	da medio ad addensato

Principali parametri geotecnici indicati nella relazione:

Profondità in m da p.c.	N <sub>spt</sub>	γ peso specifico (t/m <sup>3</sup> )	Φ angolo d'attrito (gradi)
0,0 – 1,5	3	1,75	26
1,5 – 4,5	7	1,80	28,5
4,5 – 9,0	5	1,80	27
>9,0	12	1,80	31,5

**P.to ALB 15 – Via Gorizia:**

Argomento: caratterizzazione geologico – tecnica dei terreni interessati dalla realizzazione di nuovo insediamento abitativo – n. 6 prove SCPT con penetrometro pesante “Tipo Meardi”.

Interpretazione stratigrafica: sono stati riscontrate 3 litozone sovrapposte.

Livello	da m	a m	Descrizione	N <sub>scpt</sub> medio
A	0,0	2,0 – 2,5	Limo molle	<3
B	2,0–2,5	6,5	Limo sabbioso da sciolto a mediamente consistente	3<N<8
C	6,5	7,8 – 10,5	Limo ghiaioso di media consistenza	>8

Principali parametri geotecnici indicati nella relazione: i seguenti parametri si riferiscono ai terreni di fondazione posti a circa 3 m di profondità da p.c..

Prova	N <sub>spt</sub> resistenza pen. standard	Φ angolo d'attrito (gradi)	γ peso specifico (kN/m <sup>3</sup> )
1–3–5	13	31	18
2	7	27,5	17
4	14	31,2	18
6	9	29,5	17,5

**P.to ALB 16 – Via S. Ambrogio:**

Argomento: indagine geologico–tecnica dei terreni interessati dalla realizzazione di 3 nuovi insediamenti abitativi plurifamiliari – n. 36 prove SCPT con penetrometro pesante “Tipo Meardi” e n. 34 con penetrometro Sunda DL030.

Interpretazione stratigrafica: il terreno rilevato, costituito da sabbia e ghiaia a basso grado di addensamento con frequenti intercalazioni limose, mostra caratteristiche geotecniche scadenti; sono presenti in alto numero, ma dimensionalmente ridotti, i cosiddetti occhi pollini.

Principali parametri geotecnici indicati nella relazione: dal punto di vista geotecnico il terreno, che si presenta omogeneo, è caratterizzato dai seguenti parametri medi.

$N_{spt}$	$\gamma$ peso specifico ( $t/m^3$ )	$\Phi$ angolo d’attrito (gradi)
5	1,7	27

**P.to ALB 17 – Via IV Novembre:**

Argomento: Ampliamento ex Manifattura di Albiate

Interpretazione stratigrafica: si riconoscono tre strati di terreno di materiale alluvionale (sabbia e sabbia limosa). Dal p.c. sino a –4,0 m: sabbie sciolte con grado di addensamento “sciolto”; da –4,0 m sino a –8,0 m. sabbie medie con ghiaie; da –8,0 m sino alla massima profondità esplorata: probabile presenza del substrato roccioso (*Ceppo*).

Principali parametri geotecnici indicati nella relazione:

Profondità in m da p.c.	$N_{spt}$	$\gamma$ peso specifico ( $t/m^3$ )	$\Phi$ angolo d’attrito (gradi)
0,0 – 4,0	6	1,75	26
4,0 – 8,0	12	1,85	31
8,0 – max profondità esplorata (14 m)	> 12	1,90	$\geq 33$

**P.to ALB 18 – Via Dante – Via Scalfi:**

Argomento: indagine geologico–tecnica dei terreni interessati dalla realizzazione di nuovo palazzetto sportivo – n. 5 prove SCPT con penetrometro pesante “Tipo Meardi” profonde 15 m.

Interpretazione stratigrafica: terreno di coltura dal p.c. sino ad almeno 1.5 m. Da quota –1,5 m sino alla massima profondità esplorata è presente un terreno prevalentemente sabbioso con grado di addensamento “sciolto”.

Principali parametri geotecnici indicati nella relazione:

Profondità in m da p.c.	N <sub>scpt</sub>	γ peso specifico (t/m <sup>3</sup> )	Φ angolo d’attrito (gradi)
0,0 – 1,5	3	1,75	26
1,5 – 6/8	10	1,85	30
6/8 – 15,0	6	1,80	27

**P.to ALB 19 – Via C. Battisti:**

Argomento: indagine geologico–tecnica dei terreni interessati dall’ampliamento del cimitero di Albiate – n. 8 prove SCPT con penetrometro pesante “Tipo Meardi” e 4 pozzetti esplorativi.

Interpretazione stratigrafica: si riconoscono tre strati di terreno. Dal p.c. sino a quota –1,5/2,0 m è presente terreno di coltura ; da –1.5/2,0 m a –4,0 m: terreno sabbioso con addensamento “sciolto”; da –4,0 m sino a –6,0 m: terreno a matrice sabbiosa con grado di addensamento “molto sciolto”; da –6,0 m sino alla massima profondità esplorata: terreno sabbioso caratterizzato da un grado di addensamento “medio” le cui caratteristiche meccaniche crescono con la profondità.

Principali parametri geotecnici indicati nella relazione:

Profondità in m da p.c.	N <sub>scpt</sub>	γ peso specifico (t/m <sup>3</sup> )	Φ angolo d’attrito (gradi)
0,0 – 4,0	5÷7	1,75	26
4,0 – 6,0	7	1,80	28
6,0 – max profondità esplorata (14 m)	13	1,80	32

## 7. IDROGRAFIA

### 7.1 INDIVIDUAZIONE DEL RETICOLO IDRICO PRINCIPALE E MINORE

La D.G.R. 1 agosto 2003 n. 7/13950<sup>4</sup> e la D.G.R. 18 dicembre 2017 n. X/7581<sup>5</sup> definiscono e classificano i corsi d'acqua all'interno del territorio regionale lombardo, distinguendo tra **reticolo idrico principale** e **reticolo idrico minore**.

Secondo gli elenchi riportati nell'Allegato A della D.G.R. n. X/7581 ed in base alle indicazioni di cui alle norme regionali sopra riportate, il territorio comunale di Albate è interessato esclusivamente dal corso del Fiume Lambro (MB005, n. iscrizione El. AAPP 23), identificato come appartenente al reticolo idrico principale; per il territorio di Albate si rileva l'assenza di corsi d'acqua minori.

### 7.2 IL FIUME LAMBRO E LE SUE INTERAZIONI CON IL TERRITORIO COMUNALE

Il confine orientale comunale è rappresentato dal Fiume Lambro che scorre (con uno sviluppo lineare di circa 2 km), in genere incassato di una ventina di metri rispetto alla quota media del piano campagna. Il Lambro ha costituito per Albate, come per la maggior parte dei comuni rivieraschi, elemento lungo il quale si sono sviluppate le prime attività manifatturiere legate perlopiù al settore della seta e della filatura. Oggi il fiume costituisce elemento di importanza naturalistica (corridoio ecologico, Parco Valle del Lambro) e ricreativa (ciclovia del Lambro), essendo cessate le attività manifatturiere rivierasche.

Come noto il Lambro, fiume che si sviluppa per complessivi 130 km (sorgente nell'Alpe del Pian Rancio a quota 942 m s.l.m. in comune di Magreglio (CO) – Confluenza (affluente sinistro) nel Po in località Orio Litta (LO)), rappresenta elemento di grande criticità per le aree metropolitane di Monza e Milano in quanto ha una evidente incapacità idraulica prevalentemente conseguente alla diminuita capacità di infiltrazione nel suolo delle acque meteoriche presso le aree metropolitane ed al loro convogliamento nelle reti idriche superficiali e dalle diminuite possibilità di divagazione in aree golenali connesse all'intensa urbanizzazione avvenuta a partire dal primo dopoguerra. Negli ultimi settanta anni si sono ripetute frequentemente esondazioni rilevanti: tra queste vengono annoverate quelle del 1949, 1951, 1976, 2002 (cadenza pressoché venticinquennale).

---

<sup>4</sup> D.G.R. 1 agosto 2003 n. 7/13950 - *Modifica della D.G.R. 25 gennaio 2002 n. 7/7868 – Determinazione del reticolo idrico principale. Trasferimento delle funzioni di polizia idraulica concernenti il reticolo idrico minore come indicato dall'Art. 3 comma 114 della L.R. 1/2000. Determinazione dei canoni regionali di polizia idraulica.*

<sup>5</sup> D.G.R. 18 dicembre 2017 n. X/7581 - *Aggiornamento della D.G.R. 23 ottobre 2015 – n. 4229 e ss.mm.ii. “Riordino dei reticoli idrici di Regione Lombardia e revisione dei canoni di polizia idraulica” e determinazione della percentuale di riduzione dei canoni di polizia idraulica (attuazione della legge regionale 15 marzo 2016, n. 4, art. 13, comma 4).*

### 7.2.1 Studio idraulico del 2003 (C. Lotti & Associati)

A seguito dello stato di calamità generato dall'alluvione del 2002 nell'agglomerato metropolitano di Monza e Milano (con ingenti danni materiali, tra cui l'interruzione di pubblici servizi e centinaia di sfollati), l'Autorità di Bacino del Fiume Po ha dato incarico a Lotti & Associati<sup>6</sup> di effettuare lo "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi naturali e artificiali all'interno dell'ambito idrografico di pianura Lambro – Olona".

Per quanto concerne il Fiume Lambro, tale studio ha riguardato la tratta di circa 65 km di lunghezza, a partire dal Lago di Pusiano e sino all'innesto del fiume nel Canale Deviatore Redefossi in località San Giuliano Milanese (a sud della città di Milano), e si è sviluppato attraverso accurati modelli idraulici-idrologici basati su oltre 800 sezioni di riferimento. Il modello scaturito dallo studio idraulico effettuato è risultato sovrapponibile con le osservazioni condotte in sito (l'esondazione del 2002 è cioè risultata essere avvenuta nelle posizioni previste dal modello idraulico e aver presentato le medesime caratteristiche evidenziate dal modello). **Il richiamato studio della Lotti & Associati è stato quindi assunto come modello di riferimento per gli interventi di sistemazione idraulica da effettuarsi al fine di giungere alla definitiva regolazione dei deflussi che, anche in caso di piene con tempo di ritorno duecentennale, non produrranno più effetti esondivi.**

Lo studio della Lotti & Associati evidenzia, per il territorio comunale di Albate per eventi di piena duecentennale, presso la sezione Ponte Albate-Triuggio, una portata idraulica di circa 155 m<sup>3</sup>/s<sup>(7)</sup>, portata che, come evidenziato durante l'evento del 2002 (assunto corrispondere alla piena duecentennale del Lambro), ha determinato parziali allagamenti dell'area ex Manifattura di Albate, dell'area ex Manifattura Viganò e delle aree meridionali al confine con il Comune di Sovico in località Molini Bassi.

Lo studio idraulico della Lotti & Associati indica che la risoluzione delle criticità per il tratto dal Lago di Pusiano fino a Villasanta, connesse con una piena di riferimento con tempo di ritorno di 200 anni, avverrà mediante l'effettuazione dei tre interventi di seguito indicati (si veda anche **Figura 7.1**) e consistenti in:

- a) regolazione delle portate in uscita dal Lago di Pusiano (con esclusione del Cavo Diotti durante le fasi di piena, si veda **Figura 7.2**), in modo da convogliare nel Lambro una portata al colmo di 16 m<sup>3</sup>/s (contro i 48 m<sup>3</sup>/s corrispondenti alla portata duecentennale del 2002);
- b) formazione di una vasca di laminazione del Torrente Bevera in Comune di Costa Masnaga (si veda **Figura 7.3**), con riduzione della portata al colmo di 22,5 m<sup>3</sup>/s (contro i 60 m<sup>3</sup>/s corrispondenti alla portata duecentennale);

<sup>6</sup> C. Lotti & Associati – Società d'ingegneria SpA – Elaborato 5.2.2/2/1R/LA1, Dicembre 2003.

<sup>(7)</sup> Tale portata risulta pressoché identica a quella (150 m<sup>3</sup>/s) identificata nello Studio idraulico effettuato su scala comunale da Geosat sas nel 2003 e di cui si riferisce nel § 7.2.2.

- c) formazione di un'area di espansione naturale in Comune di Inverigo (si veda **Figura 7.4**) per convogliare una portata al colmo di 65 m<sup>3</sup>/s (contro i 135 m<sup>3</sup>/s corrispondenti alla portata duecentennale).

Di seguito si fornisce descrizione sintetica delle tre opere sopra elencate:

<p><b>Tipologia opera<sup>8</sup></b></p>
<p><b>Incile dal lago di Pusiano (Cavo Diotti)</b>  <b>Comune di Merone (CO)</b></p> <p>Il Cavo Diotti è un canale artificiale che costituisce una derivazione del bacino del Lago di Pusiano, storicamente realizzata ed utilizzata per regolare il deflusso del fiume Lambro (si veda <b>Figura 7.2</b>).</p> <p>Sono stati eseguiti lavori per adeguare la struttura al fine di utilizzare il bacino (di estensione di oltre 5 km<sup>2</sup>) per laminare l'onda di piena uscente dal lago.</p> <p>L'intervento ha mirato ad esaltare l'effetto laminante del lago, riducendo la portata uscente dal lago (per TR = 200 anni) entro il valore di progetto di ca. 16 m<sup>3</sup>/s, rispetto ad un valore di ca. 48 m<sup>3</sup>/s (valore riferito all'evento di riferimento dell'anno 2002).</p>
<p><b>Vasca di laminazione del Torrente Bevera</b>  <b>Comune di Costa Masnaga (LC)</b></p> <p>L'opera si rende necessaria al fine di sopperire all'insufficiente capacità di laminazione sull'affluente del Fiume Lambro. Il progetto prevede di utilizzare l'ex cava come bacino di accumulo delle acque di piena del Torrente Bevera, con un volume di 1.400.000 m<sup>3</sup>. L'opera di presa da realizzarsi all'interno del Torrente Bevera<sup>9</sup> sfiorerà le portate eccedenti la soglia di 22,5 m<sup>3</sup>/s a fronte dei 60 m<sup>3</sup>/s che il bacino del Bevera è in grado di far transitare con la portata di progetto (TR = 200 anni).</p> <p>Attualmente è in corso l'assegnazione del bando per la realizzazione dell'opera<sup>10</sup>.</p>
<p><b>Area di espansione naturale in Comune di Inverigo</b>  <b>Comune di Inverigo (CO)</b></p> <p>L'area di espansione è localizzata nel Comune di Inverigo e marginalmente anche nel Comune di Nibionno. L'intervento ha previsto la realizzazione di un'opera di regolazione delle portate di piena, con una diga avente due paratoie per il controllo della portata di piena (con luci<sup>11</sup> di dimensione 6,0 x 5,1 m).</p> <p>Tale intervento di regolazione è finalizzato alla possibilità di invasare un volume utile di ca. 800.000 m<sup>3</sup>, laminando la portata in uscita in corrispondenza del ponte in Via Fornacetta da 135 m<sup>3</sup>/s al valore di progetto di 65 m<sup>3</sup>/s (TR = 200 anni).</p>

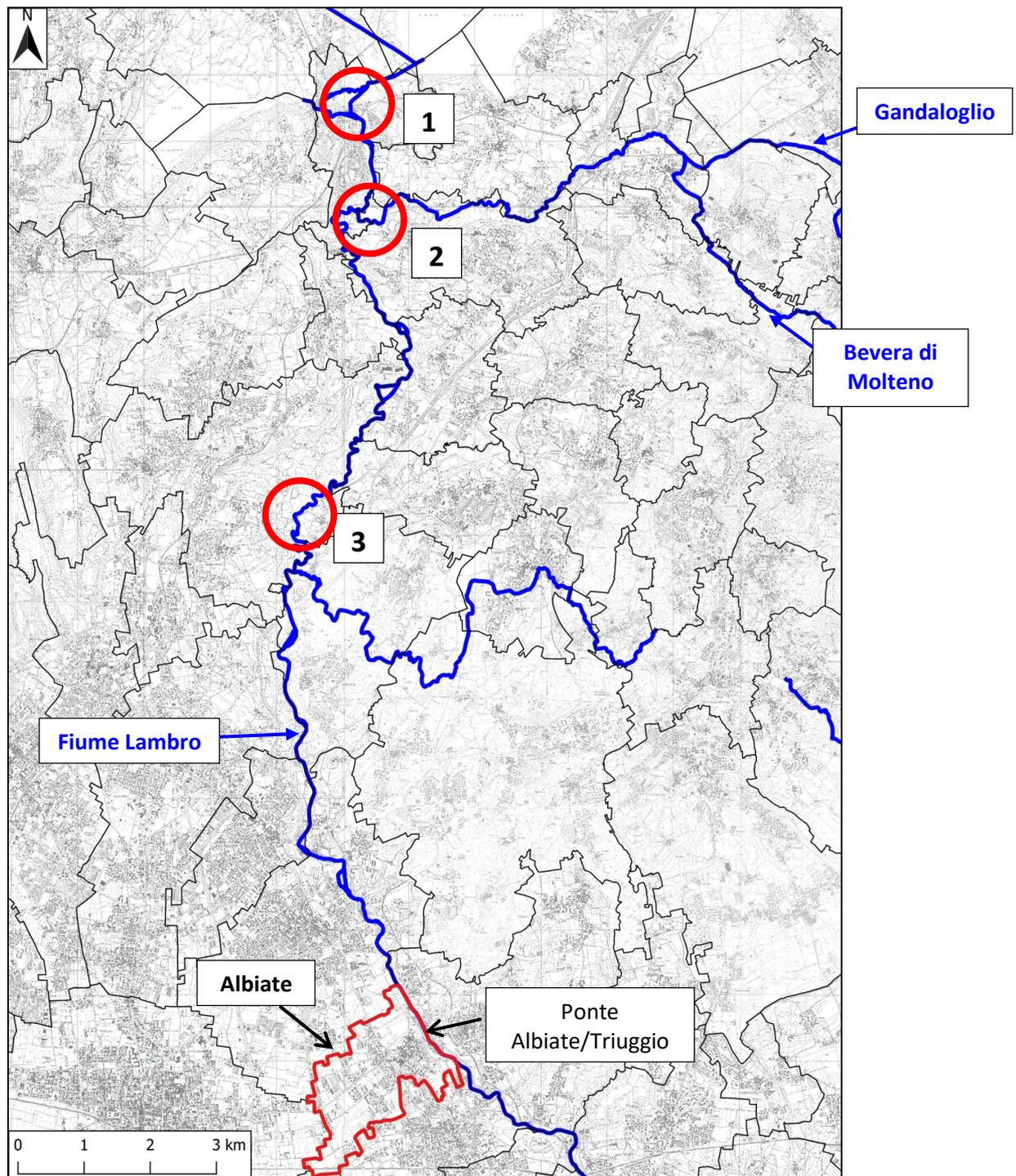
**Tabella 7.1** – Descrizione sommaria delle tre azioni previste dall'Autorità di Bacino al fine di eliminare definitivamente le criticità idrauliche (tempo di ritorno di 200 anni).

<sup>8</sup> Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua naturali e artificiali all'interno dell'ambito idrografico di pianura Lambro – Olona. Fiume Lambro (1<sup>a</sup> parte – dal Lago di Pusiano alla confluenza del Deviatore Redefossi). Elaborato 5.2.2./2/1R/LA1.

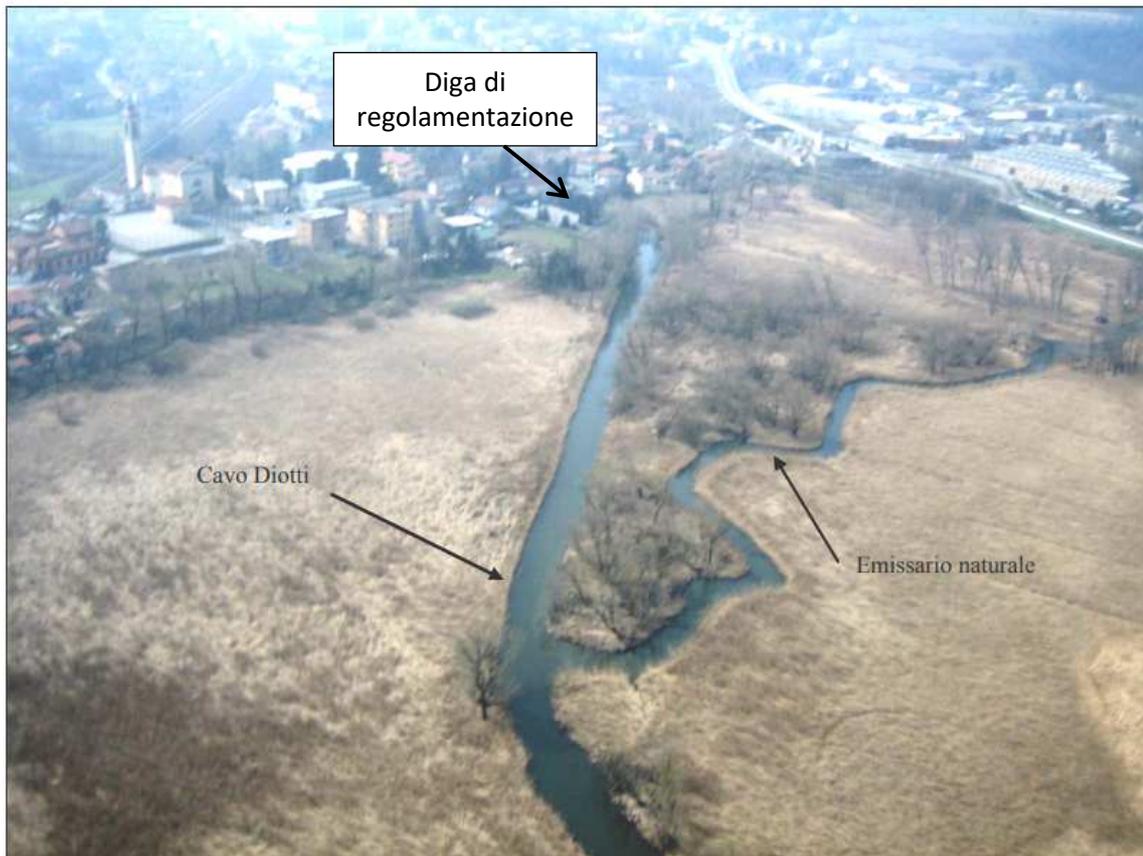
<sup>9</sup> Parco Valle del Lambro, "Utilizzazione della cava di Brenno quale vasca di laminazione del Torrente Bevera di Molteno – Comune di Costa Masnaga (LC)". Progetto preliminare (maggio 2014).

<sup>10</sup> La cava, di proprietà della società Holchim, è stata oggetto di coltivazione della marna per la produzione di cemento fino a ottobre 2013. L'accordo tra Parco Valle del Lambro, Regione Lombardia, il Comune di Costa Masnaga e Holchim Italia Spa è stato firmato a Giugno del 2017.

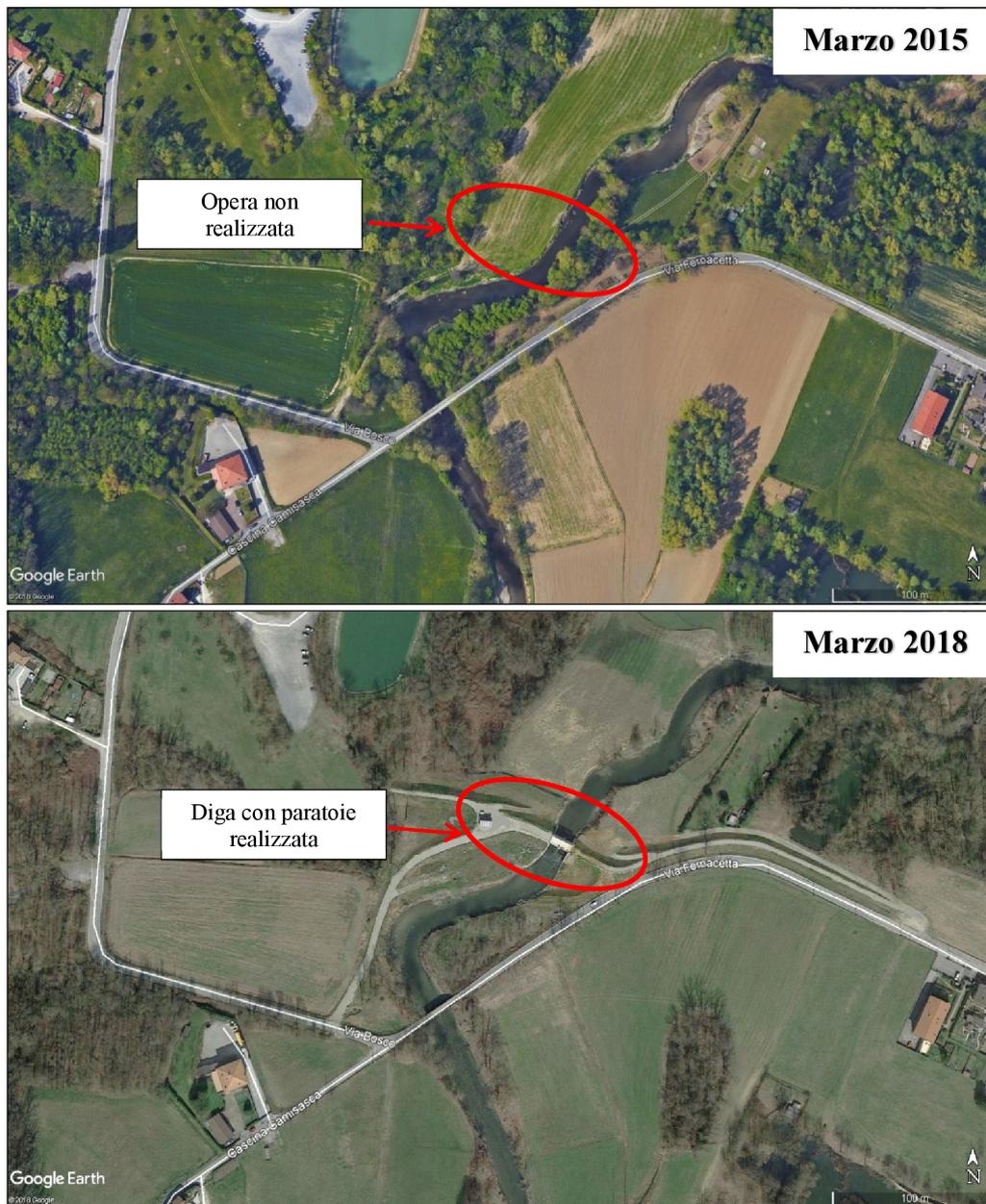
<sup>11</sup> Parco Regionale del Lambro, "Area di laminazione di Inverigo – Interventi idraulici e di riqualificazione fluviale nei territori di Inverigo, Nibionno e Veduggio con Colzano". Progetto definitivo (maggio 2014).



**Figura 7.1** – Ubicazione delle tre azioni previste dall’Autorità di bacino per il Fiume Lambro per la definitiva eliminazione delle criticità idrauliche (tempo di ritorno di 200 anni) riportate nella **Tabella 7.1**.



**Figura 7.2** – Vista dal lago della diramazione Cavo Diotti-Lambro, a valle del Lago di Pusiano: si nota il corso naturale del Lambro (a destra nella foto) ed il Cavo Diotti (realizzato all’inizio dell’ottocento per lo sfruttamento industriale della risorsa idrica).



**Figura 7.3** – Inquadramento dell'area di intervento eseguito ad Inverigo lungo l'asta del Lambro. L'opera di controllo dell'area di laminazione (diga in prossimità di Via Fornacetta / Cascina Caminasca) è stata eseguita tra il 2015 ed il 2018.



**Figura 7.4** – Immagine rappresentativa del progetto di riqualificazione dell’area della Cava di Brenno con la realizzazione di un invaso per le acque del Torrente Bevera (principale affluente del Fiume Lambro). Immagine tratta dal sito internet del Parco della Valle del Lambro ([www.parcovallelambro.it](http://www.parcovallelambro.it)).

### **7.2.2 Studio idraulico Geosat 2003**

Lo studio idraulico eseguito da Geosat è stato sviluppato per conto del Comune di Albiate nel 2003 ed integrato nel marzo 2004. **Esso è stato approvato dalla Regione Lombardia in data 11.11.2004 (prot. Z1.2004.00.41706).**

Lo studio Geosat, seppur svolto applicando criteri di impostazione e calcolo differenti da quelli di cui al modello di riferimento oggi adottato e posto alla base delle opere di soluzione delle criticità idrauliche schematizzate in precedenza ed in via di ultimazione, **giunge a conclusioni assai simili a quelle della Lotti & Associati: in particolare si ha una coincidenza dei valori di piena duecentennale che, presso il ponte Albiate-Triuggio, differiscono di soli 5 mc/s** (ca. 150 m<sup>3</sup>/s indicati da Geosat contro i 155 m<sup>3</sup>/s indicati dalla Lotti & Associati). La differenza del tirante idrico è di ca. 80 cm (più elevata quella indicata da Geosat rispetto a quella riportata da Lotti & Associati).

All'interno dello studio Geosat si individuavano, sempre per la sezione Ponte Albiate-Triuggio anche le portate ed i tiranti idrici per tempi di ritorno di 20 anni (105 m<sup>3</sup>/s) e di 50 anni (125 m<sup>3</sup>/s).

### **7.2.3 Studio idraulico Geosat 2023**

In allegato si riporta la Relazione Idraulica sviluppata a corredo dello studio della Componente Geologica di cui al presente studio; le attività in campo a supporto della relazione idraulica sono consistite nell'effettuazione, in posizioni ritenute di particolare importanza ai fini della predisposizione dello studio idraulico, di n. 14 sezioni topografiche i cui profili e ubicazione sono riportate nelle **Tavv. G1÷G4**.

Lo studio comprende la proposta della mappatura delle aree di pericolosità idraulica del PGRA, nonché effettua una zonazione della pericolosità idraulica. I risultati dello studio hanno permesso di individuare la mappa del rischio e la mappa del pericolo riportate all'interno della **Tav. D**.

Per completare l'insieme di informazioni riguardanti i temi esondivi e di regolamentazione delle fasce fluviali del Lambro, si rimanda all' **Allegato 1** ed alla **Tav. D**.

### **7.3 Studio comunale di gestione del Rischio Idraulico**

Il Comune di Albiate si è dotato di uno studio comunale di gestione del rischio idraulico ai sensi del R.R. 7/2017 e s.m.i., redatto da parte della società Bianzacque s.r.l. a seguito di accordi con ATO provinciale in quanto trattasi del soggetto gestore dell'intero comprensorio provinciale.

Pertanto, si riportano in questo capitolo estratti delle principali informazioni contenute nel documento *“Studio comunale di gestione del rischio idraulico R.R. 23 Nov. 2017 n. 7 – art. 14 c. 7”*, cui si rimanda per gli approfondimenti del caso e per la consultazione delle numerose planimetrie allegate.

Il lavoro dell'estensore del documento ha previsto la realizzazione di un modello DTM del terreno, implementazione del modello idraulico al fine di individuare le criticità della rete scolante, e la definizione dei necessari interventi sulla rete (costituita quasi interamente da una rete di tipo misto).

Si pone particolare attenzione al §5.4 del richiamato documento, dove lo studio classifica il territorio comunale in tre distinte classi di adattabilità all'infiltrazione delle acque nel sottosuolo (adatto, poco adatto e non adatto). La rappresentazione grafica dello studio viene riportata nella tavola A.2.4 dello stesso: si evidenzia che la maggior parte del territorio comunale (in particolare, la quasi totalità delle aree urbanizzate) risulta “non adatto” all'infiltrazione delle acque, in funzione anche della suscettività dell'area al fenomeno degli occhi pollini.

Lo studio descrive le misure strutturali (interventi specifici e puntuali) e non strutturali ai fini della riduzione della pericolosità idraulica nel territorio comunale determinata dal modello idraulico.

Si cita di seguito il §9.2.3 dello studio idraulico:

#### *9.2.3 Opere strutturali sul reticolo idrico*

*Nel caso in esame non si riscontra necessità di definire interventi specifici sul reticolo idrico, in quanto non si sono evidenziati allagamenti ad esso associati all'interno del territorio comunale.*

## 8. ASPETTI SISMICI DEL TERRITORIO COMUNALE

### 8.1 RISPOSTA SISMICA LOCALE

La definizione della componente sismica del Piano di Governo del Territorio è stata realizzata secondo i criteri e gli indirizzi della normativa regionale in materia, emanati in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.R. 11/03/2005 n. 12.

Inizialmente con D.G.R. n. 14964 del 7 novembre 2003 la Regione Lombardia prendeva atto della classificazione fornita in prima applicazione dalla OPCM 3274/03 imponendo l'obbligo della progettazione antisismica per i comuni che ricadono in zona 2, zona 3 ed in zona 4 esclusivamente per gli edifici strategici e rilevanti, così come individuati dal D.D.U.O. n. 19904 del 21/11/03.

Successivamente la DGR n. IX/2616 30/11/2011<sup>12</sup> (in particolare nell'Allegato 5 "Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nei Piani di Governo del Territorio") ha indicato la metodologia per la valutazione dell'amplificazione sismica locale

Tale metodologia, che è stata seguita per la valutazione dell'amplificazione della risposta sismica locale nell'ambito del territorio di Albate, prevede tre livelli di approfondimento:

- 1° livello, riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base di osservazioni geologiche e di dati disponibili;
- 2° livello, caratterizzazione semiquantitativa degli effetti di amplificazione attesi negli scenari perimetrati nella carta di pericolosità sismica locale, che fornisce la stima di risposta sismica nei terreni in termini di valore di Fattore di Amplificazione (Fa);
- 3° livello, definizione degli effetti di amplificazione tramite indagini e analisi più approfondite.

Il primo livello è obbligatorio per tutti i comuni.

### 8.2 Classificazione sismica (OPCM n° 3274/2003 – NTC 2018)

La classificazione sismica del territorio nazionale riportata nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274 del 20/03/03 suddivide il territorio nazionale in 4 zone sismiche.

---

<sup>12</sup> pubblicata sul Bollettino Ufficiale del 19/01/2010 Serie Ordinaria "Aggiornamento dei Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12", approvati con DGR 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con DGR 28/5/2008 n.8/7374"

Zona sismica	$a_g$
1	0.35g
2	0.25g
3	0.15g
4	0.05g

**Tabella 8.1** – Zone sismiche del territorio nazionale e relativi valori di  $a_g$  (accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico).

Il territorio di Albiate, secondo l'OPCM 3274/2003, ricade in zona sismica 4 (tale zona sismica è, tra le quattro definite dalla normativa nazionale, quella a minor rischio sismico). La classificazione sismica del territorio nazionale riportata da tale normativa fa riferimento a metodologie di calcolo dell'azione sismica più accurate rispetto a quelle del DM 16/01/1996 e l'azione sismica di progetto viene correlata anche alle condizioni "locali" ed alle caratteristiche geologico-tecniche del sottosuolo. In tale direzione si era già mosso l'Eurocodice 8 (EC8) che stabilisce le regole per il progetto e la costruzione di strutture in zona sismica per i paesi membri della Comunità Europea.

**L'EC8, come anche la nuova normativa (OPCM 3274/2003, NTC 2005, NTC 2008 e NTC 2018), considera il territorio nazionale suddiviso in zone sismiche in funzione della propria pericolosità "locale", descritta in termini di accelerazione orizzontale massima attesa ( $a_g$ ) alla superficie di uno sito di riferimento ("pericolosità sismica di base", caratterizzata dalle seguenti condizioni: condizione di "campo libero", sottosuolo "rigido" con superficie topografica orizzontale di categoria sismica A). Da quanto appena esposto ne deriva che un sito avente caratteristiche diverse da quello "a pericolosità sismica di base" è suscettibile di amplificazione sismica.**

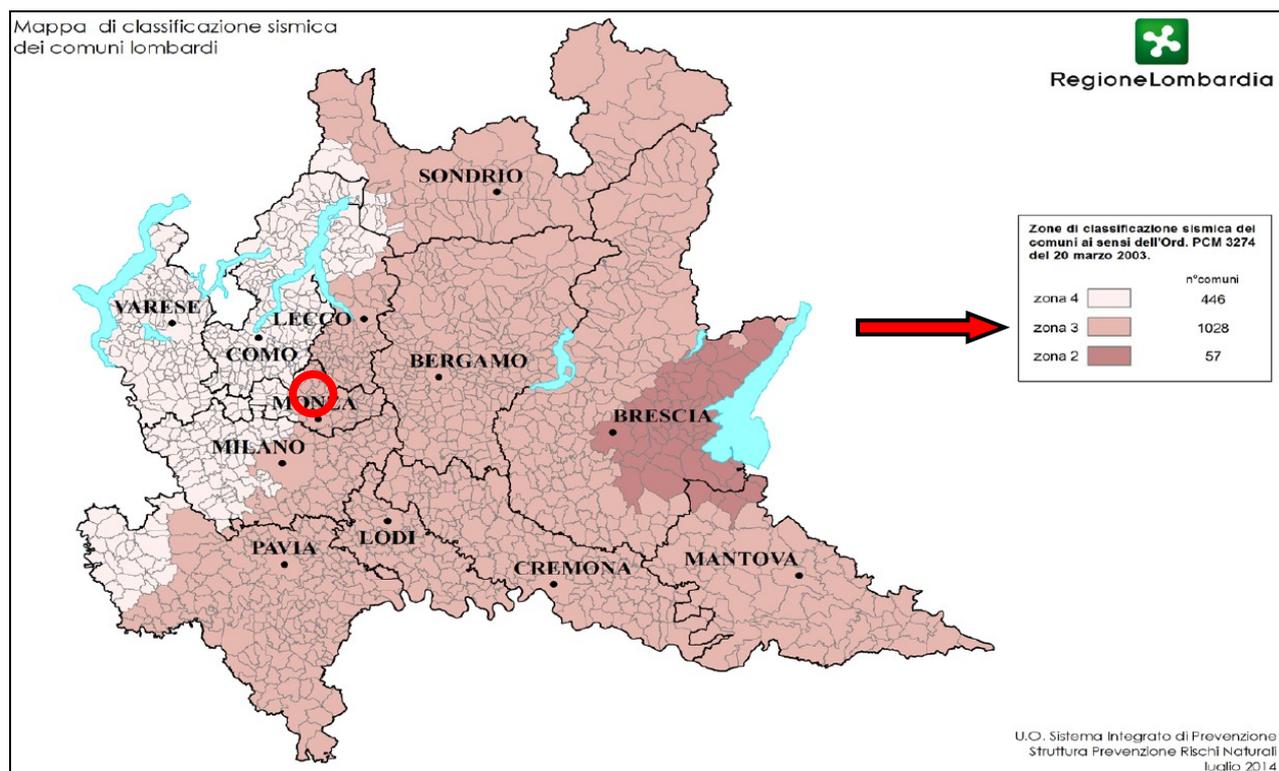
Inoltre, la nuova normativa sismica dà la possibilità alle Regioni di eseguire una valutazione di  $a_g$  sul proprio territorio e di suddividere le zone sismiche in "sotto zone". Inizialmente la Regione Lombardia, con D.G.R. 7/14964 del 7/11/03, ha fornito solo alcune disposizioni preliminari per l'attuazione della OPCM 3274/2003, confermando la classificazione dei territori comunali lombardi riportata in tale ordinanza e l'adeguamento alle NTC. Successivamente la Regione Lombardia ha provveduto ad effettuare una riclassificazione del territorio regionale, inserendo il territorio di Albiate nella **Zona 3** (vedasi DGR 11/07/2014 n°X/2129 e DGR 10/10/2014 n. X/2489).

Nell'Allegato A della DGR 11/07/2014 n°X/2129 si evince infatti che il territorio comunale di Albiate è stato classificato in **zona sismica 3** (si veda **Figura 8.1**) e risulta caratterizzato da un'accelerazione massima  **$A_{g_{max}}=0,052629$**  (accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni).

In ogni caso si precisa che la normativa sismica ed i parametri relativi a ciascun territorio risultano in veloce e continua revisione, a causa dei continui aggiornamenti derivanti soprattutto dagli studi pubblicati nell'ambito della convenzione tra INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) e DPC (Dipartimento Protezione Civile) che prevede l'assistenza per il completamento e la gestione della "mappa di pericolosità sismica" prevista dall'OPCM 3274.

Secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni a partire da quelle di cui al D.M. 14/09/05 la progettazione sismica in tutte le aree classificate in zona sismica 1, 2 e 3, doveva essere eseguita ai sensi della OPCM 3274 e della D.G.R. 7/14964 del 7/11/03; nelle aree inserite in zona sismica 4, la progettazione sismica era obbligatoria per gli edifici e le opere di interesse strategico e/o rilevante, come definite dal D.d.u.o. 19904 del 21/11/03.

Più recentemente l'OPCM 3519 del 27/04/06 (e più recentemente la DGR 11/07/2014 n°X/2129 della Regione Lombardia) forniva una revisione dei valori di  $a_g$  sul territorio nazionale, inserendo di fatto il territorio di Albiate nella sottozona caratterizzata da valori di  $a_g$  compresi tra 0.050g e 0.075g (si veda **Figura 8.2**).



ISTAT	Provincia	Comune	Zona Sismica	AgMax
03108002	MB	AICURZIO	3	0,071729
03108003	MB	ALBIATE	3	0,052629
03108004	MB	ARCORE	3	0,060254

**Figura 8.1** – Mappa di classificazione sismica dei comuni lombardi (DGR 11/07/2014 n°X/2129) e stralcio dell'allegata tabella.

Con la revisione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (a partire dal D.M. 14/01/2008 – Allegato A) sono state adottate le stime di pericolosità sismica del progetto S1, concludendo il percorso iniziato nel 2003.

Tali stime, aggiornate con il DM 17/01/2018, superano il concetto di classificazione a scala comunale e sulla base di 4 zone sismiche. Tuttavia le 4 zone sismiche mantengono una funzione prevalentemente amministrativa.

L'ultima versione delle Norme Tecniche per la Costruzioni definiscono i criteri attualmente vigenti per la classificazione sismica del territorio nazionale; tali criteri prevedono la valutazione dell'azione sismica definita puntualmente al variare del sito e del periodo di ritorno considerati, in termini di accelerazione del suolo  $a_g$  e di forma dello spettro di risposta.

Costituiscono parte integrante del decreto i due allegati:

Allegato A - Pericolosità sismica

Allegato B - Tabelle dei parametri che definiscono l'azione sismica.

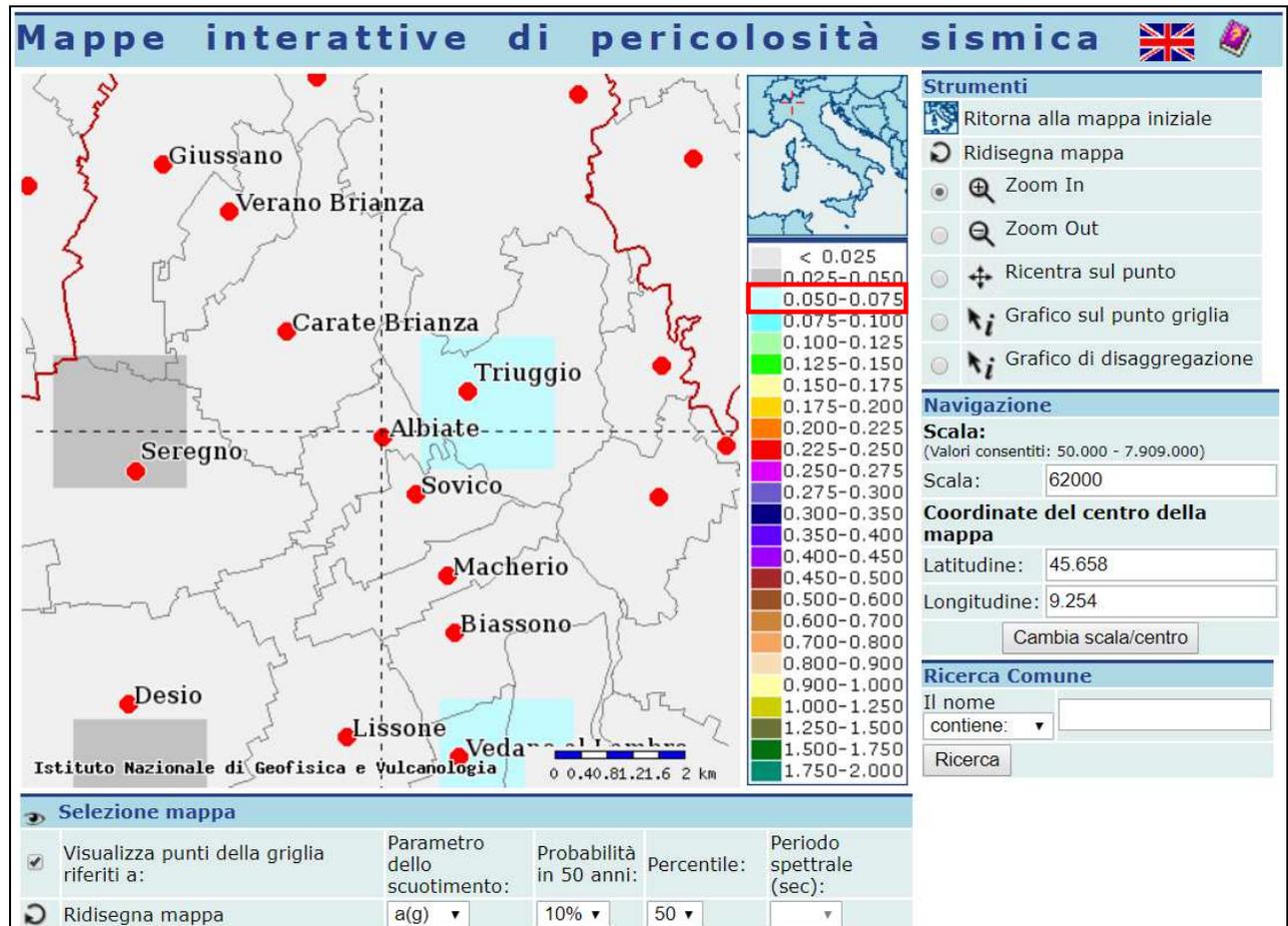
In base all'allegato A l'azione sismica sulle costruzioni viene valutata partendo da una pericolosità sismica di base in condizioni ideali di sito di riferimento rigido (categoria di sottosuolo A) con superficie topografica orizzontale (categoria T1).

La pericolosità sismica in un generico sito viene individuata, con sufficiente livello di dettaglio, sia in termini geografici che in termini temporali; i risultati dello studio di pericolosità devono essere forniti:

- in termini di valori di accelerazione orizzontale massima  $a_g$  e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC, nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale sopra definite;
- in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (non distano più di 10 km);
- per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno  $T_R$  ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni (estremi inclusi).

L'azione sismica così individuata viene successivamente variata in funzione delle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo e morfologiche della superficie; tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale.

Si forniscono, in proposito, i dati di pericolosità sismica riportati alla data odierna sul link <http://esse1.mi.ingv.it/> relative al sito d'interesse (**Figura 8.2**).



**Figura 8.2** – Schermata della mappa interattiva della pericolosità sismica riferita all’area circostante il territorio di Albiate (fonte: sito internet INGV). Dalla scala cromatica riportata si evince che il punto della griglia più vicino ad Albiate, che è di colore celeste, corrisponde un valore di  $a_g$  compreso tra  $0.05 \div 0.075 g$  (figura non in scala).

### 8.3 Analisi di 1° livello. Individuazione degli scenari di PSL

In questo paragrafo si individuano, all'interno del territorio comunale di Albiate, le zone ove si possono prevedere, con una certa attendibilità, i prodotti dell'azione sismica, sulla base di osservazioni geologiche e sulla scorta dei dati geologici del territorio comunale.

Come previsto dalla D.G.R. n. 9/2616 del 30/11/2011 (Tabella 1, Allegato 5), si sono individuati gli scenari di pericolosità sismica locale (PSL) che caratterizzano il territorio comunale di Albiate.

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2a	Zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.)	Cedimenti
Z2b	Zone con depositi granulari fini saturi	Liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc.)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

Figura 8.3 – Scenari di Pericolosità Sismica Locale (PSL) previsti nella DGR n° 9/2616

Gli scenari di PSL individuati nell'ambito del territorio comunale sono stati riportati nella **Tav. F – Carta della Pericolosità Sismica Locale** del presente studio. Tali scenari sono:

- **Z1c:** Zona potenzialmente franosa;
- **Z3a:** Zona di ciglio H≥10 m (scarpata, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica);
- **Z4a:** Zona di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari;
- **Z5:** Zona di contatto stratigrafico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse.

Gli scenari Z1c e Z5 caratterizzano prevalentemente il confine est del comune di Albiate (verso il Lambro); lo scenario Z3a caratterizza, oltre al territorio verso il Lambro, anche le zone in corrispondenza del Terrazzo

di Villa Tanzi, Parco Villa Campello e a valle di Via Fermi-Via Gemelli-Via S. Ambrogio); lo scenario Z4a è stato invece individuato nella restante parte del territorio comunale.

#### **8.4 Analisi di 2° livello. Studio degli effetti associati agli scenari di PSL individuati**

Gli effetti da studiare nell'analisi di 2° livello sono (**Figura 8.3**):

- l'amplificazione topografica (relativamente allo scenario Z3a);
- l'amplificazione litologica e geometrica (relativamente allo scenario Z4a).

L'analisi di 2° livello è consistita essenzialmente nel:

- definire la categoria sismica del sottosuolo di tutto il territorio comunale di Albiate;
- valutare i coefficienti di amplificazione sismica  $F_a$  relativamente agli scenari qualitativi suscettibili di amplificazioni sismiche dovute a caratteristiche morfologiche e litologiche;
- definire, per ogni scenario individuato nel 1° livello di analisi, necessarie prescrizioni relativamente alla pericolosità sismica locale (PSL).

Quindi, sulla base dell'analisi di 1° livello riportata nel **§ 8.3** e nella **Tav. F**, nei paragrafi seguenti si espone lo studio eseguito relativamente all'analisi di 2° livello ed agli scenari di PSL individuati.

##### **8.4.1 Definizione della categoria del sottosuolo del territorio comunale di Albiate**

Sulla base dei dati relativi alle n°3 prove geofisiche eseguite (vedasi **Allegato 2**) e dei dati di prove penetrometriche e indagini geotecniche riportate nel presente documento, il sottosuolo risulta appartenere alla seguente categoria (NTC 2018 - § 3.2.2, Tabella 3.2.II):

**Categoria di sottosuolo B:** "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s."

Il calcolo della velocità media di propagazione delle onde di taglio  $V_{s,30}$  caratterizzante i primi 30 m di profondità a partire, nel caso in esame, dal piano campagna (assimilabile a velocità equivalente, nel caso delle indagini geofisiche eseguite di cui all'**Allegato 2**), è stato ricavato con la relazione:

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^{i=n} \frac{h_i}{V_{s_i}}}$$

dove  $h_i$  e  $V_i$  indicano lo spessore dello strato  $i$ -esimo e la velocità delle onde di taglio che caratterizza tale strato, per un totale di  $n$  strati presenti nei 30 m di profondità a partire dalla quota di imposta della fondazione.

#### 8.4.2 Scenario di PSL relativo agli effetti morfologici Z3a

Con riferimento allo scenario di PSL relativo agli effetti morfologici di tipo Z3a (cioè per scarpate rocciose oppure scarpate costituite da terreni aventi  $V_s \geq 800$  m/s), si riportano nel sottostante riquadro i principali parametri geometrici identificativi delle scarpate esaminate.

##### **Principali parametri geometrici identificativi di una scarpata**

*(Scenario Z3a:  $H \geq 10$  m e  $\alpha \geq 10^\circ$ )*

**H:** altezza del fronte principale della scarpata. È da intendersi come distanza verticale dal piede al ciglio del fronte principale (per  $\beta \leq \alpha/5$ ), ovvero come distanza verticale dal piede del fronte principale al ciglio del fronte superiore della scarpata (per  $\beta > \alpha/5$ );

**$\alpha$ :** angolo di inclinazione del fronte principale. Condizione necessaria per definire uno scenario Z3a è che  $\alpha \geq 10^\circ$ ;

**$\beta$ :** angolo di inclinazione del fronte superiore. Se  $\beta = 0$  si ha una “scarpata ideale”, se  $\beta > 0$  si ha una “scarpata in pendenza”, se  $\beta < 0$  si ha una “scarpata in controtendenza”.

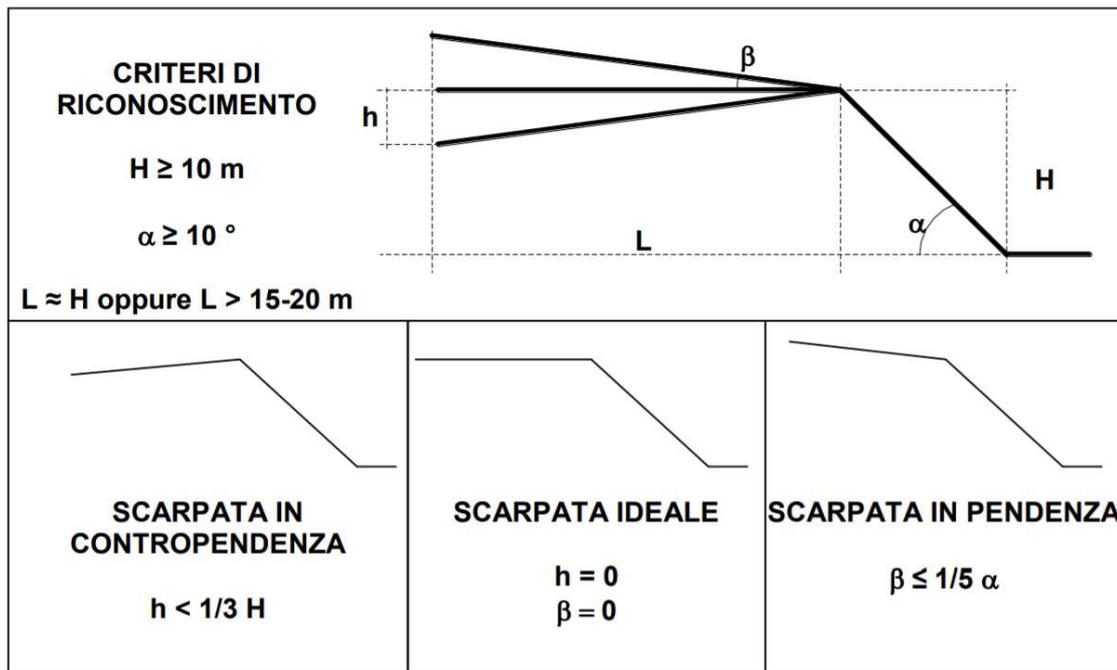
**h:** dislivello altimetrico relativo al fronte superiore della scarpata. Nel caso di una scarpata in controtendenza, se  $h \geq H/3$  si è in una situazione di “cresta appuntita” e non di “scarpata”.

**L:** estensione della scarpata;

**A<sub>i</sub>:** area di influenza della scarpata.

Nei seguenti punti 1÷6 si è riportata la procedura utilizzata per l’analisi di 2° livello delle scarpate in esame:

1. tracciamento di n°10 sezioni topografiche e relativo profilo trasversale;
2. sulla base dei criteri riportati nella scheda di valutazione della DGR n°9/2616, All. 5, si è eseguito il riconoscimento della PSL-Z3a per tutte le sezioni topografiche eseguite (**Figura 8.4** – riquadro superiore). Nel caso specifico sono state riscontrate solo “scarpate”, confermando la PSL-Z3a (individuate nell’analisi di 1° livello);



**Figura 8.4** – Criteri di riconoscimento della PSL-Z3a – sopra – e criteri di riconoscimento della tipologia di scarpate – sotto (DGR n°9/2616, All. 5)

- sulla base dei criteri riportati nella scheda di valutazione della DGR n°9/2616, All. 5, si è eseguito il riconoscimento delle scarpate di cui al p.to precedente (si veda **Figura 8.4** – riquadro inferiore). Nel caso specifico si sono ottenute scarpate del tipo “in pendenza” ( $0^\circ < \beta \leq \alpha/5$ ), “ideali” ( $\beta = 0^\circ$ ) e con il fronte superiore “in pendio” ( $\beta > \alpha/5$ );
- attraverso la tabella di cui alla **Figura 8.5** (estratta sempre dalla scheda di valutazione dello scenario PSL-Z3a), si è proceduto alla valutazione del valore del coefficiente di amplificazione sismica  $F_a$  e dell’area di influenza  $A_i$ , in funzione della classe altimetrica  $H$  della scarpata e del valore dell’angolo  $\alpha$ . Si precisa a tal proposito che  $H$  rappresenta l’altezza del fronte principale della scarpata; se però  $\beta > \alpha/5$ ,  $H$  è dato dalla somma tra l’altezza del fronte principale e quella del fronte superiore ( $h$ ), poiché il fronte superiore deve essere considerato, secondo la DGR n°9/2616, come un pendio se  $\beta > \alpha/5$ ;

Classe altimetrica	Classe di inclinazione	Valore di $Fa_{0.1-0.5}$	Area di influenza
$10 \text{ m} \leq H \leq 20 \text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	1.1	$A_i = H$
$20 \text{ m} < H \leq 40 \text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	1.2	$A_i = \frac{3}{4} H$
H > 40 m	$10^\circ \leq \alpha \leq 20^\circ$	1.1	$A_i = \frac{2}{3} H$
	$20^\circ < \alpha \leq 40^\circ$	1.2	
	$40^\circ < \alpha \leq 60^\circ$	1.3	
	$60^\circ < \alpha \leq 70^\circ$	1.2	
	$\alpha > 70^\circ$	1.1	

**Figura 8.5** – Tabella per la determinazione di  $Fa$  e  $A_i$  relativamente allo scenario di PSL-Z3a (DGR n°9/2616, All. 5).  $Fa_{0.1-0.5}$  indica il valore del fattore di amplificazione sismica relativo al periodo 0.1-0.5 s.

5. confronto tra le scarpate identificate nel presente studio e quelle considerate nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC – DM 17/01/2018). A tal proposito si precisa che le NTC 2018 considerano significative, nei riguardi dell'amplificazione sismica per effetti topografici, creste o dorsali allungate di altezza  $H > 30 \text{ m}$ ; tali configurazioni morfologiche vengono classificate dalle NTC 2018 secondo la tabella 3.2.III (di seguito riportata). A ogni categoria corrisponde quindi un fattore di amplificazione sismica  $S_T$  (tabella 3.2.V) da confrontare con  $Fa$  ricavato secondo la DGR n°9/2616. Le scarpate presenti all'interno del territorio comunale hanno un dislivello in genere intorno a 10-11 m (sezioni S1÷S5, in corrispondenza del Terrazzo di Villa Tanzi, Parco Villa Campello e a valle di Via Fermi-Via Gemelli-Via S. Ambrogio) e un dislivello medio tra 20 e 25 m (sezioni S6÷S10 in corrispondenza del fiume Lambro). Pertanto, le scarpate analizzate hanno un'altezza inferiore all'altezza minima indicata dalle NTC 2018 e quindi risultano non suscettibili di amplificazione sismica secondo detta normativa. La normativa regionale impone invece che vengano studiate scarpate aventi  $H \geq 10 \text{ m}$  e  $\alpha \geq 10^\circ$ , alle quali corrispondono  $Fa > 1$ ; ciò ha comportato quindi la definizione delle fasce di territorio suscettibili ad amplificazione sismica per effetti morfologici indicate nella **Tav. F**;

**Tabella 3.2.III delle NTC 2018 – Categorie topografiche**

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

**Tabella 3.2.V delle NTC 2018 – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$** 

Categoria Topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	$S_T$
T1	-	1,0
<b>T2</b>	<b>In corrispondenza della sommità del pendio</b>	<b>1,2</b>
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

6. sulla scorta di quanto detto nei precedenti punti, si è redatta infine la **Tav. 3: Carta di fattibilità** riguardante tutto il territorio comunale (scala 1:5.000).

#### **8.4.3 Scenario di PSL relativo agli effetti litologici Z4a**

L'analisi di 2° livello relativa allo scenario di PSL per gli effetti litologici (Z4a: zona di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari), che riguarda la maggior parte del territorio comunale di Albiate, è stata svolta seguendo questi passi (si vedano le *Schede di calcolo delle prove geofisiche* eseguite allegate) :

- 1) sulla scorta dei dati geotecnici relativi a campagne di indagine precedentemente eseguite nel territorio comunale di Albiate (si veda **Tav. E**), è stata individuata la litologia prevalente che caratterizza il sottosuolo in esame (litologia ghiaiosa);
- 2) scelta della scheda di valutazione litologica. Sulla scorta dei dati raccolti è stata scelta la scheda relativa alla litologia GHIAIOSA;
- 3) verifica della validità della scheda scelta in funzione dell'andamento delle  $V_s$  con la profondità. Nel caso specifico, le prove geofisiche eseguite L1, L2 ed L3 (vedasi **Allegato 2**) hanno confermato la validità delle relative schede scelte poiché l'andamento delle  $V_s$  registrato in sito, seppur presentando delle inversioni nel "campo di non validità", rimarca in modo abbastanza fedele l'andamento "atteso" dalle relative schede; si può affermare quindi che la verifica di validità delle schede scelte è confermata poiché i valori delle  $V_s$  registrate in sito escono dal campo di validità solo a causa delle inversioni dei valori registrati;
- 4) calcolo del periodo proprio del sito T considerando il terreno sino alla profondità in cui si ha  $V_s < 800$  m/s, secondo la relazione:

$$T = \frac{4 \cdot \sum_{i=1}^n h_i}{\left( \frac{\sum_{i=1}^n V_{S_i} \cdot h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)} ;$$

- 5) scelta delle curve di correlazione T/Fa sulla base delle caratteristiche dello strato superficiale;
- 6) calcolo del valore di Fa per i due intervalli di periodo: Fa<sub>0.1-0.5 s</sub> (valore da considerare per strutture relativamente basse, regolari e “rigide”) e Fa<sub>0.5-1.5 s</sub> (valore da considerare per strutture alte e “flessibili”), in funzione del periodo proprio del sito e della curva T-Fa considerata.

Il grado di protezione è stato valutato, come prevede la normativa regionale di riferimento, confrontando il valori di Fa calcolati (FAC) con i valori del valore di soglia comunale (FAS), desumibile dalla banca dati della Regione Lombardia (**soglie\_lomb.xls**). Tale parametro FAS è riferito a ciascun comune della Lombardia e varia in base alla categoria di sottosuolo (categoria B, C, D ed E).

I valori dei parametri calcolati per il comune di Albiate (MB) alla data odierna sono riportati nella tabella seguente.

Intervallo di periodo	Confronto tra i valori di soglia comunale FAS e i valori di Fa calcolati FAC (I valori di Fa ricavati sono stati approssimati, come prevede la normativa, alla prima cifra decimale)			
	FAS per suolo B	Fa di sito (prova L1)	Fa di sito (prova L2)	Fa di sito (prova L3)
0.1-0.5 s	1,4	1,2	1,2	1,4
0.5-1.5 s	1,7	1,0	1,0	1,0

Nel nostro caso, considerando che ai sensi della normativa sismica nazionale in nostro sito è di **Cat. B** ( $360 < V_{s,30} < 800$  m/s) è verificata la relazione  $FAC \leq FAS$ , quindi lo spettro di risposta definito dalla normativa nazionale risulta idoneo (cioè è sufficientemente cautelativo) nei confronti di una possibile amplificazione sismica dovuta allo scenario Z4a.

Ne deriva che, per il settore di territorio comunale indagato e caratterizzato dallo scenario di PSL - Z4a, può essere utilizzato lo spettro della Categoria di suolo B definito dalla normativa nazionale. Si segnala che tale determinazione è da ritenersi sito specifica, pertanto per interventi da realizzare in aree con contesti

geologici-geomorfologici differenti rispetto a quello oggetto di indagine si dovranno effettuare le necessarie indagini volte alla verifica della categoria di sottosuolo del sito di intervento.

Circa il grado di flessibilità della struttura da realizzare si precisa che questo dovrà essere valutato, di volta in volta, dai Progettisti in quanto è funzione delle caratteristiche ingegneristiche dell'opera in progetto (rigidità delle strutture portanti).

### ***8.5 Prove geofisiche eseguite***

Al fine di ottenere una caratterizzazione sismostratigrafica dei terreni, utile per definire la categoria sismica del sottosuolo e per applicare i metodi di valutazione semiquantitativa degli effetti di amplificazione sismica attesi (relativamente agli scenari morfologici e litologici previsti dalla DGR n°9/2616, All. 5 per i quali si rimanda al **§ 8.4** del presente documento), sono state eseguite n°3 prove geofisiche (stendimenti di sismica multicanale).

I dati relativi alle prove eseguite e maggiori dettagli sulle modalità esecutive applicate sono riportati in ***Allegato 2.***

## 9. SINTESI DELLE CONOSCENZE ACQUISITE

La sintesi degli elementi conoscitivi ha permesso di delimitare zone del territorio comunale che presentano caratteristiche geologiche e geomorfologiche relativamente omogenee (vedasi in particolare **Tav. E**).

Il territorio può essere schematizzato come composto da aree con le seguenti caratteristiche:

### **Zona A**

Caratteri prevalenti: aree altimetricamente rilevate, caratterizzate da morfologia da subpianeggiante a debolmente ondulata, costituite da terreni ghiaiosi molto alterati in matrice limoso-sabbiosa con argilla coperti da limi argillosi di circa 2 m di spessore, che determinano ridotta permeabilità superficiale e difficoltà di drenaggio delle acque nel sottosuolo. Caratteristiche geotecniche da buone a scadenti.

Caratteristiche degli acquiferi: falda libera in materiali alluvionali protetta in superficie da sequenze sommitali fini di spessore superiore al metro. Soggiacenza maggiore di 35 m.

Grado di vulnerabilità: basso

### **Zona B**

Caratteri prevalenti: aree altimetricamente intermedie caratterizzate da morfologia subpianeggiante con debole vergenza verso sud-ovest costituite da terreni ghiaioso sabbiosi mediamente alterati con stato di addensamento "medio" e limi superiori con grado di consistenza da "medio" a "compatto". Drenaggio delle acque mediocre in superficie e discreto in profondità. Possibile presenza di acque di primo sottosuolo e di cavità (occhi pollini) che prevalentemente si rinvergono nei primi 10 m circa di profondità; non è da escludersi che tale fenomenologia si presenti anche a profondità maggiori.

Caratteristiche degli acquiferi: falda libera in materiali alluvionali protetta in superficie da sequenze sommitali fini di spessore pari a circa 1 metro. Soggiacenza maggiore di 35 m.

Grado di vulnerabilità: medio-basso.

### **Zona C**

Caratteri prevalenti: aree altimetricamente ribassate caratterizzate da morfologia pianeggiante costituite da terreni grossolani poco alterati con stato di addensamento da "medio" ad "addensato" con buone caratteristiche geotecniche generali e locale presenza di livelli cementati. Permeabilità alta, drenaggio delle acque buono sia in superficie, sia in profondità.

Caratteristiche degli acquiferi: falda libera in materiali alluvionali non protetto da sequenze sommitali fini. Soggiacenza variabile tra -25 ÷ -30 m nelle aree prossime alla Valle del Lambro fino a >35 m nelle zone più distali.

Grado di vulnerabilità: alto.

### **Zona D**

Caratteri prevalenti: aree di piana alluvionale costituite da terreni granulari (ghiaie e sabbie) con stato di addensamento da "medio" ad "addensato" con discrete caratteristiche geotecniche generali. Permeabilità da media ad alta, drenaggio delle acque discreto sia in superficie, sia in profondità.

Caratteristiche degli acquiferi: falda libera in materiali alluvionali con corso d'acqua sospeso rispetto alla piezometrica media della falda (alimentazione naturale). Soggiacenza della falda inferiore a 10 m.

Grado di vulnerabilità: elevato.

### **Zona E**

Caratteri prevalenti: aree in contesto di versante di raccordo tra i terrazzi morfologici, caratterizzate da inclinazione media inferiore a 20°, costituite da ghiaie in matrice limoso – sabbiosa, alternate a sabbie limose, derivanti da colluvio dei terreni superiori, con stato di addensamento sciolto e caratteristiche geotecniche generalmente scadenti. Permeabilità media, drenaggio delle acque discreto sia in superficie, sia in profondità.

Caratteristiche degli acquiferi: possibile presenza di acque di primo sottosuolo comprese tra la coltre dei depositi colluviati e le unità litologiche sottostanti.

Grado di vulnerabilità: medio–alto.

### **Zona F**

Caratteri prevalenti : Scarpate di raccordo degli ambiti terrazzati, costituite da terreni granulari derivanti da colluvio dei terreni superiori, con stato di addensamento sciolto, caratterizzate da inclinazione media anche maggiore di 20°, di dislivello variabile, ma in genere contenuto, meritevoli di tutela geomorfologica, anche con riferimento ai criteri paesistico–ambientali, in quanto elementi caratterizzanti del territorio. Permeabilità media, drenaggio delle acque discreto sia in superficie, sia in profondità.

Caratteristiche degli acquiferi: Possibile presenza di acque di primo sottosuolo comprese tra la coltre dei depositi colluviati e le unità litologiche sottostanti.

Grado di vulnerabilità: medio–alto.

## 10. CONCLUSIONI

Il presente studio geologico è stato condotto a supporto della pianificazione urbanistica del Comune di Albiate con la specifica finalità di fornire un quadro conoscitivo dei caratteri fisici del territorio comunale ed orientare le scelte di pianificazione territoriale.

L'attività svolta ha consentito la redazione degli elaborati in linea con i riferimenti metodologici ed i criteri contenuti nelle specifiche delibere regionali attualmente vigenti.

Date le specifiche finalità, lo studio ha privilegiato gli aspetti pratico-applicativi che hanno condotto alla redazione di elaborati cartografici tematici facilmente rapportabili agli interventi attuabili sul territorio ed alla loro possibile interazione con suolo e sottosuolo.

Il quadro conoscitivo di base dello stato fisico del territorio è descritto dalle cartografie redatte in fase di "analisi". Esse sono in particolare: geologia e geomorfologia (**Tav. A e B**), idrogeologia (**Tav. C**), caratterizzazione geologico tecnica (**Tav. E**) e pericolosità sismica locale (**Tav. F**).

L'esame d'insieme degli elementi conoscitivi, associata a quello dei vincoli derivanti da norme e piani sovraordinati (riportati nella carta dei vincoli (**Tav. 1**)), ha quindi permesso la redazione della cartografia di sintesi (**Tav. 2**) nella quale si sono inseriti elementi puntuali ed areali aventi caratteristiche significative nei riguardi della pianificazione territoriale.

L'elaborazione finale e più specificatamente finalizzata alla pianificazione territoriale è stata comunque l'attribuzione delle classi di "fattibilità geologica" alle aree omogenee riconosciute.

La *carta di fattibilità* (**Tav. 3**) esprime le principali limitazioni agli interventi edificatori attuabili sul territorio ed è stata redatta secondo le indicazioni della D.G.R. n. 9/2616/11 indicante i criteri relativi agli studi geologici a supporto della pianificazione territoriale a scala comunale. Essa rappresenta lo strumento tecnico su cui compiere le scelte progettuali di gestione e destinazione d'uso del territorio.

La consultazione della tavola stessa associata a quella delle Norme Geologiche di Attuazione fornisce indicazioni sulle principali caratteristiche di ogni area disponendo anche di un parere geologico sulla edificabilità ed indicando le indagini geognostiche di approfondimento che in alcuni casi si ritengono necessarie preventivamente alla progettazione e realizzazione di interventi o azioni sul territorio.

Dott. Geol. Daniele Torzoni



GEOSAT srl – Il Direttore Tecnico

Dott. Geol. Giuseppe Baroni



**Comune di Albate**  
Provincia di Monza e Brianza

# **VARIANTE P.G.T.**

## **STUDIO COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA**

**(L.R. 12/2005; D.G.R. IX/2616/2011)**

**Allegato 1:**

## **Note relative alla tematica PAI-PGRA**

REV00  
Novembre 2023



[www.geosat.org](http://www.geosat.org)

**GEOSAT srl**  
Società d'ingegneria

# INDICE

<b>1. PAI/PGRA.....</b>	<b>3</b>
1.1 PGRA NELL'AMBITO TERRITORIALE COMUNALE DI ALBIATE.....	5

## 1. PAI/PGRA

Il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (in seguito PGRA<sup>1</sup>) rappresenta integrazione<sup>2</sup> del Piano Assetto Idrogeologico (PAI) istituito nel 2001 e giunto fino ai giorni recenti attraverso l'adozione, in Lombardia, di successivi disposti normativi sino a giungere alla vigente DGR 30 novembre 2011, n. IX/2616 (attuativa dell'art. 57 della L.R. 12/2005). Successivamente<sup>3</sup> è stato adottato, ai sensi degli artt. 65 e 66 del D. Lgs. n. 152/2006, il primo aggiornamento del Piano di gestione del rischio di alluvioni del distretto idrografico del Fiume Po di cui all'art. 7 della Direttiva 2007/60/CE e all'art. 7 del D. Lgs. n. 49/2010, predisposto al fine degli adempimenti previsti dal comma 3 dell'art. 14 della Direttiva medesima.

Il PGRA ha come finalità quella di fornire indicazioni ed informazioni volte alla riduzione delle conseguenze negative derivanti dalle alluvioni per elementi quali la salute umana, il territorio, i beni, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche e sociali.

Mediante il PGRA<sup>4</sup>, il PAI viene integrato attraverso l'individuazione dei territori potenzialmente esposti alle alluvioni e attraverso una valutazione complessiva del rischio che viene effettuata su diversi corsi d'acqua del Reticolo Principale<sup>5</sup>.

L'integrazione è rappresentata da due differenti elaborati cartografici: la mappa di pericolosità e la mappa del rischio per tutte quelle aree esposte a fenomeni esondivi.

La mappa della pericolosità contiene la delimitazione delle aree allagabili distinguendo tre diversi scenari di pericolosità:

- Aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti (P3/H), con tempo di ritorno 20-50 anni;
- Aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti (P2/M), con tempo di ritorno 100-200 anni;
- Aree potenzialmente interessate da alluvioni rare (P1/L), con tempo di ritorno  $\geq 500$  anni.

---

<sup>1</sup> Predisposto in attuazione del D.lgs. 49/2010 di recepimento della Direttiva 2007/60/CE (cosiddetta "Direttiva Alluvioni"), è stato adottato con deliberazione 17 dicembre 2015 n. 4, approvato con Deliberazione 3 marzo 2016, n. 2 dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino del fiume Po e successivamente con DPCM del 27/10/2016 (pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 30 del 06/02/2017).

<sup>2</sup> L'integrazione dei nuovi quadri conoscitivi contenuti nel PGRA è avvenuta con l'adozione della "Variante alle norme di attuazione del PAI" da parte del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po in data 07/12/2016. Detto documento aggiunge il Titolo V "Norme in materia di coordinamento tra il PAI e il PGRA".

<sup>3</sup> A seguito della Deliberazione della Conferenza Istituzionale Permanente dell'Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po n. 5/2021 della seduta del 20 dicembre 2021.

<sup>4</sup> La Regione Lombardia ha pubblicato le disposizioni regionali concernenti l'attuazione del PGRA nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza (DGR n. X/6738 del 19/06/2017 e ss.mm.ii.).

<sup>5</sup> Il PGRA contiene anche la delimitazione delle aree allagabili nel reticolo secondario di pianura e sulle aree costiere lacuali, non considerati precedentemente nel PAI.

La delimitazione di dette fasce del reticolo principale tiene conto dei livelli idrici corrispondenti a tre piene di riferimento per il corso d'acqua<sup>6</sup> in esame. Sulla base della pericolosità attribuita al territorio vengono applicate le limitazioni e prescrizioni previste dalle Norme di attuazione del PAI<sup>7</sup>:

- nelle aree P3/H si applicano le norme previste per la fascia A (art. 29);
- nelle aree P2/M si applicano le norme previste per la fascia B (art. 30);
- nelle aree P1/L si applicano le norme previste per la fascia C (art. 31).

La mappa della rischio rappresenta il grado di rischio al quale sono esposti gli elementi che ricadono all'interno delle aree allagabili.

Il PGRA definisce il rischio in quattro distinte classi in ordine crescente da R1 a R4. Il grado del rischio è funzione degli elementi esposti nel territorio, dove sono distinte differenti categorie: ad esempio, aree ove sono presenti attività produttive sono gravate da un grado di rischio differente rispetto a zone urbanizzate o a zone prive di insediamenti.

Per quanto riguarda le aree a rischio R4, all'interno della DGR X/6738 sono presenti le disposizioni per i Comuni al fine di verificare e, ove necessario, aggiornare le valutazioni dettagliate delle condizioni di pericolosità e rischio locali mediante uno studio di compatibilità idraulica. Data l'articolata casistica riportata nelle procedure di adeguamento degli strumenti urbanistici comunali, si rimanda per ulteriori dettagli al Capitolo 3 della DGR X/6738.

Rispetto al territorio comunale di Albiate<sup>8</sup> si osserva che, entro le aree classificate come R4 - Rischio molto elevato, il Comune è tenuto a verificare e, ove necessario, aggiornare le valutazioni dettagliate delle condizioni di pericolosità e rischio locale già svolte in passato.

---

<sup>6</sup> Per i tempi di ritorno di riferimento del reticolo principale si rimanda all'Allegato 3 della DGR 6738.

<sup>7</sup> Secondo quanto indicato dall'art. 58 della Variante alle norme di attuazione del PAI (Allegato n. 1 alla deliberazione di comitato istituzionale n. 5 del 07.12.2016, o vedasi pag. 7 della DGR X/6738).

<sup>8</sup> Albiate ricade nel caso riportato al paragrafo 3.1.4 della DGR X/6738 - *Disposizioni per i corsi d'acqua già interessati nella pianificazione di bacino vigente dalla delimitazione delle fasce fluviali.*

### 1.1 PGRA nell'ambito territoriale comunale di Albiate

Il confine orientale del territorio comunale è rappresentato, su tutto il comune (ca. 1,5 km) dal Fiume Lambro. Dalla consultazione della cartografia del PGRA si evidenzia che il Comune di Albiate rientra nell'ambito del Reticolo di pianura e di fondovalle (RP) del F. Lambro (si veda **Figura 1.1**).

COMUNE	PROVINCIA	CODICE ISTAT	AMBITO RP		AMBITO RSCM		AMBITO RSP				AMBITO ACL			
			COMUNI CON AREE ALLAGABILI IN AMBITO RP	COMUNI CON FASCE FLUVIALI PAI VIGENTI	COMUNI CON AREE ALLAGABILI IN AMBITO RSCM	COMUNI TENUTI ALL'AGGIORNAMENTO DELL'ELABORATO 2 DEL PAI DA D.G.R. VII/7365/2001	AMBITO RSCM	AREE ALLAGABILI DERIVANTI DA STUDI DI SOTTOBACINO IDROGRAFICO E EVENTI ALLUVIONALI RECENTI SEGNALATE DA COMUNI (PARAGRAFO 3.2 DELLE DISPOSIZIONI)	AREE ALLAGABILI CORRISPONDENTI ALLE AREE A RISCHIO IDROGEOLOGICO MOLTO ELEVATO DI TIPO IDRAULICO GIÀ PRESENTI NEL PAI (NORME TITOLO IV)	COMUNI APPARTENENTI NELL'AMBITO RSP (NON TENUTI ALL'AGGIORNAMENTO DELL'ELABORATO 2 DEL PAI DA D.G.R. VII/7365/2001)	COMUNI CON AREE ALLAGABILI IN AMBITO RSP	AREE ALLAGABILI TRATTE DAI PGT DEI COMUNI (S - CARA DI SINTESI, P - CARTA PAI)	SEGNALAZIONI DI AREE ALLAGABILI DA CONSORZI DI BONIFICA	AREE ALLAGABILI DA STUDI SOVRACOMUNALI
ALBAREDO ARNABOLDI	PV	18002	X	X					X	X	S			
ALBAREDO PER SAN MARCO	SO	14001			X	X								
ALBAVILLA	CO	13003			X	X								
ALBESE CON CASSANO	CO	13004			X	X								
ALBIATE	MB	108003	X	X		X								
ALBINO	BG	16004	X		X	X								
ALBIOLO	CO	13005			X	X								

**Figura 1.1** - Stralcio dell'Allegato 2 della DGR X/6738 con indicazione degli ambiti territoriali di riferimento per il Comune di Albiate (rettangolo rosso)

La mappa della pericolosità (**Figura 1.2**) riporta la delimitazione delle aree allagabili nel territorio comunale di Albiate distinguendo tre diversi scenari di pericolosità:

- Aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti (P3/H, evento con tempo di ritorno 20 anni);
- Aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti (P2/M, evento con tempo di ritorno 200 anni);
- Aree potenzialmente interessate da alluvioni rare (P1/L, evento con tempo di ritorno 500 anni).

La delimitazione di dette fasce tiene conto dei livelli idrici corrispondenti a tre piene di riferimento. Nel territorio comunale di Albiate si osserva la sovrapposizione delle fasce fluviali PAI con le aree allagabili del PGRA (si veda **Figura 1.3**); si evidenzia che le aree allagabili non sostituiscono le fasce fluviali PAI ma ne costituiscono una integrazione dato che sono state determinate sulla base di tiranti idrici, piene e portate di riferimento utilizzando rilievi topografici di dettaglio.

Si riporta di seguito quanto indicato all'interno del paragrafo 3.1.4 della DGR X/6738:

*“Le aree allagabili indicate nel PGRA non sostituiscono le fasce fluviali ma rappresentano un aggiornamento e una integrazione delle stesse; fino all'adozione delle specifiche varianti PAI a scala di asta fluviale (...) entrambe le perimetrazioni restano in vigore. In caso di sovrapposizione deve essere applicata la classificazione e di conseguenza la norma più restrittiva.”.*

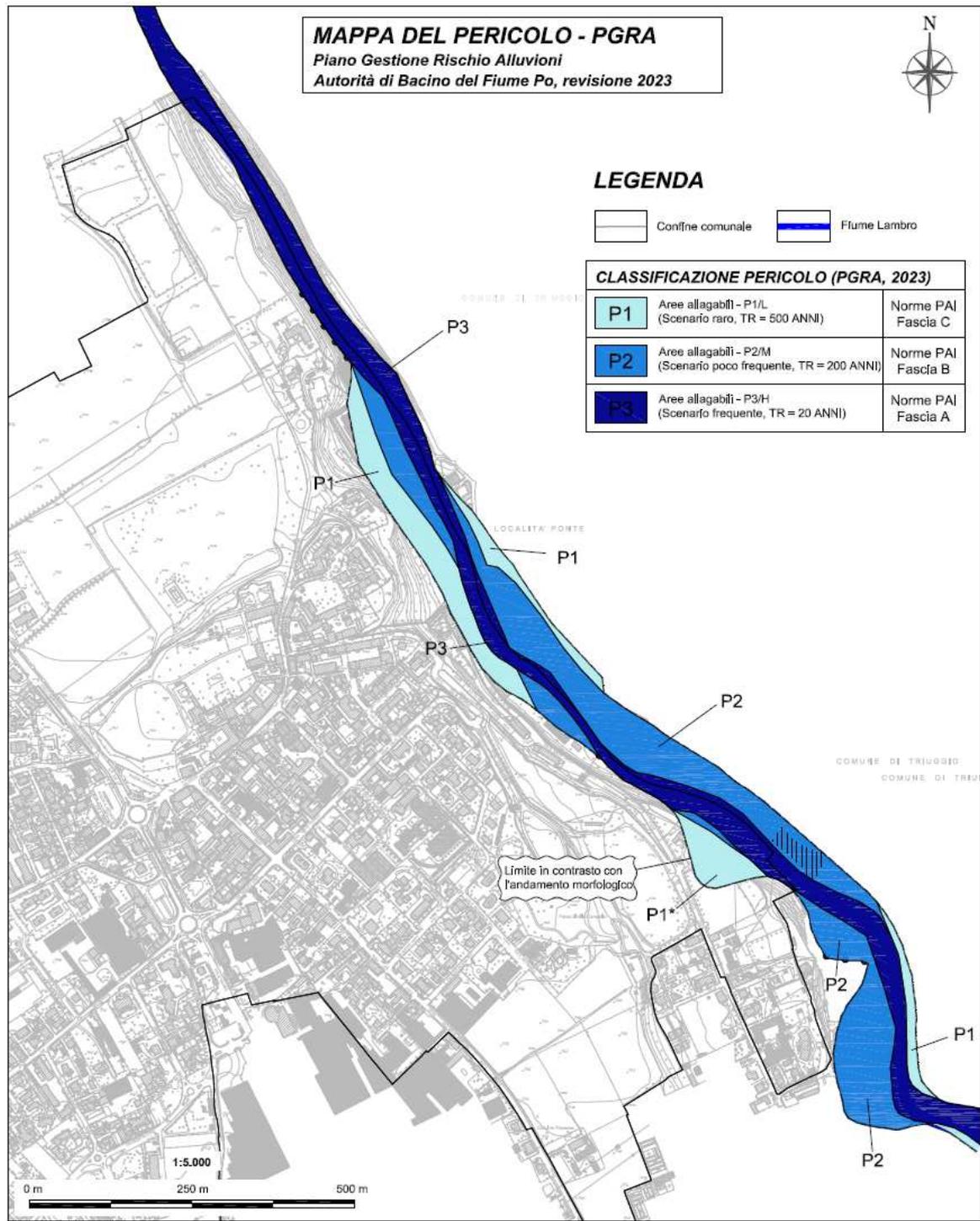
La mappa della rischio (**Figura 1.4**) rappresenta invece il grado di rischio a cui sono soggetti gli elementi compresi all'interno delle aree esondabili nel territorio di Albate. Nel caso specifico, le poche aree classificate con grado di rischio R4 (massimo grado) ospitano aree produttive oggi dismesse.

Si riportano di seguito le indicazioni per le procedure di adeguamento dello strumento urbanistico comunale (§3.1.4 della DGR X/6738) per le aree gravate da maggior rischio:

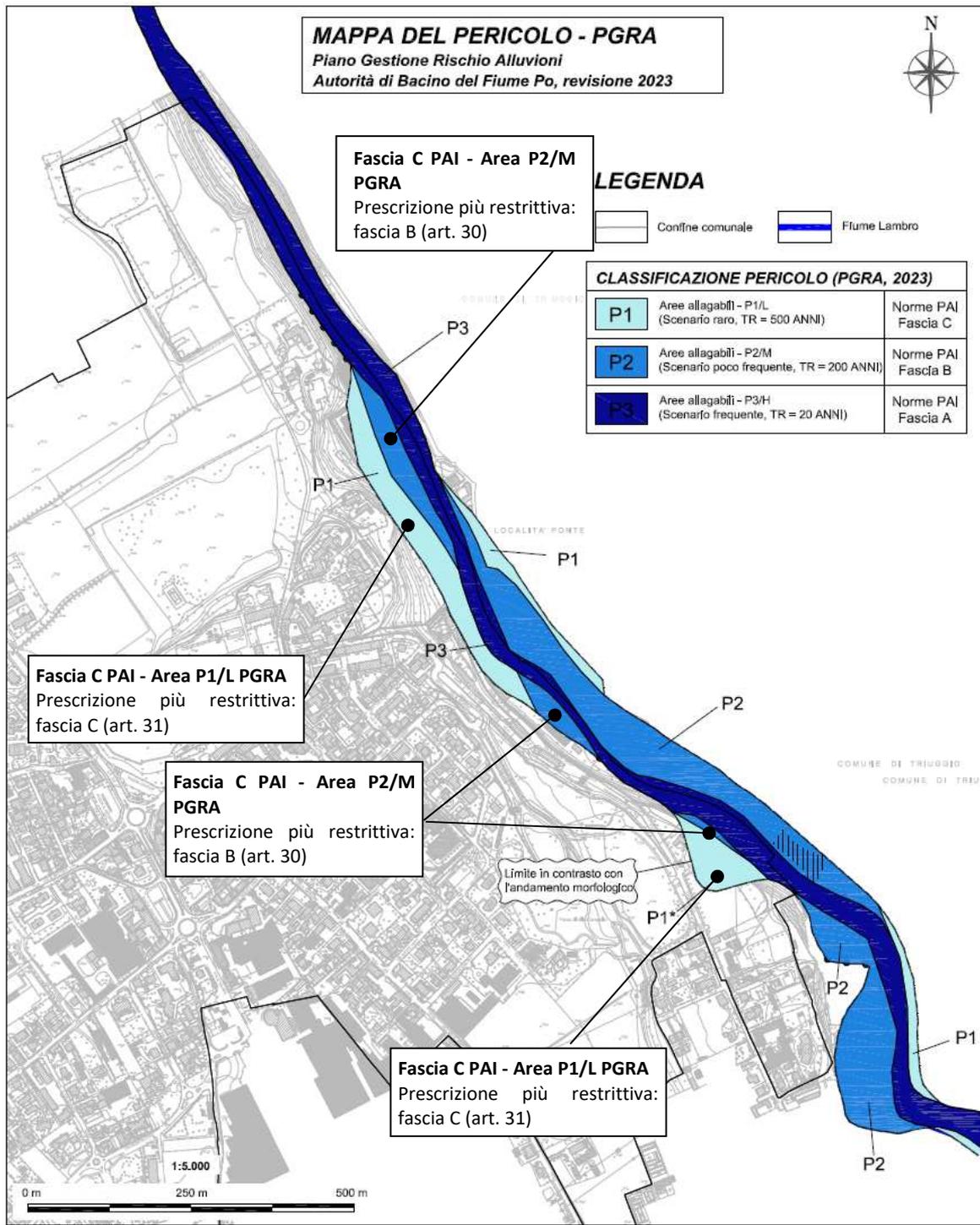
*“Entro le aree che risultano classificate come R4 - rischio molto elevato (ovvero entro le aree che risultano già edificate nell'Ortofoto AGEA 2015 pubblicata sul GEOPortale della Regione Lombardia) i Comuni sono tenuti a verificare e, ove necessario, aggiornare le valutazioni dettagliate delle condizioni di pericolosità e rischio locali già svolte in passato.*

*In particolare:*

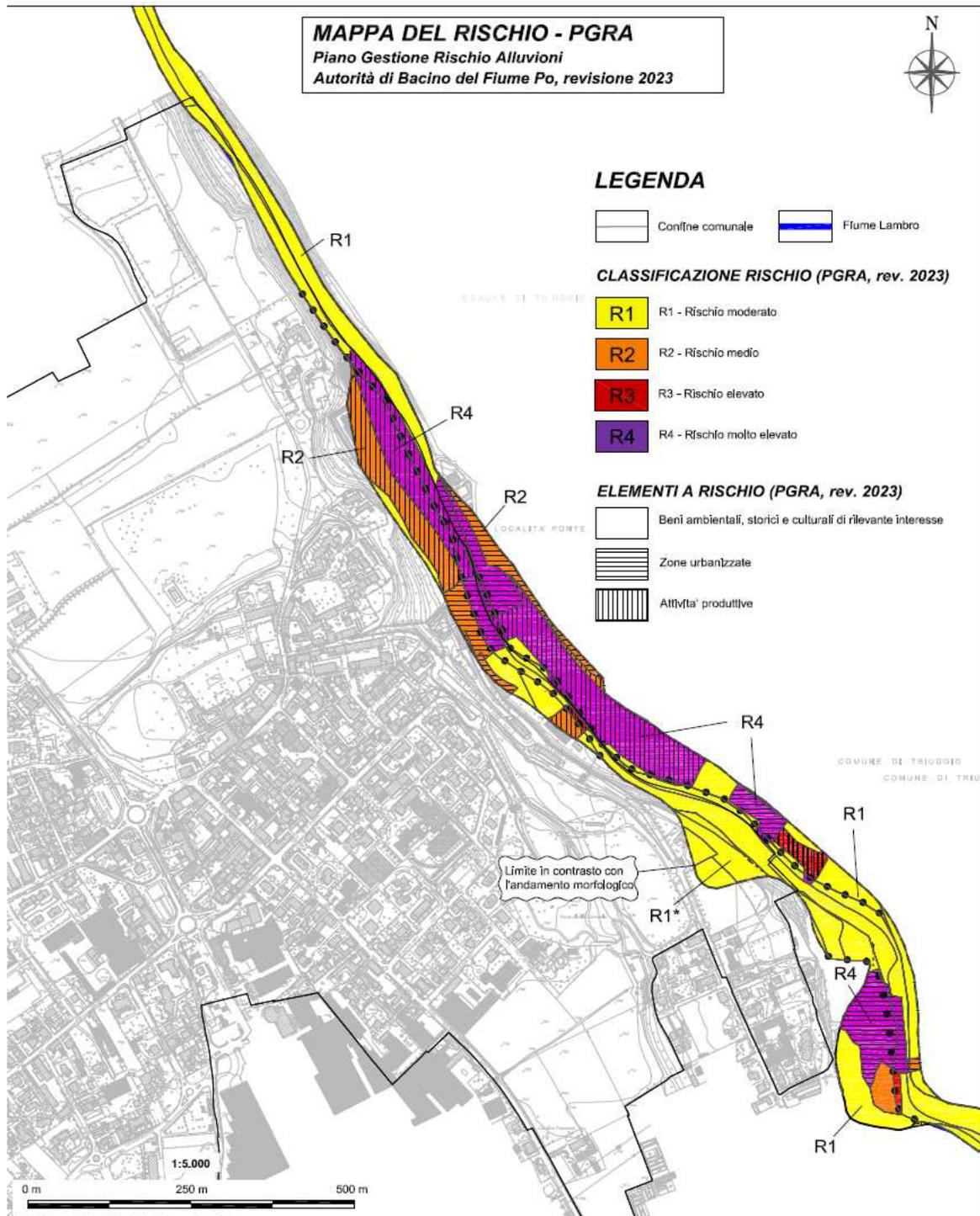
- a) I Comuni con edificati esistenti ricadenti all'interno delle fasce A e B, che hanno già svolto una valutazione più dettagliata delle condizioni di pericolosità e rischio locali, devono verificarla e, se necessario, aggiornarla sulla base dei nuovi dati (portate, livelli, topografia) utilizzati per la mappatura delle aree allagabili del PGRA, d'intesa con l'Autorità regionale o provinciale competente in materia. L'intesa si intende raggiunta se le valutazioni vengono svolte secondo le metodologie riportate nell'Allegato 4 alla d.g.r. IX/2616/2011;*
- b) per l'edificato esistente in precedenza non ricadente in fascia A o B ma che si trova ora a ricadere in P3/H e P2/M, il Comune competente è tenuto a valutare in dettaglio le condizioni di pericolosità e rischio locali attraverso una nuova analisi un'estensione dell'analisi già svolta, d'intesa con l'Autorità regionale o provinciale competente in materia. L'intesa si intende raggiunta se le valutazioni vengono svolte secondo le metodologie riportate nell'Allegato 4 alla d.g.r. IX/2616/2011;*
- c) le valutazioni di cui ai punti a) e b) devono avere le finalità descritte al paragrafo 4. “Disposizioni relative all'edificato esistente esposto al rischio”. Tali valutazioni devono essere trasmesse a Regione Lombardia che le utilizzerà sia nell'ambito dei previsti riesami e aggiornamenti delle mappe e del PGRA sia ai fini del monitoraggio delle misure di prevenzione del rischio previste nel PGRA.*



**Figura 1.2** - Mappa della pericolosità del F. Lambro. La scala di colori identifica il diverso grado di pericolo delle tre fasce presenti all'interno del Comune di Albiate (PGRA, 2023).



**Figura 1.3** - Sovrapposizione delle aree allagabili (scala colori blu) con le fasce PAI (linee nere).



**Figura 1.4** - Mappa del rischio del F. Lambro all'interno del Comune di Albiate (PGRA, 2023). L'immagine rappresenta il grado del rischio con una scala di colori (da R1 a R4) e la categoria degli elementi esposti (retino nero).

**Comune di Albate**  
Provincia di Monza e Brianza

# **VARIANTE P.G.T.**

## **STUDIO COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA**

**(L.R. 12/2005; D.G.R. IX/2616/2011)**

**Allegato 2:**

## **Rapporto indagini geofisiche eseguite**

REV00  
Novembre 2023



[www.geosat.org](http://www.geosat.org)

**GEOSAT srl**  
Società d'ingegneria

# INDICE

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>2. DATI SISMOSTRATIGRAFICI – MODELLO GEOFISICO .....</b>	<b>4</b>
2.1 ACQUISIZIONE DATI.....	4
2.2 CENNI SULLA METODOLOGIA MASW .....	5
<b>3. METODI DI ANALISI DEI DATI CON PROCEDURA MASW.....</b>	<b>6</b>
<b>4. PROFILI SISMOSTRATIGRAFICI.....</b>	<b>7</b>
4.1 FASE 1 - DETERMINAZIONE SPETTRO DI VELOCITÀ E PICKING DELLA CURVA DI DISPERSIONE .....	8
4.2 FASE 2 - INVERSIONE DELLA CURVA DI DISPERSIONE.....	10

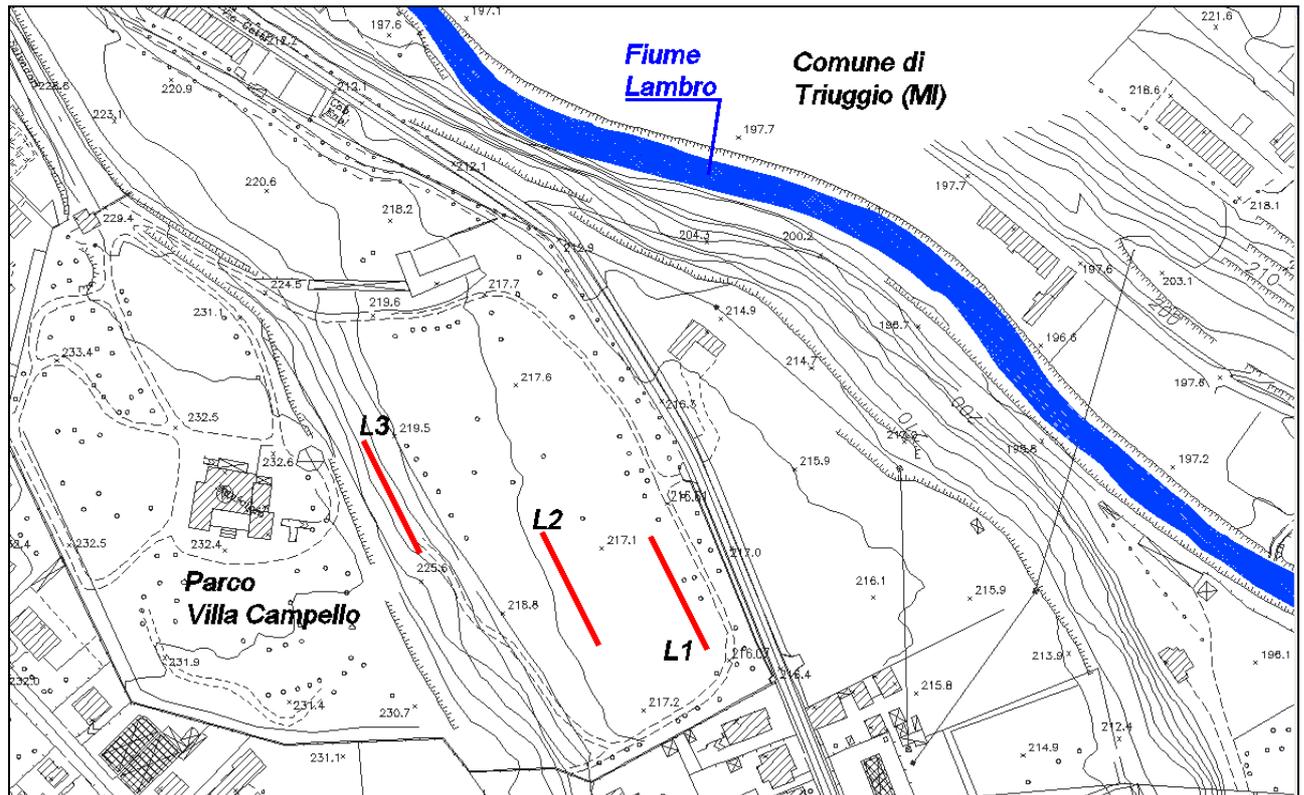
## 1. PREMESSA

Al fine di ottenere una caratterizzazione sismostratigrafica dei terreni, utile per definire la categoria sismica del sottosuolo e per applicare i metodi di valutazione semiquantitativa degli effetti di amplificazione sismica attesi (relativamente agli scenari morfologici e litologici previsti dalla DGR n°9/2616, All. 5 per i quali si rimanda al § 9.2 della relazione geologica), sono state eseguite n°3 prove geofisiche (stendimenti di sismica multicanale).

I dati relativi a tali prove sono stati elaborati secondo la procedura tipo MASW, in base alla quale è stato possibile eseguire la valutazione delle velocità  $V_{s,30}$  di sito al fine di classificare il terreno di fondazione secondo le tabelle allegate all'Ord. 3274 ed al D.M. 14/09/05 e successive revisioni (D.M. 14/01/08 e D.M. 17/01/18).

Gli stendimenti sono stati eseguiti all'interno del territorio comunale di Albate, nella zona sud-est del territorio comunale in prossimità del confine con la valle del Lambro (a valle del Parco Villa Campello, si veda la planimetria in **Figura 1.1**); l'ubicazione è stata scelta in modo da caratterizzare gli ambiti ritenuti significativi nei riguardi della valutazione degli scenari di PSL. Le quote medie del p.c. sul quale sono state eseguite le prove sono le seguenti:

- stendimenti L1 e L2: circa 217 m slm;
- stendimento L3: circa 225 m slm.



**Figura 1.1** - Planimetria con l'ubicazione schematica degli stendimenti relativi alle prove geofisiche eseguite (disegno non in scala)

## 2. DATI SISMOSTRATIGRAFICI – MODELLO GEOFISICO

L'andamento delle onde Vs lungo le verticali di prova è stato determinato, come precedentemente detto, mediante l'esecuzione di n°3 stendimenti di sismica multicanale con registrazione delle onde superficiali, anche a bassa frequenza.

### 2.1 Acquisizione dati

L'acquisizione dei dati relativi alle prove geofisiche eseguite è avvenuta secondo le modalità "common-shot gathers", utilizzando strumentazione "Geometrics" costituita da un sismografo modulare GEODE 3-1000 a 24 canali, con collegati 24 geofoni verticali GEOSPACE (GS11D) con frequenza di 4,5 Hz e puntale da 3".

L'energizzazione è stata ottenuta mediante massa battente, collocata all'esterno dello stendimento dei geofoni.

E' stata quindi utilizzata la procedura di analisi MASW (*Multi-channel Analysis of Surface Waves*); i dati acquisiti sono stati elaborati mediante il software winMASW (creato dalla Eliosoft-Università degli Studi di Trieste).

Il risultato finale consiste nella determinazione, in corrispondenza di ciascuno stendimento sismico, del profilo verticale medio della  $V_s$  (velocità delle onde di taglio), necessario per l'applicazione delle procedure di 2° livello e per la classificazione nelle categorie di suolo previste dalle normative tecniche di riferimento.

## 2.2 Cenni sulla metodologia MASW

La procedura di analisi MASW utilizza la propagazione delle onde di superficie nel sottosuolo. Infatti le onde di Rayleigh (o di superficie) in un mezzo non stratificato si propagano in maniera lineare in funzione della distanza del geofono, invece in un mezzo stratificato subiscono il fenomeno della dispersione.

La curva di dispersione permette quindi di determinare le principali caratteristiche geomeccaniche del sottosuolo. La velocità di propagazione per una certa lunghezza d'onda ( $\lambda$ , quindi frequenza), è infatti influenzata dalle proprietà che il mezzo possiede fino ad una profondità di  $\lambda/2$ .

La velocità delle onde di Rayleigh ( $V_R$ ) è correlabile alla  $V_s$ , essendo pari a circa il 90% della velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ).

Particolare attenzione nell'interpretazione dei dati deriva dalla considerazione che gli spostamenti indotti dalle onde di superficie sono correlabili a diversi *modi* (frequenze diverse), che possono sovrapporsi, soprattutto nel dominio f-k, in funzione dei seguenti fattori:

- distribuzione dell'energia tra i vari modi;
- particolari conformazioni geologiche;
- *array* utilizzato in fase di acquisizione.

Se avviene tale sovrapposizione, può generarsi una curva di dispersione apparente, che può risultare fuorviante in fase di interpretazione e quindi nella successiva inversione. Al fine di individuare i *modi* non correlabili alla successione stratigrafica si eseguono numerosi scoppi a distanze variabili rispetto allo stendimento. Tutte le curve di dispersione sono state quindi visionate prima di procedere al processing del *dataset* prescelto.

Tenuto conto di quanto richiesto per l'applicazione della normativa regionale relativa alla pianificazione territoriale ed alla progettazione geotecnica, si ritiene che la metodologia di analisi MASW, la cui validità tecnica e scientifica risulta oramai consolidata, risulti pienamente idonea alla redazione dello studio in oggetto. Tale scelta risulta inoltre avvalorata dalle seguenti considerazioni:

1. la percentuale di energia convertita in onde Rayleigh è di gran lunga predominante (67%) rispetto a quella coinvolta nella generazione e propagazione delle onde P (7%) ed S (26%);
2. l'ampiezza delle *Surface Waves* dipende da  $v_r$  e non da  $r$  come per le *Body Waves*;
3. il metodo MASW non è limitato, a differenza del metodo a rifrazione, dalla presenza di inversioni di velocità in profondità;

4. il metodo MASW è contraddistinto da una buona risoluzione, a differenza del metodo a riflessione;
5. la propagazione delle onde di Rayleigh, anche se influenzata dalla  $V_p$  e dalla densità, è funzione innanzitutto della  $V_s$ , parametro importante per la classificazione sismica del sottosuolo ai sensi delle NTC ed in particolare per l'applicazione della procedura di 2° livello prevista dall'All. 5 della D.G.R. 8/7374.

### 3. METODI DI ANALISI DEI DATI CON PROCEDURA MASW

La stima dell'andamento in profondità delle velocità  $V_s$ , mediante acquisizione sismica multicanale, viene ottenuta tramite inversione delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh.

La procedura prevede la possibilità di considerare tanto il modo fondamentale che quelli superiori e consta di due fasi operative principali:

- determinazione dello spettro di velocità - Individuazione delle curve di dispersione;
- determinazione dell'andamento della velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) sulla verticale - Inversione e/o *modelling* diretto della curva di dispersione;

La **determinazione delle curve di dispersione, e quindi dello spettro di velocità**, può essere eseguita mediante tre metodi:

- f-k
- $\tau$ -p
- *Phase Shift*

Il metodo *Phase Shift* non è influenzato dal processing dei dati, mantiene ottime performance in termini di chiarezza del segnale, anche con un numero di tracce estremamente ridotto e ha tempi di calcolo minori rispetto al metodo  $\tau$ -p. La riduzione del numero di tracce provoca invece un sensibile scadimento della qualità dello spettro calcolato tramite trasformata  $\tau$ -p e forte *aliasing* nello spettro f-k. E' spesso utile determinare le curve di dispersione attraverso più metodi, al fine di enfatizzare porzioni di segnale più facilmente poste in evidenza da un metodo piuttosto che da un altro.

La **ricostruzione della distribuzione verticale delle  $V_s$**  rappresenta quindi il passo successivo e comporta alcuni passaggi piuttosto articolati.

La curva di dispersione dipende infatti, oltre che dalla velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ), anche dallo spessore degli strati, dalla velocità delle onde di compressione ( $V_p$ ) e dalla densità del terreno, quindi:

$$V(f) = F(V_s, \text{spessore}, V_p, \text{densità}).$$

Ciò implica che la determinazione delle Vs a partire dalla curva di dispersione e quindi dalla Velocità di fase  $[V(f)]$ , costituisce un problema spiccatamente non lineare. Per la sua risoluzione bisogna quindi procedere ad una linearizzazione del problema (che comporta un certo grado di approssimazione) o all'utilizzo di algoritmi basati su un approccio non lineare (e.g. Algoritmi Genetici).

Gli algoritmi evolutivi rappresentano un tipo di procedura di ottimizzazione appartenente alla classe degli algoritmi euristici (o anche *global-search methods* o *soft computing*). Rispetto ai comuni metodi di inversione lineare, basati sul gradiente (matrice Jacobiana), queste tecniche di inversione offrono un'affidabilità del risultato di gran lunga superiore per precisione e completezza. I comuni metodi lineari forniscono infatti soluzioni che dipendono pesantemente dal modello iniziale di partenza che l'utente deve necessariamente imporre. Per la natura del problema (inversione delle curve di dispersione), la grande quantità di minimi locali porta necessariamente ad attrarre il modello iniziale verso un minimo locale che può essere significativamente diverso da quello reale (o globale). In altre parole, i metodi lineari richiedono che il modello di partenza sia già di per sé vicinissimo alla soluzione reale. In caso contrario il rischio è quello di fornire soluzioni erranee.

Gli algoritmi evolutivi (come altri analoghi) offrono un'esplorazione molto più ampia delle possibili soluzioni. A differenza dei metodi lineari non è necessario fornire alcun modello di partenza. E' invece necessario definire uno "spazio di ricerca" (*search space*) all'interno del quale vengono valutate diverse possibili soluzioni.

L'elaborazione dei dati mediante il programma winMASW, che prevede l'utilizzo degli algoritmi genetici, ha quindi il vantaggio di fornire risultati molto più affidabili rispetto a quelli possibili con altre metodologie, arricchiti anche da una stima dell'attendibilità dei dati.

Tali risultati vengono ottenuti a prezzo di un notevole sforzo computazionale che si riflette in tempi macchina più lunghi rispetto a quelli comunemente necessari coi metodi di inversione lineare.

Il *modelling* diretto può in ogni caso essere utilizzato, mediante il programma di elaborazione, per una verifica finale del modello di velocità ottenuto mediante inversione con algoritmi.

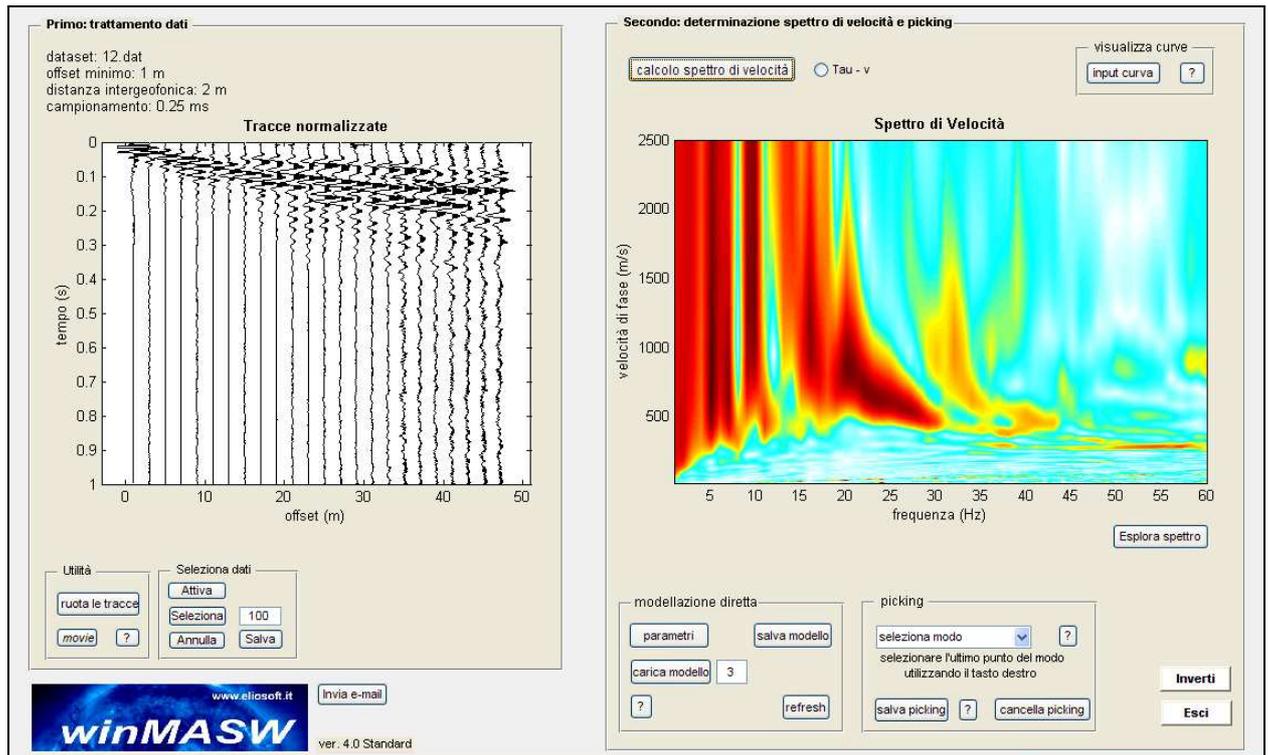
#### 4. PROFILI SISMOSTRATIGRAFICI

Vengono di seguito riportati i dati, le procedure ed i risultati relativi agli stendimenti sismici eseguiti in sito; tutti gli allineamenti hanno previsto una distanza tra geofoni pari a 2 m ed una serie di scoppi esterni all'ultimo geofono con offset variabili (1-3-5-7-10-15 m) e diversa intensità di energizzazione.

#### 4.1 Fase 1 - Determinazione spettro di velocità e picking della curva di dispersione

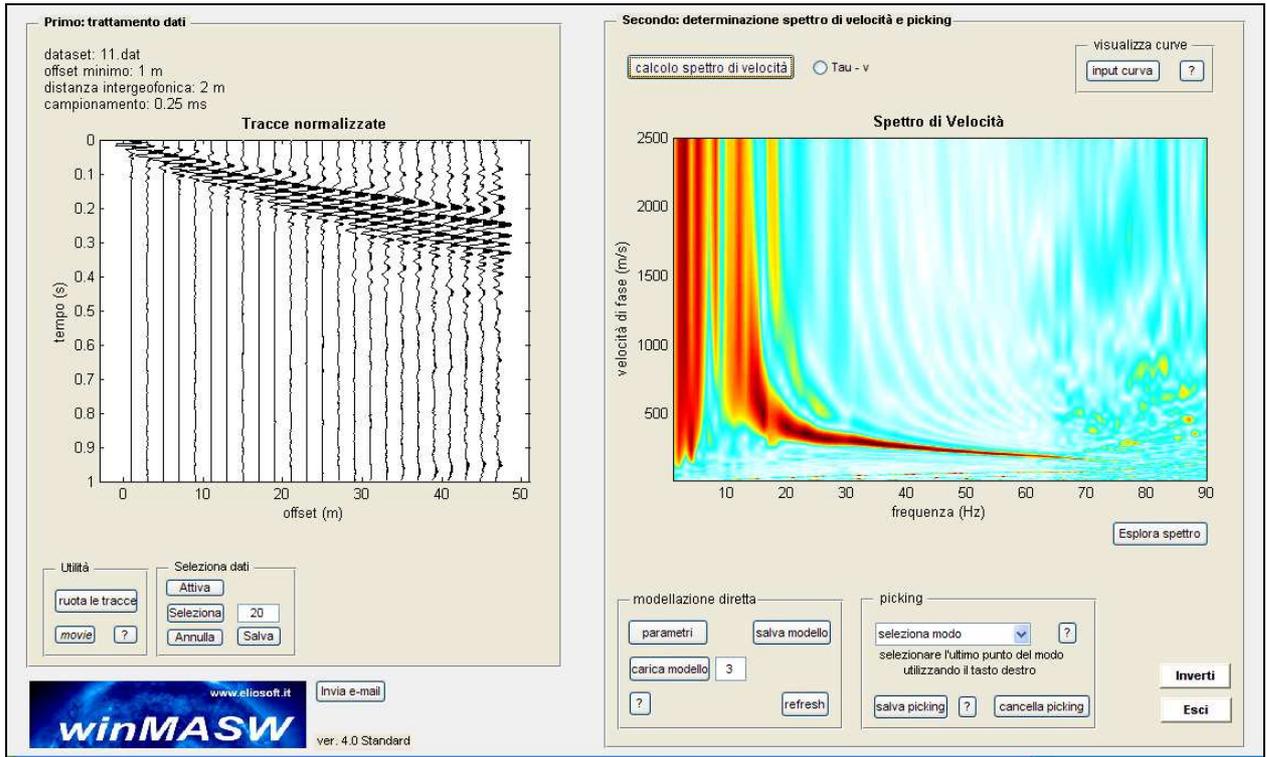
La prima operazione eseguita è la lettura del file acquisito in campagna (common-shot gather xx.dat). Una volta caricati i dati si procede con il calcolo dello spettro di velocità. Viene indicato come unico vincolo le massime e minime velocità e frequenze (in altri termini i limiti dello spettro di velocità).

#### LINEA SISMICA 1



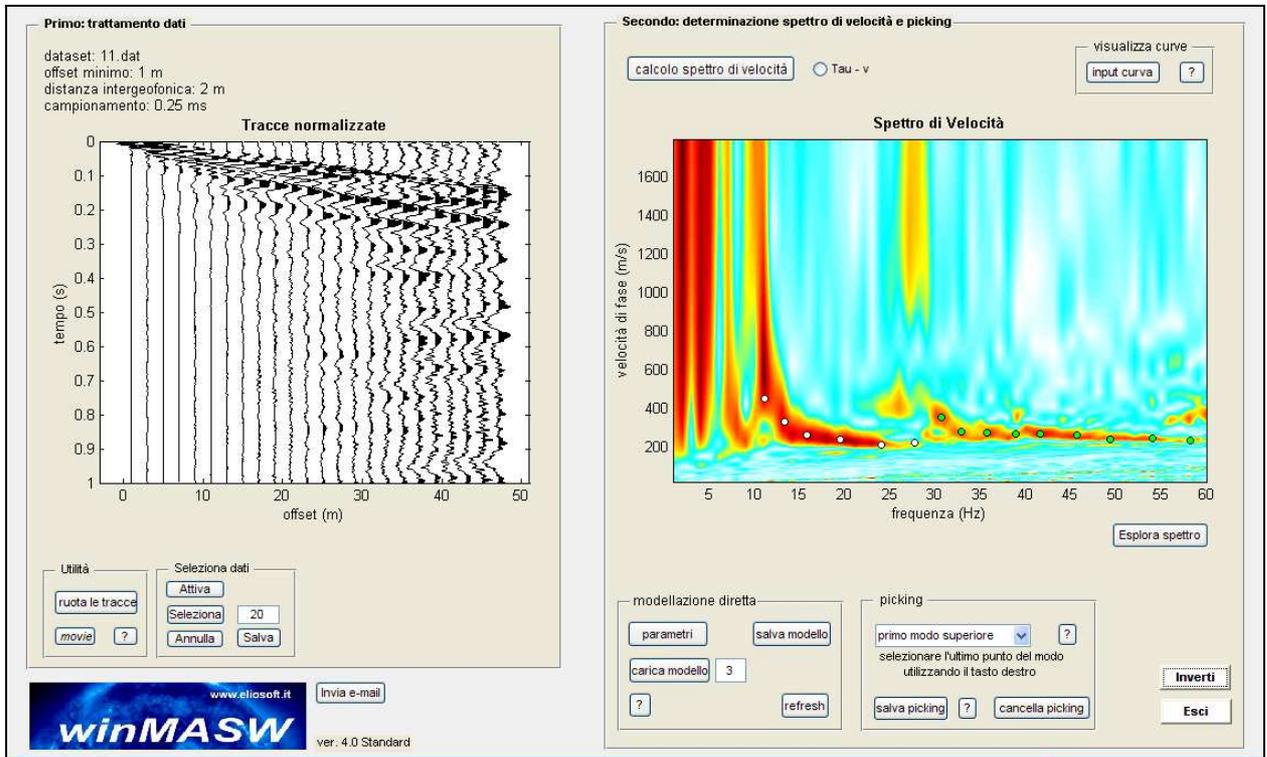
Nel caso in esame é stato individuato un unico modo, utilizzato per la successiva inversione della curva di dispersione.

**LINEA SISMICA 2**



Nel caso in esame é stato individuato un unico modo, utilizzato per la successiva inversione della curva di dispersione.

**LINEA SIMICA 3**



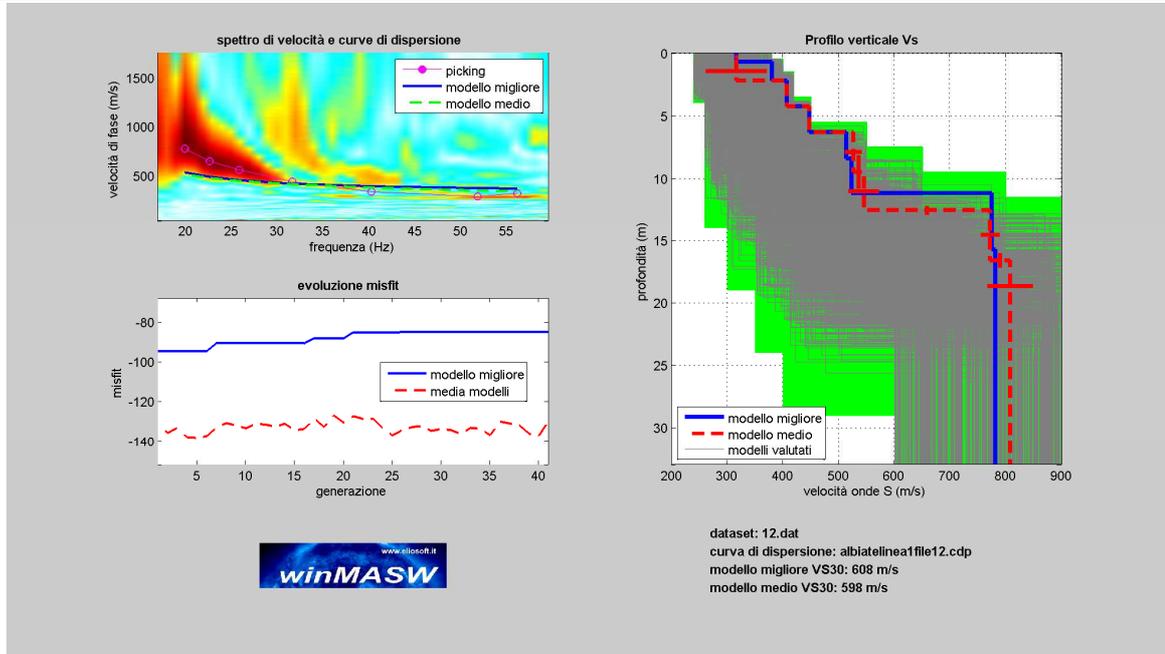
Nel caso in esame è stato individuato un unico modo, utilizzato per la successiva inversione della curva di dispersione.

#### **4.2 Fase 2 - Inversione della curva di dispersione**

Il secondo passo da affrontare per ottenere il profilo verticale della  $V_s$  è l'inversione della curva di dispersione precedentemente "piccata". Nel contesto in esame poiché il gradiente di velocità può subire variazioni drastiche non è valida, per determinare il possibile spazio di ricerca, la cosiddetta assunzione  $\lambda/2$  (data una certa lunghezza d'onda  $\lambda$  si assume che la sua velocità di propagazione dipenda dalle caratteristiche del mezzo ad una profondità pari a  $\lambda/2$ ). Il programma utilizza in questi casi strategie di calcolo differenti. I limiti del search space ("spazio di ricerca" o "spazio dei parametri") prescelti sono in ogni caso piuttosto ampi. Per l'elaborazione dei modelli di velocità è stato impostato l'utilizzo di 8 strati, compatibile con l'assetto stratigrafico del sito d'interesse e con le finalità del presente studio. Alcuni parametri genetici sono stati considerati pari a valori standard; i tassi di crossover e di mutazione sono fissati ad esempio sui valori di 0.75 e 0.1.

### LINEA SISMICA MASW 5 (TAVV. E-F)

Dati relativi all'elaborazione dello shot 6:  
 dataset: 12.dat - offset minimo (m): 1  
 distanza intergeofonica (m): 2 - campionamento (ms): 0.25  
 curva di dispersione: albiatelinea1file12.cdp  
 Numero di individui: 40 - Numero di generazioni: 41  
 Numero di modelli utilizzati per il calcolo del modello medio: 1600



Qualità inversione: Buona

Velocità medie stimate:

VS (m/sec) :	317	316	407	447	526	545	771	807
Deviazione standard (m/sec) :	2	54	2	1	15	27	17	40
Spessore (m) :	0.7	1.5	2.0	2.0	3.2	3.1	4.1	
Deviazione standard (m) :	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.4	0.6	

Stima approssimativa di Vp, densità e moduli elastici

Stima della Vp (m/sec) :	660	823	888	978	1123	1145	1650	1479
Stima della densità (gr/cm <sup>3</sup> ) :	1.95	2.01	2.03	2.05	2.08	2.09	2.18	2.15
Rapporto VP/VS :	2.08	2.60	2.18	2.19	2.13	2.10	2.14	1.83
Modulo di Poisson :	0.35	0.41	0.37	0.37	0.36	0.35	0.36	0.29
Modulo di Young (MPa) :	530	566	917	1120	1566	1678	3519	3605
Modulo di Taglio (MPa) :	196	200	335	409	576	620	1293	1399
Costante di Lamé (MPa) :	458	958	926	1141	1474	1496	3337	1902
Modulo di compressione (MPa) :	589	1092	1150	1414	1858	1909	4199	2835

Si sottolinea che i parametri geotecnici, sopra riportati, sono riferiti a condizioni di bassa deformazione. I valori ottenuti sono stati infatti stimati in base alle deformazioni indotte nel terreno dalla propagazione delle onde sismiche. L'entità ridotta di tali deformazioni comporta alti valori dei moduli dinamici calcolati, superiori di circa un ordine di grandezza rispetto a quelli ottenibili, per lo stesso tipo di terreno, in situazione di grandi deformazioni. Per deformazioni significativamente superiori, come di norma nei calcoli geotecnici, i valori stimati dovranno quindi essere idoneamente corretti tenendo conto della funzione matematica che ne regola la diminuzione in funzione dello sforzo applicato e della deformazione risultante.

**Modello Medio**

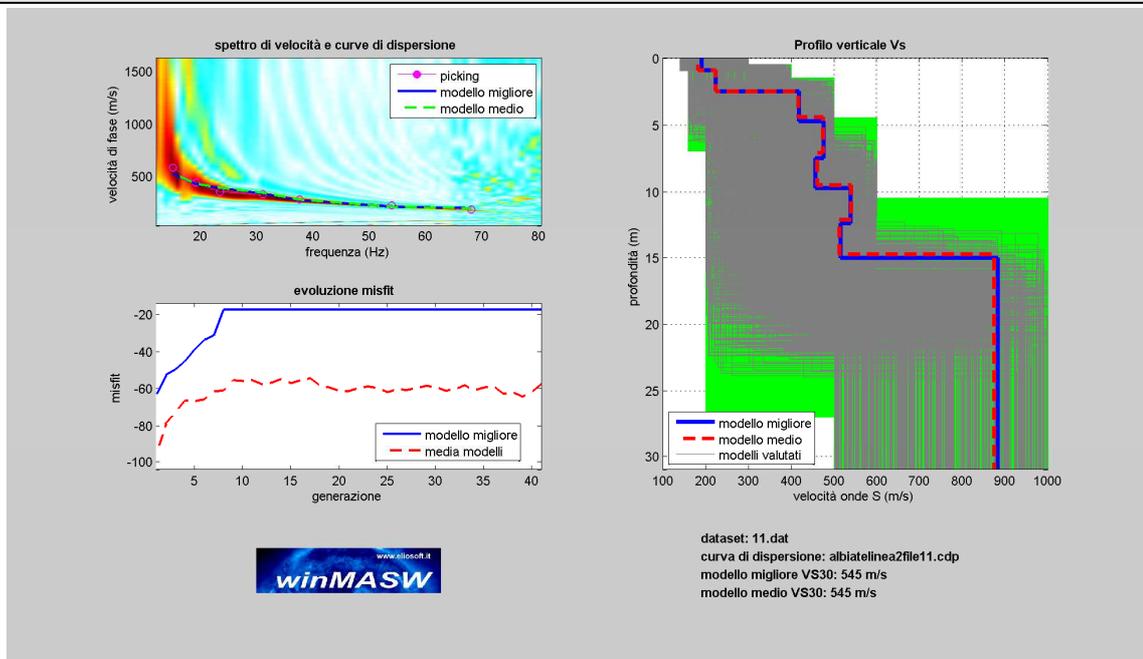
VS20 del modello medio: 530 m/sec - VS30 del modello medio: 598 m/sec

Possibile Tipo di Suolo: B (stimato sulla base del modello medio)

winMASW 1.5 Software per la determinazione dello spettro di velocità e l'inversione della curva di dispersione secondo il metodo MASW - Multichannel Analysis of Surface Waves [www.eliosoft.it](http://www.eliosoft.it)

### LINEA SISMICA MASW 6 (TAVV. E-F)

Dati relativi all'elaborazione dello shot 6:  
 dataset: 11.dat - offset minimo (m): 1  
 distanza intergeofonica (m): 2 - campionamento (msec): 0.25  
 curva di dispersione: albiatelinea2file11.cdp  
 Numero di individui: 40 Numero di generazioni: 41  
 Numero di modelli utilizzati per il calcolo del modello medio: 1599



Qualità inversione: Molto Buona

Velocità medie stimate:

VS (m/sec):	183	224	416	474	460	540	513	874
Deviazione standard (m/sec):	0	0	0	0	0	0	0	0
Spessore (m):	0.9	1.6	1.9	2.7	2.4	2.6	2.6	
Deviazione standard (m):	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

Stima approssimativa di  $V_p$ , densità e moduli elastici

Stima della $V_p$ (m/sec):	402	463	895	1033	994	1177	1121	1679
Stima della densità (gr/cm <sup>3</sup> ):	1.83	1.87	2.03	2.06	2.05	2.09	2.08	2.18
Rapposto $V_p/V_S$ :	2.20	2.07	2.15	2.18	2.16	2.18	2.19	1.92
Modulo di Poisson:	0.37	0.35	0.36	0.37	0.36	0.37	0.37	0.31
Modulo di Young (MPa):	168	253	956	1266	1184	1669	1498	4377
Modulo di Taglio (MPa):	61	94	351	463	434	610	548	1665
Costante di Lamé (MPa):	174	213	922	1274	1159	1679	1520	2815
Modulo di compressione (MPa):	214	275	1156	1582	1449	2086	1885	3925

Si sottolinea che i parametri geotecnici, sopra riportati, sono riferiti a condizioni di bassa deformazione. I valori ottenuti sono stati infatti stimati in base alle deformazioni indotte nel terreno dalla propagazione delle onde sismiche. L'entità ridotta di tali deformazioni comporta alti valori dei moduli dinamici calcolati, superiori di circa un ordine di grandezza rispetto a quelli ottenibili, per lo stesso tipo di terreno, in situazione di grandi deformazioni. Per deformazioni significativamente superiori, come di norma nei calcoli geotecnici, i valori stimati dovranno quindi essere idoneamente corretti tenendo conto della funzione matematica che ne regola la diminuzione in funzione dello sforzo applicato e della deformazione risultante.

**Modello Medio**

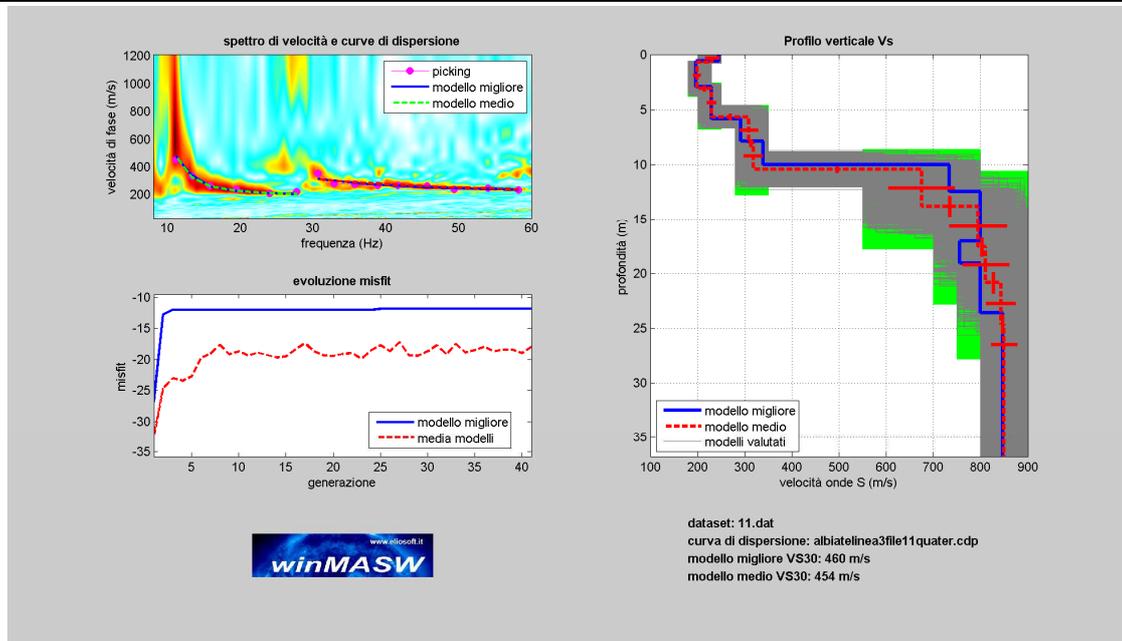
VS20 del modello medio: 458 m/sec - VS30 del modello medio: 545 m/sec

Possibile Tipo di Suolo: B (stimato sulla base del modello medio)

winMASW 1.5 Software per la determinazione dello spettro di velocità e l'inversione della curva di dispersione secondo il metodo MASW - Multichannel Analysis of Surface Waves [www.eliosoft.it](http://www.eliosoft.it)

### LINEA SISMICA MASW 7 (TAVV. E-F)

Dati relativi all'elaborazione dello shot 6:  
 dataset: 11.dat - offset minimo (m): 1  
 distanza intergeofonica (m): 2 - campionamento (msec): 0.25  
 curva di dispersione: albiatelinea3file11quater.cdp  
 Numero di individui: 40 Numero di generazioni: 41  
 Numero di modelli utilizzati per il calcolo del modello medio: 1599



Qualità inversione: Buona

Velocità medie stimate:

VS (m/sec):	231	199	230	309	318	675	795	811	843	850
Deviazione std. (m/sec):	15	8	10	19	20	70	61	49	31	28
Spessore (m):	0.7	2.4	2.6	2.4	2.4	3.4	3.8	3.3	3.8	
Deviazione standard (m):	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.9	0.9	1.0	0.9	

Stima approssimativa di  $V_p$ , densità e moduli elastici

Stima della $V_p$ (m/sec):	523	425	491	607	715	1535	1674	1602	1694	1606
Stima della densità (gr/cm <sup>3</sup> ):	1.90	1.85	1.88	1.93	1.97	2.16	2.18	2.17	2.18	2.17
Rapporto $V_p/V_S$ :	2.26	2.14	2.13	1.96	2.25	2.27	2.11	1.98	2.01	1.89
Modulo di Poisson:	0.38	0.36	0.36	0.33	0.38	0.38	0.35	0.33	0.34	0.31
Modulo di Young (MPa):	279	199	271	489	549	2714	3731	3787	4142	4092
Modulo di Taglio (MPa):	101	73	100	185	199	983	1377	1426	1551	1567
Costante di Lamé (MPa):	316	187	255	343	610	3118	3352	2713	3160	2460
Modulo di compress. (MPa):	384	236	321	466	743	3774	4270	3663	4194	3505

Si sottolinea che i parametri geotecnici, sopra riportati, sono riferiti a condizioni di bassa deformazione. I valori ottenuti sono stati infatti stimati in base alle deformazioni indotte nel terreno dalla propagazione delle onde sismiche. L'entità ridotta di tali deformazioni comporta alti valori dei moduli dinamici calcolati, superiori di circa un ordine di grandezza rispetto a quelli ottenibili, per lo stesso tipo di terreno, in situazione di grandi deformazioni. Per deformazioni significativamente superiori, come di norma nei calcoli geotecnici, i valori stimati dovranno quindi essere idoneamente corretti tenendo conto della funzione matematica che ne regola la diminuzione in funzione dello sforzo applicato e della deformazione risultante.

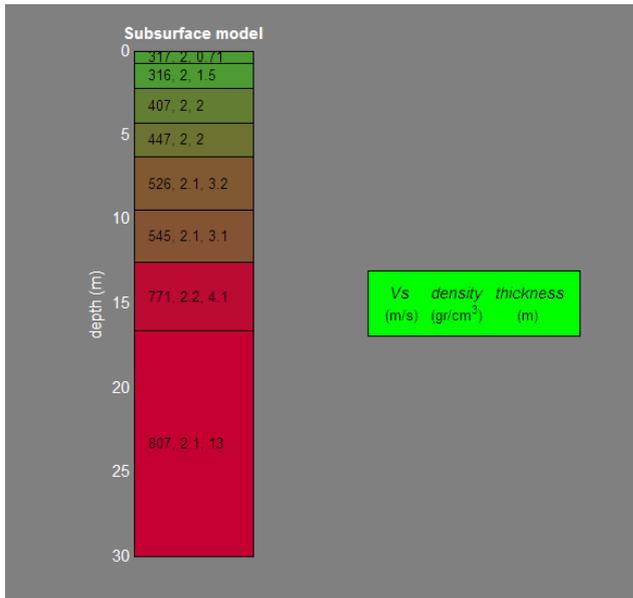
Modello Medio

VS20 del modello medio: 369 m/sec - VS30 del modello migliore: 454 m/sec

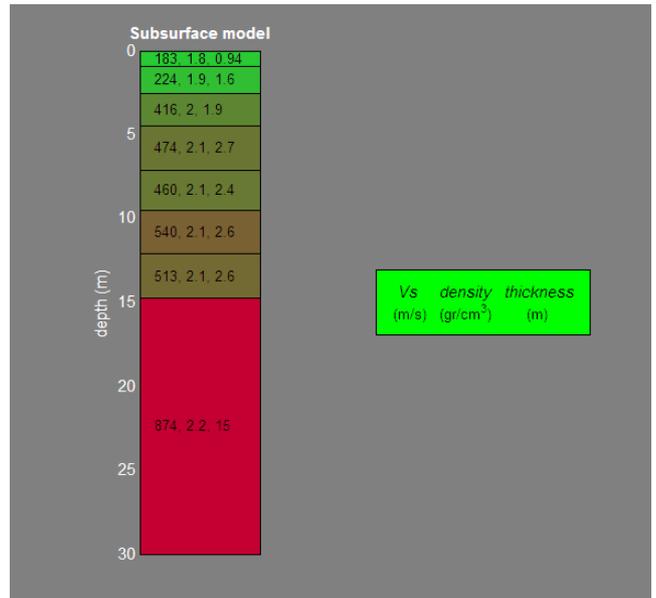
Possibile Tipo di Suolo: B (stimato sulla base del modello medio)

winMASW 1.5 Software per la determinazione dello spettro di velocità e l'inversione della curva di dispersione secondo il metodo MASW - Multichannel Analysis of Surface Waves [www.eliosoft.it](http://www.eliosoft.it)

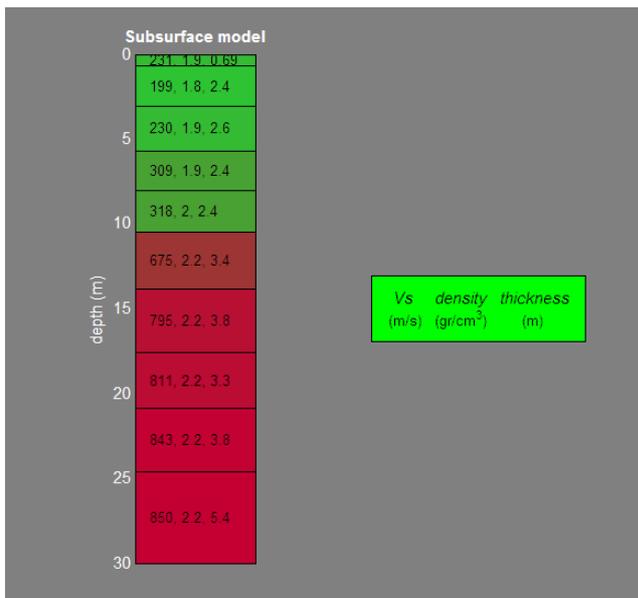
Di seguito si riportano i modelli geofisici del sottosuolo desunti dalle tre linee sismiche eseguite.



Linea 1



Linea 2



Linea 3

**Comune di Albate**  
Provincia di Monza e Brianza

# **VARIANTE P.G.T.**

## **STUDIO COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA**

**(L.R. 12/2005; D.G.R. IX/2616/2011)**

**Allegato 3:**

## **Note per dimensionamento dei pozzi disperdenti**

REV00  
Novembre 2023



**GEOSAT srl**  
Società d'ingegneria

# INDICE

1. METODOLOGIE PER IL DIMENSIONAMENTO DEI POZZI DISPERDENTI NEL SOTTOSUOLO .....	3
2. METODOLOGIA DI CALCOLO SEMPLIFICATA PER IL DIMENSIONAMENTO DEI POZZI DISPERDENTI .....	5
3. METODOLOGIA COMPLETA PER IL DIMENSIONAMENTO DEI POZZI DISPERDENTI .....	7

## 1. METODOLOGIE PER IL DIMENSIONAMENTO DEI POZZI DISPERDENTI NEL SOTTOSUOLO

Premesso che per la corretta progettazione di un pozzo disperdente si devono condurre apposite indagini in sito con esecuzione di misure dirette che permettano di conoscere, oltre alla permeabilità ed alla capacità di assorbimento del terreno (funzione di molteplici fattori che possono essere riassunti tramite il coefficiente di deflusso  $\phi$ ), anche le caratteristiche plano altimetriche e dimensionali del manufatto (quota massima, quota minima, superficie, ecc.), si forniscono dei metodi di calcolo per il predimensionamento dei pozzi disperdenti delle acque bianche meteoriche che, fatte salve tutte le necessarie autorizzazioni rilasciate dagli Enti preposti, si intendessero eventualmente realizzare nel territorio comunale.

La stessa deve anche avvenire tenendo presente sia quanto esplicitato nella normativa inerente l’**“invarianza idraulica”** (art. 58bis della L.R. 12/2005 e R.R. 7/2017 e s.m.i.) e, soprattutto, ponderare adeguatamente la natura del sottosuolo albiatese in relazione alla **“susceptività al fenomeno degli occhi pollini”** così come indicato nel PTCP della Provincia di Monza e della Brianza e come riportato nelle **Tavv. B, E e 3** del presente studio.

Le metodologie di calcolo qui proposte si basano sul presupposto che la curva pluviometrica adottata (riferita alla stazione pluviometrica di Carate Brianza) valga per tutto il territorio comunale, e che le caratteristiche di permeabilità del terreno siano omogenee per ognuna delle porzioni di territorio individuate dal presente studio. Si raccomanda, in sede di progettazione di opere di dispersione di verificare l’attualità dei dati di input.

Gli apporti meteorici per unità di superficie  $H$  (mm) si possono calcolare con l’applicazione della relazione:

$$H = 0,50998 \times T^{0.611} \quad (1)$$

nella quale: “ $T$ ” (ore) rappresenta la durata generica della pioggia. In particolare per determinare l’altezza relativa alla pioggia critica si assume  $T=T_c$  dove  $T_c$  è il tempo di corrivazione (tempo che impiega una goccia d’acqua, caduta nel punto più alto del bacino, a raggiungere il punto più basso dello stesso).

Il tempo di corrivazione può essere calcolato con diverse relazione di tipo empirico. La relazione più utilizzata è quella di Giandotti:

$$T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8\sqrt{H_m - H_o}} \quad [\text{ore}]$$

dove:

- $S$ , superficie del bacino [ $\text{km}^2$ ];
- $L$ , lunghezza del bacino [m];
- $H_m$ , quota media del bacino [m];
- $H_o$ , quota più bassa del bacino (“sezione di chiusura”) [m].

Per bacini caratterizzati da una superficie inferiore o pari a 1 km<sup>2</sup> viene, in genere, utilizzata la formula di Ventura:

$$Tc = 0.127 \sqrt{\frac{S}{Im}} \quad [\text{ore}]$$

Nella quale:

- S, superficie del bacino [km<sup>2</sup>];
- Im, pendenza media del bacino [m/m].

Il tempo di corrivazione calcolato con la relazione di Ventura viene solitamente associato al calcolo della portata di afflusso meteorico con il metodo razionale:

$$Q = \frac{cS}{3,6} at_c^{n-1}$$

ove:

- Q = portata [m<sup>3</sup>/s]
- c = coefficiente di deflusso
- S = superficie del bacino [km<sup>2</sup>]
- tc = tempo di corrivazione [ore]
- a = coefficiente della curva di probabilità climatica  $h = at^n$ , espresso in mm/ora<sup>n</sup>
- n = coefficiente in esponente della suddetta curva.

Nel § 2 viene inoltre riportata una metodologia semplificata per il dimensionamento dei pozzi disperdenti nella quale è il Progettista ad assumere la durata critica (Tc) della pioggia.

È buona norma però confrontare, al fine di eseguire una corretta progettazione dei pozzi, i risultati ottenuti con il metodo semplificato riportato di seguito con quelli ottenuti dal metodo razionale.

Il coefficiente 0.50998 e l'esponente 0,611 sono valori desunti dalle curve di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno pari a 10 anni e sono assunti validi per tutto il territorio di Albiate.

I valori di H derivati dalla curva climatica della stazione pluviometrica di Carate sono riportati nella seguente tabella che indica gli apporti meteorici per unità di superficie per piogge aventi una durata di 15 min, 30 min, 1 ora, 2 ore e 12 ore.

T (ore): durata della pioggia	0,25	0,5	1	2	12
H (mm): apporti meteorici per unità di superficie	21.9	33.4	51.0	77.9	232.8
H (m): apporti meteorici per unità di superficie	0,0219	0,0334	0,0510	0,0779	0,2328

## 2. METODOLOGIA DI CALCOLO SEMPLIFICATA PER IL DIMENSIONAMENTO DEI POZZI DISPERDENTI

Nel prosieguo sono riportate quattro schede relative alla “metodologia semplificata” per il dimensionamento dei pozzi disperdenti, una per ogni unità geologica principale presente sul territorio di Albiate (fare riferimento anche alla **Tav. A**).

In esse viene fornito il dimensionamento minimo dei pozzi disperdenti (numero, diametro e profondità) necessari allo smaltimento delle acque meteoriche per determinati intervalli di superficie drenante complessiva “S”, ricavabile dalla seguente formula:

$$S = (0,9 \times A) + (0,4 \times B) \quad (2)$$

nella quale: “A” rappresenta la superficie coperta e/o pavimentata (non drenante) prevista dal progetto edificatorio, “B” la superficie a verde (semidrenante) per la quale si prevede la raccolta delle acque.

I calcoli sono stati effettuati stimando, sulla base delle analisi contenute nel presente lavoro, un valore di permeabilità “K” per ogni unità geologica (vedi tabella seguente) e individuando cinque *range* di “S”.

unità geologica	grado di permeabilità	permeabilità K (m/s)	permeabilità K da utilizzare per il dimensionamento del pozzo (m/s)
Sintema di C.na Fontana	da Molto Bassa in sup. a Bassa in prof.	$10^{-5} - 10^{-10}$	$5 \times 10^{-6}$
Sintema di Binago	da Bassa in sup. a Media in prof.	$10^{-4} - 10^{-7}$	$1 \times 10^{-5}$
U. di Guanzate	Alta	$>10^{-3}$	$1 \times 10^{-3}$
Sintema del Po	Medio-alta	$10^{-3} - 10^{-5}$	$1 \times 10^{-4}$

In tal modo, è sufficiente conoscere l’unità geologica sulla quale ricade l’intervento e la superficie drenante complessiva, ricavabile dalla (2), per ottenere i parametri necessari ad un predimensionamento, come nell’esempio seguente:

### Edificazione su area appartenente all'unità geologica "Sintema di Binago"

grado di permeabilità medio-basso - stima permeabilità  $K = 0,00001$  m/sec  
suoli da moderatamente profondi a profondi (150 - 300 cm)

Valore Somma "S"	n° pozzi	Diametro (m)	Profondità (m)
compreso tra <b>0 e 400</b>	1	2.5	5
	2	<b>oppure</b> 2	4
compreso tra <b>400 e 800</b>	3	2.5	4.5
	3	<b>oppure</b> 2	5
compreso tra <b>800 e 1200</b>	4	2.5	4.5
compreso tra <b>1200 e 1600</b>	5	2.5	5
compreso tra <b>1600 e 2000</b>	6	2.5	5

Per un intervento ricadente nel Sintema di Binago (scheda 3), con una superficie "S" pari a:

$$S = (0,9 \times 400\text{m}^2) + (0,4 \times 800\text{m}^2) = 680\text{m}^2$$

sono necessari 3 pozzi di diametro pari a 2,5 m e di profondità pari a 4,5 m o, in alternativa, 3 pozzi di diametro pari a 2 m e di profondità pari a 5 m.

\*\*\*\*\*

Nelle citate schede sono forniti, inoltre, tutti i dati e le formule necessari per il calcolo dell'afflusso idrico da smaltire ( $\text{m}^3$ ), utile ad un predimensionamento delle tubazioni di adduzione.

In base all'apporto meteorico  $H$  (m), descritto al § 1, si ricava la portata complessiva mediante la relazione:

$$\text{afflusso} = S \times H \quad (3)$$

Utilizzando come esempio il caso precedente, con "S" pari a  $680 \text{ m}^2$ , la portata di acque da smaltire varia da  $23,256 \text{ m}^3$  per una pioggia di 15 min. a  $71,128 \text{ m}^3$  per una pioggia di 12 ore (vedi tabelle seguenti).

**Apporti meteorici per unità di superficie**

(calcolati sulla base delle curve di possibilità pluviometrica specifiche per il territorio comunale di Albiate, per eventi con tempo di ritorno pari a 10 anni)

T (ore)	0.25	0.5	1	2	12
H (m)	0.0342	0.0417	0.0510	0.0623	0.1046

**Portata acque da smaltire**

per il dimensionamento delle tubazioni di adduzione

T (ore)	0.25	0.5	1	2	12
Portata (formula da applicare)	"S" x 0.0342	"S" x 0.0417	"S" x 0.0510	"S" x 0.0623	"S" x 0.1046
Portata (mc)	23.232	28.385	34.680	42.372	71.115

### 3. METODOLOGIA COMPLETA PER IL DIMENSIONAMENTO DEI POZZI DISPERDENTI

La seguente “metodologia di calcolo completa” permette il dimensionamento di pozzi disperdenti utilizzando un valore di permeabilità del terreno desunto da specifiche prove geognostiche o, in mancanza di esse, facendo ancora riferimento alla stima che dipende dall'unità geologica sulla quale viene a ricadere l'intervento (vedi **Tav. 2** e tabella in **§ 2**).

In base all'apporto meteorico H (m) descritto al **§ 1**, si ricava l'afflusso idrico da smaltire (m<sup>3</sup>) mediante la relazione già utilizzata nel metodo semplificato:

$$\text{afflusso} = S \times H \quad (3)$$

dove, come descritto nel precedente paragrafo, S (m<sup>2</sup>) è un parametro derivante dal calcolo delle superfici drenanti, ricavabile dalla (2):

$$S = (0,9 \times A) + (0,4 \times B)$$

dove “A” rappresenta la superficie coperta e/o pavimentata (non drenante) prevista dal progetto edificatorio, “B” la superficie a verde (semidrenante) per la quale si prevede la raccolta delle acque.

Calcolato l'afflusso (m<sup>3</sup>), al dimensionamento del pozzo perdente si arriva tramite il calcolo della portata di drenaggio dello stesso, secondo la relazione:

$$Q = n \times K \times c \times L \quad (4)$$

dove: “n” rappresenta il numero di pozzi, “K” (m/s) la permeabilità del terreno (definita puntualmente o ricavata dalla tabella sopra riportata), “c” (m) un coefficiente di forma che tiene conto del diametro del pozzo, “L” (m) la profondità del pozzo.

Il coefficiente di forma "c" si ricava dalla formula:

$$c = \frac{\pi 3L}{\ln \left( 1,5 \frac{L}{D} + \sqrt{1 + \left( 1,5 \frac{L}{D} \right)^2} \right)} \quad (5)$$

nella quale entrano "L" (m) e "D" (m) che sono rispettivamente profondità e diametro del pozzo.

Il deflusso complessivo delle acque ( $m^3$ ), è dato dalla seguente formula:

$$deflusso = (Q \times T) + \left( \pi \left( \frac{D}{2} \right)^2 \times L \times n \right) \quad (6)$$

dove il primo termine corrisponde al drenaggio del pozzo ( $m^3$ ), dato dalla portata di drenaggio dello stesso per il tempo "T" in secondi, mentre il secondo termine corrisponde al volume d'invaso totale ( $m^3$ ).

Il pozzo o i pozzi disperdenti saranno adeguatamente dimensionati se il rapporto tra il deflusso complessivo delle acque, calcolato sopra, e l'afflusso idrico da smaltire, ricavato dalla (3), risulta sempre  $\geq 1$ , per ogni durata di pioggia "T" considerata:

$$\frac{deflusso}{afflusso} \Rightarrow \frac{(Q \times T) + \left( \pi \left( \frac{D}{2} \right)^2 \times L \times n \right)}{S \times H} \geq 1 \quad (7)$$

Se tale fattore di sicurezza non è verificato, si dovranno modificare le dimensioni dei singoli pozzi ("L" e "D") e/o il numero degli stessi.

L'applicazione della metodologia sopra descritta trova migliore applicazione nel caso in cui l'effettuazione di indagini geognostiche locali permetta di ricavare un valore sperimentale della permeabilità del terreno ed è quindi opportuno che il calcolo per la portata di afflusso meteorico e di deflusso sia svolto di volta in volta a seconda della tipologia e dell'estensione del bacino e in relazione ai parametri che caratterizzano l'area in oggetto.

Di seguito si riportano le schede di dimensionamento descritte nel testo.

SCHEDA 1

**Edificazione su area appartenente all'unità geologica "Sintema del Po"**

grado di permeabilità alto - stima permeabilità  $K = 0,0001$  m/sec  
suoli sottili (15 - 30 cm)

**DIMENSIONAMENTO POZZI DISPERDENTI DELLE ACQUE METEORICHE****Calcolo superficie drenante**

**A** : superficie coperta e pavimentata prevista  X 0,9 =   
da progetto (metri quadri) +

**B** : superficie a verde per la quale è previsto il  X 0,4 =   
collettamento delle acque (metri quadri) =

**Somma "S"**

(risultante della funzione  $A*0,9+B*0,4$ )

**Dimensionamento minimo dei pozzi**

In relazione al valore della Somma "S", il dimensionamento minimo per lo smaltimento delle acque meteoriche è dato dal numero di pozzi disperdenti e dalle relative dimensioni specifiche riportate nella seguente tabella

Valore Somma "S"	n° pozzi	Diametro (m)	Profondità (m)
compreso tra 0 e 400	1	1,5	3
compreso tra 400 e 800	2	1,5	3
	2	oppure 2	2,5
compreso tra 800 e 1200	2	2	3
	3	oppure 1,5	3
compreso tra 1200 e 1600	2	2	4
	3	oppure 1,5	3,5
compreso tra 1600 e 2000	3	2	3,5
	4	oppure 1,5	3,5

**CALCOLO PORTATA ACQUA DA SMALTIRE****Apporti meteorici per unità di superficie**

(calcolati sulla base delle curve di possibilità pluviometrica specifiche per il territorio comunale di Albiate, per eventi con tempo di ritorno pari a 10 anni)

T (ore)	0,25	0,5	1	2	12
H (m)	0,0342	0,0417	0,0510	0,0623	0,1046

**Portata acque da smaltire**

per il dimensionamento delle tubazioni di adduzione

T (ore)	0,25	0,5	1	2	12
Portata (formula da applicare)	"S" x 0,0342	"S" x 0,0417	"S" x 0,0510	"S" x 0,0623	"S" x 0,1046
Portata (mc)	.....	.....	.....	.....	.....

SCHEDA 2

**Edificazione su area appartenente all'unità geologica "Unità di Guanzate"**grado di permeabilità medio - stima permeabilità  $K = 0,001$  m/sec

suoli da sottili a moderatamente profondi (50 - 100 cm)

**DIMENSIONAMENTO POZZI DISPERDENTI DELLE ACQUE METEORICHE****Calcolo superficie drenante**

A : superficie coperta e pavimentata prevista  X 0,9 =   
 da progetto (metri quadri) +

B : superficie a verde per la quale è previsto il  X 0,4 =   
 collettamento delle acque (metri quadri) =

**Somma "S"**

(risultante della funzione  $A*0,9+B*0,4$ )

**Dimensionamento minimo dei pozzi**

In relazione al valore della Somma "S", il dimensionamento minimo per lo smaltimento delle acque meteoriche è dato dal numero di pozzi disperdenti e dalle relative dimensioni specifiche riportate nella seguente tabella

Valore Somma "S"	n° pozzi	Diametro (m)	Profondità (m)
compreso tra 0 e 400	1	1,5	2
compreso tra 400 e 800	1	1,5	2
compreso tra 800 e 1200	1	1,5	2
compreso tra 1200 e 1600	1	1,5	2,5
compreso tra 1600 e 2000	1	1,5	3

**CALCOLO PORTATA ACQUA DA SMALTIRE****Apporti meteorici per unità di superficie**

(calcolati sulla base delle curve di possibilità pluviometrica specifiche per il territorio comunale di Albiate, per eventi con tempo di ritorno pari a 10 anni)

T (ore)	0,25	0,5	1	2	12
H (m)	0,0342	0,0417	0,0510	0,0623	0,1046

**Portata acque da smaltire**

per il dimensionamento delle tubazioni di adduzione

T (ore)	0,25	0,5	1	2	12
Portata (formula da applicare)	"S" x 0,0342	"S" x 0,0417	"S" x 0,0510	"S" x 0,0623	"S" x 0,1046
Portata (mc)	.....	.....	.....	.....	.....

SCHEMA 3

**Edificazione su area appartenente all'unità geologica "Sintema di Binago"**

grado di permeabilità medio-basso - stima permeabilità  $K = 0,00001$  m/sec  
suoli da moderatamente profondi a profondi (150 - 300 cm)

**DIMENSIONAMENTO POZZI DISPERDENTI DELLE ACQUE METEORICHE****Calcolo superficie drenante**

**A** : superficie coperta e pavimentata prevista  X 0,9 =   
da progetto (metri quadri) +

**B** : superficie a verde per la quale è previsto il  X 0,4 =   
collettamento delle acque (metri quadri) =

**Somma "S"**

(risultante della funzione  $A*0,9+B*0,4$ )

**Dimensionamento minimo dei pozzi**

In relazione al valore della Somma "S", il dimensionamento minimo per lo smaltimento delle acque meteoriche è dato dal numero di pozzi disperdenti e dalle relative dimensioni specifiche riportate nella seguente tabella

Valore Somma "S"	n° pozzi	Diametro (m)	Profondità (m)
compreso tra <b>0 e 400</b>	1	2,5	5
	2	2 oppure	4
compreso tra <b>400 e 800</b>	3	2,5	4,5
	3	2 oppure	5
compreso tra <b>800 e 1200</b>	4	2,5	4,5
compreso tra <b>1200 e 1600</b>	5	2,5	5
compreso tra <b>1600 e 2000</b>	6	2,5	5

**CALCOLO PORTATA ACQUA DA SMALTIRE****Apporti meteorici per unità di superficie**

(calcolati sulla base delle curve di possibilità pluviometrica specifiche per il territorio comunale di Albiate, per eventi con tempo di ritorno pari a 10 anni)

T (ore)	0,25	0,5	1	2	12
H (m)	0,0342	0,0417	0,0510	0,0623	0,1046

**Portata acque da smaltire**

per il dimensionamento delle tubazioni di adduzione

T (ore)	0,25	0,5	1	2	12
Portata (formula da applicare)	"S" x 0,0342	"S" x 0,0417	"S" x 0,0510	"S" x 0,0623	"S" x 0,1046
Portata (mc)	.....	.....	.....	.....	.....

SCHEDA 4

**Edificazione su area appartenente all'unità geologica "Sintema di C.na Fontana"**grado di permeabilità basso - stima permeabilità  $K = 0,000005$  m/sec

suoli da poco a molto profondi (100 - 500 cm)

**DIMENSIONAMENTO POZZI DISPERDENTI DELLE ACQUE METEORICHE****Calcolo superficie drenante**

A : superficie coperta e pavimentata prevista  X 0,9 =

da progetto (metri quadri)

B : superficie a verde per la quale è previsto il  X 0,4 =

collettamento delle acque (metri quadri)

**Somma "S"**

(risultante della funzione  $A*0,9+B*0,4$ )

**Dimensionamento minimo dei pozzi**

In relazione al valore della Somma "S", il dimensionamento minimo per lo smaltimento delle acque meteoriche è dato dal numero di pozzi disperdenti e dalle relative dimensioni specifiche riportate nella seguente tabella

Valore Somma "S"	n° pozzi	Diametro (m)	Profondità (m)
compreso tra <b>0 e 400</b>	2	2,5	4,5
	3	oppure 2	4
compreso tra <b>400 e 800</b>	4	2,5	5
compreso tra <b>800 e 1200</b>	6	2,5	5
compreso tra <b>1200 e 1600</b>	7	2,5	5
compreso tra <b>1600 e 2000</b>	8	2,5	6

**CALCOLO PORTATA ACQUA DA SMALTIRE****Apporti meteorici per unità di superficie**

(calcolati sulla base delle curve di possibilità pluviometrica specifiche per il territorio comunale di Albiate, per eventi con tempo di ritorno pari a 10 anni)

T (ore)	0,25	0,5	1	2	12
H (mm)	34,2	41,7	51,0	62,3	104,6

**Portata acque da smaltire**

per il dimensionamento delle tubazioni di adduzione

T (ore)	0,25	0,5	1	2	12
Portata	"S" x 0,0342	"S" x 0,0417	"S" x 0,0510	"S" x 0,0623	"S" x 0,1046
Portata (mc)	.....	.....	.....	.....	.....

**Comune di Albate**  
Provincia di Monza e Brianza

# **VARIANTE P.G.T.**

## **STUDIO COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA**

**(L.R. 12/2005; D.G.R. IX/2616/2011)**

**Allegato 4:**

## **Relazione archeologica**

REV00  
Novembre 2023



[www.geosat.org](http://www.geosat.org)

**GEOSAT srl**  
Società d'ingegneria

**Consulenza specialistica SAP – Società Archeologica srl**

**SAP Società Archeologica srl**  
Viale Risorgimento, 14 - 46100 MANTOVA  
Telefono 0376 369611  
Partita IVA 0172515 020 3

# INDICE

1. INQUADRAMENTO STORICO-ARCHEOLOGICO .....	3
2. INQUADRAMENTO STORICO DEL COMUNE DI ALBIATE .....	6
3. EVIDENZE STORICHE E ARCHEOLOGICHE DEL COMUNE DI ALBIATE.....	7
4. RACCOLTA E ANALISI DELLA CARTOGRAFIA STORICA .....	13
5. IPOTESI DI VIABILITA' STORICA.....	20
6. CARTA DEL RISCHIO ARCHEOLOGICO.....	22
7. BIBLIOGRAFIA.....	24

## Allegati

**Tavola 1:** Carta del rischio archeologico

## 1. INQUADRAMENTO STORICO-ARCHEOLOGICO

Il paesaggio brianteo così come lo conosciamo oggi doveva presentarsi in un passato neanche troppo remoto in modo molto diverso rispetto a quello attuale. Il territorio compreso tra i primi rilievi prealpini e la fascia dell'alta pianura lombarda a nord di Milano, fino alla conquista romana e al medioevo era ricoperto da fitte foreste, costituite in prevalenza da querceti misti, cui si alternavano ampi spazi aperti costituiti da brughiere, campi coltivati e pascoli. Il territorio era poi disseminato di aree paludose, acquitrini e laghetti, dei quali soprattutto quelli pedemontani dell'Alta Brianza sono ancora presenti.

L'insediamento umano nel territorio risale al Paleolitico e, passando attraverso alterne vicende, non è mai venuto meno fino al presente, subendo un radicale incremento nel corso del Novecento, che ha segnato una profonda e radicale trasformazione del paesaggio.

Fin dalla preistoria una rete di sentieri e strade locali attraversavano il territorio, venendo in parte ripresi dal sistema viario romano successivo e da quello medievale che ne seguì. Alle vie di terra dovevano aggiungersi anche i corsi fluviali del Lambro e dell'Adda, la cui portata doveva essere maggiore rispetto ad oggi, utilizzati come vie di comunicazione su acqua.

I periodi più antichi della preistoria hanno lasciato tracce soprattutto sulla parte collinare della Brianza, come per esempio le numerose evidenze di frequentazioni Paleolitiche sulle colline di Montevicchia a nord di Monza. Per il Neolitico e l'età del Rame si conoscono solo ritrovamenti sporadici, spesso privi di contesto, alcune selci e manufatti in pietra levigata rinvenuti quasi sempre in modo occasionale soprattutto intorno ai laghi. Soprattutto sulle sponde di questi ultimi sono noti alcuni insediamenti palafitticoli, come sul lago di Annone, sul Lago di Montorfano e presso l'Isola dei Cipressi sul Lago di Pusiano, mai comunque indagati con veri e propri scavi archeologici.

Con l'età del Bronzo Medio e Recente e la cultura autoctona della Scamozzina-Monza, le testimonianze archeologiche iniziano a farsi più consistenti, ma è soprattutto con il successivo sviluppo delle culture di Protogolasecca prima e, Golasecca in seguito, che le attestazioni diventano più numerose. Durante la fine dell'Età del Bronzo e l'inizio dell'età del Ferro, la Brianza entrò a far parte della compagine culturale della cultura di Golasecca, che si estendeva dal Ticino ad ovest fino al Serio ad est, e che racchiudeva un vasto territorio compreso tra la Lombardia occidentale e il Piemonte orientale. Gli abitanti della cultura di Golasecca erano di origine celtica com'è provato dalle iscrizioni rinvenute su vari oggetti rinvenuti, e seppellivano i loro defunti in tombe a cremazione.

Rispetto ai due principali centri protourbani di Como e di Golasecca, l'area della Brianza centrale era probabilmente una zona periferica come attestano le notevoli differenze di fattura dei corredi ritrovati nelle necropoli.

Due necropoli protogolasecchiane, datate al X secolo a.C., furono rinvenute rispettivamente ad Orsenigo e a Monza in Via Dante; in quest'ultimo contesto furono recuperati tra l'altro anche due spade e un pugnale. Sempre allo stesso periodo furono recuperate tombe a incinerazione in località Castellazzo a Casatenovo e a nord di Biassono.

Appartenenti al pieno sviluppo della Cultura di Golasecca, in un periodo compreso tra l'VIII e il VII secolo a.C. sono alcune tombe a incinerazione e a cista litica che hanno restituito vari elementi di corredo, recuperate a Buccinigo, a Longone al Segrino e a Mariano Comense. Due iscrizioni in lingua golasecchiana e in caratteri etruschi provengono poi da Valle Santa Croce presso Missaglia e sono datate al VII-VI secolo a.C. Altre tombe più tarde di VI-V secolo a.C. provengono da Montorfano, da Cascina Pelada presso Cantù e lungo la strada tra Cantù e Alzate Brianza.

Con la calata dei Galli d'oltralpe in Italia, agli inizi del IV secolo a.C., la cultura di Golasecca scompare gradualmente, probabilmente assorbita dai nuovi arrivati. Le testimonianze relative a questa fase corrispondente alla seconda età del Ferro e denominata cultura di La Tene, si fanno più scarse e si assisterà ad un graduale incremento delle stesse solo durante il periodo della romanizzazione. In Brianza e nella Lombardia centrale la cultura di La Tene è associata al popolo celtico degli Insubri che, come riportato dagli storici romani, attraversarono le Alpi e qui si stanziarono.

Le fonti antiche descrivono gli Insubri come la tribù celtica più importante in Italia, anche se è più corretto identificare il loro popolo come una confederazione di varie tribù, che aveva come centro principale *Mediolanum*, fondata proprio in questo periodo. Il territorio era quindi suddiviso in piccole comunità tribali organizzate in villaggi, in parte fortificati e inseriti in una rete abbastanza capillare. Il popolamento era dunque prevalentemente rurale, conformemente ad un'economia basata sull'allevamento e sulla coltivazione dei cereali e della vite. La conoscenza sugli Insubri si basa quasi esclusivamente sulle necropoli, nelle quali era adottato il rito incineratorio in continuità con quello golasecchiano.

In Brianza, la documentazione archeologica tra il IV e gli inizi del II secolo a.C. è sorprendentemente scarsa, e spesso la componente La Tene risulta poco evidente.

Da Cantù vengono materiali di IV secolo a. C. attribuibili a due necropoli, altri ritrovamenti dello stesso periodo provengono da Seveso, mentre di epoca più recente sono quelli provenienti da Cascina Marianna presso Biassono.

La romanizzazione del territorio brianzolo ebbe inizio lentamente a partire solo dall'inizio del II secolo a. C., a seguito della definitiva vittoria di Roma sugli Insubri e soprattutto su Annibale. La sua discesa in Italia nel 218 a.C. aveva infatti fomentato numerose rivolte da parte dei celti della Cisalpina da poco sottomessi e sconfitti a seguito della battaglia di *Clastidium* nel 222 a.C.

Dalla fine del II secolo a.C. i risultati del processo di romanizzazione e acquisizione del modello culturale romano cominciano a farsi evidenti. Da un lato la cultura celtica si dimostra ancora vitale, permane ad esempio, il tipico vaso a trottola per il vino, che ne costituisce una delle ultime elaborazioni autonome, dall'altro compaiono in alcune tombe oggetti che segnalano un evidente influsso della cultura romana come strigili, unguentari, rasoi e nuove ceramiche di tipo italico. L'area insubre cessa di costituire un tramite fondamentale tra la penisola italiana e l'Europa continentale e diviene una zona produttrice di materie prime. In questo periodo iniziano anche le prime coniazioni di monete locali ad imitazione di quelle della colonia greca di *Massalia* (Marsiglia).

Il processo di romanizzazione subisce un'accelerazione a seguito della promulgazione della *Lex Pompeia* del 89 a.C., ma soprattutto a seguito della concessione della cittadinanza romana a tutti gli abitanti della Cisalpina da parte di Cesare nel 49 a.C. L'integrazione nello stato romano è sempre più evidente anche a seguito della progressiva acquisizione della lingua latina a scapito di quella celtica anche se la componente culturale autoctona sarà ancora in parte riconoscibile fino in età Augustea. Analogamente a quanto avviene nel resto del territorio insubre, in Brianza le testimonianze archeologiche si fanno più abbondanti tra il II e il I secolo a.C.

Necropoli di questo periodo sono note ad Alzate Brianza, a Mirabello presso Cantù, a Cassago in località Crotto, a Meda a Rogoredo di Casatenovo, a Montorfano e da Vimercate.

Le attestazioni pienamente romane sul territorio sono notevoli e tra questi l'insediamento scoperto a Mariano Comense è uno dei più importanti. Il rinvenimento ha restituito oltre ai resti degli edifici che costituivano l'antico *vicus*, anche una necropoli con più di 220 sepolture. Resti di ville rustiche e di insediamenti sono noti a Biassono, dove venne anche trovato un tesoretto di 2000 sesterzi in una cisterna, a Robbiano di Giussano, a Verano, a Capriano e a Brugora. Testimonianze di epoca romana provengono anche da consistenti reimpieghi di materiali edilizi romani nella Basilica di Agliate e da altri numerosi ritrovamenti sparsi su tutto il territorio.

Con la fine dell'età Romana e l'inizio del medioevo i ritrovamenti archeologici della Brianza si integrano sempre di più con la documentazione storica che ne accompagna le vicende fino ai giorni nostri. Le testimonianze archeologiche medievali sono numerose e sono spesso ancora conservate nelle chiese, nei resti di opere fortificate e nei nuclei storici dei paesi.

## 2. INQUADRAMENTO STORICO DEL COMUNE DI ALBIATE

Il nucleo di Albiate sorge lungo il medio corso del fiume Lambro, su uno dei terrazzi morenici sulla sua sponda idrografica destra e sembra risalire come fondazione al medioevo, come attesta infatti il primo riferimento scritto che ne riporta il nome in modo esplicito. Nell'elenco dei possedimenti della vicina Pieve di Agliate, come riportato su un documento di XI secolo, compare infatti per la prima volta il nome di Albiate. Nonostante il villaggio faccia la sua prima comparsa sui documenti scritti intorno all'anno Mille, non è da escludersi una sua fondazione precedente, come spesso avviene in questi casi.

Non c'è tra l'altro un accordo unanime tra gli studiosi circa l'origine del toponimo, che secondo alcuni potrebbe derivare dal gentilizio romano *"Albius"*, mentre secondo altri, il tipico suffisso in *-ate*, strettamente collegato al territorio brianzolo, è in genere associato ad origini celtiche.

Negli *"Statuti delle acque e delle strade del contado di Milano fatti nel 1346"* Albiate risulta ancora incluso nella pieve di Agliate e viene elencato tra le località cui spetta la manutenzione della *"strada da Monza"* come *"el locho da Albià sopra Lambro"*. Nei registri dell'estimo del ducato di Milano del 1558 e nei successivi aggiornamenti del 1590 e del XVII secolo risulta ancora compreso nella medesima pieve.

Da un censimento del 1751 emerge che il comune contava circa 500 anime, comprese quella della cascina Canzi ad esso aggregata fiscalmente. L'apparato amministrativo era costituito dall'assemblea di tutti i capi di casa della comunità, da un console, tutore dell'ordine pubblico, e da un sindaco, responsabile della gestione degli interessi della comunità.

Nel 1771 il comune contava 836 abitanti e la comunità, facente sempre parte, *"del feudo della pieve di Agliate di qua del Lambro"* era assistita da un podestà feudale residente a Milano ma rappresentato in loco da un luogotenente residente a Carate.

Con il successivo compartimento territoriale della Lombardia austriaca, tramite l'editto del 26 settembre 1786, il comune di Albiate, sempre compreso nella pieve di Agliate, venne incluso nella provincia di Milano. La giurisdizione sotto la Pieve di Agliate perdurò fino alla definitiva soppressione della stessa nel 1838, e alla conseguente suddivisione in tre vicariati.

### 3. EVIDENZE STORICHE E ARCHEOLOGICHE DEL COMUNE DI ALBIATE

All'interno del comune di Albiate non sono noti ritrovamenti archeologici di alcun tipo come risulta da una ricerca compiuta presso gli Archivi della Soprintendenza archeologia, belle arti e paesaggio per le province di Como, Lecco, Monza e Brianza, Pavia, Sondrio e Varese.

Solitamente nell'ambito della ricerca archeologica, l'assenza di ritrovamenti in un territorio non implica necessariamente una reale assenza di siti o di depositi antropizzati quanto, molto più spesso è un indice di una lacuna delle conoscenze specifiche per quella zona. D'altra parte, come illustrato in precedenza, non mancano ritrovamenti archeologici nei comuni vicini e più in generale nell'areale della bassa Brianza a partire dalla preistoria.

Pur non essendo noti ritrovamenti archeologici provenienti dai confini comunali, alcune evidenze indirette sono comunque da ascrivere a potenziali aree a rischio.

#### **La torre campanaria della Chiesa di San Giovanni Evangelista**

L'attuale torre campanaria della Chiesa di San Giovanni Evangelista sorge sul lato destro rispetto alla facciata, in posizione centrale rispetto alla piazza principale del paese. La chiesa originale di cui il campanile faceva già parte è attestata dal 1280 in una descrizione contenuta nel "*Liber Notitiae*" di Goffredo da Bussero e viene descritta a due navate con copertura in tegole.

In una visita pastorale del 1578 il cardinale Carlo Borromeo, rimproverò gli albiatesi per lo stato di abbandono in cui versava la chiesa, ordinandone l'immediata riparazione, che venne effettuata alcuni anni dopo con l'aggiunta di una terza navata. A seguito di un ulteriore stato di degrado la chiesa venne totalmente riprogettata e ristrutturata nel 1780, dandole la definitiva forma attuale.

La torre campanaria, alta 35 m risulterebbe comunque esistente già nel XI secolo e sicuramente sistemata nella forma attuale nel corso del XV secolo, come attesta una lapide posta alla base.



**Figura 3.1** - La Chiesa di San Giovanni Evangelista con la torre campanaria di XI secolo.



**Figura 3.2** - Facciata della chiesa di San Giovanni Evangelista.

### **Il Santuario di San Fermo**

L'attuale Santuario di San Fermo è collocato lungo l'attuale SP 135 presso i limiti occidentali del paese di Albiate. Il "*Liber Notitiae*" di Goffredo da Bussero del 1280 riporta la presenza in quella data di una piccola chiesa campestre denominata San Pietro *in Campis*, per la sua posizione isolata rispetto al borgo. A parte questa notizia non si conosce l'origine vera della sua fondazione; si conosce invece un decreto del 1566 che ne dispone l'abbattimento a causa del suo stato di abbandono. Il decreto tuttavia non venne mai attuato in quanto pochi anni dopo, nel 1570, venne effettuato un restauro della stessa alla quale venne anche cambiato il nome in quello attuale di San Fermo Martire.

Nel 1609 vennero infatti portate qui da Bergamo le reliquie dei Santi Fermo, Rustico e Procolo. Nel 1650, a causa di una epidemia di peste, nei terreni intorno alla chiesa vennero seppelliti numerosi cadaveri di appestati come ricorda la colonna in pietra sormontata da una croce, posta ancora oggi nella piazza antistante. Una notizia del 1931 riporta che in occasione di lavori edili vennero infatti rinvenuti all'interno di una cisterna adiacente alla chiesa, numerosi cadaveri adagiati in circolo e senza cassa.



**Figura 3.3** - Facciata del Santuario di San Fermo.



**Figura 3.4** - Piazza antistante il Santuario di San Fermo indicata come luogo di deposizione dei morti della peste del '600.

### **Il Ponte di Albiate**

Della struttura originale del ponte di Albiate sul Lambro non rimane traccia, essendo stato abbattuto nel corso del Novecento. Il ponte attuale che ancora collega Triuggio con Albiate ricalca comunque la stessa posizione di quello precedente. L'origine medievale del ponte vecchio è attestata dal riferimento delle fonti storiche in cui si parla dello scontro tra il capitano di ventura Marco Visconti e l'esercito pontificio che nel 1324 si diedero battaglia nei suoi pressi.

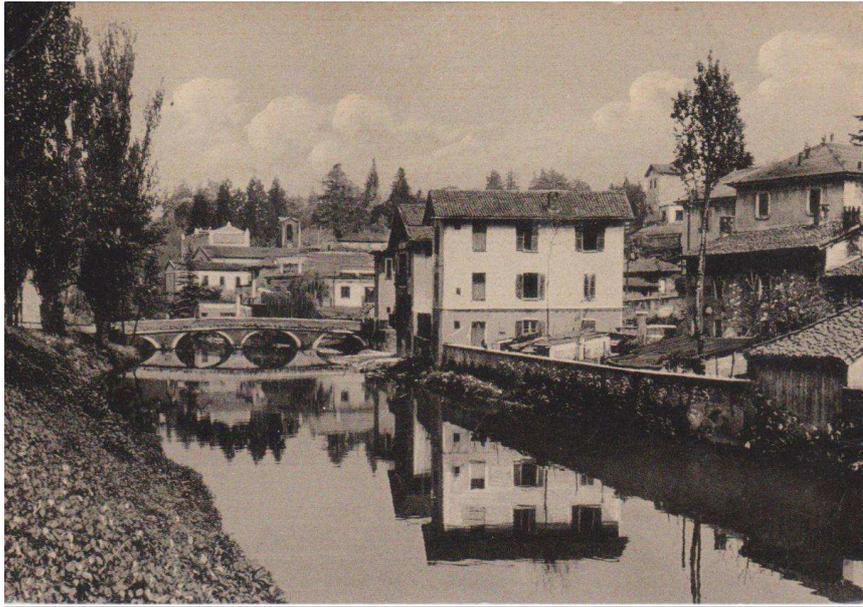
Sebbene il ponte attuale abbia cancellato le tracce del ponte Medievale, l'esistenza di un ponte sul Lambro tra Albiate e Triuggio è un importante indicatore di un tracciato viario che di qua passava e che ricalca sicuramente un asse viabilistico di origine antica. Alcune foto storiche dei primi decenni del Novecento riprendono ancora il ponte nella sua forma originale a quattro arcate, prima della sua demolizione.



**Figura 3.5** - Il ponte attuale sul Lambro tra Albiate e Triuggio.



**Figura 3.6** - Il Ponte vecchio di Albiate in un'immagine dei primi decenni del XX secolo.



**Figura 3.7** - Il Ponte vecchio di Albiate in un'immagine storica visto da Sud.

#### 4. RACCOLTA E ANALISI DELLA CARTOGRAFIA STORICA

La ricerca archeologica territoriale si serve, oltre che delle fonti prettamente archeologiche, anche di fonti complementari per poter meglio comprendere il contesto territoriale e le trasformazioni che esso ha subito nel tempo.

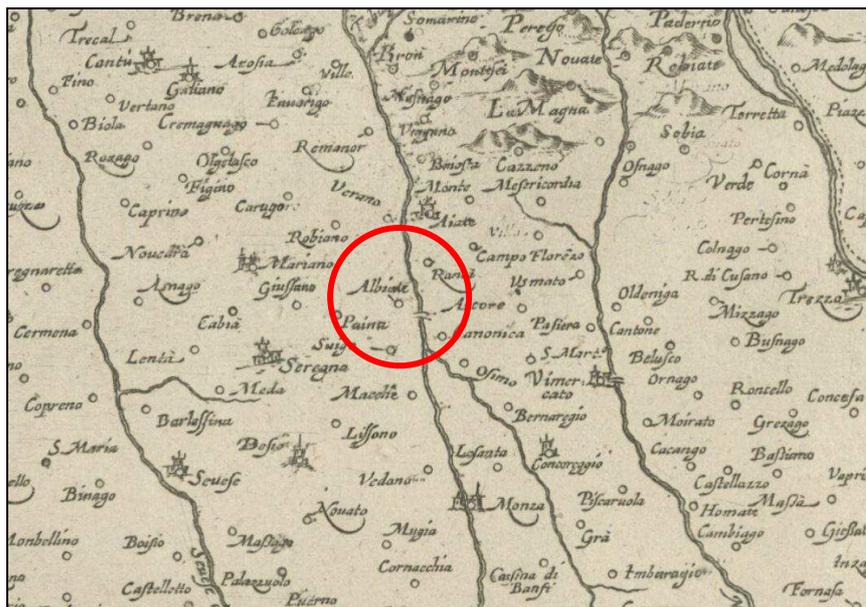
Le carte storiche offrono il migliore strumento per analizzare il territorio e il suo utilizzo nel dettaglio in quanto possono essere considerate rappresentazioni quasi “fotografiche” del paesaggio passato. Il limite intrinseco dell'analisi cartografica e in particolare dello studio delle carte catastali quale strumento di analisi diacronica è dato proprio dal limite cronologico riguardante in genere gli ultimi secoli dell'età moderna.

Al fine di avere una visione diacronica del paesaggio, è stata effettuata un'analisi della cartografia storica in modo da cogliere modifiche e trasformazioni dell'ambiente nel tempo. Le trasformazioni che è possibile leggere sul territorio tramite tale analisi sono per esempio quelle relative alla geografia umana: toponomastica, rete viabilistica, maglia insediativa, e ad alcuni aspetti della geografia fisica come l'idrografia.

La cartografia storica raccolta per il comune di Albate offre una panoramica sul suo territorio e sulla sua evoluzione nei secoli passati a partire dal XVII secolo fino al XX secolo. Le rappresentazioni più antiche dove viene rappresentato anche il toponimo di Albate sono in genere a scala minore e includono un territorio più ampio che comprende l'intera Brianza inserita nel contesto lombardo. Solitamente le carte di XVI e XVII secolo hanno finalità militari le cui rappresentazioni prediligevano determinati elementi strategici come strade, ponti e fortificazioni.

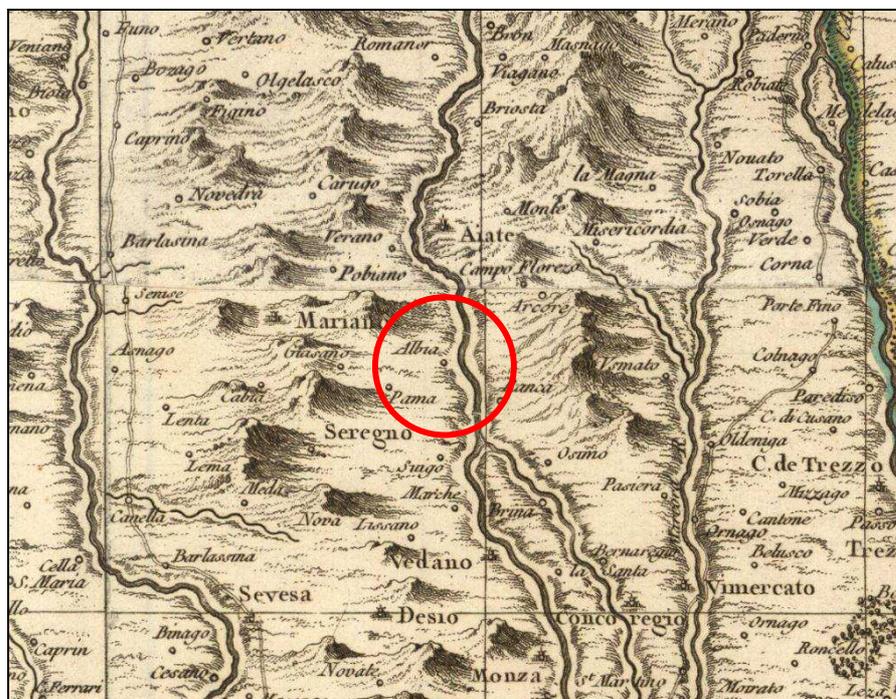
Le rappresentazioni sono ancora molto sommarie e simboliche, per lo più in bianco e nero, con segni convenzionali non realistici, ma schematici e ripetitivi, come ad esempio per i rilievi, dove si concentrava soprattutto sul mettere in evidenza i punti di passaggio più che sul contesto naturale in sé.

Sulla carta "*Parte Alpestre dello Stato di Milano*" realizzata da Fabio Magini (1620-1650) è ben visibile il territorio della bassa Brianza dove tra i vari centri storici, compare Albate lungo le sponde del Lambro. Nei suoi pressi è ben segnato anche il ponte sul Lambro che come appare dalla rappresentazione cartografica doveva avere una certa rilevanza territoriale.



**Figura 4.1** - Stralcio della carta Parte Alpestre dello Stato di Milano di Fabio Magini (1620-1650).

In una delle varie rappresentazioni settecentesche del territorio lombardo, come per esempio nella carta: "Theatre de la Guerre en Italie ou Carte Nouvelle Des Principauté de Piemont, République de Genes, Duchés de Milan", di Dheulland Guillame (1700-1770), i rilievi vengono accentuati graficamente e viene sottolineato il solco della Valle del Lambro. Qui Albiate compare scritto come "Albia", e vengono rappresentati due ponti sul corso del Lambro, uno più a nord e uno più a sud.



**Figura 4.2** - Stralcio della carta Theatre de la Guerre en Italie ou Carte Nouvelle Des Principauté de Piemont, République de Genes, Duchés de Milan, di Dheulland Guillame (1700-1770).

Nella rappresentazione contemporanea "Topografia del Monte di Brianza" di Antonio Sirtori del 1763, la resa grafica e di scala sono a maggior dettaglio e compaiono anche altri centri come Triuggio, Carate, Biassono, prima ignorati. Vengono qui rappresentati anche i tracciati stradali sia principali sia secondari, dove si può notare, come la strada di collegamento tra Albiate e Carate sia l'odierna SP 6, che ha mantenuto il tracciato.



**Figura 4.3** - Stralcio della carta Topografia del Monte di Brianza di Antonio Sirtori del 1763.

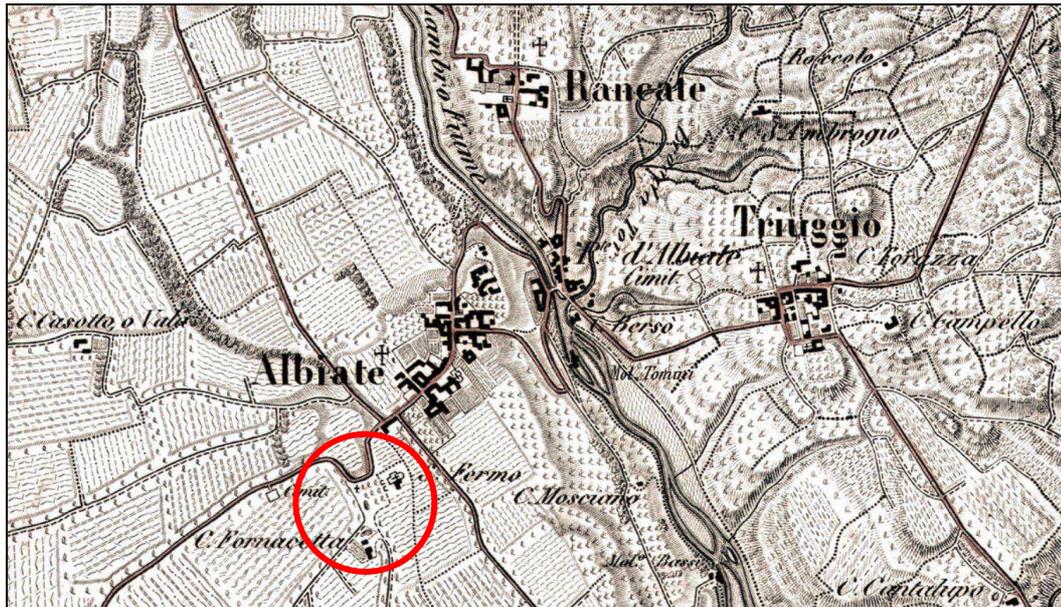
Nella carta del 1835 di Herder Bartholomew, si possono notare ancora più dettagli sui centri minori, sugli abitati sparsi e ancora sulla rete viaria. Anche in questo caso è bene indicata la strada di collegamento nord-sud che collegava Albiate con Carate e che doveva essere parte di un tracciato più lungo che correva sulla sponda idrografica destra del Lambro, mettendo in comunicazione fra loro i vari centri. Ancora è ben evidenziato anche il Ponte sul Lambro e viene qui anche indicato il nome della frazione di Ponte Albiate.



**Figura 4.4** - Carta del 1835 di Herder Bartholomew.

Sempre ottocentesca è la rappresentazione cartografica di Giovanni Brenna che raffigura il territorio con un ottimo grado di dettaglio nel 1850. Si possono notare un'ormai ottima e ben rappresentata rete stradale, con ottimi dettagli sul ponte sul Lambro e sulla partizione dei campi. Oltre a venire evidenziato come la chiesa di San Fermo risultasse ancora in piena campagna alla metà dell'800, merita sottolineare un particolare degno di importanza, che illustra un'area cimiteriale nella parte antistante la chiesa di San Fermo, esattamente come viene attestata dalle fonti storiche. Come riportato in precedenza, l'area cimiteriale sarebbe da riferire ad un'epidemia di peste avvenuta all'inizio del '600, ma non è da escludersi un già preesistente cimitero legato alla chiesa medievale.

Un altro particolare è il toponimo Cascina Fornacetta che indica un fabbricato posto poco a sud rispetto al santuario di San Fermo e che viene perso nella cartografia attuale. Tale toponimo è il probabile indicatore, come dice il nome stesso, della presenza di una fornace di laterizi o di ceramica.



**Figura 4.5** - Stralcio della Carta Topografica di Giovanni Brenna del 1850.

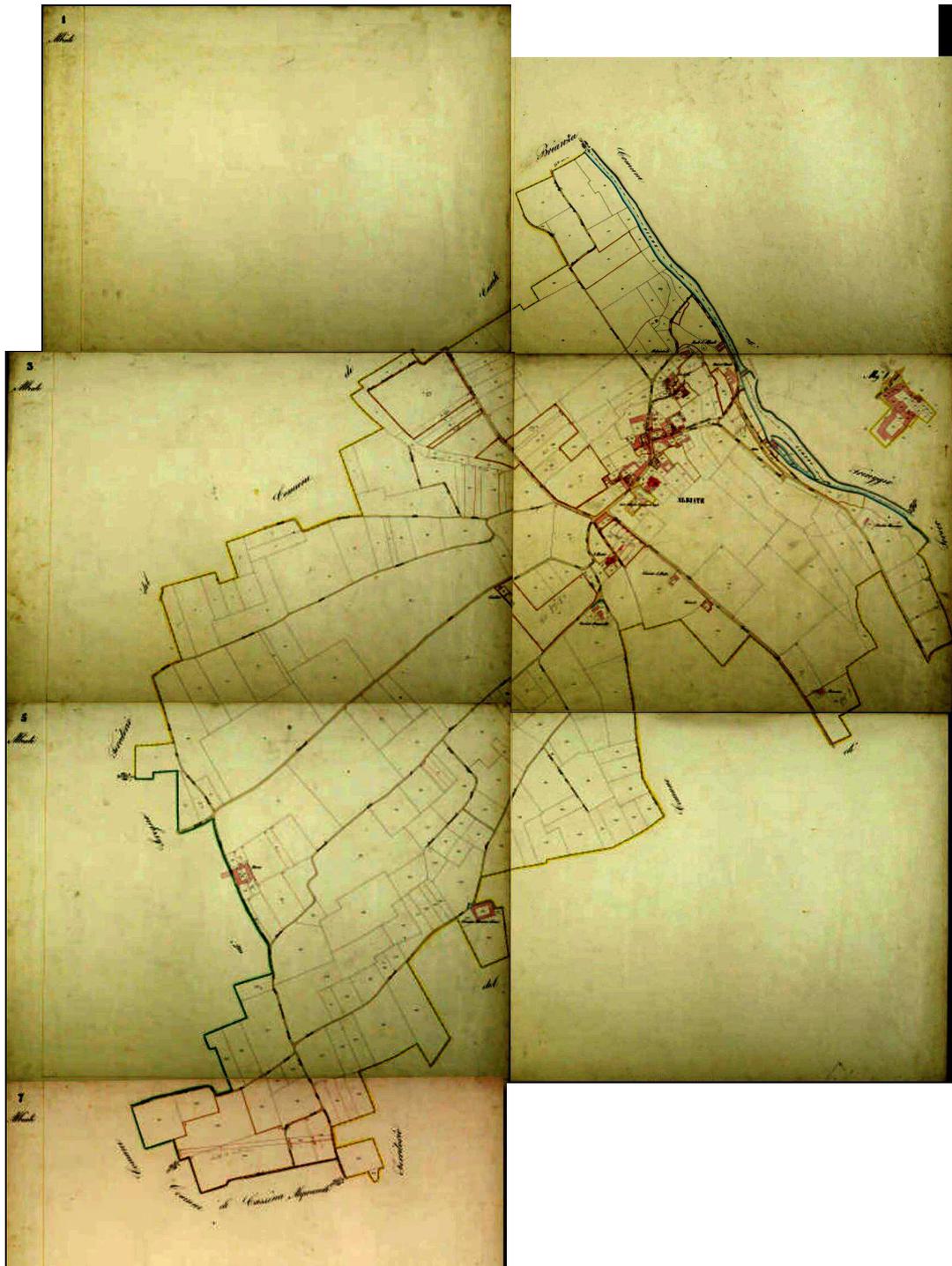


**Figura 4.6** - Dettaglio della Carta Topografica di Giovanni Brenna del 1850.

Un ulteriore approfondimento cartografico viene offerto dalle carte storiche catastali, in particolare dal Catasto Teresiano e dal Catasto Cessato, che rappresentano una visione di dettaglio a grande scala straordinaria sul territorio.

In particolar modo il Catasto Teresiano è stata la prima grande operazione di censimento sistematico delle proprietà fondiarie del Ducato di Milano, svolta tra il 1718 e il 1760. Nato per scopi d'imposta, il Teresiano è un catasto geometrico particellare in cui si vedono le ripartizioni d'uso del suolo e i fabbricati. Il Catasto Cessato invece "fotografa" sempre con una visione di dettaglio la situazione fondiaria e dei fabbricati a cavallo degli anni dell'Unità d'Italia.





**Figura 4.8** - Unione dei fogli del Catasto Cessato del comune censuario di Albiate. Aggiornamento del 1897.

## 5. IPOTESI DI VIABILITA' STORICA

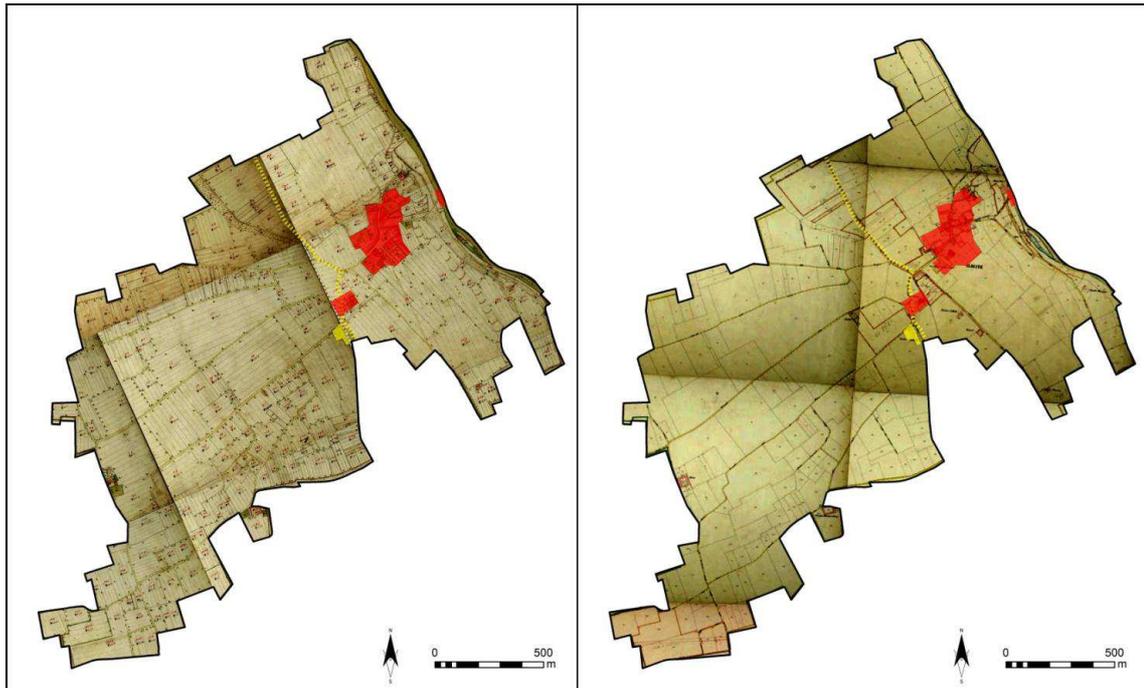
La ricostruzione della rete viabilistica antica, in particolare di quella romana in Brianza, può dirsi ancora non del tutto risolta da parte degli studiosi, mancando spesso dati certi che ne permettano un disegno definitivo. A seguito della compiuta romanizzazione del territorio in epoca Augustea, la Lombardia nord-occidentale è interessata da una rete stradale che si diparte da *Mediolanum* in direzione dei valichi alpini.

Sebbene gli studi specialistici non abbiano ancora permesso di definire con puntualità i singoli percorsi, sono comunque in qualche modo riconoscibili alcune direttrici di traffico che, a seconda dell'epoca storica, hanno attraversato la Brianza verso il Lario e le Prealpi. L'asse viario più certo e meglio conosciuto è quello che da *Mediolanum* portava alla colonia di *Novum Comum*, seguendo molto probabilmente la sponda idrografica destra del fiume Seveso. Da qui la stessa, la così detta Via Regina, proseguiva lungo la sponda occidentale del Lago fino a *Clavenna* e allo Spluga o al Septimer, per attraversare le Alpi.

Il resto del territorio brianzolo e del Lecchese non era certamente interessato da altri percorsi di grande viabilità; ma la documentazione archeologica descrive un popolamento diffuso, sia lungo il Lambro che nel bacino del Molgora, tale da necessitare di strade di servizio secondarie.

Una strada che da *Mediolanum* risalisse la sponda destra del Lambro è sempre stata ipotizzata, anche se i dati archeologici che ne possano confermare l'effettivo passaggio sono scarsi e spesso lacunosi. L'effettivo tracciato di questo asse viabilistico rimane tuttora avvolto da notevoli incertezze, ma indizi in questo senso vengono dalla toponomastica e da alcuni ritrovamenti come le ville rustiche di Biassono e di Robbiano, che permettono di ipotizzare a grandi linee uno dei possibili percorsi. Questo potrebbe essere individuato nella direttrice che passava da Sesto San Giovanni, Monza, Biassono, Carate, Robbiano fino ad *Incitnum*, ovvero Erba, per poi suddividersi in due rami e proseguire verso Como o verso la strada per Bergamo attraverso passaggio sull'Adda presso Brivio. Un'altra ipotesi contempla lo stesso percorso fino a Verano, per poi suddividersi da qui in poi, in due rami rispettivamente verso Como e verso Lecco.

Nell'ottica di questa ipotesi anche il territorio di Agliate, posto tra Biassono e Robbiano potrebbe essere interessato dal passaggio di questo asse viario. Sul luogo fisico dell'effettivo tracciato è ancora più difficile formulare ipotesi precise, anche se potrebbe essere verosimile che corrisponda all'asse della strada SP 6, essendo il più diretto verso Carate.



**Figura 5.1** - Georeferenziazione su CTR del Catasto Teresiano e del Catasto Cessato e perimetrazione della viabilità e dei nuclei abitati.

## 6. CARTA DEL RISCHIO ARCHEOLOGICO

La proposta di aree a rischio archeologico del comune di Albiate è soggetta alle lacune derivate dalla totale assenza di ritrovamenti archeologici all'interno dei suoi confini. Le ipotesi circa le potenziali aree a rischio devono quindi necessariamente essere derivate dall'incrocio e dal supporto di fonti ausiliarie come la cartografia storica, la toponomastica, la topografia antica e i pochi luoghi attestati dalle fonti storiche.

Con i dati attualmente a disposizione non si possono tracciare delle aree a rischio nette e ben delimitate, quanto piuttosto delle aree sensibili indicative, stimate sulla base dei contesti emersi nel corso delle elaborazioni. E' tuttavia doveroso sottolineare la natura sfumata delle aree di seguito definite, essendo la costruzione di modelli predittivi del rischio archeologico, un campo che esula da certezze intese in senso assoluto, quanto piuttosto un campo dove vengono indicate delle vie intese in termini probabilistici.

Le aree a rischio sono state suddivise in tre categorie:

**AREE AD ALTO RISCHIO:** sono aree ben delimitate a livello spaziale dove, attraverso fonti storiche, topografiche e toponomastiche si possono identificare potenziali emergenze archeologiche ancora conservate *in situ*.

Le aree che sono state indicate come ad Alto Rischio Archeologico sono le seguenti:

- il perimetro del centro storico di Albiate così come rilevato da quello dedotto dal Catasto Storico Teresiano;
- l'area della Chiesa di San Giovanni Evangelista e della sua torre campanaria;
- l'area del Santuario di San Fermo compresa la piazza antistante;
- l'area dell'attuale ponte sul Lambro, corrispondente allo stesso luogo del ponte vecchio.

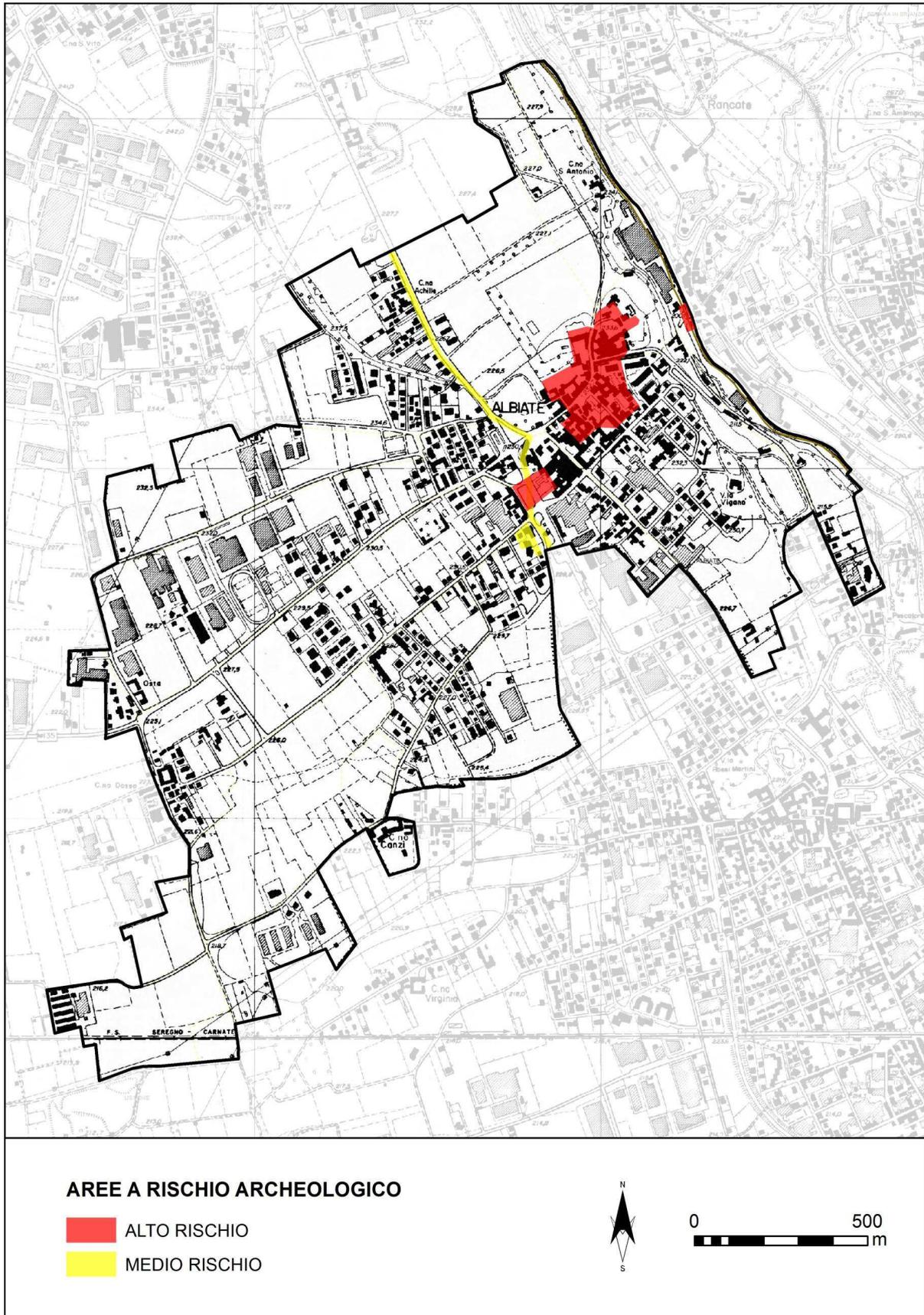
**AREE A MEDIO RISCHIO:** sono aree meno definite a livello spaziale e con margini d'incertezza maggiori rispetto alle precedenti, dove è comunque possibile ipotizzare potenziali emergenze archeologiche.

Le aree che sono state indicate come a Medio Rischio Archeologico sono le seguenti:

- l'asse viario dell'attuale SP 9 compresa una fascia di rispetto ad essa affiancata, così come viene tracciata sul Catasto Teresiano e che potrebbe corrispondere al tracciato di un'asse viario preesistente;
- l'area indicata dal toponimo di Cascina Fornacetta riportata sulla Carta di Giovanni Brenna del 1850.

**AREE A BASSO RISCHIO:** sono aree dove non sono note attestazioni di ritrovamenti archeologici, e non ci sono indicatori o indizi per ipotizzare potenziali emergenze archeologiche.

Le aree che sono state indicate come a Basso Rischio Archeologico sono tutte le altre aree non comprese nelle categorie precedenti.



*Figura 6.1 – Rappresentazione delle aree a rischio archeologico su carta tecnica regionale (CTR).*

## 7. BIBLIOGRAFIA

AA. VV. 1991, Archeologia a Cantù dalla preistoria al Medio Evo. Como.

ARSLAN E.A., 1995, Il ripostiglio di Biassono (MI), in: Ripostigli Monetali Italiani. Documentazione dei Complessi (RMIDoc), vol. I-III, Milano.

BUTTI F., NICCOLI C., POZZI L., 2014, La necropoli di Robbiano-Verano, in: Rivista archeologica dell'Antica provincia e diocesi di Como, vol 196, Como, pp. 101-137.

CASIRAGHI L., 1992, Brianza romana.

DE MARINIS R.C., 1972 Ritrovamenti dell'età del Bronzo Finale in Lombardia. Contributo alla suddivisione in periodi del Protogolasecca, in: Sibirium, XI pp. 53 ss.

DOLCI M., 2010, La viabilità antica nel lecchese. Percorsi e problemi, in: M. Ruffa (a cura di) "Carta Archeologica della Provincia di Lecco. Aggiornamento", Lecco. pp. 101-106.

FEDELI A. M., 2014, Il Ripostiglio di Biassono. Il contesto archeologico, in: Un confronto drammatico con il XXI secolo, l'Impero Romano del III secolo nella crisi monetaria, Atti del Convegno, (Biassono) 9 Giugno 2012, pp.11-22.

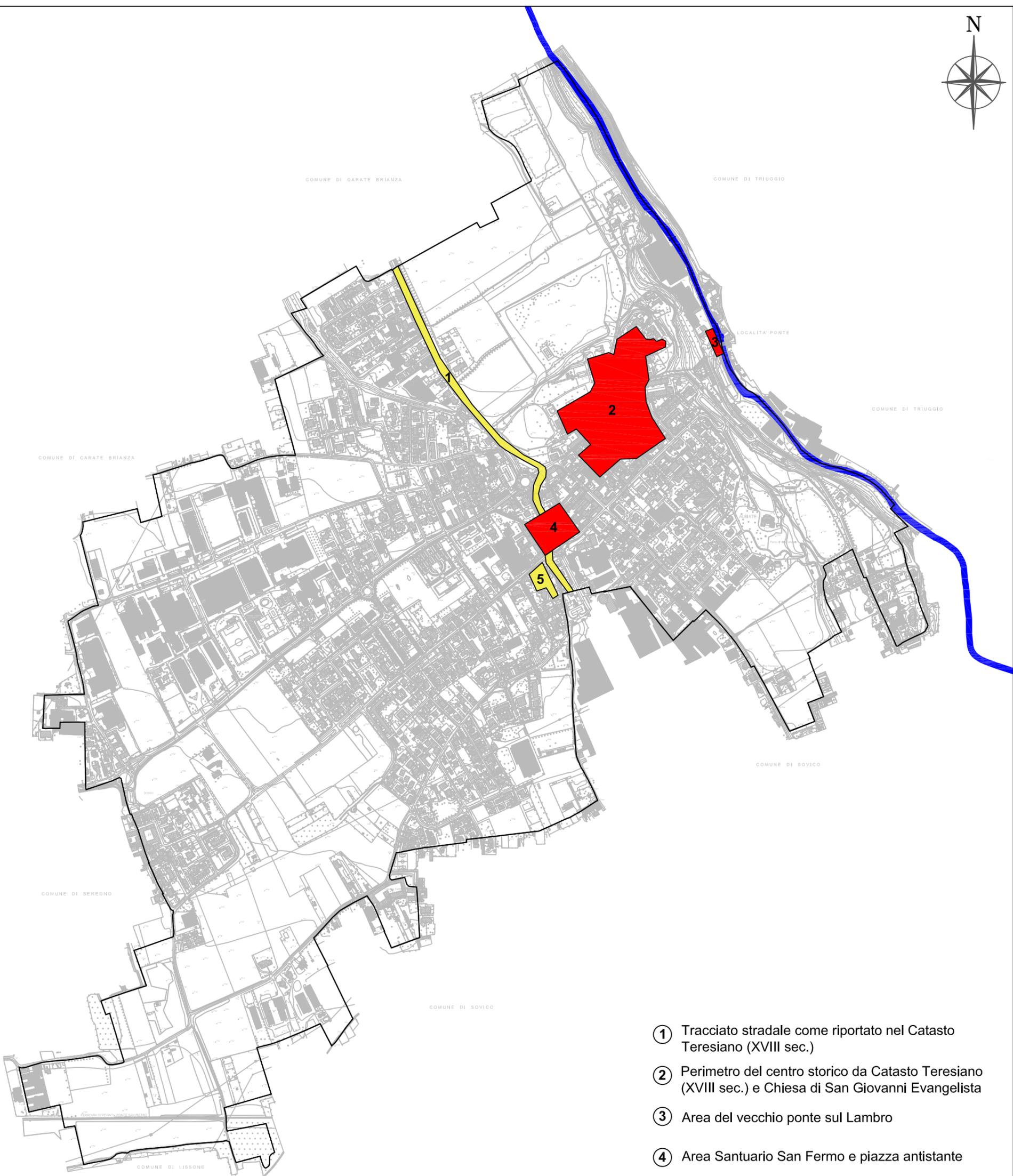
GRASSI M. T., 1995, La romanizzazione degli Insubri: celti e romani in Transpadana attraverso la documentazione storica e archeologica, Milano.

MAZZA D., 2001, In Brianza sulle tracce di Celti e Romani, Monza.

MIRABELLA ROBERTI M., 1976, Le vie a occidente di Monza, in: Storia di Monza e della Brianza, IV, 1, Milano. pp. 11-38.

NEGRONI CATAACCHIO N., 1982, Per una definizione della facies culturale insubre: i rinvenimenti tardo celtici a Biassono (MI), in: Sibirium XVI, Varese. pp.69-82.

NOBILE DE AGOSTINI I., 2007, Villaggi e territorio. L'età romana, in: Storia della Brianza, I, Storia e politica, a c. di E. Bressan, Oggiono. pp. 39-59.



1:10.000

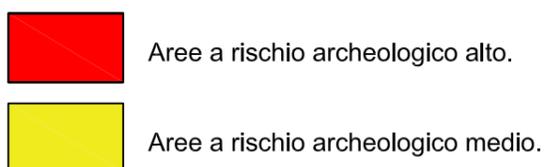


- ① Tracciato stradale come riportato nel Catasto Teresiano (XVIII sec.)
- ② Perimetro del centro storico da Catasto Teresiano (XVIII sec.) e Chiesa di San Giovanni Evangelista
- ③ Area del vecchio ponte sul Lambro
- ④ Area Santuario San Fermo e piazza antistante
- ⑤ Area di Cascina Fornacetta riportata in una cartografia del 1850 (Giovanni Brenna)

### LEGENDA



### RISCHIO ARCHEOLOGICO



COMUNE DI ALBIATE  
VARIANTE P.G.T.  
APPENDICE 2: RELAZIONE ARCHEOLOGICA



### CARTA DEL RISCHIO ARCHEOLOGICO

Tavola	01
Rev. 00	
Data: 31-08-2019	

Comune di Albiate  
Provincia di Monza e Brianza

# VARIANTE P.G.T.

## STUDIO COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA (L.R. 12/2005; D.G.R. IX/2616/2011)

### Allegato 5: Relazione idraulica

REV 00  
Novembre 2023



**GEOSAT srl**  
Società d'ingegneria

**Dott. Ing. FRANCO PECCIA GALLETO**



**IL DIRETTORE TECNICO**  
**Dott. Geol. GIUSEPPE BARONI**



## INDICE

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>2. RIFERIMENTI NORMATIVI E PROGETTUALI .....</b>	<b>4</b>
2.1 RIFERIMENTI NORMATIVI E STRUMENTI OPERATIVI .....	4
2.2 STRUMENTI OPERATIVI E RIFERIMENTI PROGETTUALI.....	4
<b>3. SINTESI DELLE NORME E DEI PROGETTI.....</b>	<b>5</b>
<b>4. ANALISI IDROLOGICA .....</b>	<b>11</b>
4.1 CARATTERI FISIOGRAFICHE DEL BACINO DEL FIUME LAMBRO .....	11
4.2 ANALISI DELL'ASSETTO DELLO STATO DI FATTO DEL FIUME LAMBRO .....	12
4.3 L'ASSETTO DI PROGETTO DEL FIUME LAMBRO .....	14
4.4 L'ASSETTO ATTUALE DEL FIUME LAMBRO .....	15
4.5 LE PORTATE DI PIENA UTILIZZATE .....	16
<b>5. ANALISI IDRAULICA.....</b>	<b>16</b>
5.1 IL MODELLO NUMERICO .....	16
5.2 ASSETTO GEOMETRICO DELL'ALVEO .....	17
5.3 COEFFICIENTI DI SCABREZZA .....	19
5.4 CONDIZIONI AL CONTORNO .....	20
5.5 SIMULAZIONI DELLE PIENE IN ALVEO.....	20
5.6 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI .....	20
<b>6. PROPOSTA DI MODIFICA DELLA MAPPATURA DELLE AREE DI PERICOLOSITÀ IDRAULICA DEL PGRA..</b>	<b>27</b>
<b>7. ZONAZIONE DELLA PERICOLOSITA' .....</b>	<b>29</b>
<b>8. ALLEGATI.....</b>	<b>31</b>
8.1 ALLEGATO 1 ELABORAZIONI RIFERITE ALL'EVENTO CON TEMPO DI RITORNO DI 10 ANNI .....	31
8.2 ALLEGATO 2: ELABORAZIONI RIFERITE ALL'EVENTO CON TEMPO DI RITORNO DI 200 ANNI IN ASSENZA DI LIMITI DI PROGETTO TRA LA FASCIA B E LA FASCIA C.....	47
8.3 ALLEGATO 3: ELABORAZIONI RIFERITE ALL'EVENTO CON TEMPO DI RITORNO DI 200 ANNI IN PRESENZA DEI LIMITI DI PROGETTO TRA LA FASCIA B E LA FASCIA C.....	63
8.4 ALLEGATO 4: ELABORAZIONI RIFERITE ALL'EVENTO CON TEMPO DI RITORNO DI 500 ANNI IN ASSENZA DI LIMITI DI PROGETTO TRA LA FASCIA B E LA FASCIA C.....	79

## 1. PREMESSA

Il Comune di Albiate ha affidato a Geosat l'incarico per la redazione di uno studio geologico del territorio comunale a supporto della variante del PGT; la presente relazione contiene le analisi idrologiche e idrauliche sviluppate a supporto dell'adeguamento della componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT al piano di gestione del rischio alluvioni (P.G.R.A.) e valutazione e zonizzazione della pericolosità idraulica secondo i criteri indicati nell'Allegato 4 della DGR 30 novembre 2011 n. IX/2016.

Lo studio elenca al capitolo 2 la normativa di riferimento e i documenti consultati per inquadrare il tratto d'alveo del fiume Lambro che lambisce il territorio comunale di Albiate, riportando nel capitolo successivo la sintesi degli studi redatti dall'Autorità di bacino del fiume Po e dei progetti atti a mitigare le portate di piena del corso d'acqua.

Nel capitolo 4, relativo all'analisi idrologica, si analizzano gli assetti dell'alveo descritti dall'Autorità di bacino, suddivisi tra stato di fatto e stato di progetto, e si analizza l'attuale assetto del fiume Lambro definendo le portate di riferimento da utilizzare nel successivo capitolo 5 che affronta l'analisi idraulica del corso d'acqua riferendosi agli eventi di piena riferiti a tempi di ritorno di 10, 200 e 500 anni. Le simulazioni tengono conto anche del limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C introdotta dall'Autorità di bacino del fiume Po con funzione di protezione degli abitati e degli insediamenti presenti su entrambe le sponde del Lambro coinvolgendo porzioni dei territori comunali di Albiate e Triuggio.

Nel capitolo 6 sono confrontate le fasce a diverso grado di pericolosità con le analoghe fasce previste dal P.G.R.A.

Infine, nel capitolo 7 sono indicate le aree a diverso livello di pericolosità idraulica definite con riferimento al già citato Allegato 4 della DGR IX/2016/2011.

## 2. RIFERIMENTI NORMATIVI E PROGETTUALI

### 2.1 Riferimenti normativi e strumenti operativi

- Legge Regionale n. 12 del 11/03/2005, “*Legge per il governo del territorio*”;
- PAI (Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico) dell’Autorità di bacino distrettuale del fiume Po (variante del 2002 AdBPo);
- PGRA (Piano di Gestione del Rischio di Alluvione) dell’Autorità di bacino distrettuale del fiume Po (2015);
- Deliberazione di Giunta regionale 30 novembre 2011 – n. IX/2616 “*Aggiornamento dei ‘Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell’art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005, n. 12’, approvati con D.G.R. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con D.G.R. 28 maggio 2008, n. 8/7374*”, pubblicata sul BURL n. 50 Serie ordinaria del 15 dicembre 2012;
- D.G.R. n. X/6738 del 19/06/2017, Disposizioni regionali concernenti l’attuazione del piano di gestione dei rischi di alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell’emergenza, ai sensi dell’art. 58 delle norme di attuazione del piano stralcio per l’assetto idrogeologico (PAI) del bacino del fiume Po così come integrate dalla variante adottata in data 7 dicembre 2016 con deliberazione n. 5 dal comitato istituzionale dell’autorità di bacino del fiume Po;
- D.G.R. n. IX/2120 del 09/09/2019, Aggiornamento dell’Allegato 1 ai criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell’art. 57 della L.R. 11 marzo 2005, n. 12 approvati con D.G.R. 30 novembre 2011, n. 2616;
- D.G.R. n. XI/4685 del 10 maggio 2021, Ulteriore aggiornamento dell’allegato 1 ai criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell’art. 57 della L.R. 11 marzo 2005, n. 12 (D.G.R. 2616/2011 e D.G.R. 2120/2019);
- Deliberazione della Conferenza Istituzionale Permanente dell’Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po n. 5/2021 della seduta del 20 dicembre 2021, “*II° ciclo Piani di Gestione Rischio Alluvioni. I° aggiornamento – Art. 14, comma 3 Direttiva 2007/60/CE. Adozione dell’aggiornamento del PGRA ai sensi degli artt. 65 e 66 del D.Lgs. 152 del 2006*”.

### 2.2 Strumenti operativi e riferimenti progettuali

Ai riferimenti normativi e agli strumenti operativi a livello di distretto idrografico (PAI e PGRA) si affiancano i progetti che hanno definito le opere di mitigazione delle piene del fiume compiutamente attuate, in fase di esecuzione o programmate. Si segnalano quindi:

- Lo “*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, integrato

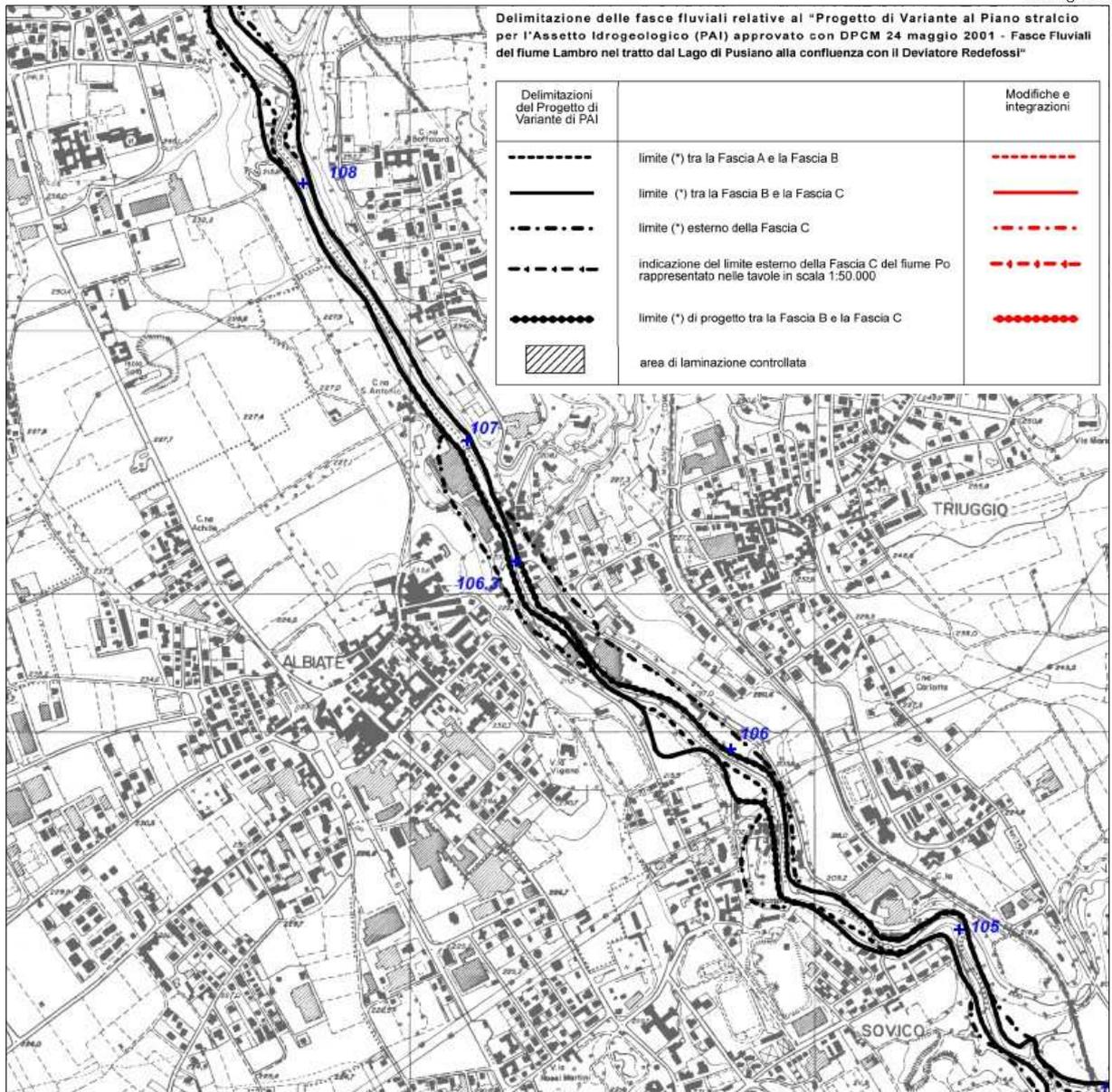
nella “Variante al Piano stralcio per l’Assetto Idrogeologico (PAI)” del fiume Lambro che costituisce il documento di riferimento per la programmazione degli interventi strutturali per il contenimento del rischio idraulico finalizzati al raggiungimento dell’assetto di progetto del corso d’acqua;

- Il progetto delle “*Opere di ristrutturazione del Cavo Diotti in Comune di Merone (CO)*” del Parco Regionale della Valle del Lambro (2011). Queste opere sono state realizzate e collaudate con evidente beneficio sulla riduzione della portata al colmo;
- Il progetto dell’*Area di laminazione di Inverigo – interventi idraulici e di riqualificazione fluviale nei territori di Inverigo, Nibionno e Veduggio con Colzano*” del Parco Regionale della Valle del Lambro (2014-2016);
- il progetto per l’*Utilizzazione della cava di Brenno quale vasca di laminazione del torrente Bevera di Molteno - Comune di Costa Masnaga (LC)*” del Parco Regionale della Valle del Lambro (2017).

Infine, per contiguità con il tratto di fiume oggetto di studio, si segnala anche lo *Studio idraulico del fiume Lambro e modellazione scenario di allagamento delle aree comunale* (aprile 2022), redatto dall’ing Stefano Croci dello Studio Paoletti Ingegneri Associati su incarico del Comune di Carate Brianza, relativo al tratto d’alveo a monte del territorio comunale di Albiate.

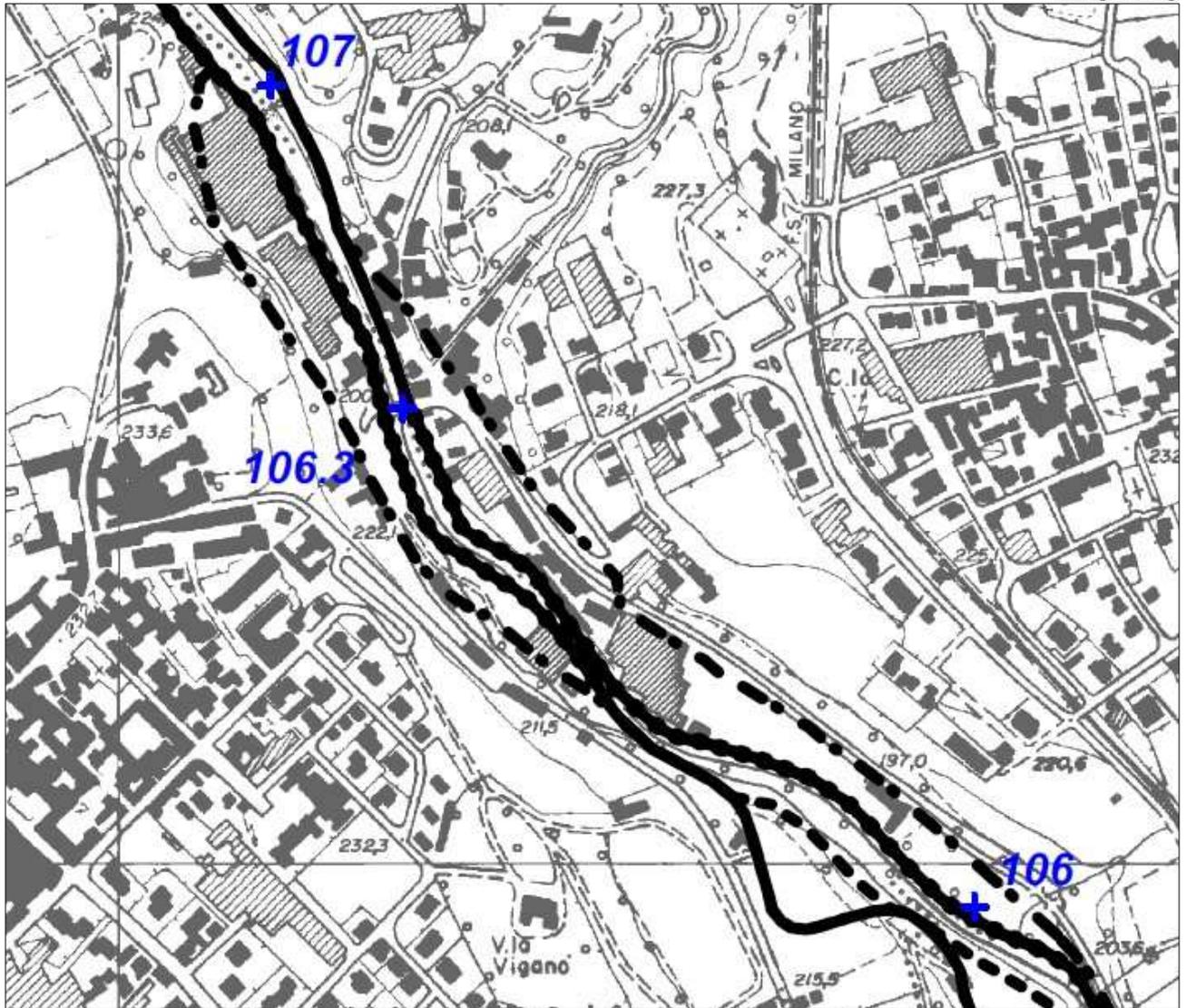
### **3. SINTESI DELLE NORME E DEI PROGETTI**

L’assetto di progetto per il settore d’alveo oggetto di indagine, definito nella Variante al PAI approvata nel marzo del 2004, riporta le fasce fluviali indicate nell’immagine che segue, ricavate dalla tavola “Fasce Fluviali del fiume Lambro del tratto dal Lago di Pusiano alla confluenza con il Deviatore Redefossi – Tavole di delimitazione delle fasce fluviali – TAVOLA B5c3 -Seregno -LAMBRO – 16”.



**Figura 1** – Estratto "Tavole di delimitazione delle fasce fluviali – TAVOLA B5c3 -Seregno -LAMBRO – 16" Variante al Piano stralcio per l'Assetto idrogeologico (PAI) approvato con DPCM 24 maggio 2001 – anno 2004

Analizzando la cartografia di **Figura 2** si evidenzia la presenza, nel settore prossimo al ponte comunale Triuggio, ponte della SP 135 di Arcore, di un *limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C* a protezione degli insediamenti presenti lungo la sponda destra orografica; la protezione si sviluppa per circa 450 metri a monte del ponte e si protende a valle per altri 370 metri circa.



**Figura 2** – Dettaglio della “Tavole di delimitazione delle fasce fluviali – TAVOLA B5c3 -Seregno -LAMBRO – 16” Variante al Piano stralcio per l’Assetto idrogeologico (PAI) approvato con DPCM 24 maggio 2001 – anno 2004, relativo al settore d’alveo prossimo al concentrico di Albiate

La cartografia richiamata (**Figura 1 e 2**) indica che anche sulla sponda opposta, nel territorio comunale di Triuggio, la Variante al PAI approvata prevede una *limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C* a tutela degli insediamenti presenti in sinistra idrografica.

Entrambi i limiti di progetto fanno riferimento a quanto previsto dal documento *Linee generali di assetto idrogeologico e quadro degli interventi bacino del Lambro* dell’Autorità di Bacino del Po, in cui al capitolo 7.5 *Linee di intervento strutturali sull’asta del Lambro*, relativamente al tratto Merone Villasanta si prevedono i interventi di *contenimento dei livelli di piena con tempo di ritorno di 200 anni tramite realizzazione di nuovi argini, ovvero adeguamento e completamento di quelli esistenti in prossimità dell’abitato di Briosco (località Peregallo), in località Battarello, in prossimità degli abitati di Verano Brianza, Carate Brianza, Albiate e Triuggio, Sovico, Lesmo e Villasanta.*

Per il settore d'asta fluviale che dal Lago di Pusiano si sviluppa fino alla confluenza con il Deviatore Redefossi la Variante indica i seguenti valori delle portate al colmo definite dall'Autorità di bacino del Fiume Po dopo le analisi idrologico-idrauliche dell'evento pluviometrico del novembre 2002.

Sezione	Descrizione	Portate al colmo (m <sup>3</sup> /s)		
		TR10	TR200	TR500
LA 132.19	uscita lago di Pusiano	5	50	50
LA 132.11	Ponte S.P. 41 Merone	5	60	60
LA132	Lambrugo	10	75	80
LA 129.2	confluenza Bevera Molteno	30	120	165
LA 127	Ponte via Dante – Lambrugo	30	120	160
LA 124.3	Ponte S.S. 342 (Briantea)	35	115	150
LA 120.1	Ponte via Camisasca – Inverigo	50	135	160
LA 117.1	Ponte S.P. 42	65	150	180
LA 111	Ponte via Garibaldi Verano B.	65	155	190
LA 109	Ponte via Fiume - Carate B.	70	155	190
LA106.3	Ponte comunale Triuggio	70	155	190
LA 104.1	Ponte FS Monza – Molteno	75	165	200
LA 102	Ponte vecchio – Biassono	80	175	210
LA 100.2	Ponte S. Giorgio – Villasanta	80	190	225
LA97.3	Ponte via Cavriga – Villasanta	80	195	225
LA96.1	Ponte via Cantore – Monza	85	200	230
LA94.4	Ponte FS – Monza	45+40	110+100	125+110
LA93.3	Ponte canale Villoresi	100	215	235
LA91	Ponte A4	160	295	320
LA90.1	Ponte S. Maurizio - Coloqno M.	155	295	320
LA88.1.1	Ponte Tangenziale Nord	155	295	320
LA84.1	Ponte Di Vittorio - Sesto S. Giovanni	170	330	340
LA82.1.2	Ponte canale Naviglio Martesana	165	310	335
LA78	Ponte via Feltre – Milano	180	315	340
LA77.2	Ponte via Rombon – Milano	190	315	340
LA76	Ponte ex – Innocenti	190	325	330
LA73.4	Ponte FS – Milano	155	210	230
LA72.4	Ponte via Forlanini – Milano	155	205	225
LA70	Ponte via Vittorini – Milano	115	205	225
LA67	Traversa di Bolgiano – Milano	115	210	230
LA65.2	Ponte S.S. 415	115	210	230
LA60	Traversa a monte Dev. Redefossi	125	215	240

**Figura 3 - Tabella 2 - Valori al colmo delle onde di piena per diversi tempi di ritorno. Tabella estratta dalla citata variante al PAI relativa alla parte "Fasce Fluviali del Fiume Lambro nel tratto dal Lago di Pusiano alla confluenza con il Deviatore Redefossi" e contenuta nella Relazione rivista e integrata sulla base delle osservazioni presentate ai sensi dell'art. 18 della Legge 183/89 e risultanti dalla fase di consultazione art. 1-bis della Legge 365/2000.**

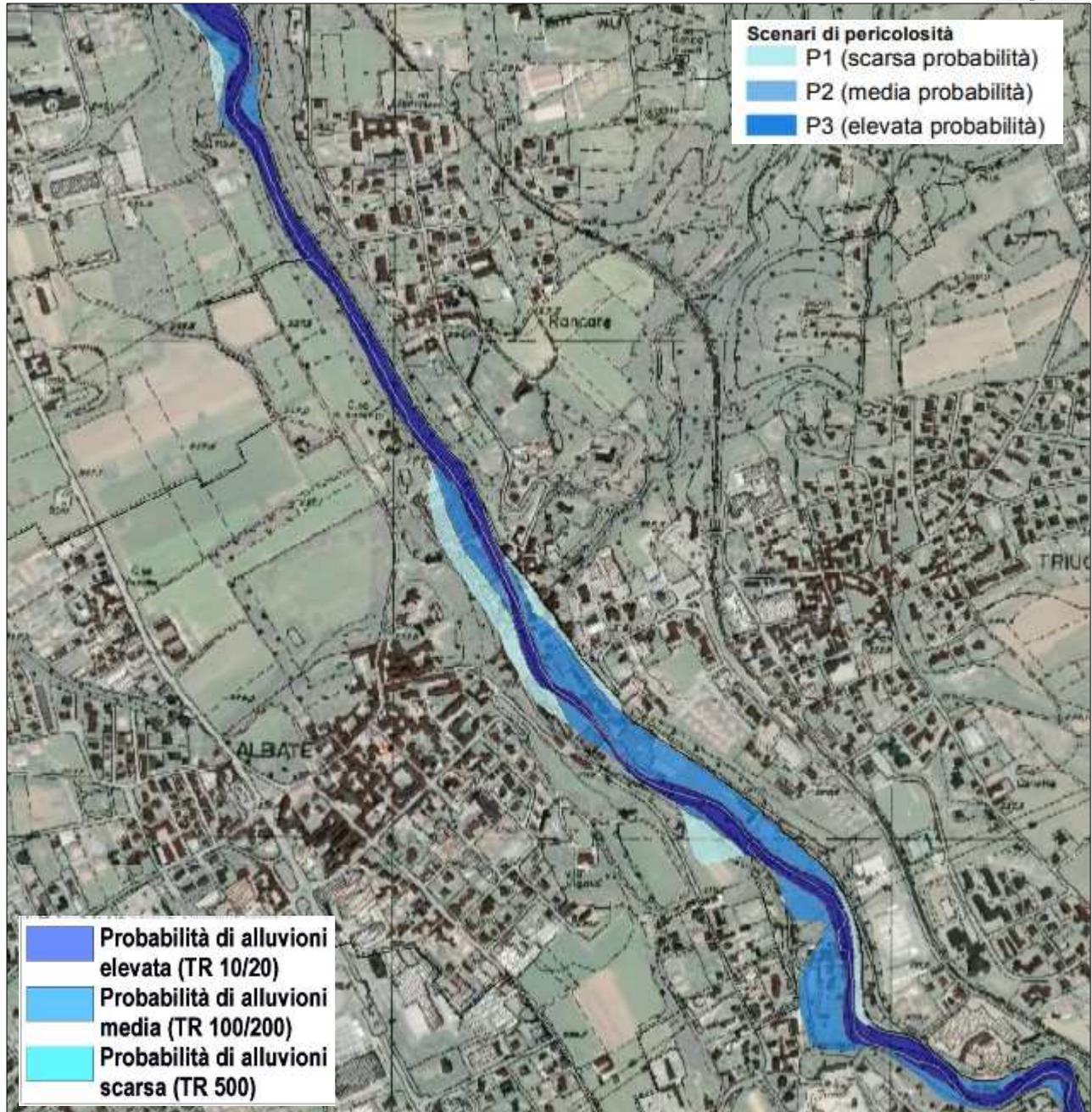
Nello stesso settore d'alveo le quote raggiunte dalla piena duecentennale riferita allo stato di fatto e a quello di progetto sono riportate nella tabella di **Figura 4** che segue estratta dall'Allegato 2 alla relazione della Variante al Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico.

SEZIONE	PROGR.	CARATTERISTICHE SEZIONE	STATO DI FATTO		STATO DI PROGETTO	
LA 109.2	41272	Carate Brianza	209,04		208,38	
LA 109.2 bis	41274		209,01		208,36	
LA 109.1	41565		207,12		206,12	
LA 109	41669	Ponte via Fiume - Carate Brianza	207,01		205,76	
	41677		206,87		205,04	
LA 109 bis	41680		206,88		205	
LA 108.5	41698	Traversa	207,01		204,8	
LA 108.5 bis	41716		206,96		204,8	
LA 108.4	41762	Ponte pedonale - Carate Brianza	206,85		204,61	
	41766		205,16			
LA 108.4 bis	41768		205,20		204,63	
LA 108.3	41913		204,47		203,97	
LA 108.2	41974		204,06		203,61	
LA 108.1	42379		202,64		202,08	
LA 108	42742		201,88		201,28	
LA 107.3	42763		201,70		201,12	
LA 107.1	43314		200,17		198,71	
LA 107	43469	Traversa	199,88		198,16	
LA 107 bis	43477		199,04		198,13	
LA 106.4	43766		198,76		197,71	
LA 106.3	43780	Ponte strada comunale - Triuggio	198,72		197,64	
LA 106.3 bis	43793		198,21		197,42	
LA 106.2	44053		197,56		196,56	
LA 106.1	44215		197,33		196,11	
LA 106	44507		197,09		195,2	
LA 105.4	44693	Traversa	196,87		194,8	
LA 105.4 bis	44709		196,80		194,79	
LA 105.3	44782	Traversa	196,57		194,63	
LA 105.3 bis	44787		195,25		194,59	
LA 105.2	44930		194,85		193,82	
LA 105.1	45164	Traversa	194,42		192,98	
LA 105.1 bis	45172		193,47		192,92	
LA 105.0	45202		193,34		192,78	
LA 105	45495		192,08		191,61	

**Figura 4** - Estratto “Allegato 2 Profilo di piena del fiume Lambro nello stato attuale e nello stato di progetto” alla relazione della variante al PAI relativa alla parte “Fasce Fluviali del Fiume Lambro nel tratto dal Lago di Pusiano alla confluenza con il Deviatore Redefossi”

Il settore d'alveo di interesse è compreso tra la sezione LA107.3 e la sezione LA106 ubicate poco a monte e a valle del limite comunale.

Per quanto attiene all'aggiornamento del Piano di Gestione del Rischio Alluvione (approvazione del primo aggiornamento con DCPM 01.12.2022), le previsioni per l'area in esame indicano quanto riportato nella figura che segue.



**Figura 5** – Estratto, su carta tecnica con foto aerea, delle aree di pericolosità del Piano di Gestione Rischio Alluvione del fiume Lambro relative alle aree comunali.

In analogia con quanto esposto per la variante al piano stralcio del piano di bacino, il PAI, sono indicate le portate di piena con diverso tempo di ritorno utilizzate nella definizione delle aree interessate dagli allagamenti e, in sequenza, si richiamano i dati relativi ai profili di piena riferite alle citate portate di piena. In dettaglio, i valori delle portate di piena riferite al tratto d'alveo in esame sono riportate nella tabella che segue (**Figura 5**).

Bacino	Corso d'acqua	Sezione			Superficie km <sup>2</sup>	Q10 m <sup>3</sup> /s	Q100 m <sup>3</sup> /s	Q200 m <sup>3</sup> /s	Q500 m <sup>3</sup> /s
		Progr.( km)	Cod.	Denomin.					
Lambro	Lambro	33.109	LA 120.1	Inverigo (Ponte via Camisasca)	197	50		135	160
Lambro	Lambro	35.620	LA 117.1	Ponte SP42	221	65		150	180
Lambro	Lambro	48.743	LA 102	Ponte Lesmo - Biassono	271	80		175	210
Lambro	Lambro	51.209	LA 100.2	Villasanta	291	80		190	225

**Figura 6** - Estratto da Tab 4.7 Portate di piena dei corsi d'acqua del bacino del Lambro del documento *Profili di piena dei corsi d'acqua del reticolo principale - del Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni (PGRA)*.

Occorre evidenziare che il tratto del fiume Lambro lungo lambisce e attraversa il territorio comunale di Albiate, definendo per un ampio tratto del limite comunale, è compreso tra le sezioni LA107.3 (progressiva 42.763 km) e LA106 (progressiva 44.507 km), interne al segmento delimitato dalle sezioni LA117.1 e LA102 per cui le portate di piena variano tra 65 e 80 m<sup>3</sup>/s, per la portata relativa all'evento con tempo di ritorno di 10 anni, e tra 150 e 175 m<sup>3</sup>/s per l'evento con tempo di ritorno di 200 anni.

Per quanto attiene alle opere di laminazione delle piene del Lambro, ultimate o in corso di realizzazione, occorre chiarire che tra i progetti indicati nel precedente paragrafo solo l'intervento di regolazione del Lago di Pusiano mediante il recupero del nodo idraulico "Cavo Diotti" risulta ultimato e collaudato (anno 2017). Degli altri interventi ad avanzato stato di realizzazione o progettuale o esecutivo, non risultano completati. Per tale motivo nell'ambito dell'analisi idrologica che segue saranno considerati solo gli effetti positivi, in termini di attenuazione della portata al colmo, conseguente alla ristrutturazione del Cavo Diotti.

## 4. ANALISI IDROLOGICA

### 4.1 Caratteri fisiografiche del bacino del fiume Lambro

Sulla base delle caratteristiche idrologiche l'Autorità di bacino del fiume Po ha suddiviso il bacino imbrifero del fiume Lambro in quattro parti:

- la parte a monte del lago di Pusiano, tratto 1, denominata *Lago* o parte prelacuale,
- la parte compresa tra il lago di Pusiano e il comune di Villasanta a NNE di Monza, indicata come *Lambro naturale* (tratto 2);

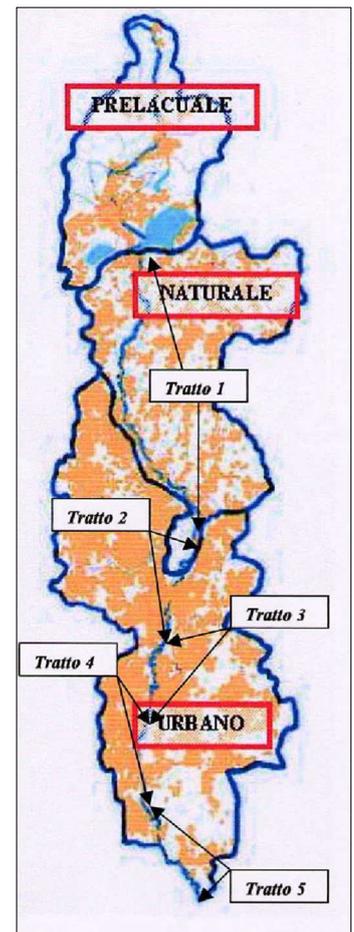
-la terza parte compresa tra il comune di Monza e la periferia SE di Milano, porzione di bacino denominata *Lambro urbano*;

-e, infine, il *Lambro irriguo*, corrispondente con la parte di bacino compreso tra la confluenza del Deviatore Redefossi e il fiume Po.

La figura a lato riporta lo schema planimetrico del bacino idrografico del fiume Lambro estratto dal Piano stralcio di integrazione al PAI.

Il tratto d'alveo del Lambro oggetto di indagine è compreso nel settore definito *Lambro naturale* e la superficie del bacino imbrifero, riferita alla sezione di chiusura posta in corrispondenza al limite comunale con Carate Brianza, ha una estensione di 238 km<sup>2</sup>, mentre la superficie complessiva del bacino del fiume Lambro, alla confluenza con il fiume Po, è di 1.950 km<sup>2</sup>.

La pendenza media nel tratto che si sviluppa lungo il limite comunale con Triuggio e compreso è prossima 0.4%.



#### **4.2 Analisi dell'assetto dello stato di fatto del fiume Lambro**

A seguito dell'evento alluvionale del novembre 2002 l'Autorità di bacino del fiume Po ha avviato lo *Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua naturali e artificiali all'interno dell'ambito idrografico di pianura Lambro Olona*.

Per il tratto del fiume Lambro dal lago di Pusiano a Villasanta, riferendosi all'evento pluviometrico con tempo di ritorno di 200 anni e per le sezioni ritenute significative distribuite lungo l'asta fluviale, lo studio ha indicato le portate al colmo tenendo conto dei contributi dei suoi affluenti. La sequenza dei contributi idrici alla portata di piena lungo l'asta del Lambro è ben rappresentata dallo schema idrografico che segue nel quale i sottobacini del Lambro sono individuati con il termine LAM associata ad una numerazione progressiva procedendo verso valle.

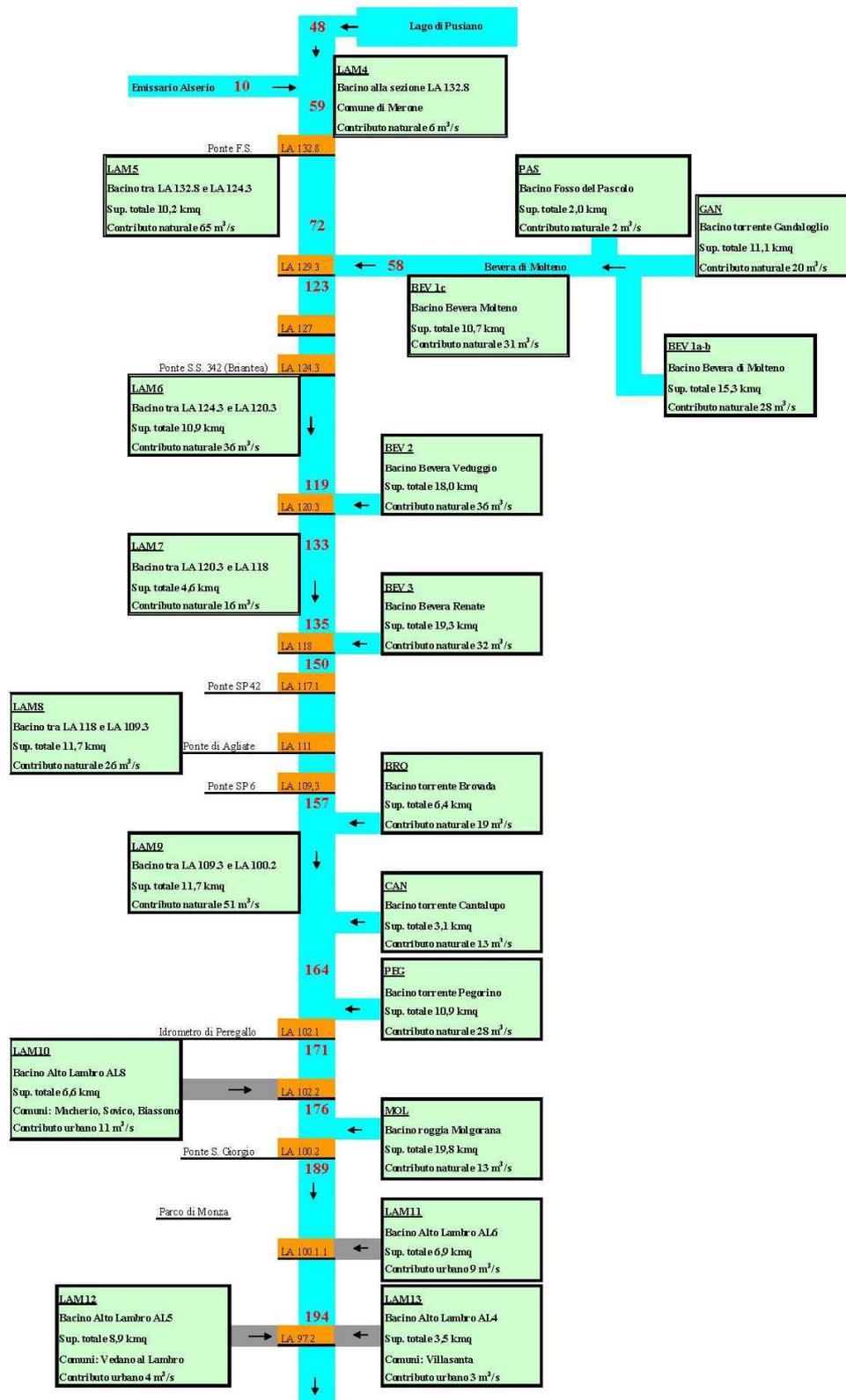


Figura 7 - Schema idrografico estratto dallo studio preliminare (ADBPo)

### 4.3 L'assetto di progetto del fiume Lambro

La già richiamata variante al PAI dell'Autorità di bacino per il fiume Po descrive la cosiddetta condizione di progetto e ne indica i benefici, in termini di attenuazione delle portate al colmo, derivanti dalla completa attuazione delle previsioni di sistemazione indicate nello stesso studio.

Nell'Allegato 1 della Variante è riportata la tabella che consente di valutare gli effetti che la realizzazione delle opere di sistemazione previste dall'assetto di progetto avrà sulla riduzione delle portate al colmo riferite ad un evento con tempo di ritorno di 200 anni. La tabella, esposta in estratto in **Figura 8**, riporta la portata idrologica, ovvero la capacità idraulica teorica dell'alveo non condizionata da manufatti o opere in grado di limitarne la capacità di smaltimento, la portata idraulica riferita allo stato attuale e limitata dalle insufficienze dell'alveo costituite da tutte quelle opere in grado di incidere sulla portata teorica smaltibile (ponti, soglie, restringimenti artificiali,...), e la portata idraulica prevista dall'assetto definitivo di progetto a seguito della completa attuazione di tutte le opere e sistemazioni atte a mitigare gli effetti delle piene.

La **Figura 8** riporta questi tre valori delle portate nel tratto compreso tra l'emissario dal lago di Pusiano e il ponte della strada comunale di Triuggio, sezione d'alveo, quest'ultima, pressoché centrale rispetto al settore fluviale che interessa il territorio comunale di Albiate.

Come si può notare alla sezione indicata (LA106.3) la completa attuazione degli interventi descritti nella Variante dell'AdBPo consente di ridurre la portata al colmo da 155 m<sup>3</sup>/s a 95 m<sup>3</sup>/s.

Sezione	Progr.	Descrizione	Portata idrologica stato attuale (T=200)	Portata idraulica stato attuale (T=200)	Portata idraulica assetto progetto completo (T=200)	Valori limite delle portate di progetto scaricabili dagli affluenti naturali e dai recapiti urbani	Denominazione
	[m]		[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	
LA 132.19	21249	uscita Lago di Pusiano	70	50	15	15	Lago di Pusiano
LA 132.11	22545	Ponte S.P. 41 Merone	85	60	20		
LA 129.2	25528	confluenza Bevera Molteno	150	120	55	22	Bevera di Molteno
LA 127	27039	Ponte via Dante Lambrugo	150	120	65		
LA 124.3	28882	Ponte S.S. 342 (Briantea)	155	115	65		
LA 120.2						Attuale (36)	Bevera di Veduggio (viene laminata nell'area di Inverigo sul corso principale)
LA 120.1	33107	Ponte via Camisasca Inverigo	195	135	65		
LA 117.3						16	Bevera di Renate
LA 117.1	35620	Ponte S.P. 42	225	150	85		
LA 111	39910	Ponte via Garibaldi Verano Brianza	235	155	90		
LA 109	41669	Ponte via Fiume Carate Brianza	240	155	95		
LA106.3	43780	Ponte strada comunale Triuggio	240	155	95		
LA 104.1	46085	Ponte ferroviario linea Monza - Molteno	255	165	105		
LA 102	48740	Ponte vecchio Biassono	270	175	125		
LA 100.2	51206	Ponte S. Giorgio Villasanta	285	190	140		
LA97.3	53802	Ponte ad arco via Cavriga Villasanta	285 <sub>(287)</sub>	195	140		
LA97.4	53803	Ponte ad arco via Cantore					

**Figura 8 - Estratto "Allegato 1 - Valori delle portate della piena di progetto nelle sezioni significative del fiume Lambro" da Variante al piano stralcio per l'assetto Idrogeologico ( 2004)**

#### 4.4 L'assetto attuale del fiume Lambro

Il Piano stralcio approvato nel 2004 al capitolo 4 prevede il seguente assetto di progetto come il più idoneo per la messa in sicurezza dell'intera asta fluviale:

- regolazione del lago di Pusiano ( $10'000'000 \text{ m}^3$ ), mediante il recupero del nodo idraulico "Cavo Diotti";
- casse di espansione sugli affluenti di sinistra:
  1. a Merone sulla Bevera di Molteno ( $1'400'000 \text{ m}^3$  complessivi I, II e III lotto – Cà di Brenno)
  2. a Molteno sul Gandaloglio
  3. a Briosco sulla Bevera di Renate ( $500'000 \text{ m}^3$ )
- conservazione della capacità di laminazione naturale: area di Inverigo ( $800'000 \text{ m}^3$ ), Parco di Monza, zona di Monza tra Villorosi e A4, Parco Lambro, Parco Agricolo Sud Milano;
- argini, con funzione di protezione degli abitati, individuati, per posizione e tracciato, dalla fascia B di progetto del presente Piano stralcio;
- by-pass di Monza e di Milano;
- riprofilatura dell'alveo a Milano da Ortica a Bolgiano (raddoppio alveo e abbassamento alcune traverse);
- realizzazione di vasche di laminazione sui collettori fognari;
- interventi di adeguamento delle infrastrutture viarie interferenti;
- adeguamento e demolizione di traverse;
- modifica nodo idraulico Lambro-Naviglio Martesana.

Al capitolo 5, paragrafo 5.2.1 relativo agli *Interventi attivi di riduzione delle portate attraverso laminazioni in fascia o in aree di laminazione controllata*, per il tratto da Merone (sezione LA132.19) al ponte S. Giorgio a Villasanta (sezione LA100.2) sono indicati i seguenti interventi:

Regolazione lago di Pusiano (Quota massima 262.00)

Vasche di espansione:

- a Merone sulla Bevera di Molteno
- a Briosco sulla Bevera di Renate
- a Molteno sul Gandaloglio
- a Inverigo sul fiume Lambro

Tra questi risultano completate e collaudate le sole opere di regolazione del lago di Pusiano grazie al recupero del nodo idraulico "Cavo Diotti" che consente una gestione del lago in modo che durante l'evento di piena si raggiunga il livello di invaso pari a circa 262 m.s.m. Con il livello indicato la portata al colmo convogliata nel fiume è di  $16 \text{ m}^3/\text{s}$  a fronte di una portata duecentennale nell'assetto riferito allo stato di fatto pari a  $48 \text{ m}^3/\text{s}$ .

#### 4.5 Le portate di piena utilizzate

Secondo quanto riportato al precedente capitolo 3, alla sezione LA106.3 *Ponte comunale Triuggio*, i valori al colmo delle onde di piena riferite all'assetto dello stato di fatto sono state così determinate:

-evento con tempo di ritorno di 10 anni	70 m <sup>3</sup> /s
-evento con tempo di ritorno di 200 anni	155 m <sup>3</sup> /s
-evento con tempo di ritorno di 500 anni	190 m <sup>3</sup> /s

Tenendo conto del beneficio in termini di attenuazione della portata al colmo, determinata dalle opere di regolazioni del lago di Pusiano, si avrebbe una riduzione di 32 m<sup>3</sup>/s per i tempi di ritorno di 200 e 500 anni riducendo i valori di picco rispettivamente a 123 m<sup>3</sup>/s e 158 m<sup>3</sup>/s. Ne consegue che tenendo conto delle opere realizzate e collaudate i valori al colmo delle onde di piena utilizzate nel modello idraulico risultano:

-evento con tempo di ritorno di 10 anni	70 m <sup>3</sup> /s
-evento con tempo di ritorno di 200 anni	123 m <sup>3</sup> /s
-evento con tempo di ritorno di 500 anni	158 m <sup>3</sup> /s

In merito ai valori delle portate al colmo si rileva che nell'ambito dello *Studio idraulico del fiume Lambro e modellazione scenario di allagamento delle aree comunale* (aprile 2022), redatto dall'ing Stefano Croci dello Studio Paoletti Ingegneri Associati su incarico del Comune di Carate Brianza, le portate al colmo utilizzate nel modello idraulico di simulazione dei deflussi delle piene lungo il tratto comunale del corso d'acqua sono rispettivamente di 70 m<sup>3</sup>/s per l'evento con tempo di ritorno di 10 anni, di 105-115 m<sup>3</sup>/s per la portata duecentennale e 138-147 m<sup>3</sup>/s per quella cinquecentennale, valori ritenuti confrontabili.

## 5. ANALISI IDRAULICA

In questo capitolo è descritto il modello di calcolo utilizzato per la simulazione idraulica del corso d'acqua, indicando lo strumento adottato per descrivere l'assetto geometrico del corso d'acqua, le caratteristiche idrauliche dell'asta fluviale (scabrezza dell'alveo, delle sponde e delle aree golenali), le simulazioni sviluppate e la descrizione dei risultati derivanti dell'analisi numerica.

### 5.1 Il modello numerico

Per la definizione del comportamento idraulico del corso d'acqua è stato utilizzato il codice di calcolo HEC - RAS (River Analysis System), sviluppato presso l'Hydrologic Center a Davis (U.S.A.) che consente, nella versione 6.0, il calcolo dei profili idraulici in moto permanente gradualmente vario in reti di canali e/o corsi d'acqua.

Il codice consente la simulazione del deflusso in condizioni di corrente critica (moto supercritico), corrente lenta (moto subcritico) e misto e possono essere valutati gli effetti di emissioni e/o immissioni laterali di portata.

Il calcolo del profilo avviene tramite la risoluzione in modo sequenziale dell'equazione monodimensionale dell'energia tra due sezioni trasversali adiacenti.

Le simulazioni del deflusso tengono conto della presenza di manufatti lungo l'asta fluviale, quali ponti, pile da ponte, tratti intubati di corso d'acqua, arginature e presenza di edifici in zona golenale. Nelle sezioni ove si riscontrano tali singolarità nascono complesse situazioni dinamiche idrauliche ed il codice utilizza e confronta i risultati con specifiche equazioni dell'Idraulica, al fine di valutare al meglio le variazioni di livello.

In sintesi, il calcolo è basato sulla valutazione delle variazioni di livello idrometrico in base alle perdite di energia tra due sezioni trasversali adiacenti; il codice prevede l'inizio del calcolo dalla sezione di valle o da quella di monte, a seconda che rispettivamente il moto si sviluppi in condizioni di corrente lenta o veloce.

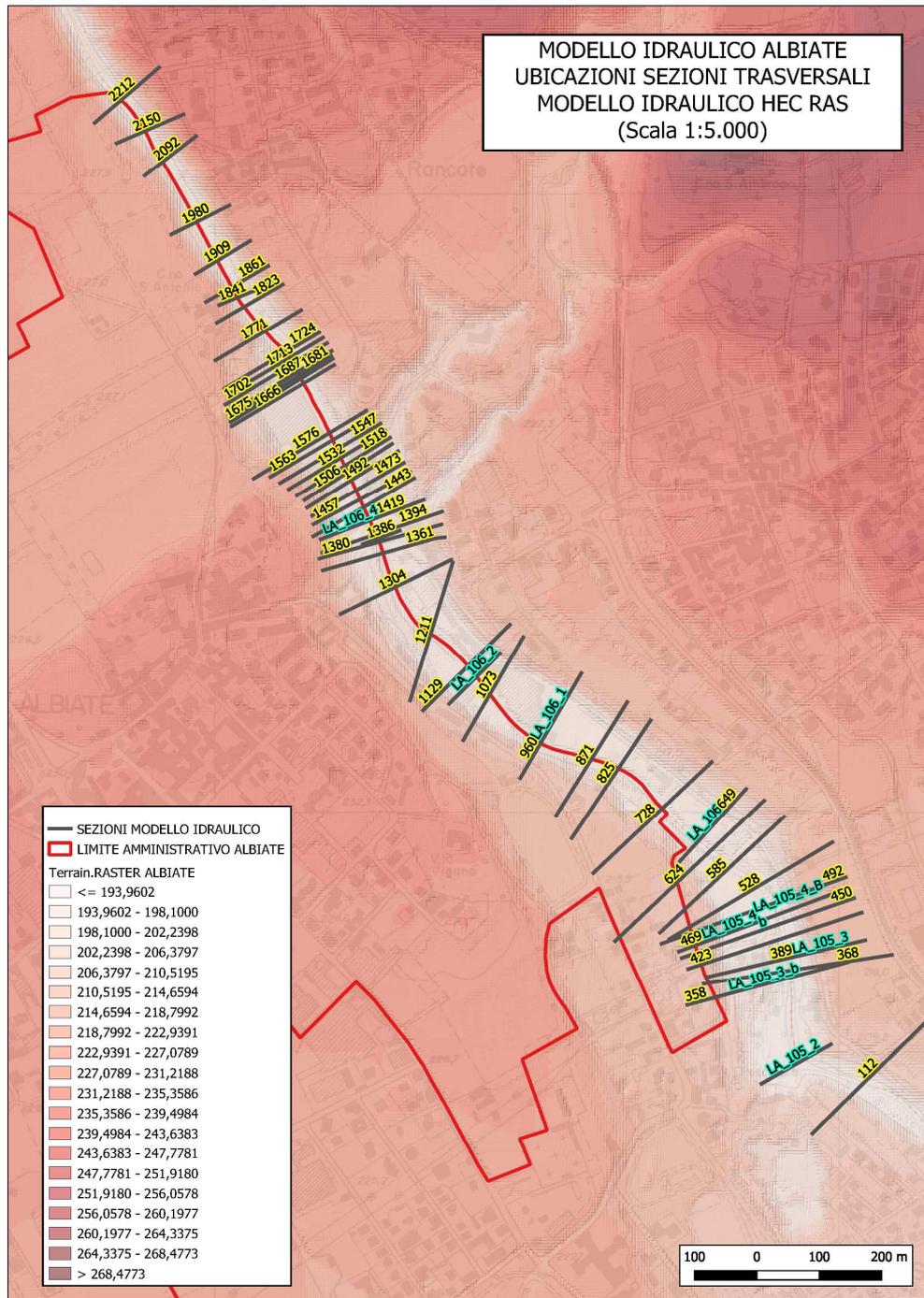
Nel caso del calcolo dei profili in condizioni di corrente mista, il codice prevede di individuare automaticamente il valore del numero di Froude, considerando le variazioni geometriche, di velocità e portata, attraverso una specifica routine di calcolo. Noto il valore di tale numero è possibile conoscere il verso in cui procedere per il calcolo del profilo idraulico, ovvero la direzione verso cui si propagano le perturbazioni che interessano la superficie liquida.

La distribuzione del moto in una sezione trasversale avviene tramite l'utilizzo dell'equazione di Manning dividendo la sezione trasversale in subaree; il calcolo dei profili idraulici avviene attraverso la valutazione del bilancio energetico tra due sezioni trasversali, assunte perpendicolari al flusso. Il bilancio tiene conto di due tipi di perdite, localizzate (per contrazione od espansione della vena liquida) e distribuite (per attrito).

## ***5.2 Assetto geometrico dell'alveo***

Per la porzione del fiume Lambro oggetto di indagine il modello di simulazione idraulica è stato allestito rifacendosi a sezioni trasversali desunte direttamente dal rilievo aerofotogrammetrico LIDAR messo a disposizione dell'Amministrazione di Albiate dalla Regione Lombardia che dispone dei rilievi realizzati dal Ministero della Transizione Ecologica nell'ambito del Piano Straordinario di Telerilevamento per la verifica e il monitoraggio delle aree a rischio idrogeologico molto elevato) con risoluzione della griglia con passo 1.0x1.0 metri.

Dal rilievo LIDAR, mediante applicativo di geoprocessing (RasMapper) proprio del codice di calcolo HEC-RAS, sono state ricavate 55 sezioni trasversali distribuite lungo il tratto d'alveo oggetto di studio, distanziate tra loro tra i 10 e i 25 metri nei settori dove sono presenti fabbricati a ridosso del corso d'acqua o in corrispondenza alle infrastrutture (ponte della SP135); la distanza è stata aumentata a 50 o 100 metri nei settori d'alveo maggiormente incisi.



**Figura 9** - Distribuzione delle sezioni trasversali utilizzate nella definizione del modello di simulazione idraulica del fiume Lambro del settore d'alveo nel settore in corrispondenza del settore interferente con il limite Amministrativo di Albiate.

Delle 55 sezioni estrapolate (da Sez.2212 a Sez.112), alcune di esse hanno tracciato coincidente con quelle dello studio idraulico dell'Autorità di Bacino del Fiume Po "Fasce Fluviali del Fiume Lambro nel tratto dal Lago di Pusiano alla confluenza con il Deviatore Redefossi – Relazione rivista e integrata sulla base delle osservazioni presentate ai sensi dell'art. 18 della Legge 183/89 e risultanti dalla fase di consultazione art. 1-bis della Legge 365/2000" (delibera 2/2004 - 3 marzo 2004).

La corrispondenza tra queste sezioni e quelle utilizzate nei modelli idraulici è esplicitata nella tabella che segue.

Sezione Modello Idraulico ALBIATE	Sezioni AdBPo delibera 2/2004 3 marzo 2004
SEZ.1841	LA_107_1
SEZ.1687	LA_107
SEZ.1678	LA_107_bis
Sez.1419	LA_106_4
Sez.1386	LA_106_3
Sez.1361	LA_106_3_bis
Sez.1107	LA_106_2
Sez.960	LA_106_1
Sez.649	LA_106
Sez.469	LA_105_4
Sez.450	LA_105_4_bis
Sez.389	LA_105_3
Sez.358	LA_105_3_bis
Sez.220	LA_105_2

**Tabella 1** - Correlazioni tra le sezioni del modello idraulico del fiume Lambro impiegato per il presente studio e le Sezioni AdBPo delibera 2/2004 - 3 marzo 2004

### 5.3 Coefficienti di scabrezza

Nell'ambito dei modelli idraulici allestiti, in considerazione della natura del materiale costituente il fondo, le sponde e le aree golenali sono stati assunti i seguenti valori del coefficiente di scabrezza  $k$  Strickler ( $m^{1/3}/s$ ) o di Manning ( $n = 1/k$  in  $s/m^{1/3}$ )

Bacino	Coefficiente scabrezza	Valore		
		Alveo	Sponde	Golena
Fiume Lambro (a monte Sez.649 – LA106)	Strickler ( $m^{1/3}/s$ )	26	17	17
	Manning ( $s/m^{1/3}$ )	0.038	0.06	0.06
Fiume Lambro (a valle Sez.649 – LA106)	Strickler ( $m^{1/3}/s$ )	25	13	13
	Manning ( $s/m^{1/3}$ )	0.04	0.08	0.08

**Tabella 2** - Tabella riepilogativa dei valori di scabrezza utilizzati per i modelli di simulazione idraulica.

Di fatto laddove i rilievi in situ hanno evidenziato la presenza in alveo (per il tratto oggetto di indagine) una discreta componente di detriti e/o ciottolame mobilizzato dalle piene sono stati adottati valori di scabrezza molto bassi (Strickler inferiore a  $30 m^{1/3}/s$ ); nelle aree golenali in considerazione della presenza di opere antropiche (viabilità, edifici, muri di cinta,... ) è stato assunto un valore di scabrezza inferiore (Strickler inferiore a  $20 m^{1/3}/s$ ).

#### **5.4 Condizioni al contorno**

Definite le portate di riferimento, e allestiti i modelli le prime simulazione numeriche hanno confermato le ipotesi iniziali ovvero che tutti i corsi d'acqua analizzati hanno un regime idraulico caratterizzato da corrente lenta ( $n. \text{ Froude} < 1$ ), comportamento condizionato dalla ridotta pendenza dell'asta fluviale. A fronte di quanto esposto le simulazioni sono tutte state impostate in condizioni di corrente mista per consentire al modello il passaggio dei profili attraverso l'altezza critica in corrispondenza delle traverse presenti nel tratto di corso d'acqua oggetto di indagine, applicando per entrambi gli estremi del tronco analizzato il passaggio l'altezza di moto uniforme.

Ne consegue che la pendenza della linea di energia è stata considerata (per le sezioni di monte e di valle) parallela al fondo scorrevole la cui pendenza per il corso d'acqua oggetto di indagine è stata desunta dai rilievi topografici di dettaglio eseguiti nella campagna di rilievo dell'agosto 2023, atte a verificare la profondità media della vena fluida in condizioni ordinarie le variazioni del fondo alveo.

#### **5.5 Simulazioni delle piene in alveo**

Definite le portate per eventi con tempo di ritorno di 10, 200 e 500 anni, il modello di simulazione del comportamento idraulico del fiume Lambro è stato sviluppato in relazione ai seguenti scenari:

- simulazione della piena riferita all'evento con tempo di ritorno di 10 anni nelle condizioni attuali del corso d'acqua;
- simulazione della piena riferita all'evento con tempo di ritorno di 200 anni nelle condizioni attuali del corso d'acqua, senza considerare la presenza delle previste opere di protezione degli insediamenti presenti lungo le sponde del fiume;
- simulazione della piena riferita all'evento con tempo di ritorno di 500 anni nelle condizioni attuali del corso d'acqua come previsto per la precedente analisi;
- simulazione della piena riferita all'evento con tempo di ritorno di 200 anni nelle condizioni di progetto con la delimitazione di progetto del limite tra la fascia B e la fascia C, come previsto dal Piano stralcio. L'analisi idraulica è stata sviluppata considerando i limiti di progetto tra le Fasce B e C previste su entrambe le sponde del corso d'acqua lungo il tratto d'alveo che lambisce il territorio comunale e interessa anche il territorio comunale di Triuggio

#### **5.6 Risultati delle simulazioni**

I risultati delle simulazione idrauliche, ottenute con il software HEC – RAS, sono riportati in forma tabellare e grafica negli allegati alla presente relazione e sono riferite alle portate al colmo relative agli eventi con tempi di ritorno di 10, 200 e 500 anni.

Le tabelle riportano nelle diverse colonne il numero della sezione trasversale di verifica idraulica, la portata di verifica ( $m^3/s$ ), la quota assoluta minima del fondo del canale (m), la quota assoluta del pelo libero (m), la quota assoluta dell'altezza critica (m), la quota assoluta del carico totale (m), la pendenza della linea dei carichi totali (in m/m), la velocità media nella sezione di deflusso (m/s), la superficie della sezione bagnata (metri quadri), la larghezza pelo libero (m) e il numero di Froude nell'alveo inciso. Tali valori sono indicati con i seguenti acronimi in lingua inglese.

Acronimo	Traduzione
Reach	corso d'acqua
Q total	Portata di verifica idraulica
River Station	sezione trasversale
Min Ch El	quota assoluta minima del fondo del canale
W.S. Elev	quota assoluta pelo libero
Crit W.S.	quota assoluta altezza critica
E.G. Elev	quota assoluta carico totale
E.G. Slope	pendenza linea carichi totali
Vel Total	velocità media
Flow Area	sezione bagnata
Top Width	larghezza pelo libero
Froude # Chl	numero di Froude alveo inciso

Nei grafici allegati di verifica idraulica sono altresì presenti i seguenti acronimi anglosassoni.

Acronimo	Significato
EG PF1	linea dei carichi totali
WS PF1	profilo idrico
Ground	Terreno
Bank Sta	limiti alveo inciso

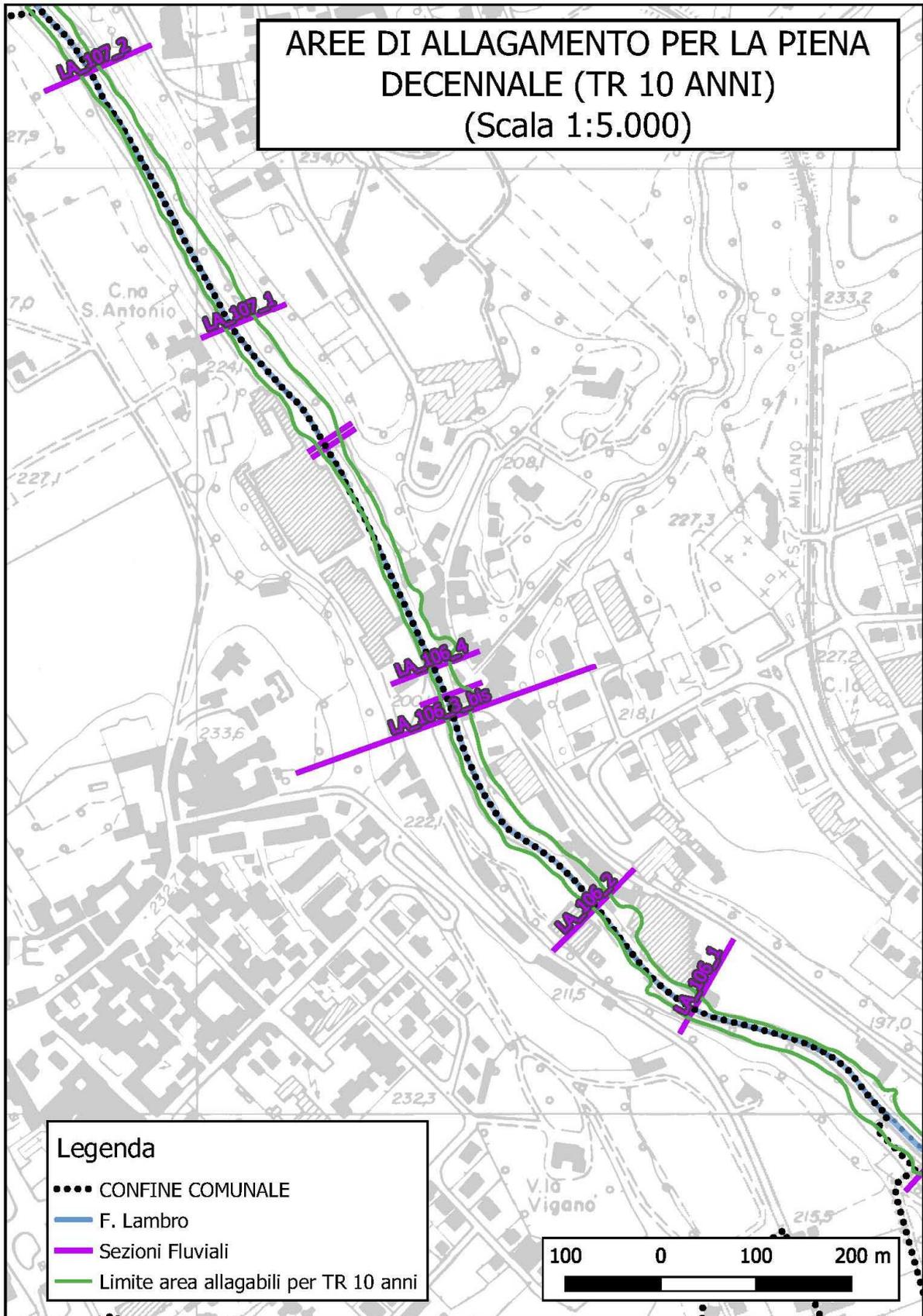
Per quanto attiene alla portata duecentennale le simulazioni fanno riferimento a due configurazioni: senza le opere di protezione e a seguito della esecuzione di tali opere (cosiddetta B di progetto) su entrambe le sponde del fiume come indicato nel piano stralcio.

A titolo di confronto nella tabella che segue sono riportati i livelli della piena duecentennale in corrispondenza alle sezioni indicate nella variante al PAI comprese nel settore d'alveo che si sviluppa lungo il confine comunale.

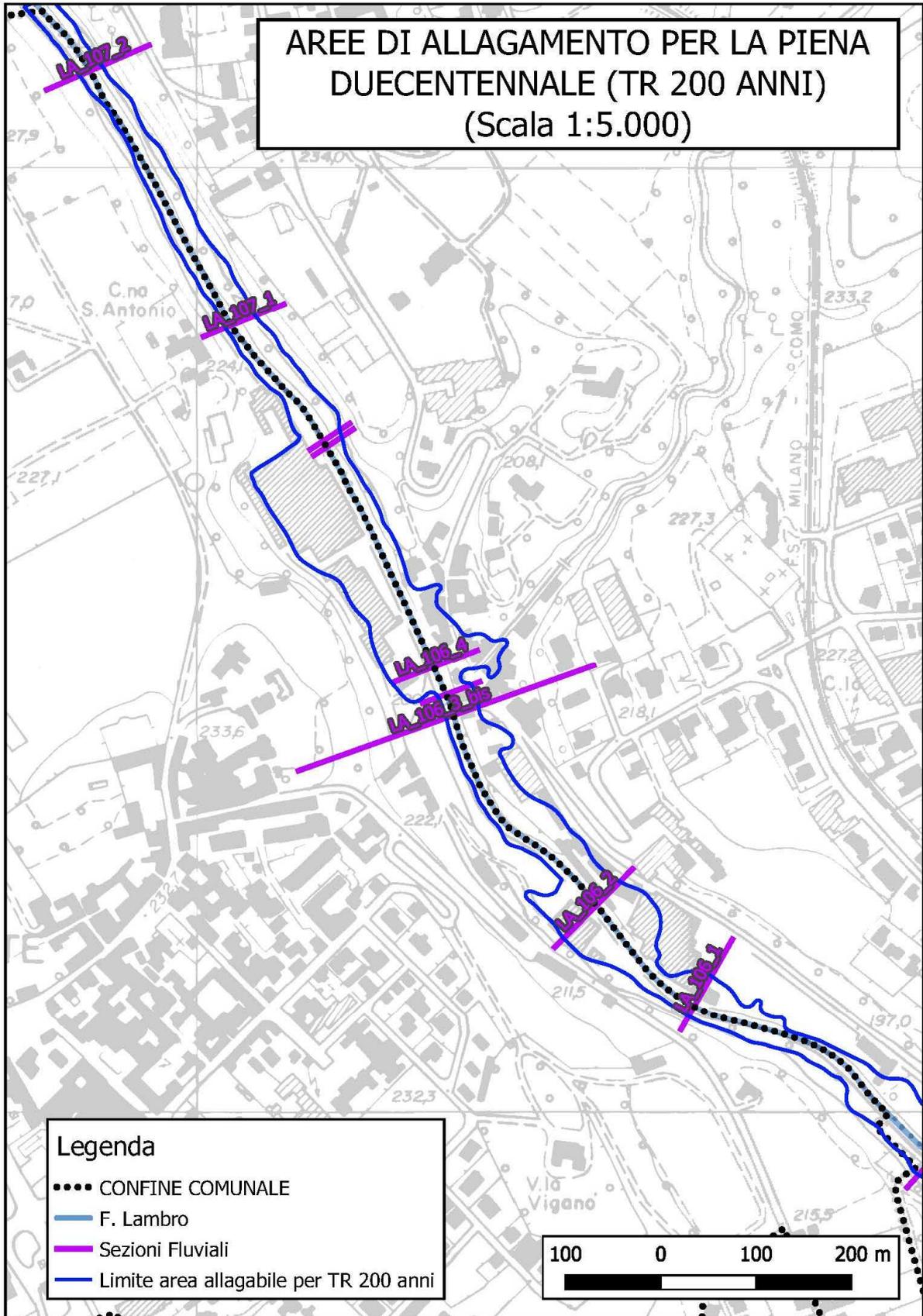
La tabella mette a confronto il livello raggiunto dalla portata duecentennale prevista per lo stato di fatto, per lo stato di progetto con i livelli determinati mediante simulazione e riferiti all'evento con tempo di ritorno di 10, 200 e 500 anni.

Sezione	Progress	Quota assoluta pelo libero con:					
		Portata stato di fatto	Portata stato di progetto	Portata TR10	Portata TR200	Portata TR200 con B progetto	Portata TR 500
LA 107.1	43314	200.17	198.71	199.08	199.73	199.78	200.01
LA107	43469	199.88	198.16	198.59	199.33	199.39	199.59
LA 107bis	43477	199.04	198.13	198.51	199.29	199.33	199.51
LA 106.4	43766	198.76	197.71	197.53	198.13	198.26	198.60
LA 106.3	43780	198.72	197.64	197.46	198.11	198.21	198.44
LA 106.3 bis	43793	196.21	197.42	197.40	197.97	198.07	198.24
LA 106.2	44053	197.56	196.56	196.67	197.37	197.40	197.71
LA 106.1	44215	197.33	196.11	196.28	197.00	197.05	197.33
LA106	44507	197.09	195.20	195.73	196.33	196.45	195.51

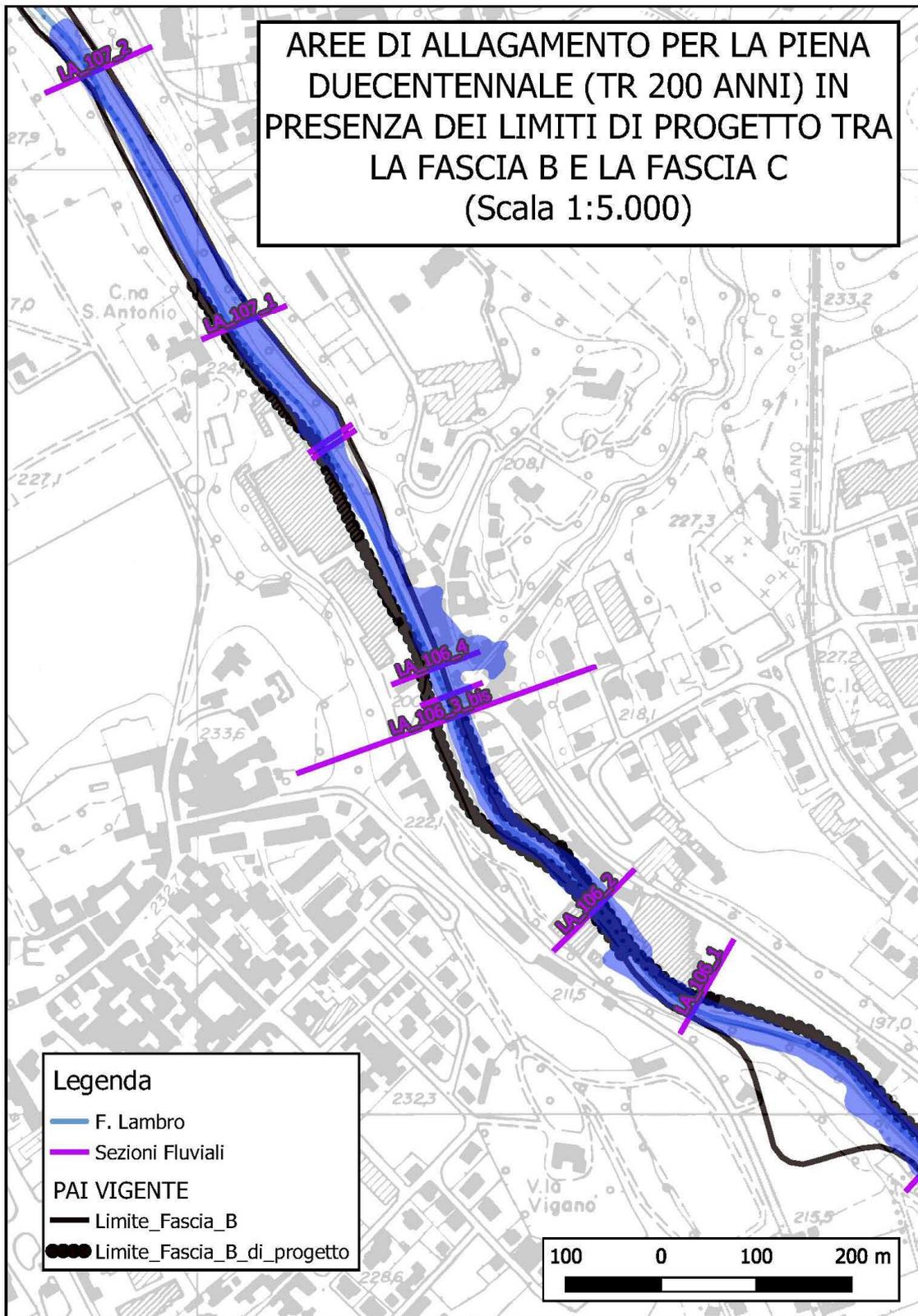
AREE DI ALLAGAMENTO PER LA PIENA CON TEMPI DI RITORNO DI 10 ANNI



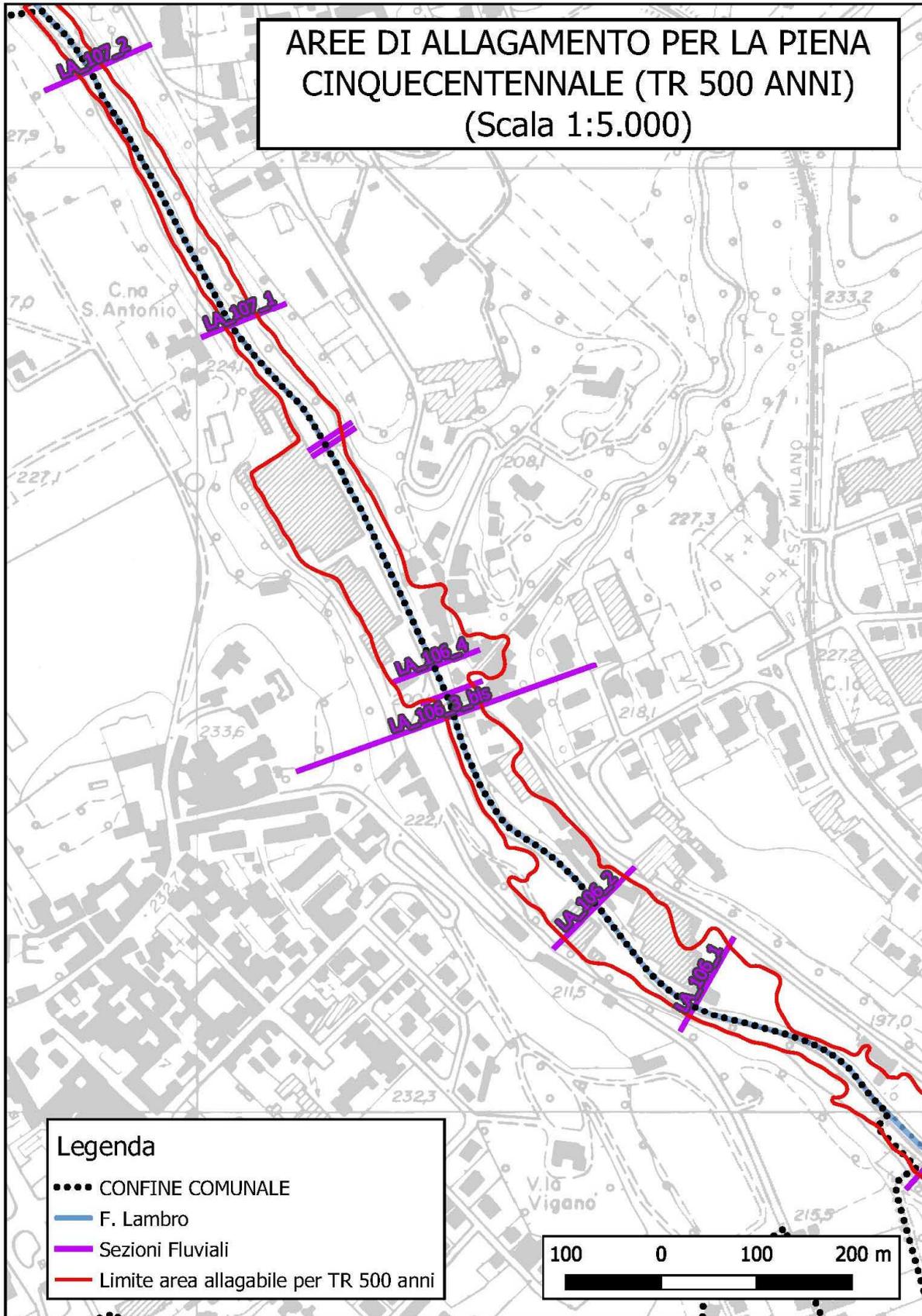
AREE DI ALLAGAMENTO PER LA PIENA CON TEMPI DI RITORNO DI 200 ANNI



AREE DI ALLAGAMENTO PER LA PIENA CON TEMPI DI RITORNO DI 200 ANNI CONSIDERANDO IL LIMITE DI PROGETTO TRA LA FASCIA B E LA FASCIA C (B DI PROGETTO)



AREE DI ALLAGAMENTO PER LA PIENA CON TEMPI DI RITORNO DI 500 ANNI



## 6. PROPOSTA DI MODIFICA DELLA MAPPATURA DELLE AREE DI PERICOLOSITÀ IDRAULICA DEL PGRA

Riferendosi ai risultati dei modelli idraulici svolti, esposti nel precedente capitolo, sono state tracciate le aree di pericolosità secondo la codifica prevista dal Piano di Gestione del Rischio Alluvione (PGRA) che prevede la suddivisione in aree in relazione a tre diversi gradi di pericolosità idraulica, rappresentati con fasce a diverso colore come indicato nel seguito:



Aree P3 (o H) potenzialmente interessate da alluvioni frequenti – tempo di ritorno di riferimento pari a 10 anni-



Aree P2 (o M) potenzialmente interessate da alluvioni frequenti – tempo di ritorno di riferimento pari a 200 anni-



Aree P2 (o M) potenzialmente interessate da alluvioni frequenti – tempo di ritorno di riferimento pari a 500 anni-

Nella figura di pagina 28 (**Figura 10**) è riportata la proposta di modifica della aree a diversa pericolosità idraulica del Piano di Gestione del Rischio Alluvione (PGRA) che considera la riduzione della portata al colmo determinata per effetto delle opere di mitigazione delle portate attivate a monte dell'area in esame (ristrutturazione del Cavo Diotti).

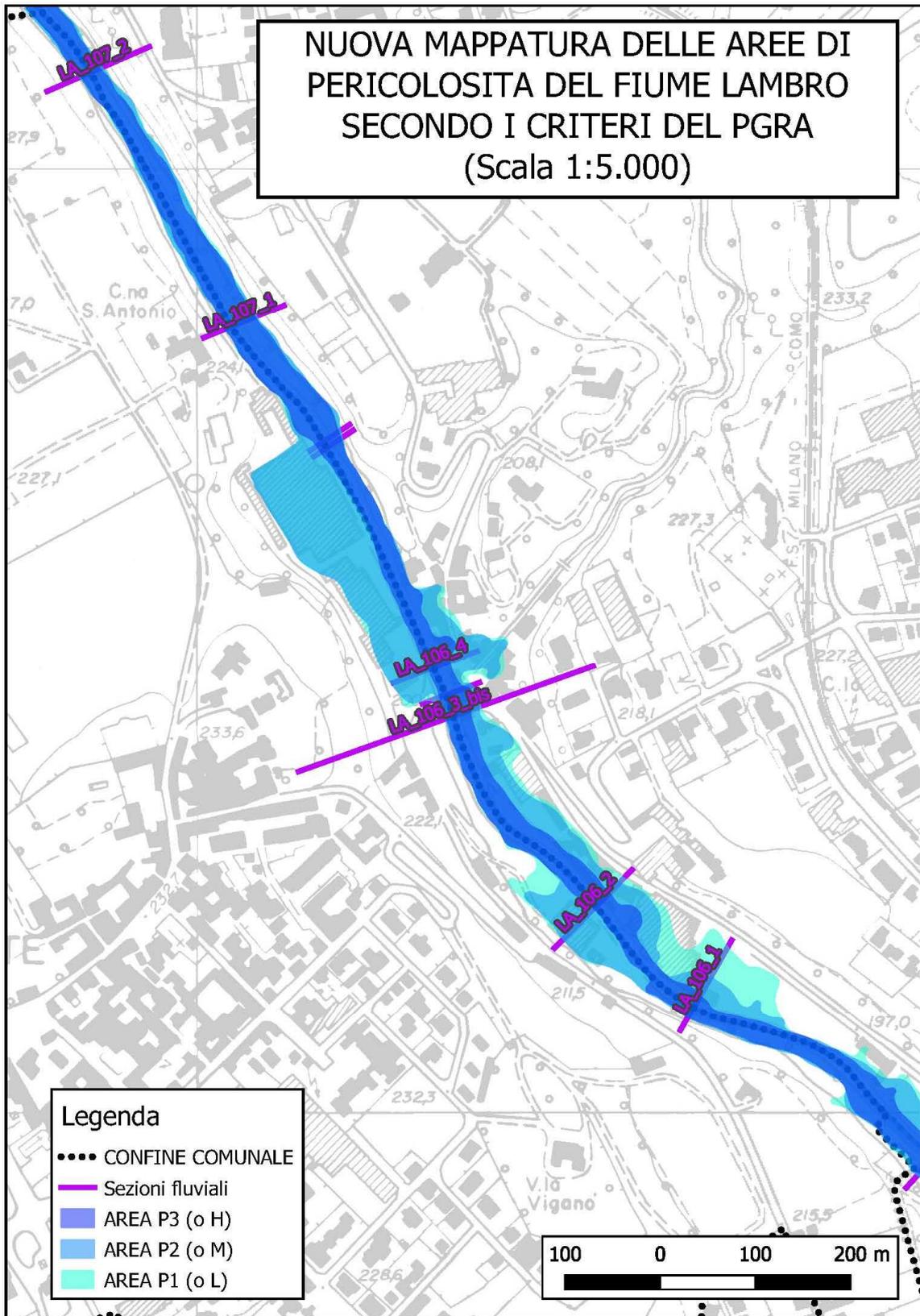


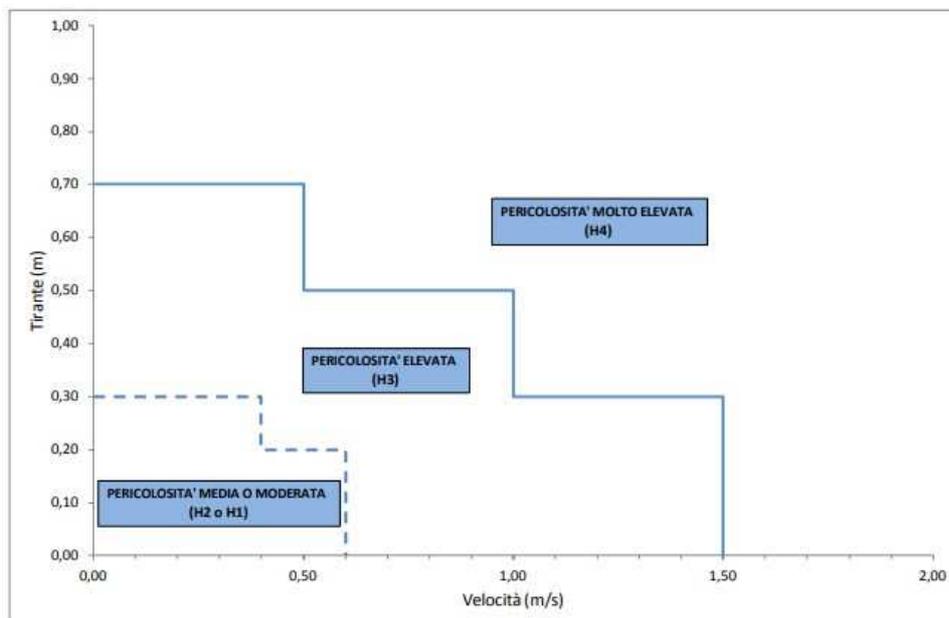
Figura 10 - Mappatura delle aree a diversa pericolosità idraulica

## 7. ZONAZIONE DELLA PERICOLOSITA'

Definite le aree allagabili nel corso degli eventi di piena simulati, con riferimento all'evento con tempo di ritorno di 200 anni, è stata predisposta la mappatura delle aree di pericolosità idraulica secondo la procedura prevista dall'Allegato 4 Procedure per la valutazione e la zonazione della pericolosità e del rischio di esondazione della D.G.R. IX/2016/2011.

Al paragrafo 3.4 *Zonazione della pericolosità* è definito il criterio in base al quale individuare le aree omogenee a diversa pericolosità; in dettaglio nel paragrafo si chiarisce che: *all'interno delle aree esondabili individuate devono essere delimitate zone a diverso livello di pericolosità idraulica, sulla base, in particolare, dei tiranti e delle velocità di scorrimento.*

*Per la classificazione dei diversi livelli di pericolosità idraulica si fa riferimento al grafico seguente.*



**Figura 11** - Grafico tiranti-velocità estratto dal paragrafo 3.4 Zonazione della pericolosità dell'Allegato 4 alla D.G.R.IX/2016/2011

Applicando il criterio indicato e riferendosi alla situazione riferita alla portata duecentennale sono state definite tre aree a diversa pericolosità contraddistinte dai seguenti colori.



Aree a pericolosità molto elevata (H4)



Aree a pericolosità elevata (H3)



Aree a pericolosità media o moderata (H2 o H1)

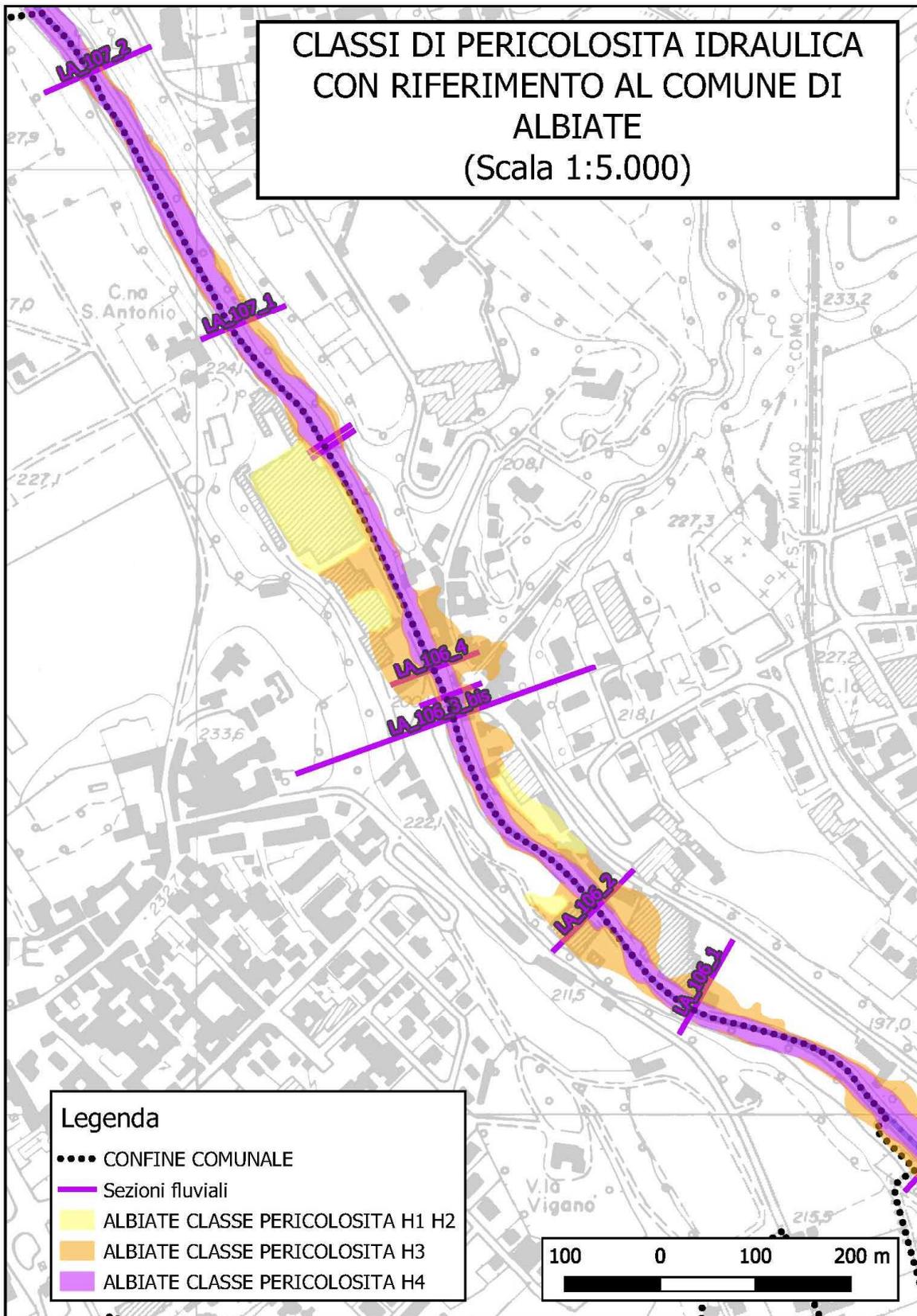
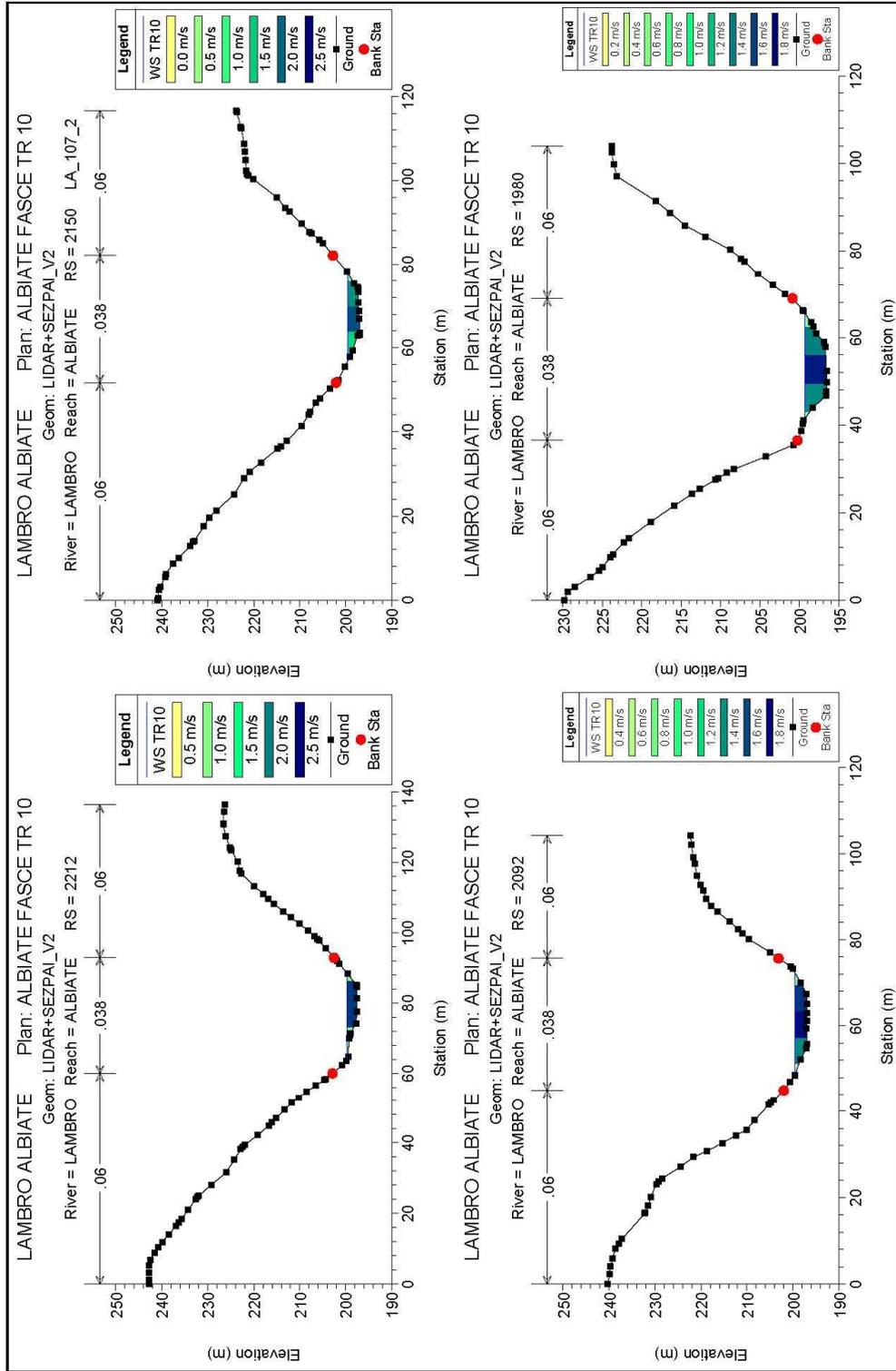
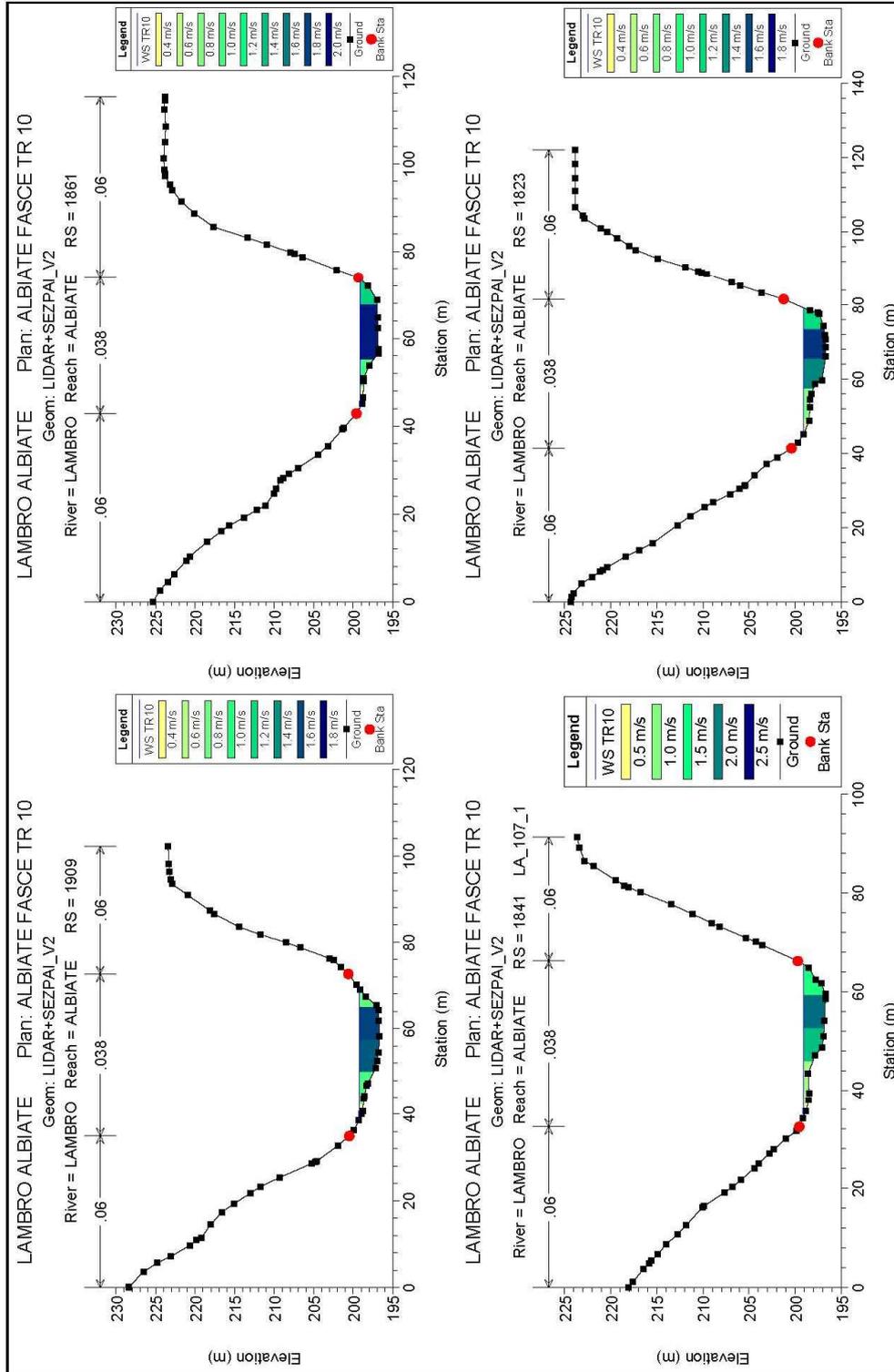


Figura 12 - Zonizzazione della pericolosità idraulica

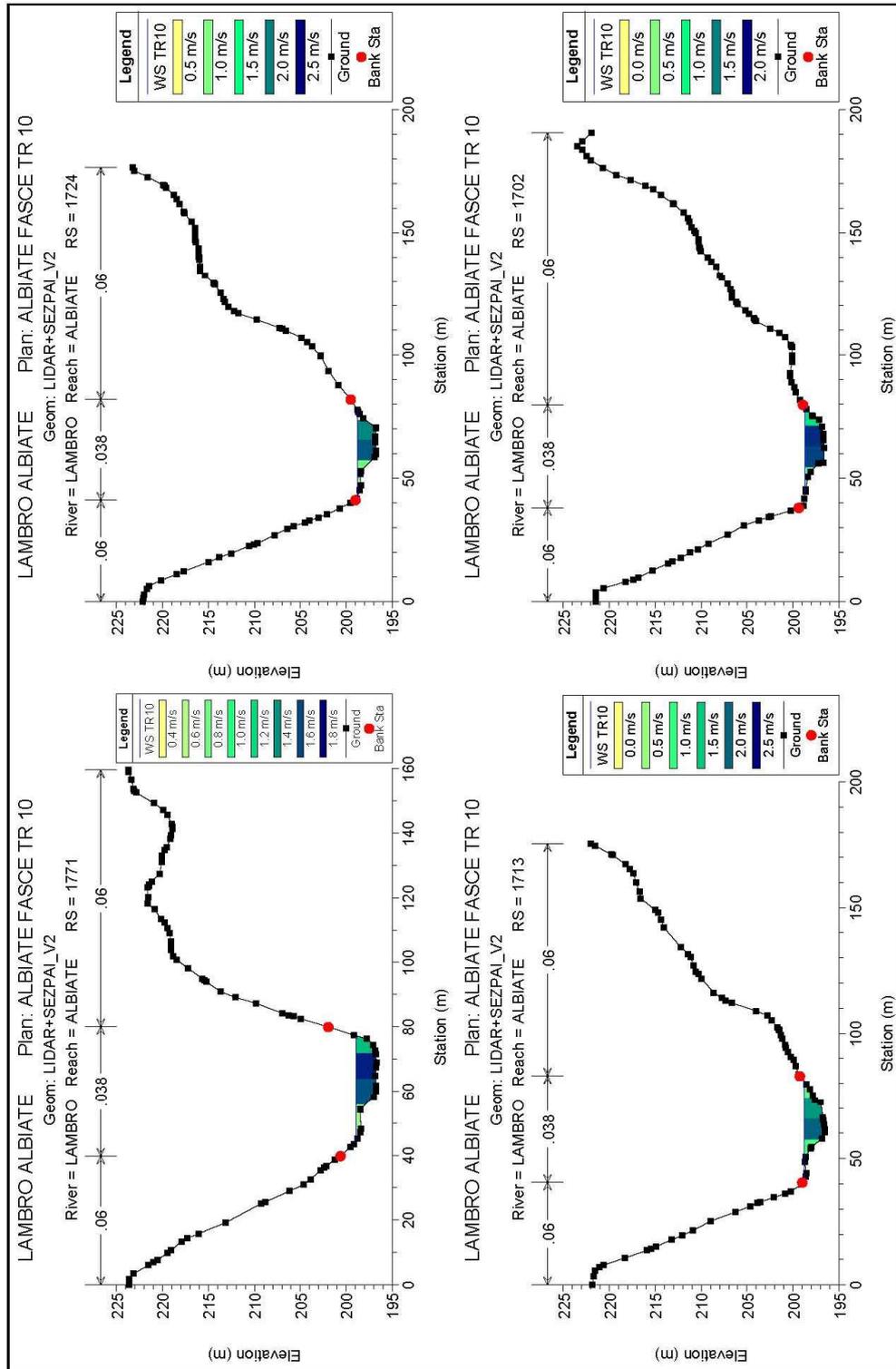
## 8. ALLEGATI

### **8.1 Allegato 1** *Elaborazioni riferite all'evento con tempo di ritorno di 10 anni*

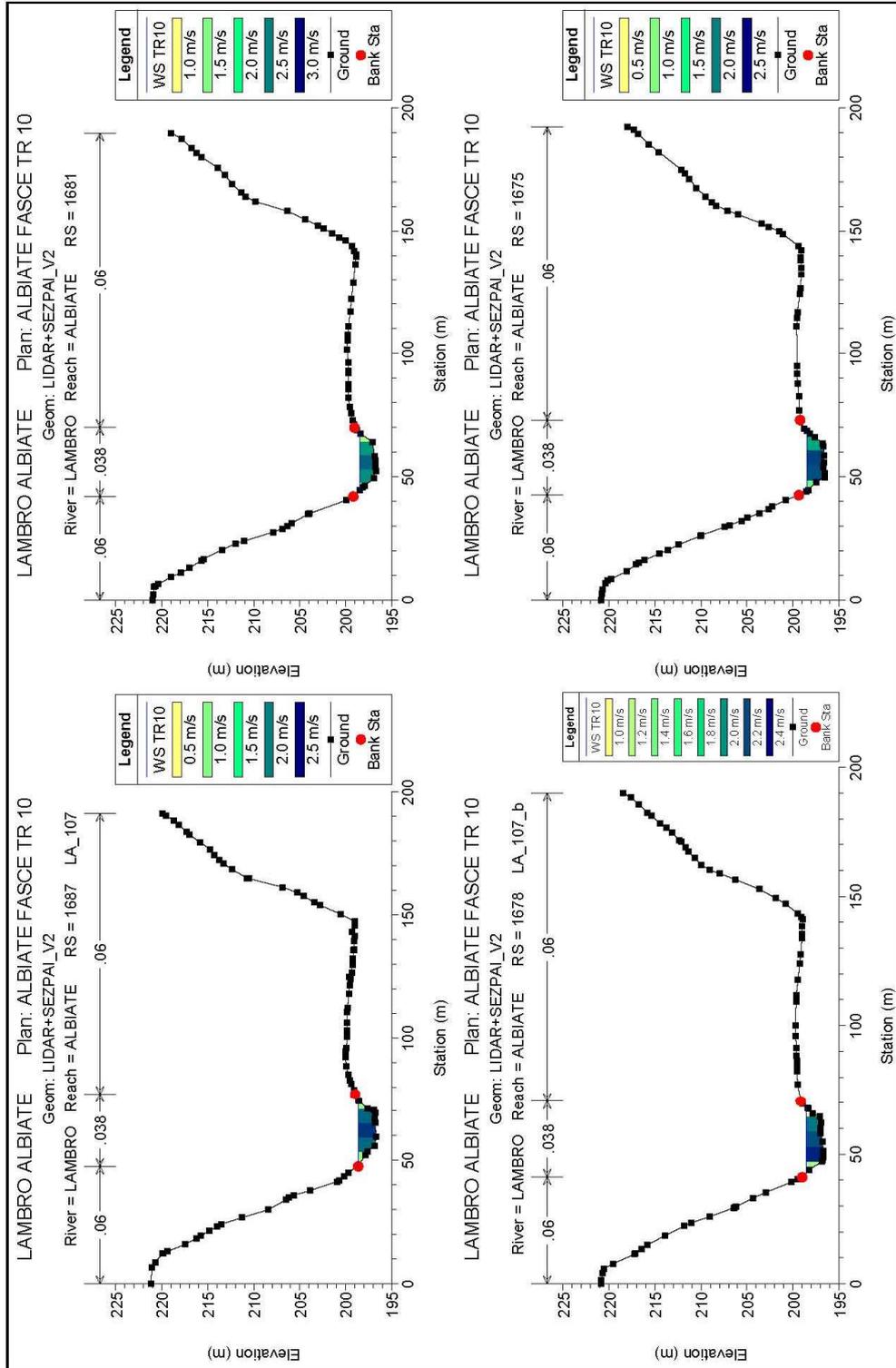




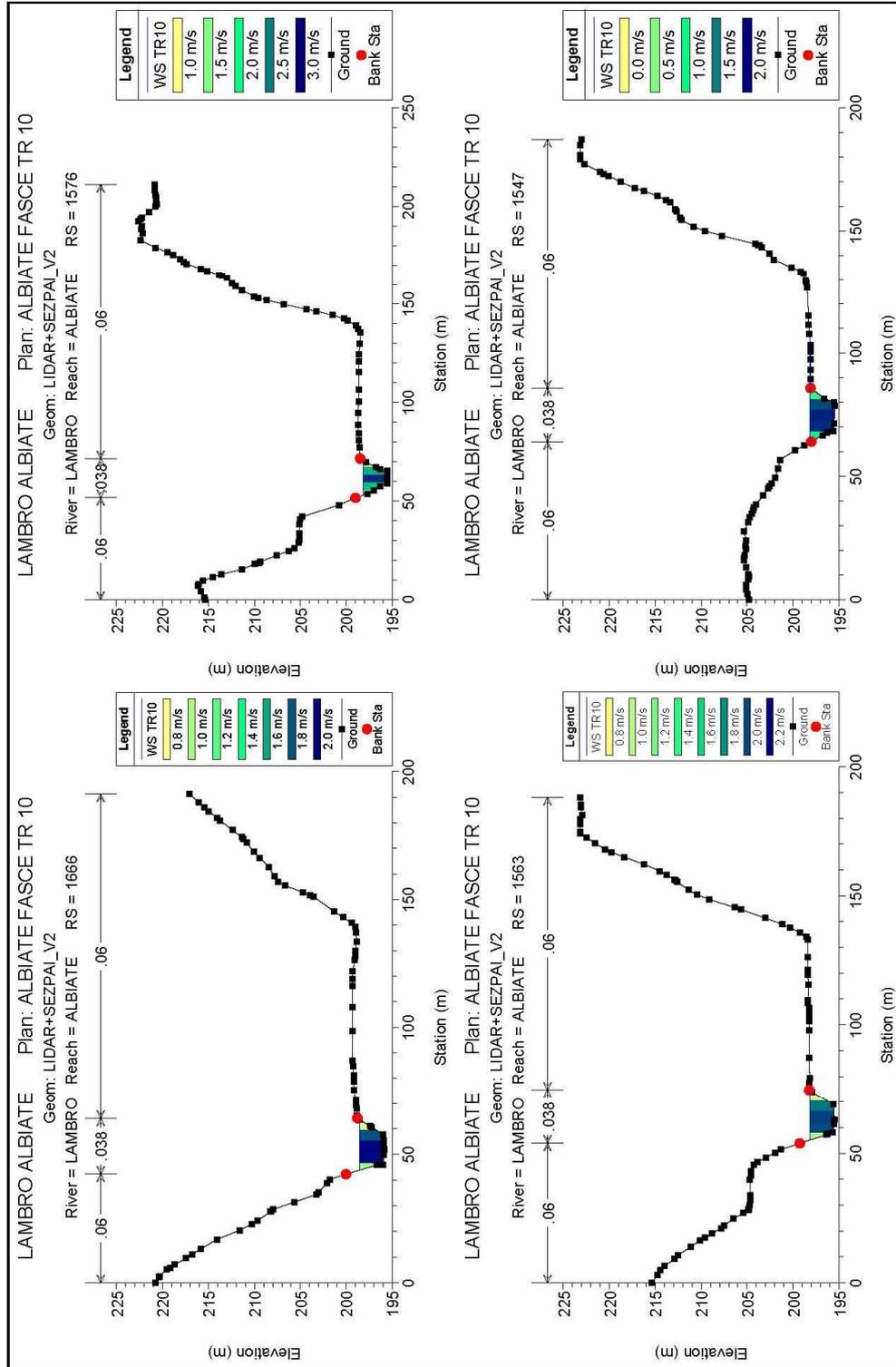
2



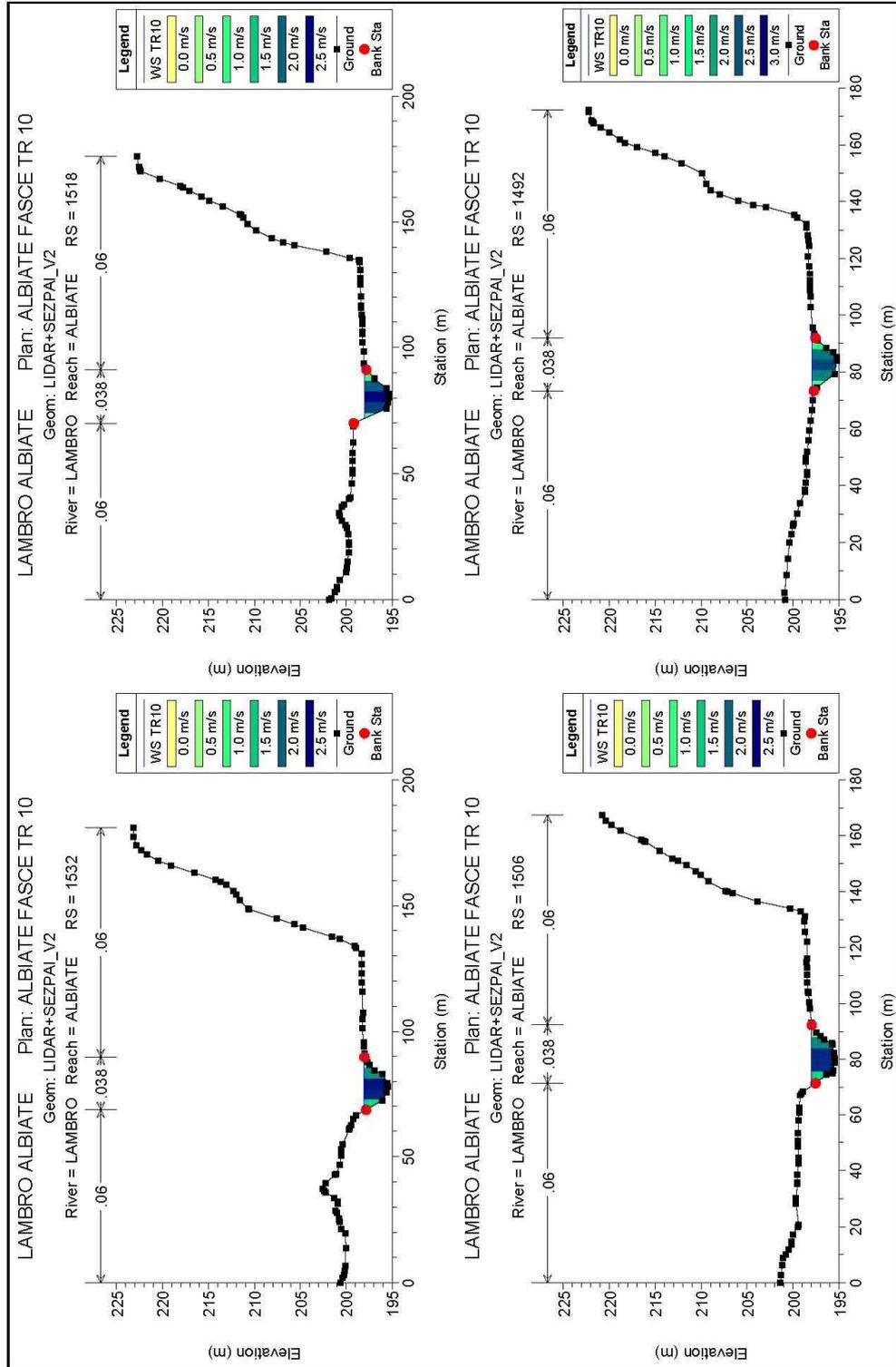
3



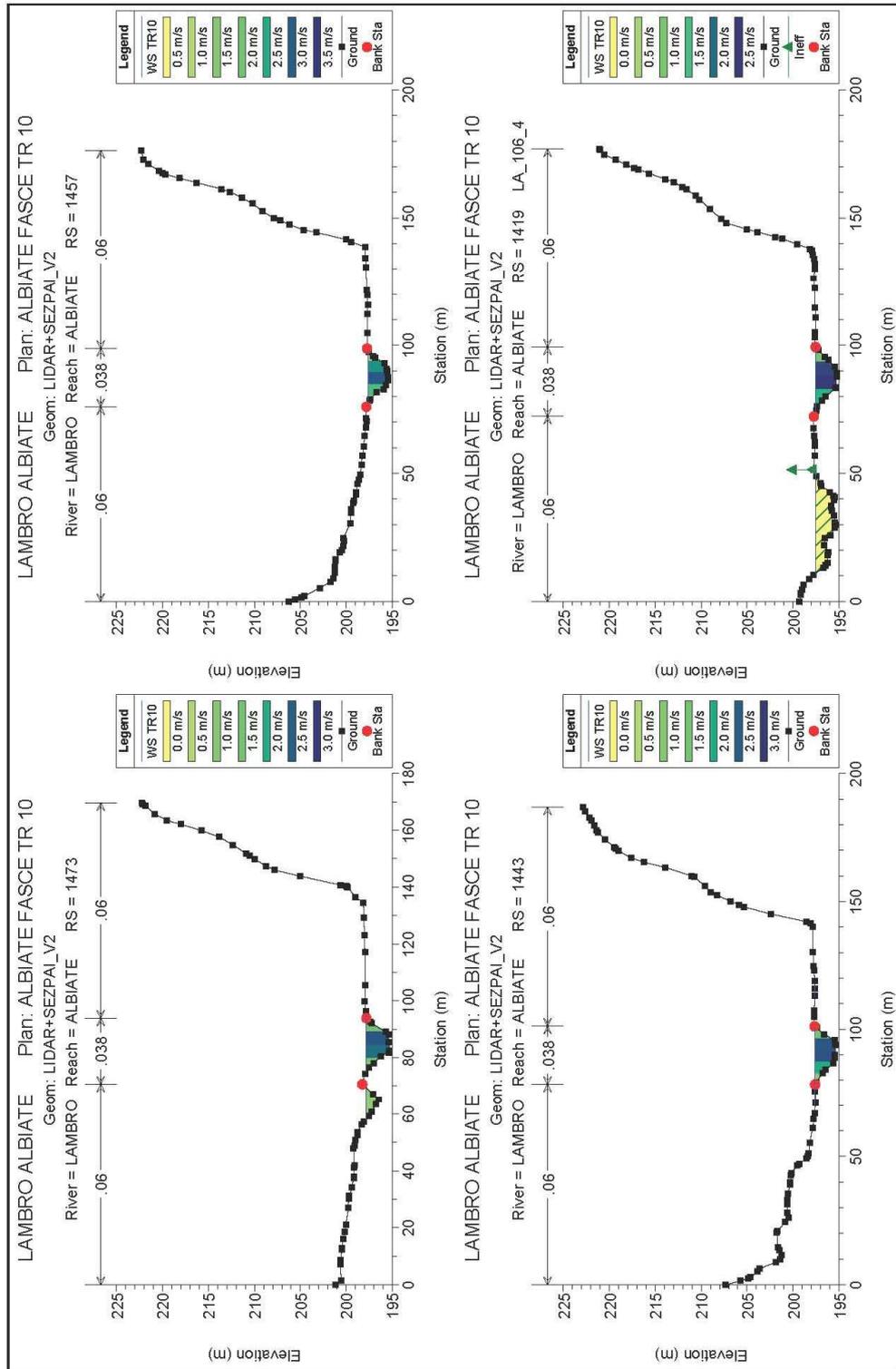
4



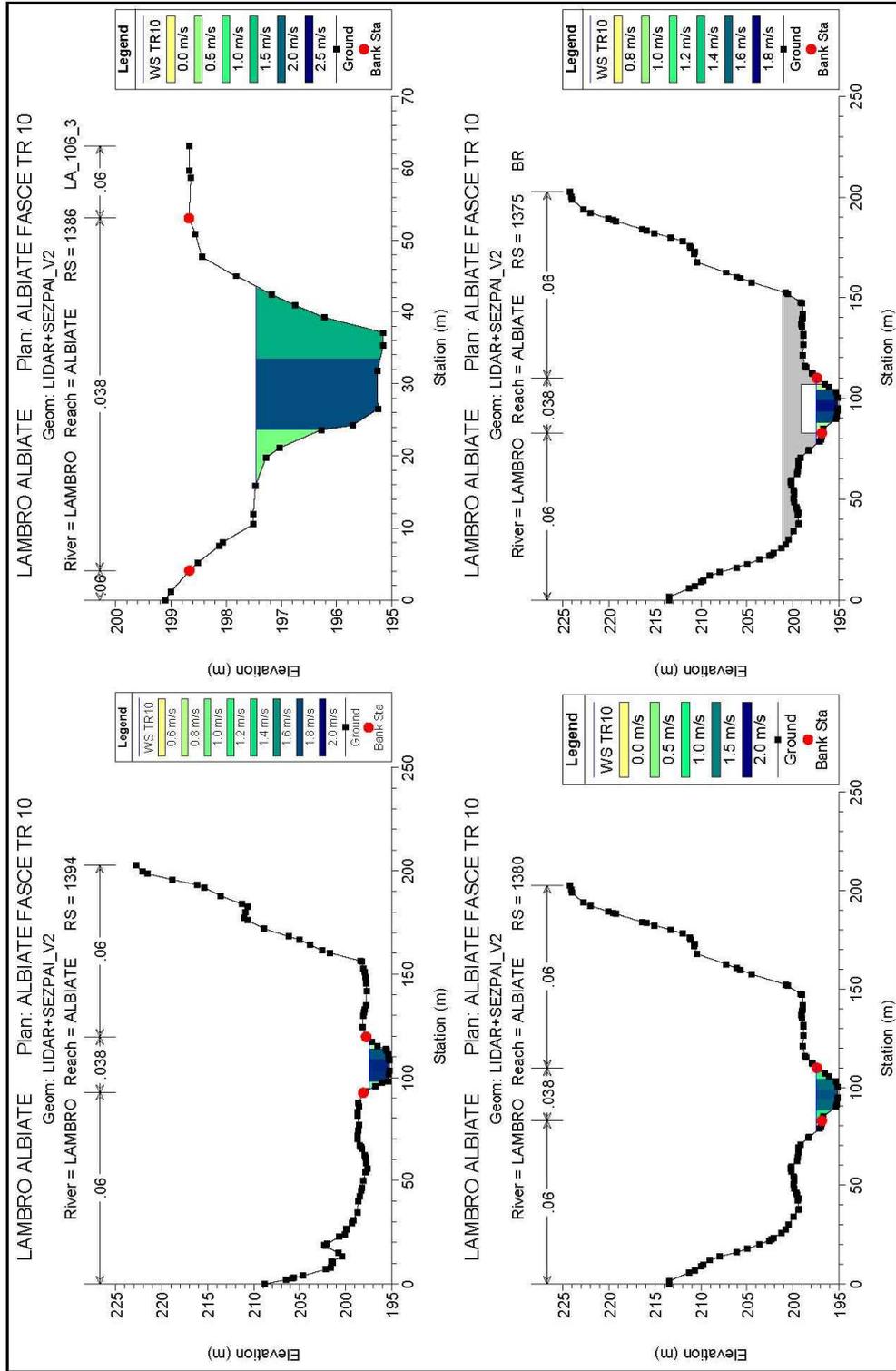
5



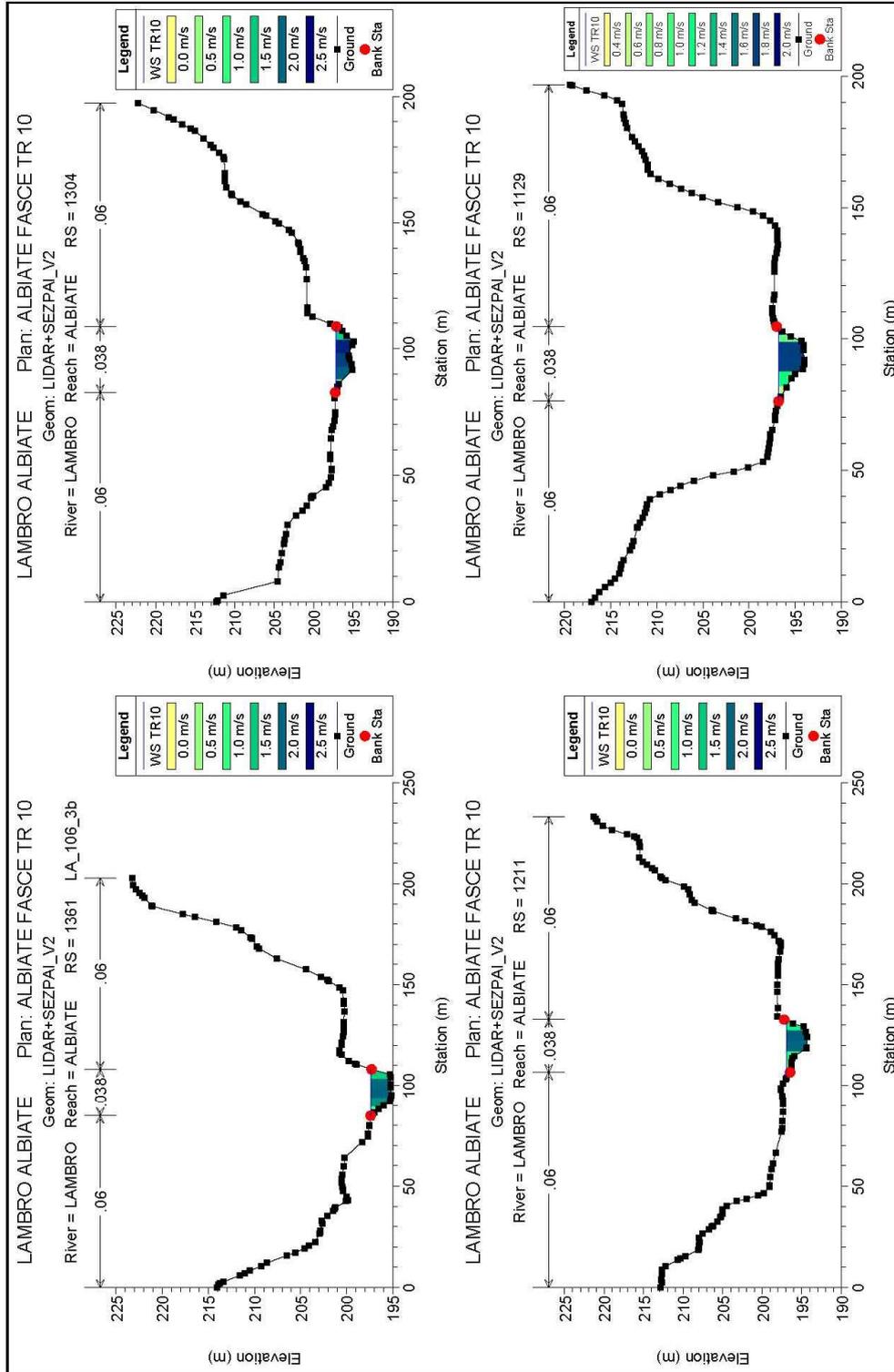
6



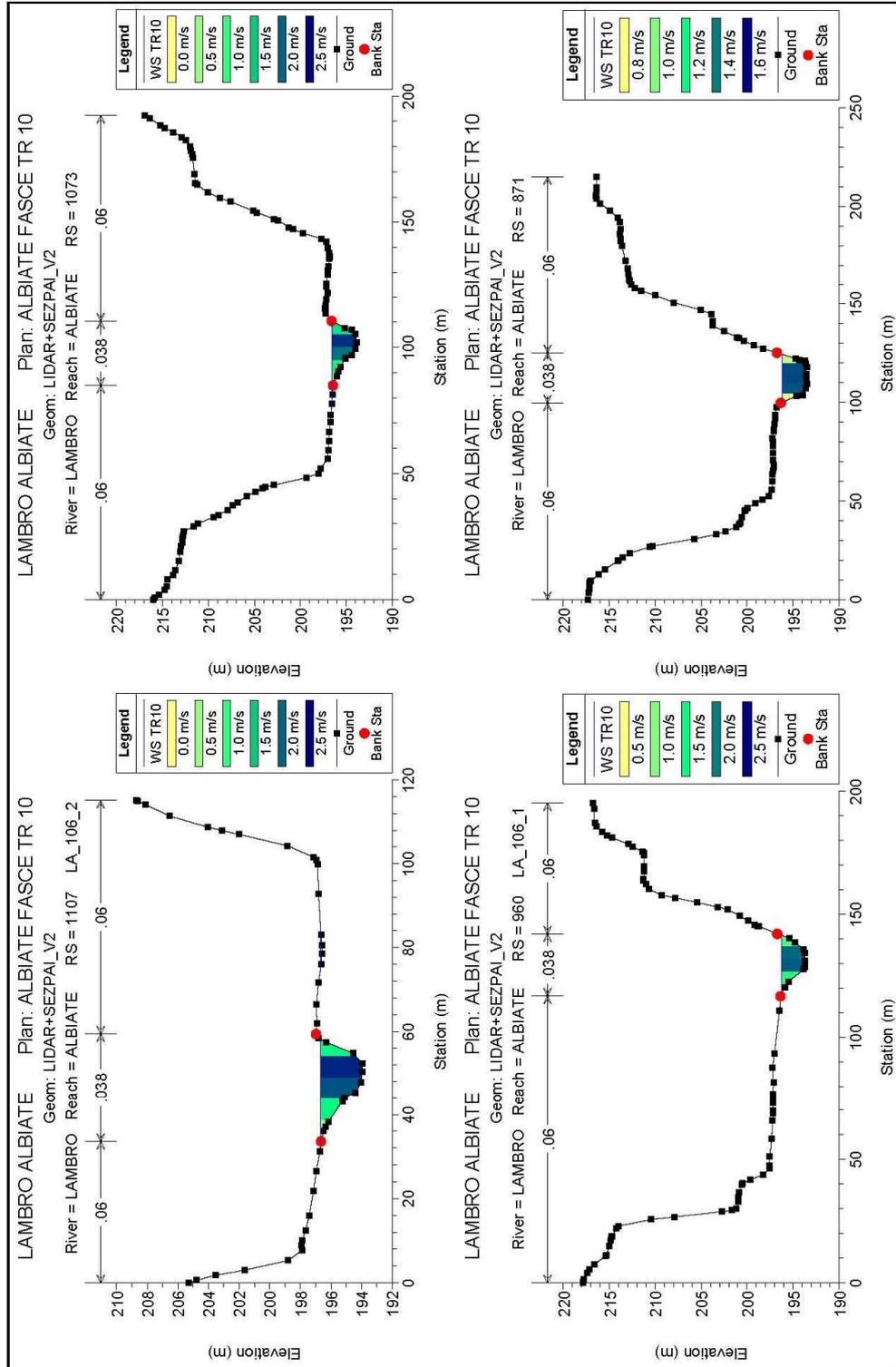
7



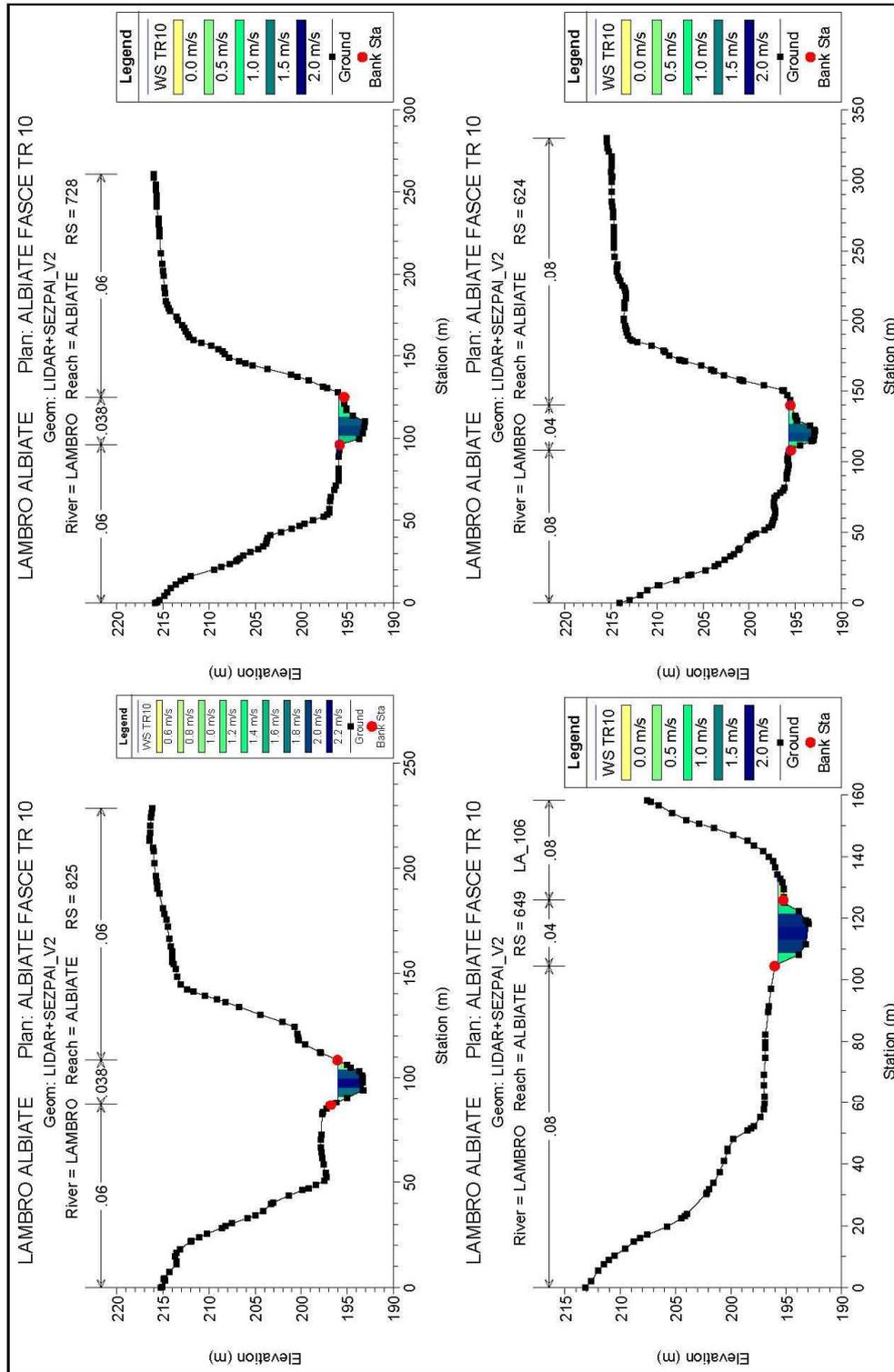
8

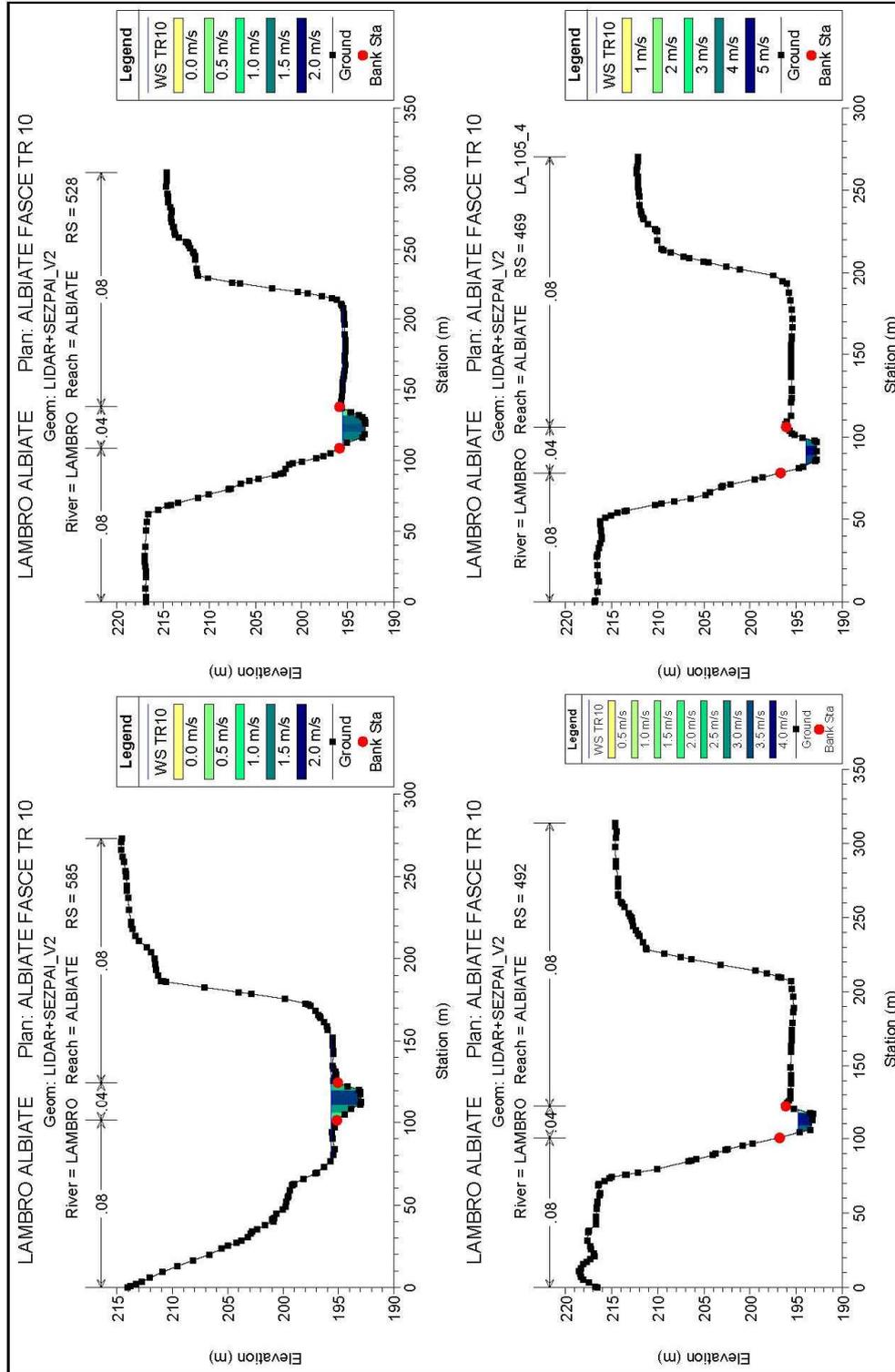


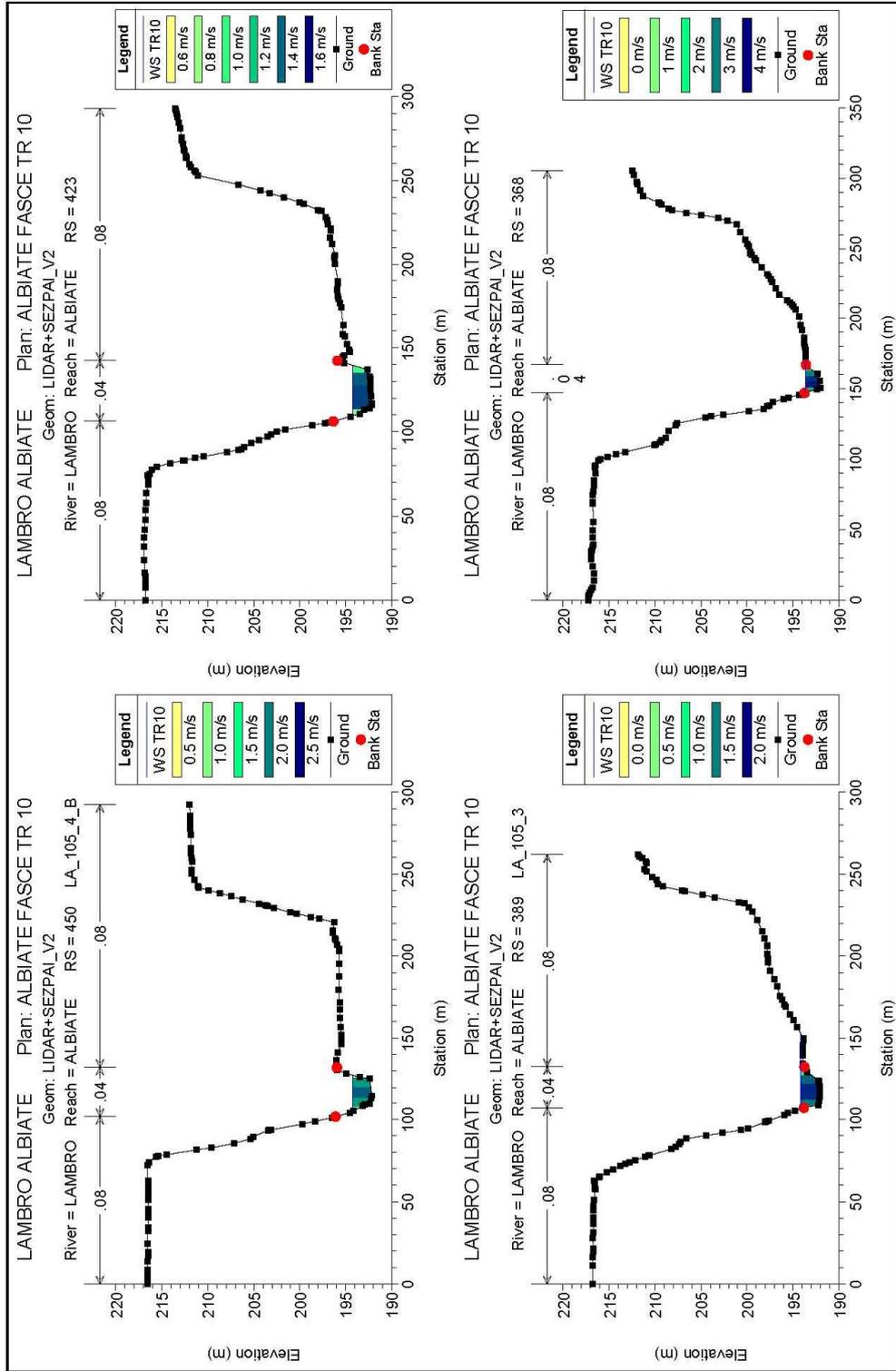
9



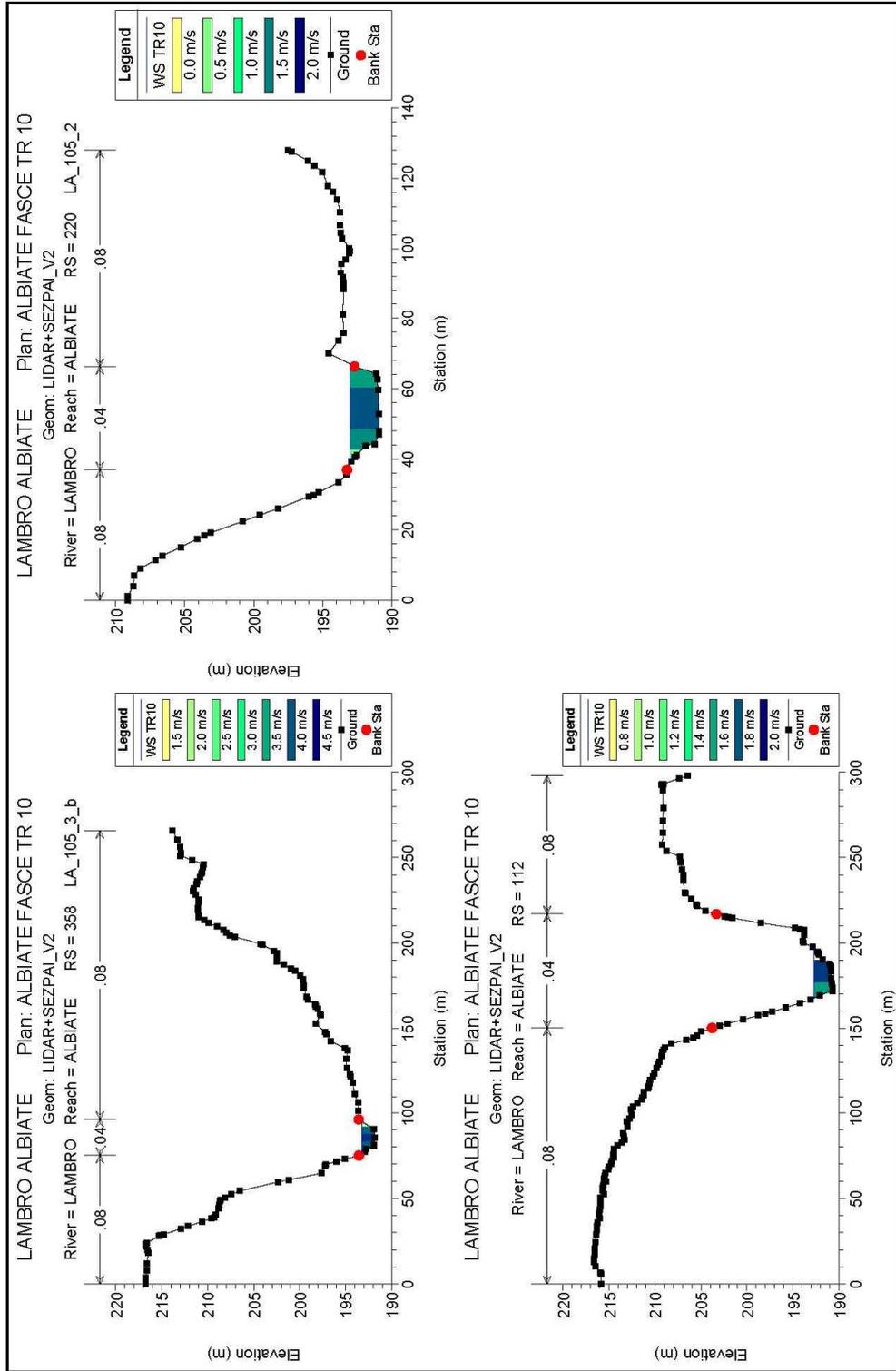
10







13

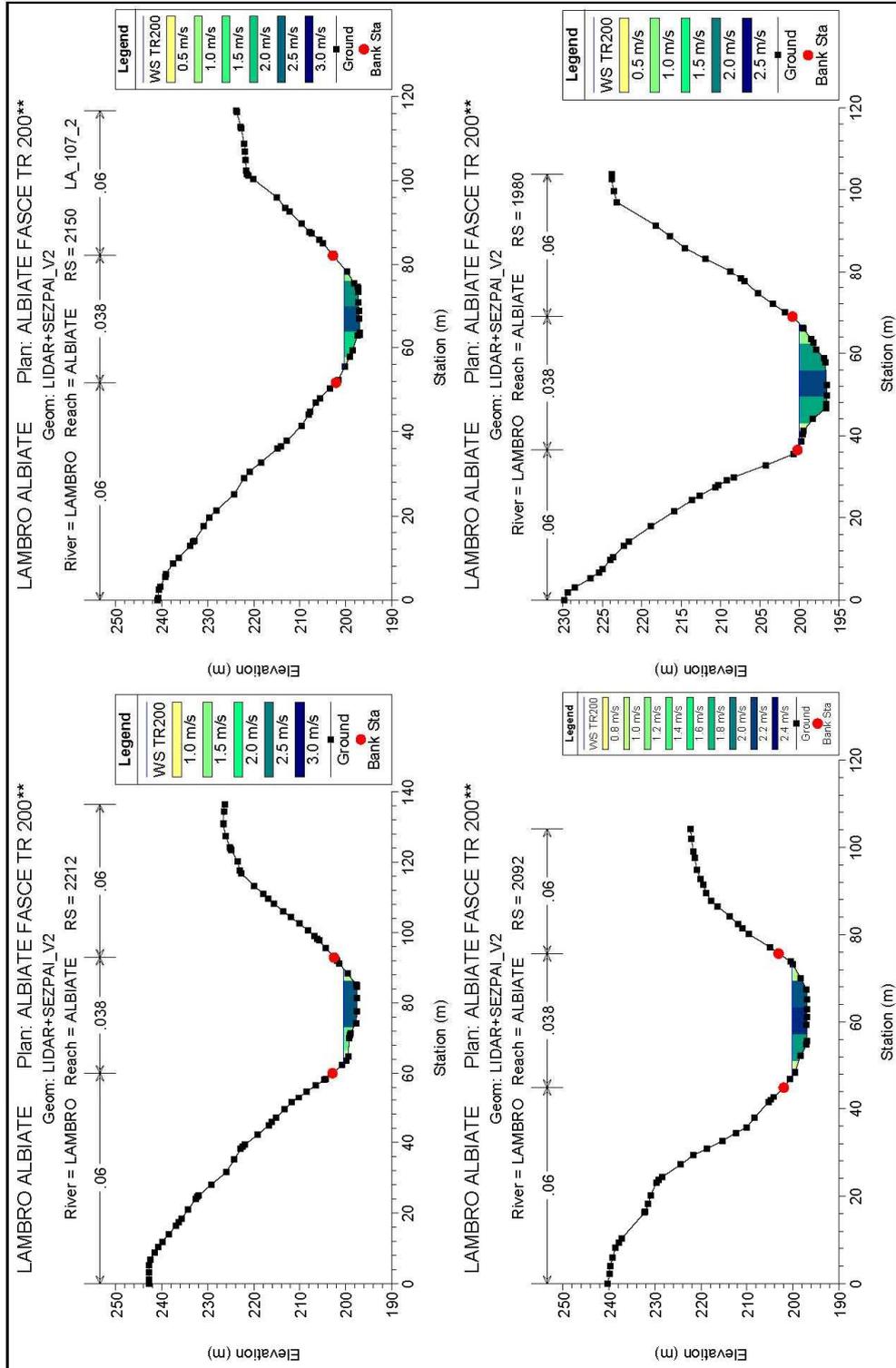


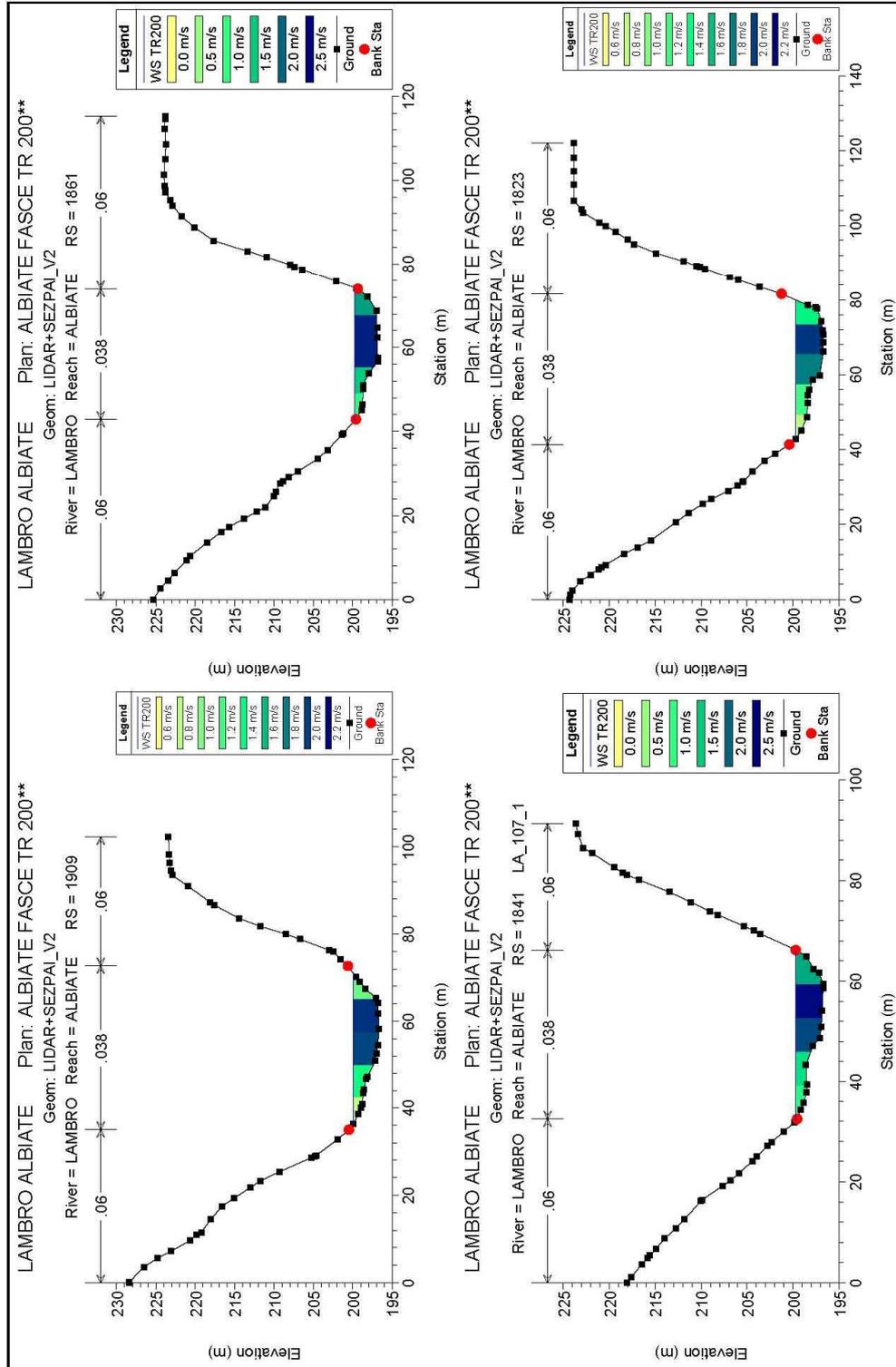
14

HEC-RAS Plan: TR10 River: LAMBRO Reach: ALBIATE Profile: TR10

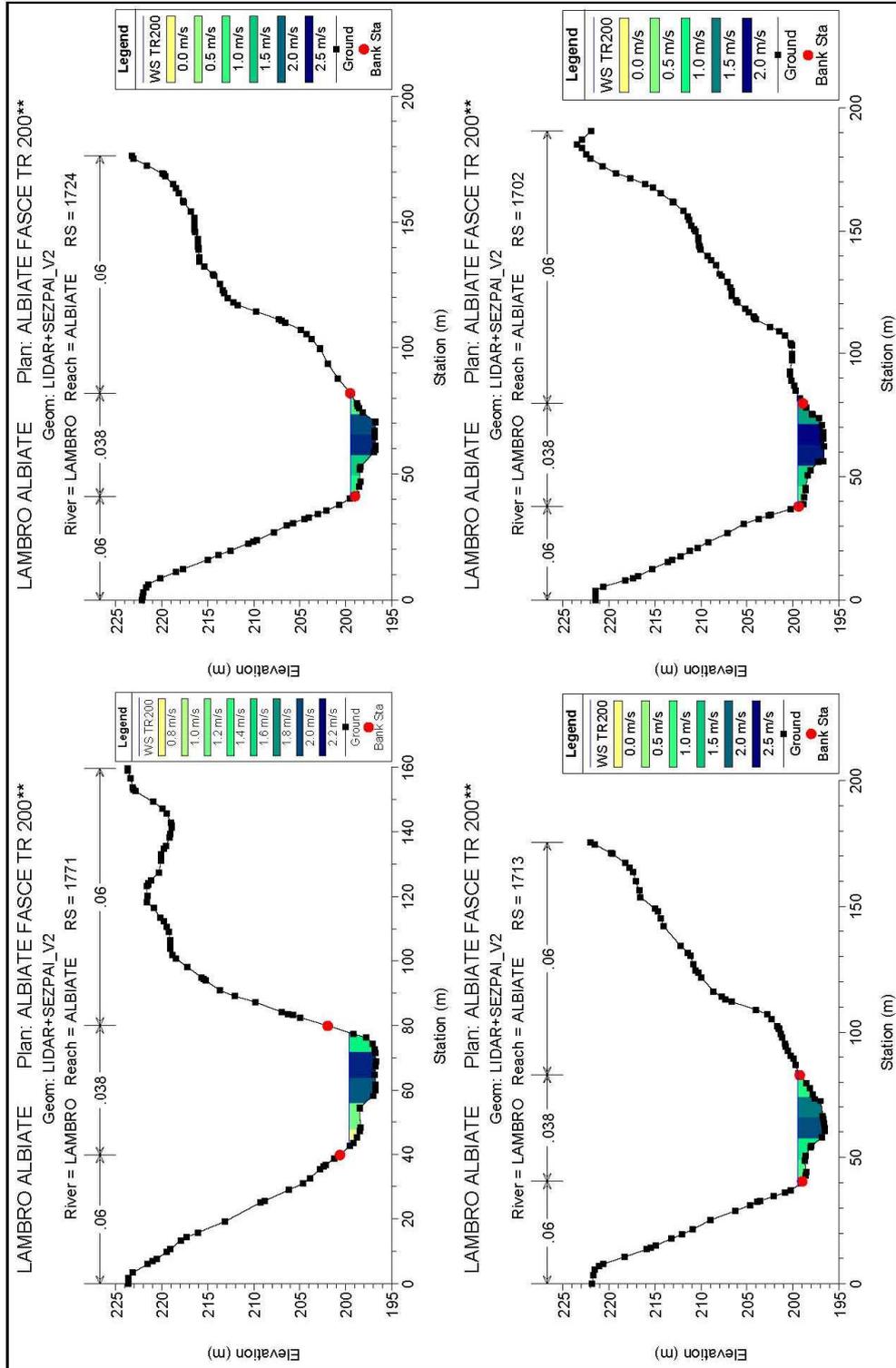
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m³/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Cnt'W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m²)	Top Width (m)	Froude # Chl
ALBIATE	2212	TR10	70.00	197.49	199.75	199.06	199.96	0.004030	2.03	34.44	24.71	0.55
ALBIATE	2150	TR10	70.00	196.88	199.60		199.76	0.002206	1.78	39.23	21.18	0.42
ALBIATE	2092	TR10	70.00	196.91	199.52		199.64	0.001592	1.57	44.65	23.35	0.36
ALBIATE	1980	TR10	70.00	196.53	199.36		199.47	0.001330	1.46	47.82	24.24	0.33
ALBIATE	1909	TR10	70.00	196.69	199.27		199.37	0.001462	1.39	50.77	30.79	0.34
ALBIATE	1861	TR10	70.00	196.82	199.14		199.28	0.002458	1.64	42.60	29.31	0.44
ALBIATE	1841	TR10	70.00	196.72	199.08		199.22	0.002709	1.66	42.27	30.89	0.45
ALBIATE	1823	TR10	70.00	196.66	199.08		199.17	0.001629	1.37	51.24	33.96	0.36
ALBIATE	1771	TR10	70.00	196.72	198.97		199.08	0.001954	1.46	47.88	32.92	0.39
ALBIATE	1724	TR10	70.00	196.75	198.78		198.94	0.004225	1.81	38.73	35.12	0.55
ALBIATE	1713	TR10	70.00	196.55	198.76		198.89	0.003553	1.85	42.47	38.85	0.50
ALBIATE	1702	TR10	70.00	196.64	198.73		198.86	0.002701	1.57	44.71	35.68	0.45
ALBIATE	1667	TR10	70.00	196.66	198.59		198.80	0.004208	2.01	34.79	26.53	0.56
ALBIATE	1681	TR10	70.00	196.72	198.48		198.76	0.005902	2.33	30.04	23.48	0.66
ALBIATE	1678	TR10	70.00	196.69	198.51		198.73	0.004134	2.04	34.30	25.21	0.56
ALBIATE	1675	TR10	70.00	196.58	198.51		198.71	0.003761	2.00	34.93	24.60	0.54
ALBIATE	1666	TR10	70.00	195.88	198.52		198.68	0.001957	1.78	39.77	19.60	0.39
ALBIATE	1576	TR10	70.00	195.51	198.14		198.42	0.004133	2.32	30.19	17.52	0.56
ALBIATE	1563	TR10	70.00	195.50	198.19		198.35	0.001977	1.78	39.33	19.44	0.40
ALBIATE	1547	TR10	70.00	195.47	198.18		198.31	0.001655	1.62	44.95	42.05	0.37
ALBIATE	1532	TR10	70.00	195.44	198.06		198.27	0.003251	2.02	34.83	24.89	0.51
ALBIATE	1518	TR10	70.00	195.40	198.00		198.22	0.003233	2.09	33.73	21.20	0.51
ALBIATE	1506	TR10	70.00	195.49	197.98		198.18	0.002963	1.98	35.56	22.33	0.48
ALBIATE	1492	TR10	70.00	195.24	197.90		198.13	0.003359	2.15	33.47	28.95	0.52
ALBIATE	1473	TR10	70.00	195.29	197.84		198.06	0.003966	2.15	37.63	31.68	0.55
ALBIATE	1457	TR10	70.00	195.43	197.84		197.96	0.006701	2.53	27.68	21.00	0.70
ALBIATE	1443	TR10	70.00	195.41	197.82		197.86	0.004648	2.20	32.02	37.59	0.59
ALBIATE	1419	TR10	70.00	195.27	197.53		197.75	0.004077	2.04	34.30	63.54	0.56
ALBIATE	1394	TR10	70.00	195.25	197.51		197.65	0.002171	1.70	41.15	24.12	0.42
ALBIATE	1386	TR10	70.00	195.15	197.46		197.63	0.003249	1.83	38.27	27.57	0.50
ALBIATE	1380	TR10	70.00	195.12	197.49	196.48	197.60	0.001504	1.46	50.12	33.30	0.35
ALBIATE	1375			Bridge								
ALBIATE	1361	TR10	70.00	195.12	197.40		197.56	0.002361	1.77	39.63	24.61	0.43
ALBIATE	1304	TR10	70.00	194.95	197.17		197.38	0.004036	2.02	34.68	25.38	0.55
ALBIATE	1211	TR10	70.00	194.34	196.94		197.08	0.002276	1.88	42.11	28.45	0.42
ALBIATE	1129	TR10	70.00	194.03	196.79		196.91	0.001760	1.52	48.14	27.70	0.36
ALBIATE	1107	TR10	70.00	193.94	196.67		196.85	0.003151	1.89	37.49	35.09	0.49
ALBIATE	1073	TR10	70.00	193.89	196.59		196.75	0.002702	1.78	40.05	34.34	0.46
ALBIATE	960	TR10	70.00	193.67	196.26		196.45	0.002618	1.80	38.80	24.14	0.45
ALBIATE	871	TR10	70.00	193.46	196.20		196.29	0.001004	1.33	52.61	24.31	0.29
ALBIATE	825	TR10	70.00	193.26	196.04		196.21	0.002244	1.84	38.02	20.02	0.43
ALBIATE	728	TR10	70.00	193.07	195.91		196.01	0.001534	1.43	49.89	37.87	0.35
ALBIATE	649	TR10	70.00	192.99	195.73		195.87	0.001921	1.68	44.53	28.89	0.36
ALBIATE	624	TR10	70.00	192.87	195.71		195.81	0.001793	1.40	50.98	38.99	0.36
ALBIATE	585	TR10	70.00	192.95	195.63		195.74	0.001592	1.52	54.62	74.98	0.35
ALBIATE	528	TR10	70.00	193.05	195.53		195.64	0.001717	1.47	56.66	83.51	0.36
ALBIATE	492	TR10	70.00	193.13	194.78	194.78	195.44	0.015801	3.58	19.57	15.19	1.01
ALBIATE	469	TR10	70.00	192.77	193.92	194.21	194.95	0.035227	4.50	15.54	16.01	1.46
ALBIATE	450	TR10	70.00	192.14	194.25	193.50	194.44	0.003271	1.91	36.74	22.65	0.48
ALBIATE	423	TR10	70.00	192.14	194.26		194.36	0.001514	1.36	51.45	30.18	0.33
ALBIATE	389	TR10	70.00	192.06	194.15		194.29	0.002339	1.65	46.38	46.30	0.41
ALBIATE	368	TR10	70.00	191.88	193.61	193.61	194.15	0.015528	3.24	21.70	23.16	0.99
ALBIATE	358	TR10	70.00	191.83	193.22	193.37	193.94	0.023060	3.75	18.66	18.53	1.19
ALBIATE	220	TR10	70.00	190.91	193.02	192.06	193.13	0.001950	1.52	46.22	28.22	0.37
ALBIATE	112	TR10	70.00	190.71	192.73	192.00	192.87	0.003001	1.70	41.20	29.16	0.46

**8.2 Allegato 2: Elaborazioni riferite all'evento con tempo di ritorno di 200 anni in assenza di limiti di progetto tra la Fascia B e la Fascia C**

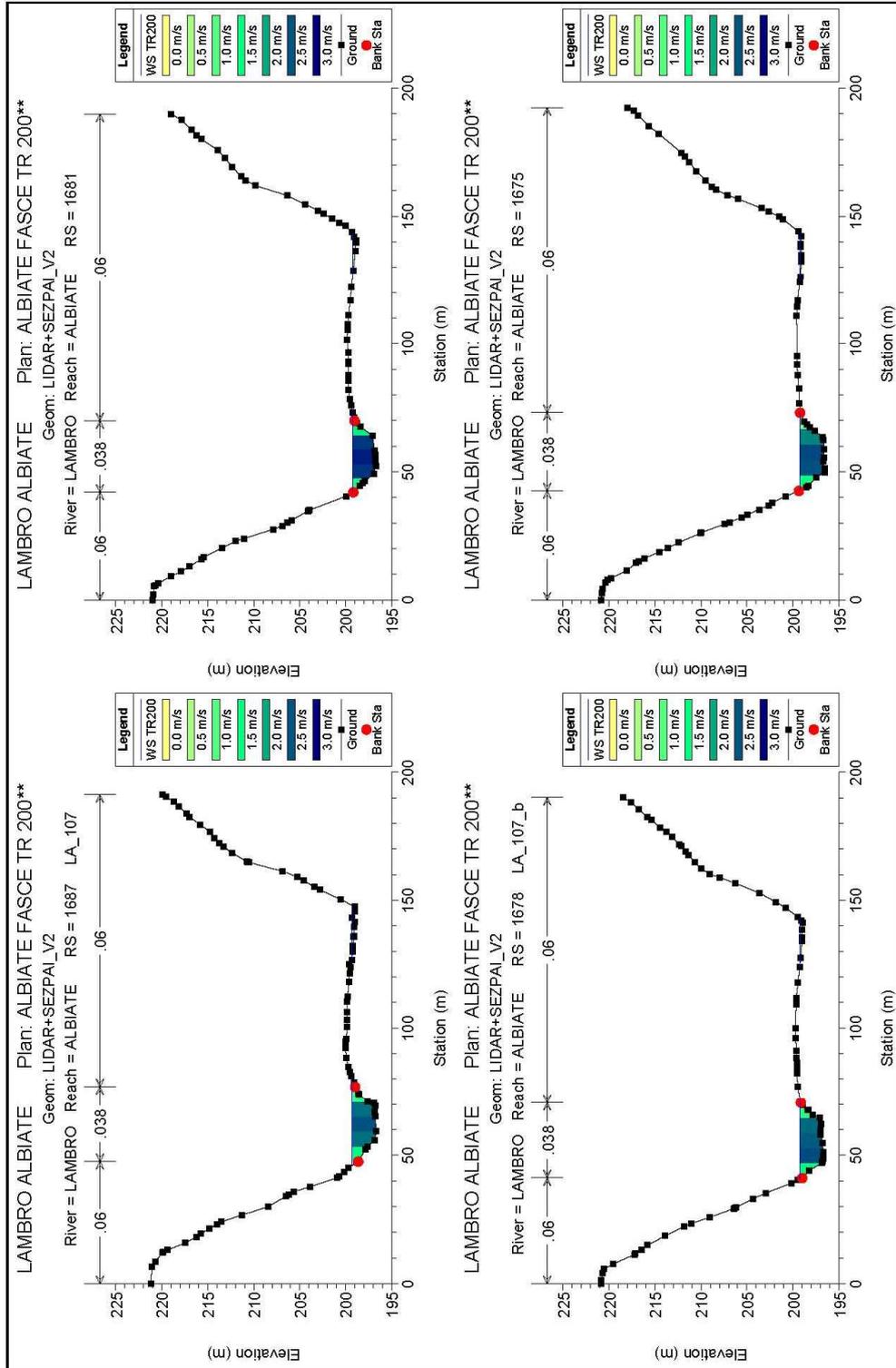




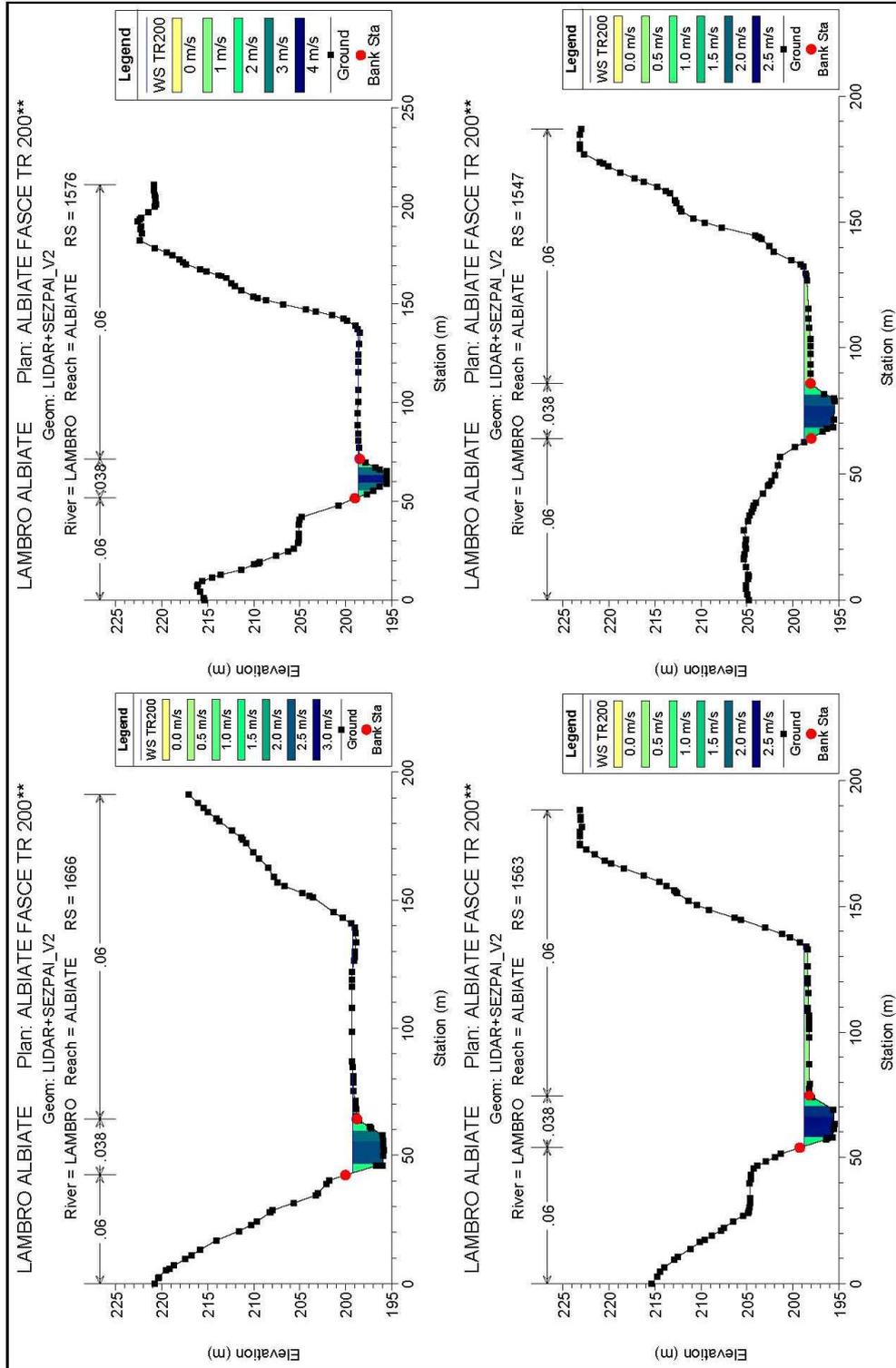
2



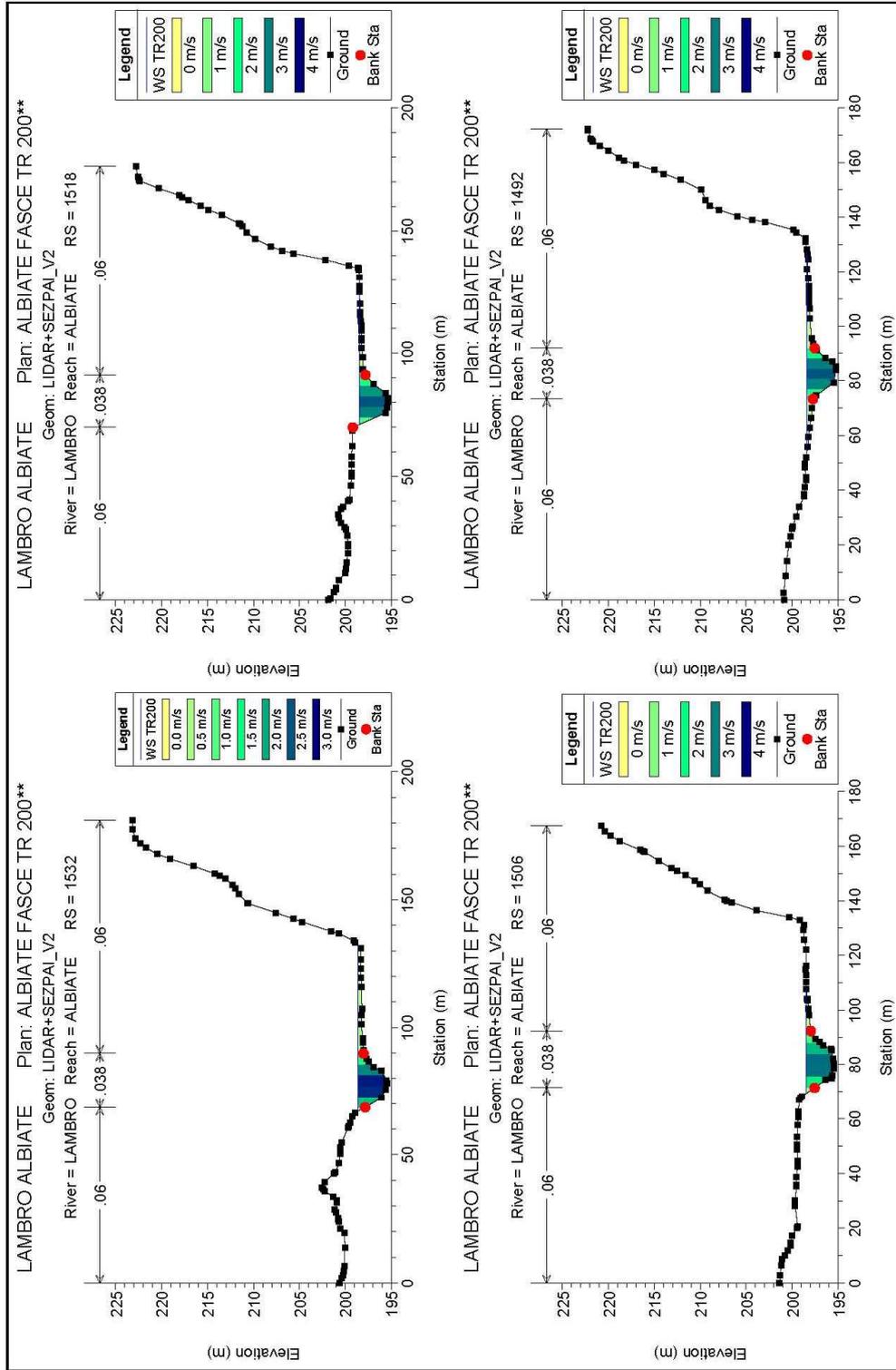
3



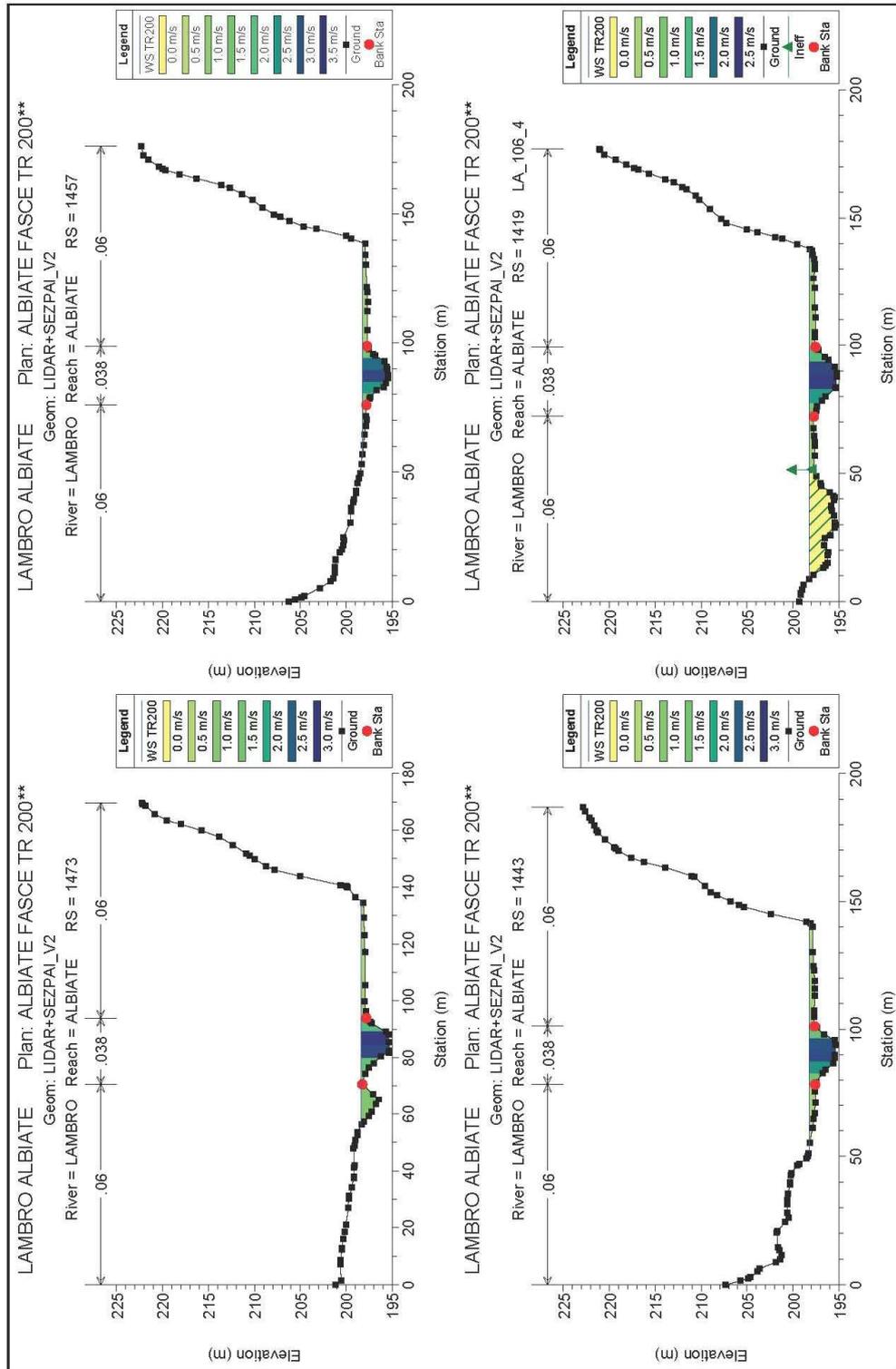
4



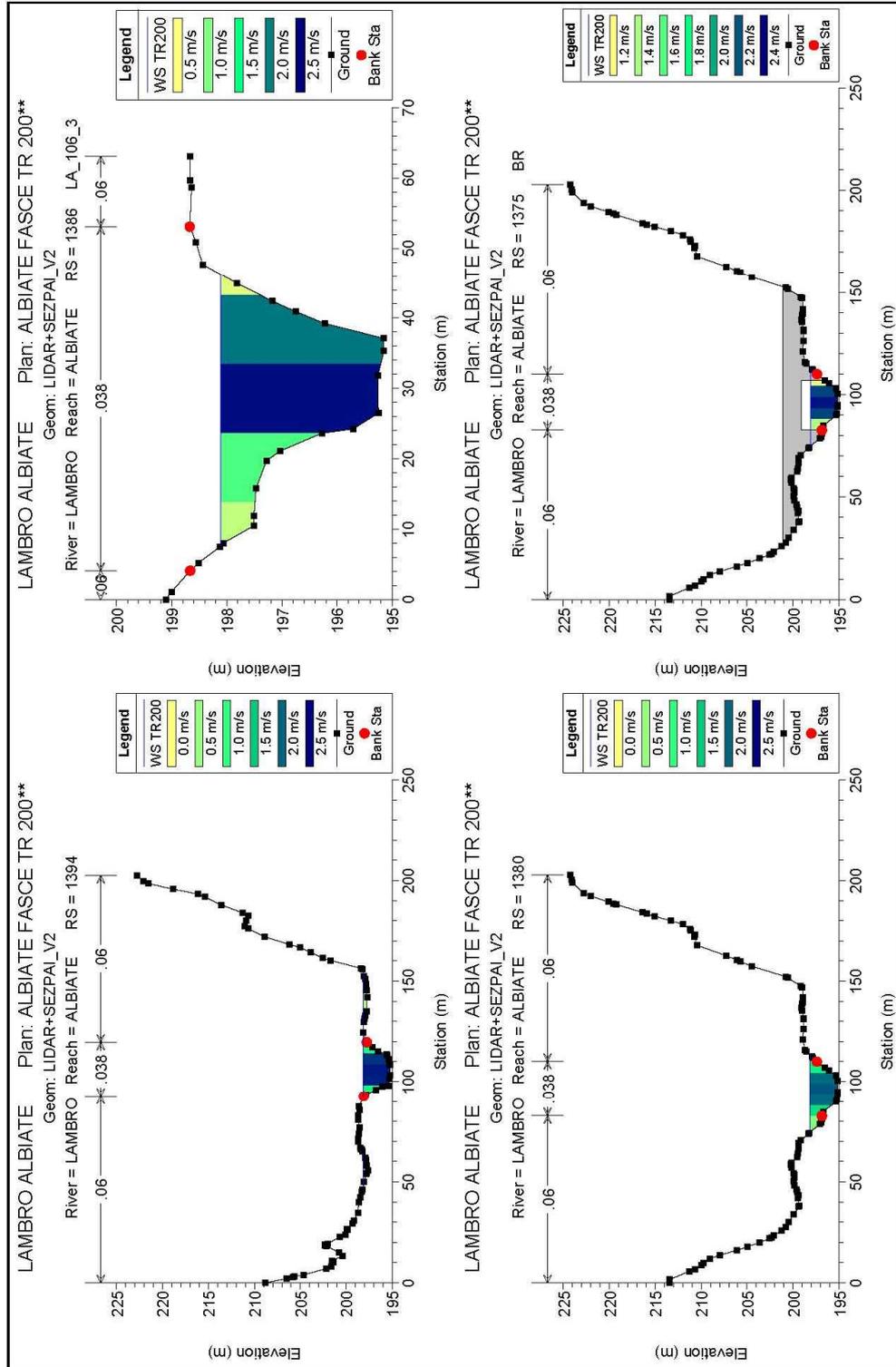
5



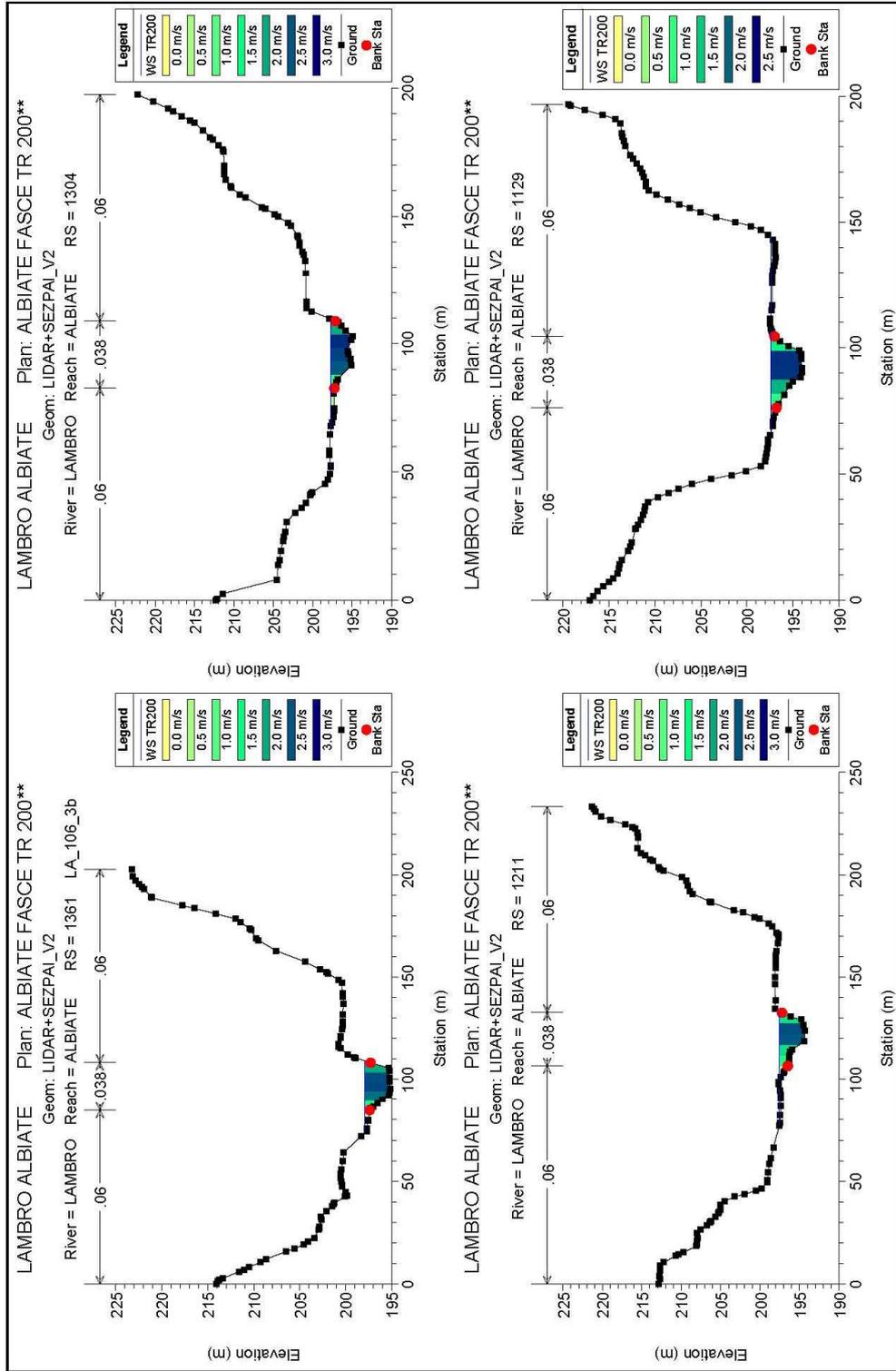
6



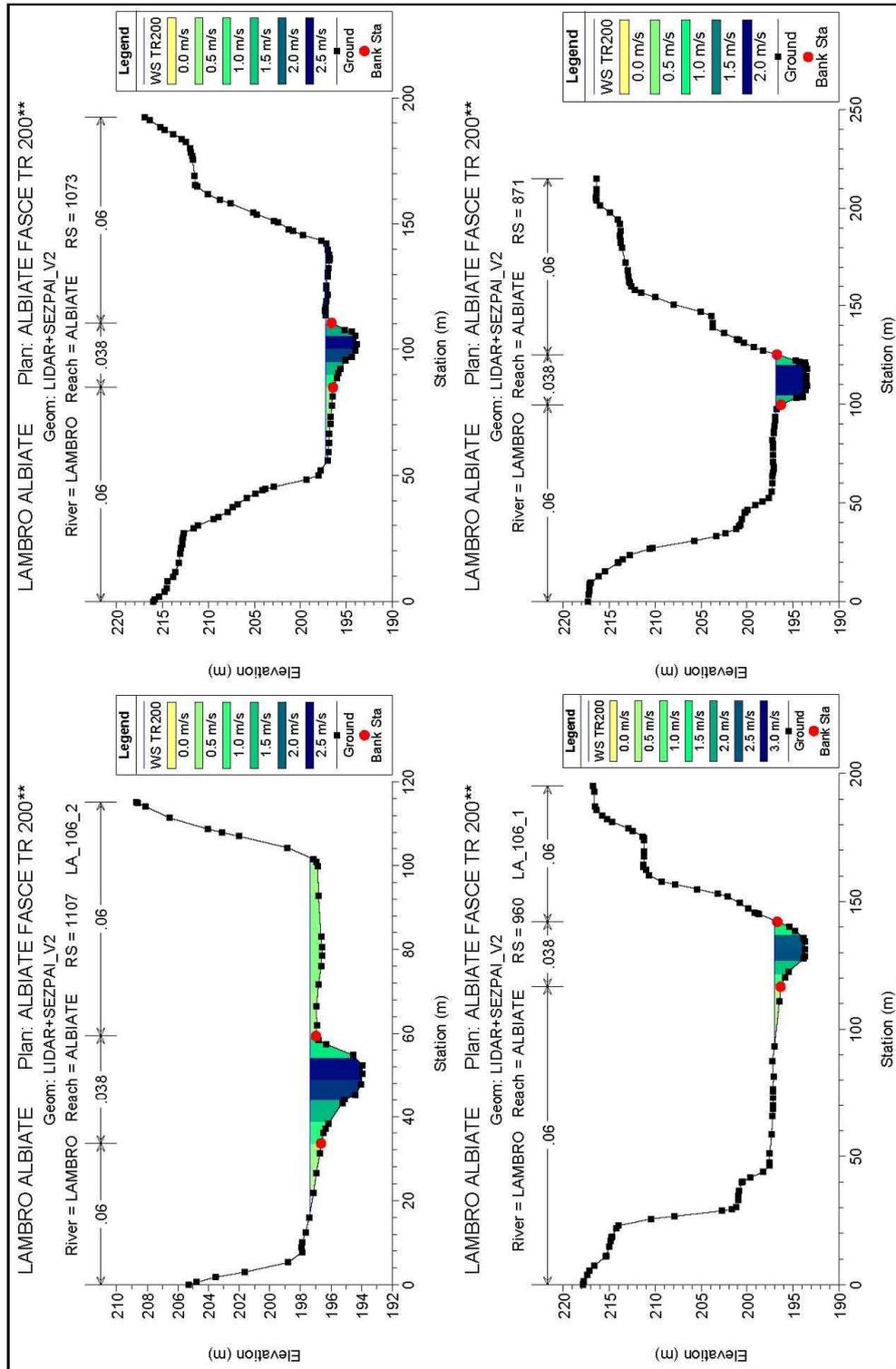
7



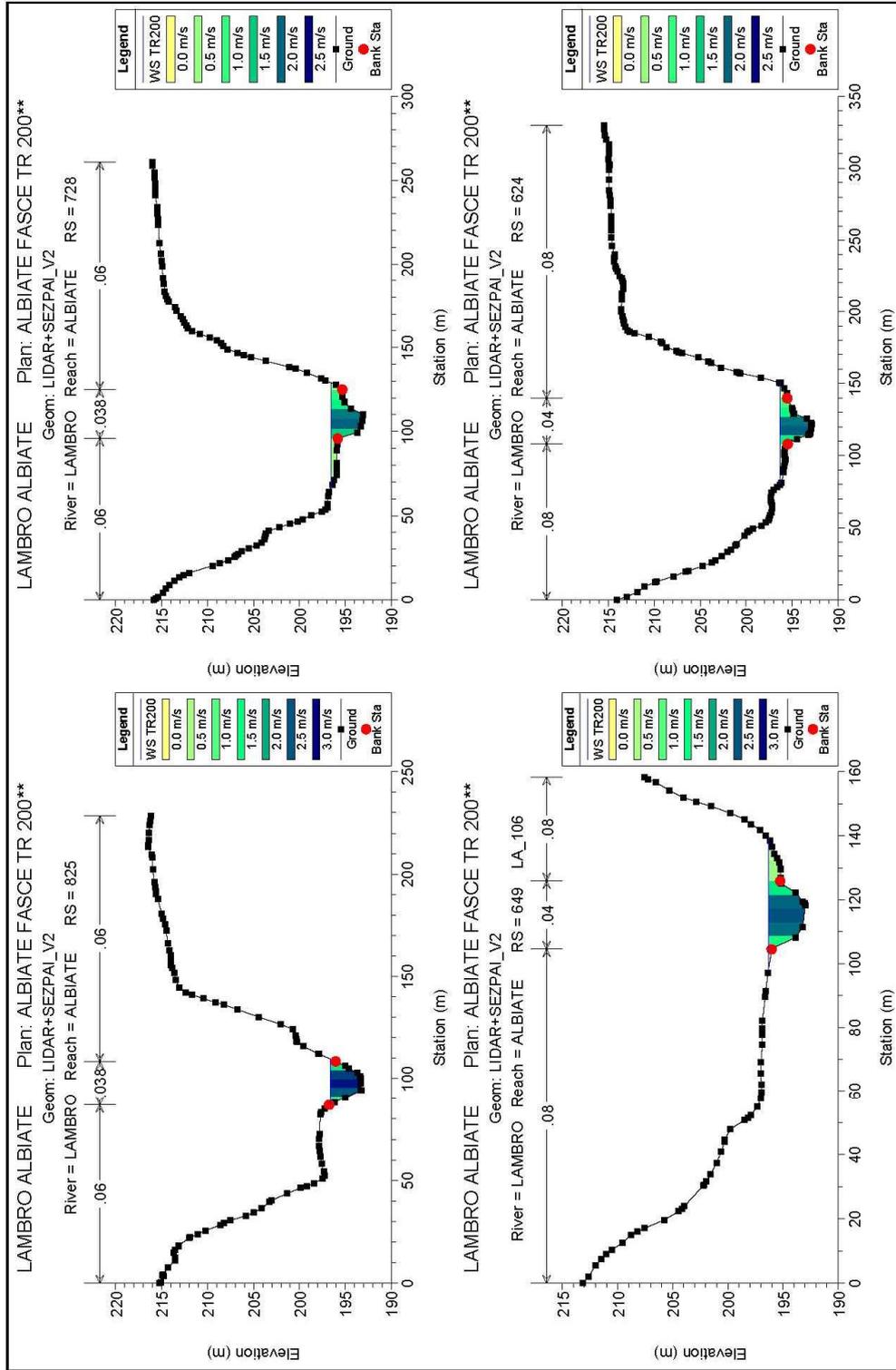
8

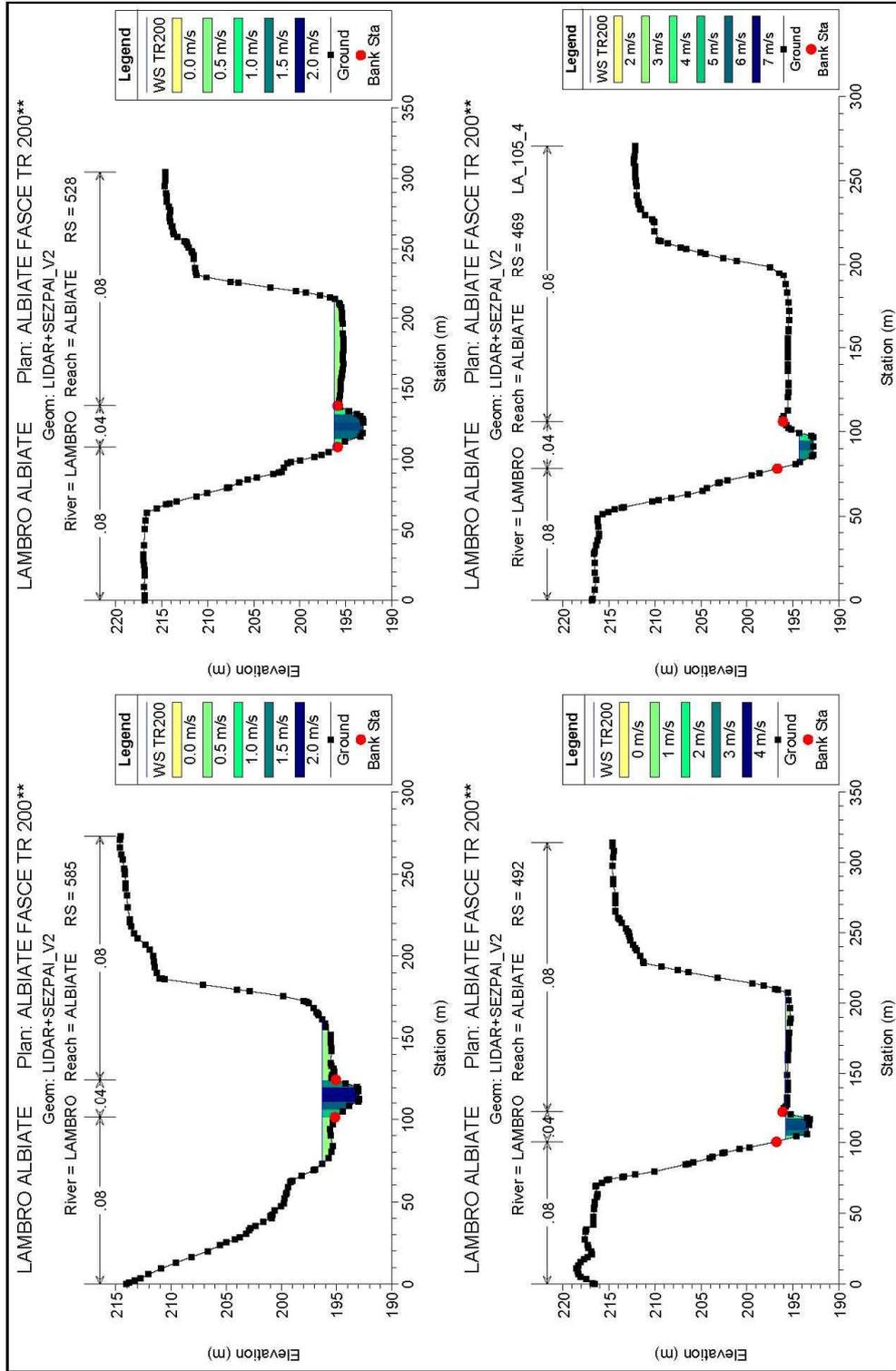


9

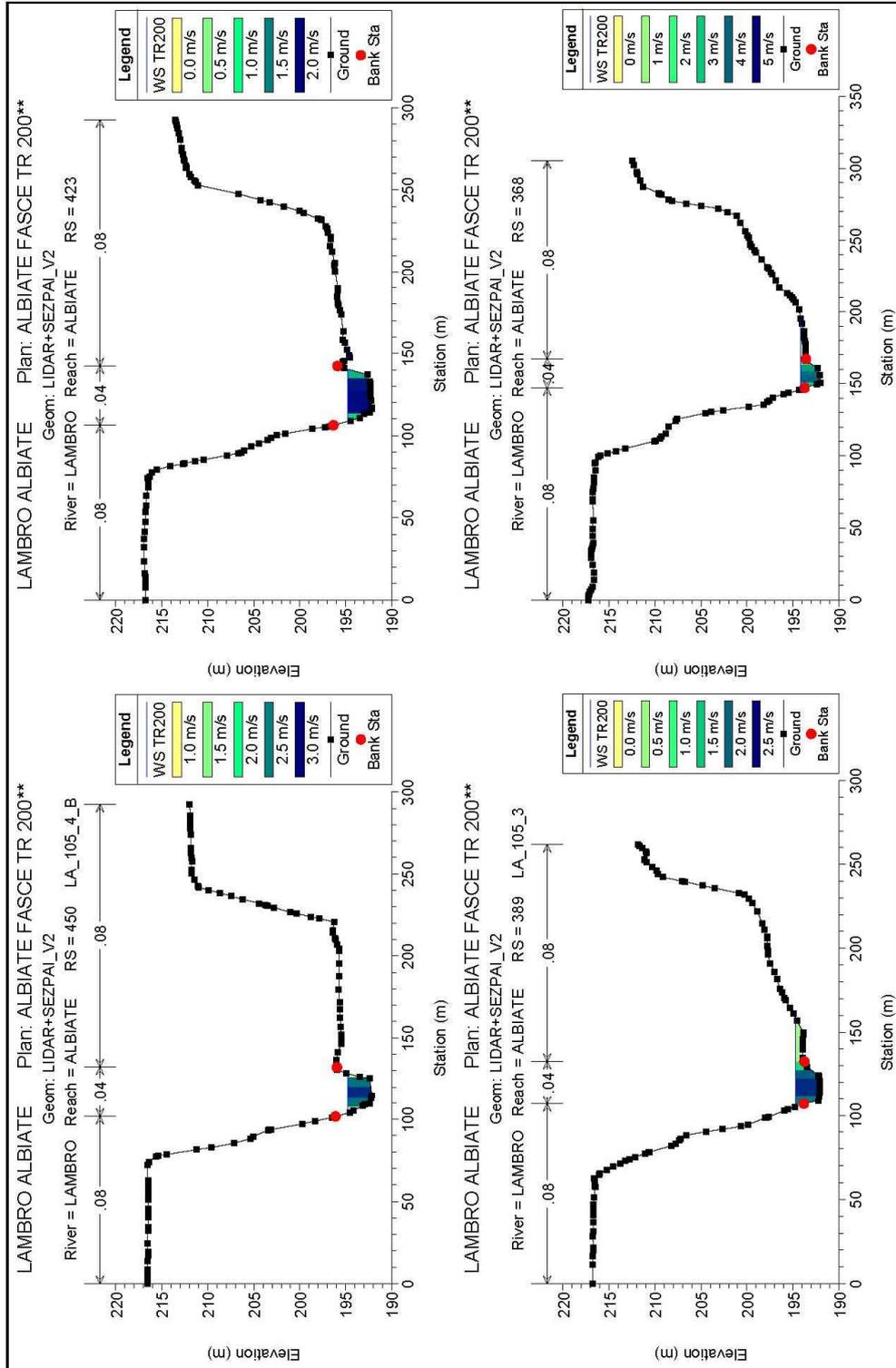


10

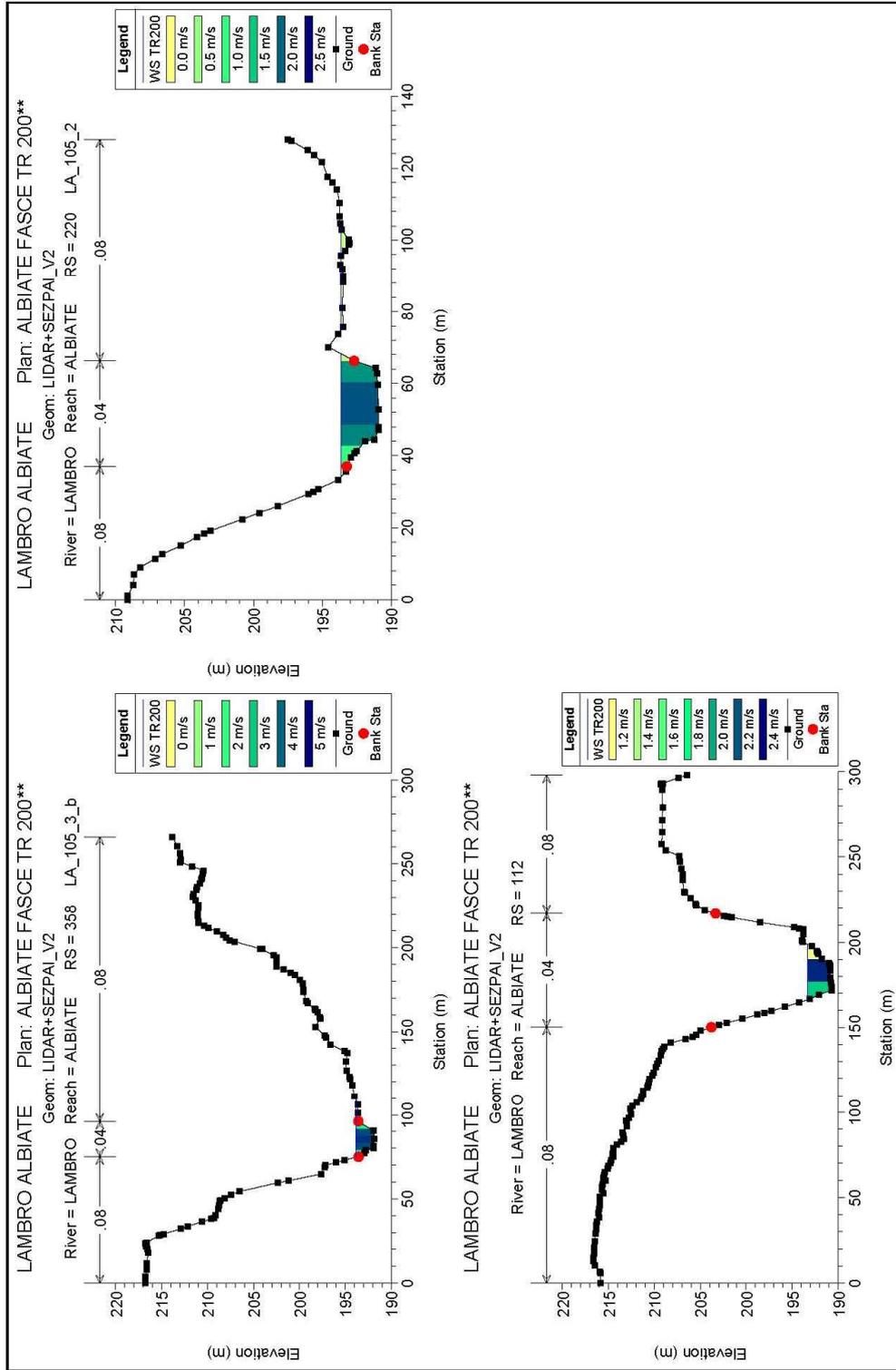




12



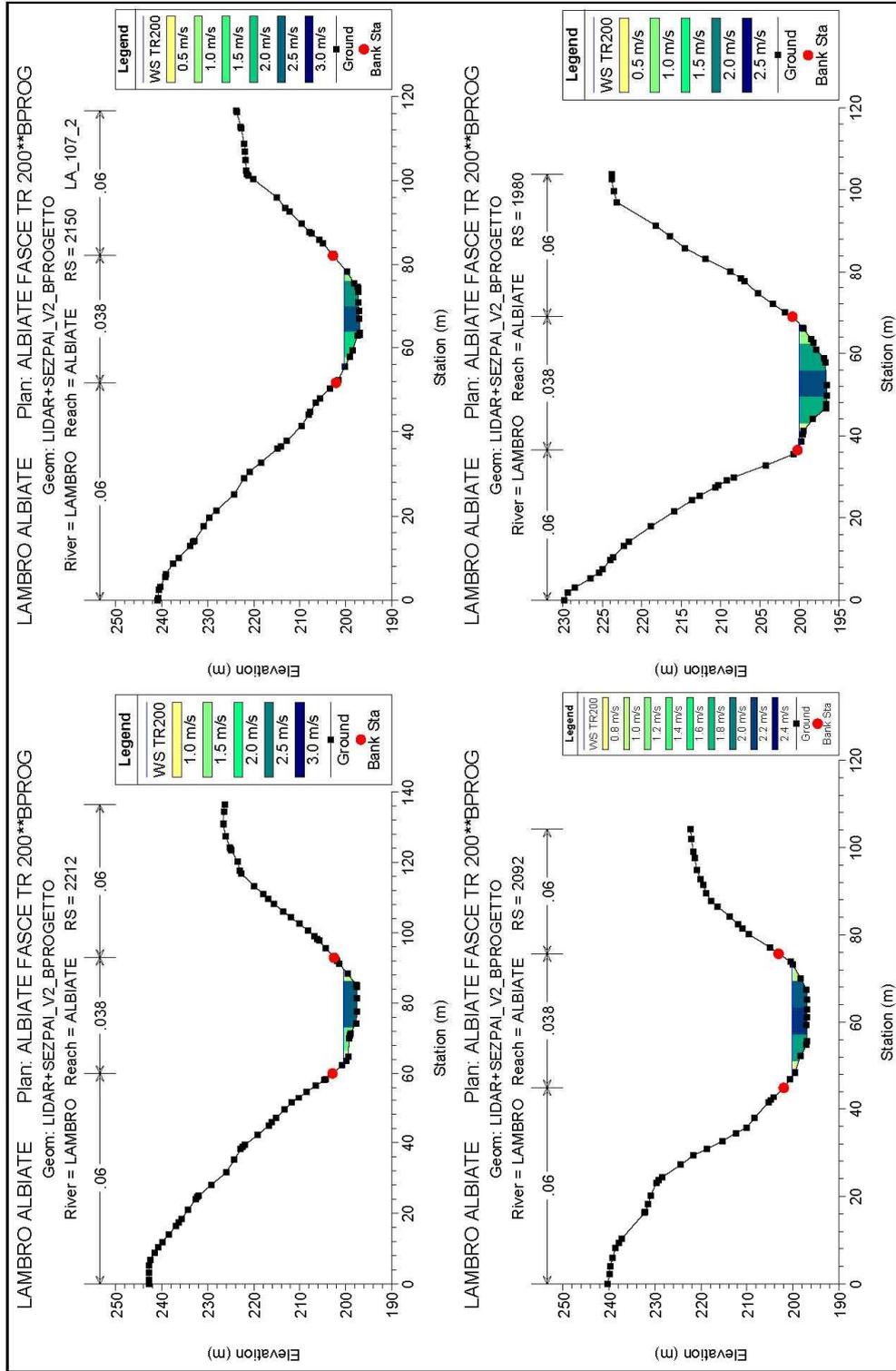
13

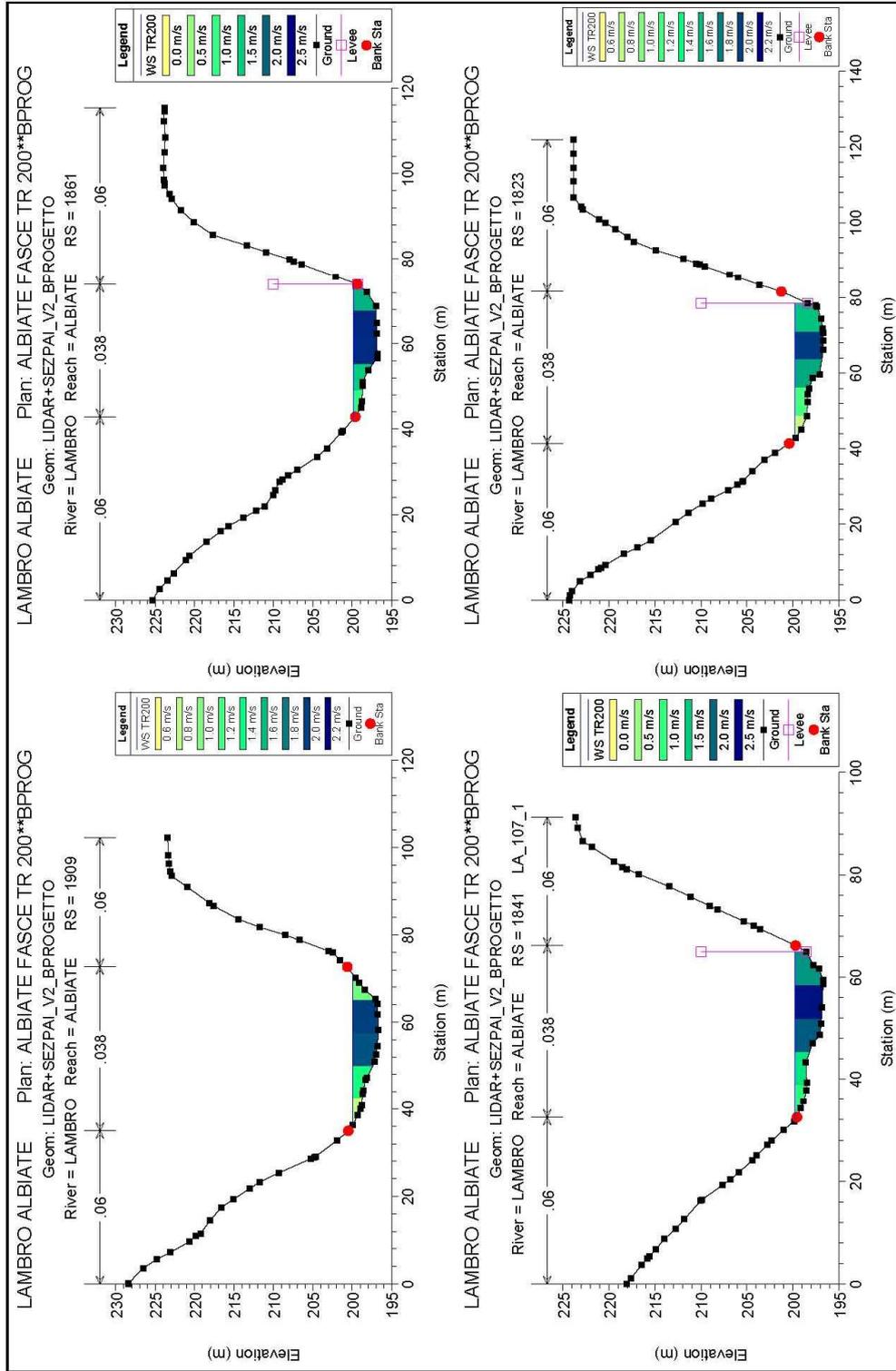


HEC-RAS Plan: 200\*\* River: LAMBRO Reach: ALBIATE Profile: TR200

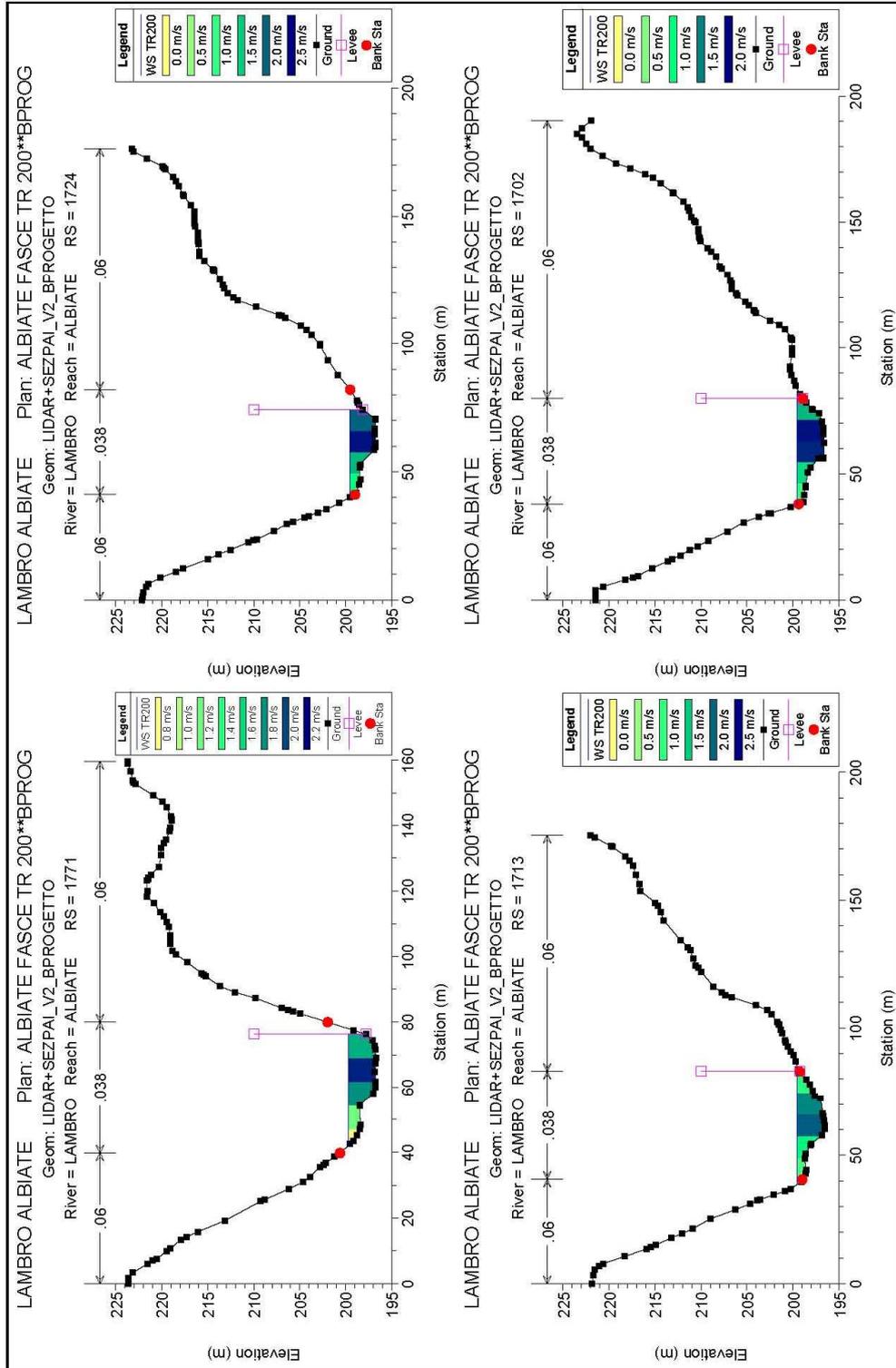
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m³/s)	Min Ch El (m)	W S. Elev (m)	Cnt W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m²)	Top Width (m)	Froude # Chl
ALBIATE	2212	TR200	123.00	197.49	200.48	199.71	200.75	0.003288	2.30	53.49	27.06	0.52
ALBIATE	2150	TR200	123.00	196.88	200.31		200.56	0.002657	2.22	55.36	23.85	0.47
ALBIATE	2092	TR200	123.00	196.81	200.22		200.42	0.001896	1.98	62.08	25.78	0.41
ALBIATE	1980	TR200	123.00	196.53	200.03		200.20	0.001980	1.87	65.74	28.69	0.40
ALBIATE	1909	TR200	123.00	196.68	199.92		200.07	0.001657	1.71	71.98	34.63	0.38
ALBIATE	1861	TR200	123.00	196.82	199.77		199.97	0.002377	1.99	61.94	31.73	0.45
ALBIATE	1841	TR200	123.00	196.72	199.73		199.92	0.002482	1.95	63.21	34.13	0.45
ALBIATE	1823	TR200	123.00	196.66	199.73		199.87	0.001651	1.65	74.39	37.16	0.37
ALBIATE	1771	TR200	123.00	196.72	199.82		199.77	0.001902	1.76	70.06	35.57	0.40
ALBIATE	1724	TR200	123.00	196.75	199.49		199.67	0.002664	1.86	66.47	41.80	0.47
ALBIATE	1713	TR200	123.00	196.55	199.49		199.83	0.002038	1.89	73.55	45.81	0.41
ALBIATE	1702	TR200	123.00	196.64	199.47		199.61	0.001838	1.64	75.77	45.35	0.39
ALBIATE	1687	TR200	123.00	196.66	199.33		199.56	0.002986	2.18	60.58	54.94	0.50
ALBIATE	1681	TR200	123.00	196.72	199.23		199.53	0.004204	2.46	53.06	48.08	0.59
ALBIATE	1678	TR200	123.00	196.69	199.26		199.51	0.003212	2.22	58.85	50.88	0.52
ALBIATE	1675	TR200	123.00	196.58	199.24		199.50	0.003394	2.23	58.93	48.68	0.53
ALBIATE	1666	TR200	123.00	195.88	199.22		199.47	0.002309	2.23	61.33	55.92	0.44
ALBIATE	1576	TR200	123.00	195.51	198.85	198.13	199.13	0.005913	3.09	42.50	66.68	0.89
ALBIATE	1563	TR200	123.00	195.50	198.80		199.01	0.002077	2.11	81.07	80.28	0.42
ALBIATE	1547	TR200	123.00	195.47	198.78		198.97	0.001741	1.99	80.96	68.36	0.40
ALBIATE	1532	TR200	123.00	195.44	198.85		198.93	0.003022	2.40	65.83	65.22	0.51
ALBIATE	1518	TR200	123.00	195.40	198.47	197.85	198.86	0.004449	2.80	50.15	53.47	0.61
ALBIATE	1506	TR200	123.00	195.49	198.44		198.81	0.003906	2.70	49.19	38.21	0.59
ALBIATE	1492	TR200	123.00	195.24	198.37	197.81	198.75	0.004158	2.80	56.18	72.10	0.60
ALBIATE	1473	TR200	123.00	195.29	198.40		198.63	0.003883	2.33	74.21	78.38	0.58
ALBIATE	1457	TR200	123.00	195.43	198.26	198.06	198.56	0.004391	2.56	67.14	82.90	0.60
ALBIATE	1443	TR200	123.00	195.41	198.27		198.48	0.002894	2.23	80.01	89.57	0.50
ALBIATE	1419	TR200	123.00	195.27	198.24		198.41	0.002337	1.96	86.85	129.29	0.45
ALBIATE	1394	TR200	123.00	195.25	198.13		198.34	0.002454	2.09	68.17	72.34	0.46
ALBIATE	1386	TR200	123.00	195.15	198.11		198.32	0.003253	2.01	61.33	38.72	0.51
ALBIATE	1380	TR200	123.00	195.12	198.13	197.02	198.29	0.001571	1.83	72.87	38.49	0.38
ALBIATE	1375			Bridge								
ALBIATE	1361	TR200	123.00	195.12	197.97		198.23	0.002677	2.29	57.73	35.86	0.48
ALBIATE	1304	TR200	123.00	194.95	197.77		198.05	0.003573	2.39	56.53	44.38	0.55
ALBIATE	1211	TR200	123.00	194.34	197.55		197.77	0.002379	2.10	63.51	52.09	0.45
ALBIATE	1129	TR200	123.00	194.03	197.41		197.58	0.001842	1.89	74.42	71.71	0.40
ALBIATE	1107	TR200	123.00	193.94	197.37		197.54	0.002170	1.97	85.15	84.88	0.43
ALBIATE	1073	TR200	123.00	193.89	197.28		197.47	0.002031	1.98	80.50	85.90	0.42
ALBIATE	960	TR200	123.00	193.67	197.00		197.22	0.002320	2.11	64.46	48.40	0.45
ALBIATE	871	TR200	123.00	193.46	196.89		197.05	0.001268	1.75	70.97	30.41	0.34
ALBIATE	825	TR200	123.00	193.26	196.85		196.95	0.002897	2.42	51.05	22.52	0.50
ALBIATE	728	TR200	123.00	193.07	196.58		196.72	0.001340	1.67	88.54	62.73	0.35
ALBIATE	649	TR200	123.00	192.99	196.33		196.57	0.002389	2.19	64.85	41.27	0.44
ALBIATE	624	TR200	123.00	192.87	196.35		196.49	0.001603	1.67	89.72	71.08	0.36
ALBIATE	585	TR200	123.00	192.95	196.29		196.42	0.001381	1.72	109.10	88.27	0.34
ALBIATE	528	TR200	123.00	193.05	196.25		196.34	0.001247	1.50	127.75	106.27	0.32
ALBIATE	492	TR200	123.00	193.13	195.78	195.78	196.22	0.006864	3.07	60.59	100.37	0.70
ALBIATE	469	TR200	123.00	192.77	194.33	194.80	195.85	0.036255	5.45	22.56	17.68	1.54
ALBIATE	450	TR200	123.00	192.14	194.77	194.05	195.08	0.004355	2.51	49.05	24.68	0.57
ALBIATE	423	TR200	123.00	192.14	194.81		194.97	0.001959	1.80	69.01	36.37	0.39
ALBIATE	389	TR200	123.00	192.06	194.69		194.90	0.002510	2.06	73.14	52.99	0.45
ALBIATE	368	TR200	123.00	191.88	194.17	194.17	194.76	0.010601	3.51	44.12	48.90	0.88
ALBIATE	358	TR200	123.00	191.83	193.83	193.93	194.61	0.015269	3.92	33.51	34.00	1.03
ALBIATE	220	TR200	123.00	190.91	193.65	192.54	193.83	0.002074	1.88	71.30	60.09	0.41
ALBIATE	112	TR200	123.00	190.71	193.35	192.50	193.56	0.003000	2.03	60.59	32.69	0.48

***8.3 Allegato 3: Elaborazioni riferite all'evento con tempo di ritorno di 200 anni in presenza dei limiti di progetto tra la Fascia B e la Fascia C***

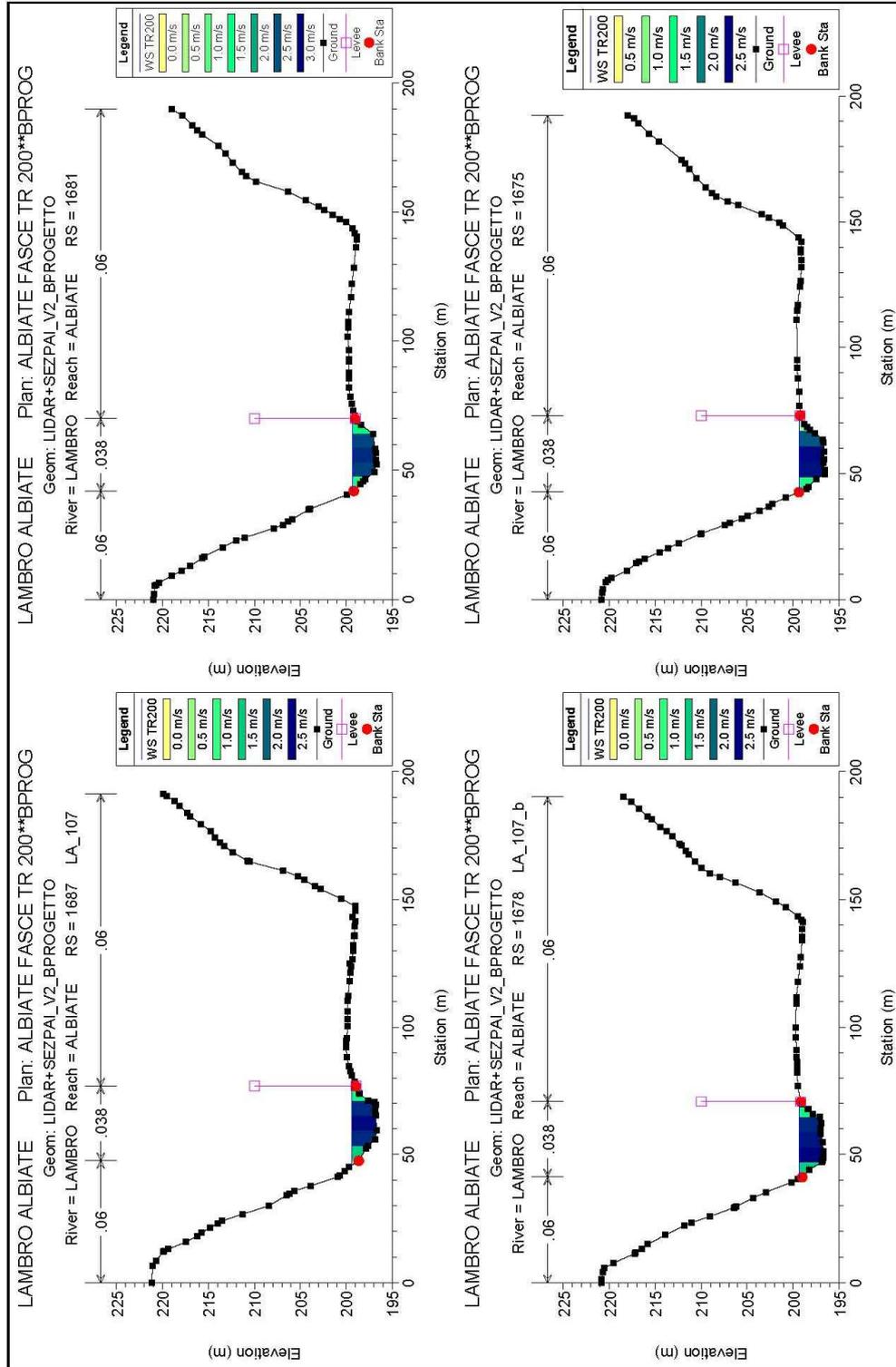




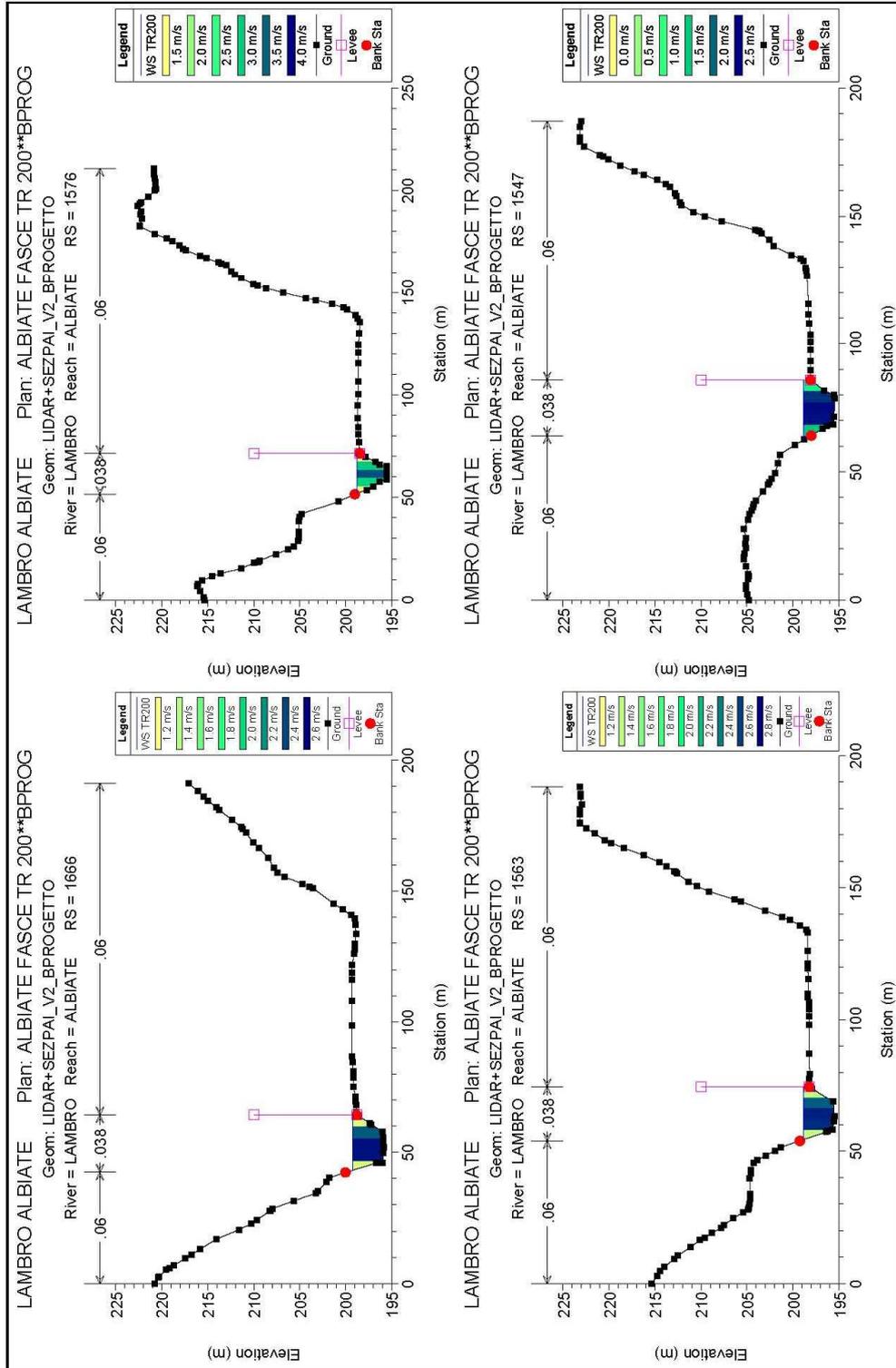
2



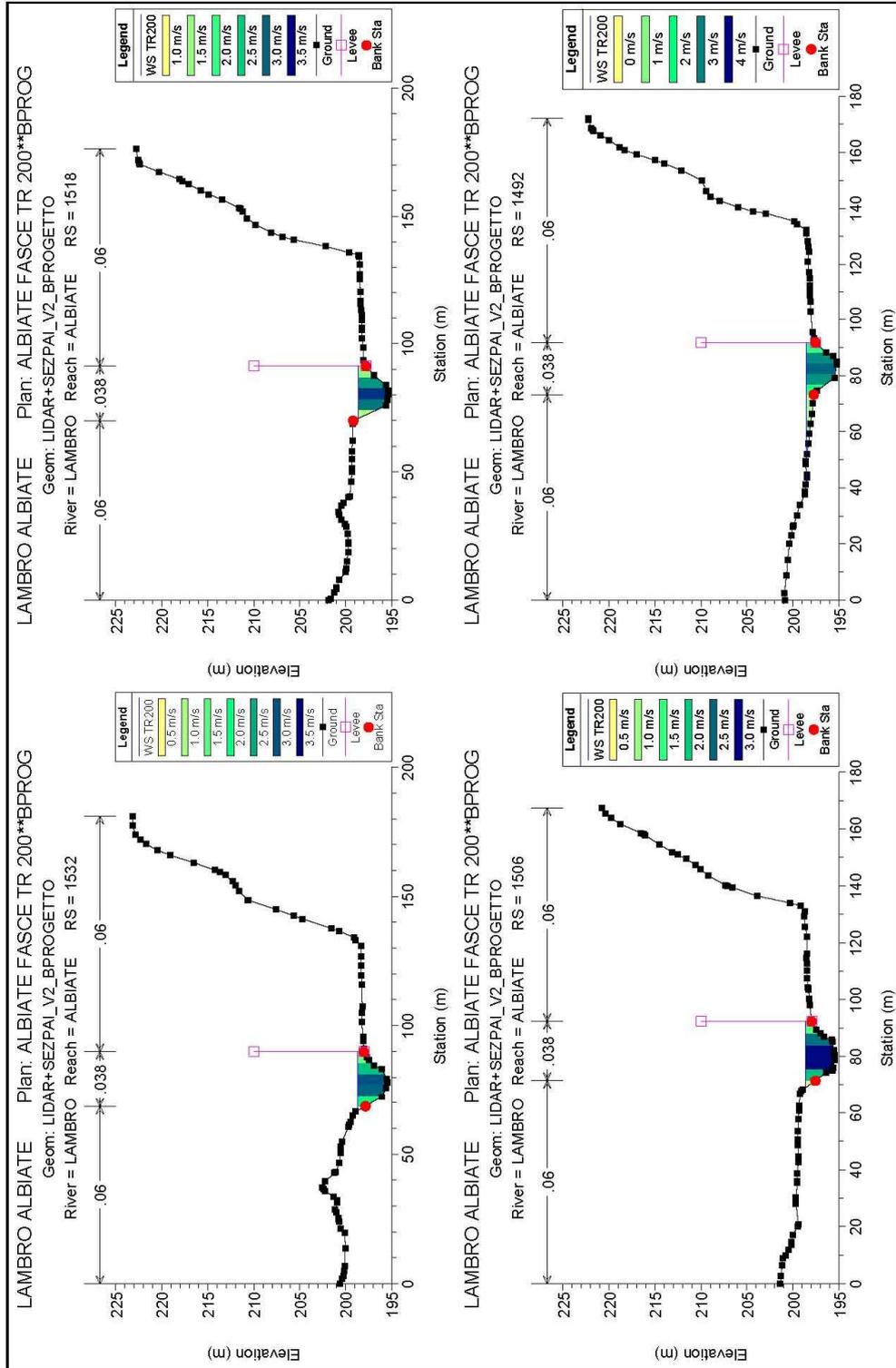
3



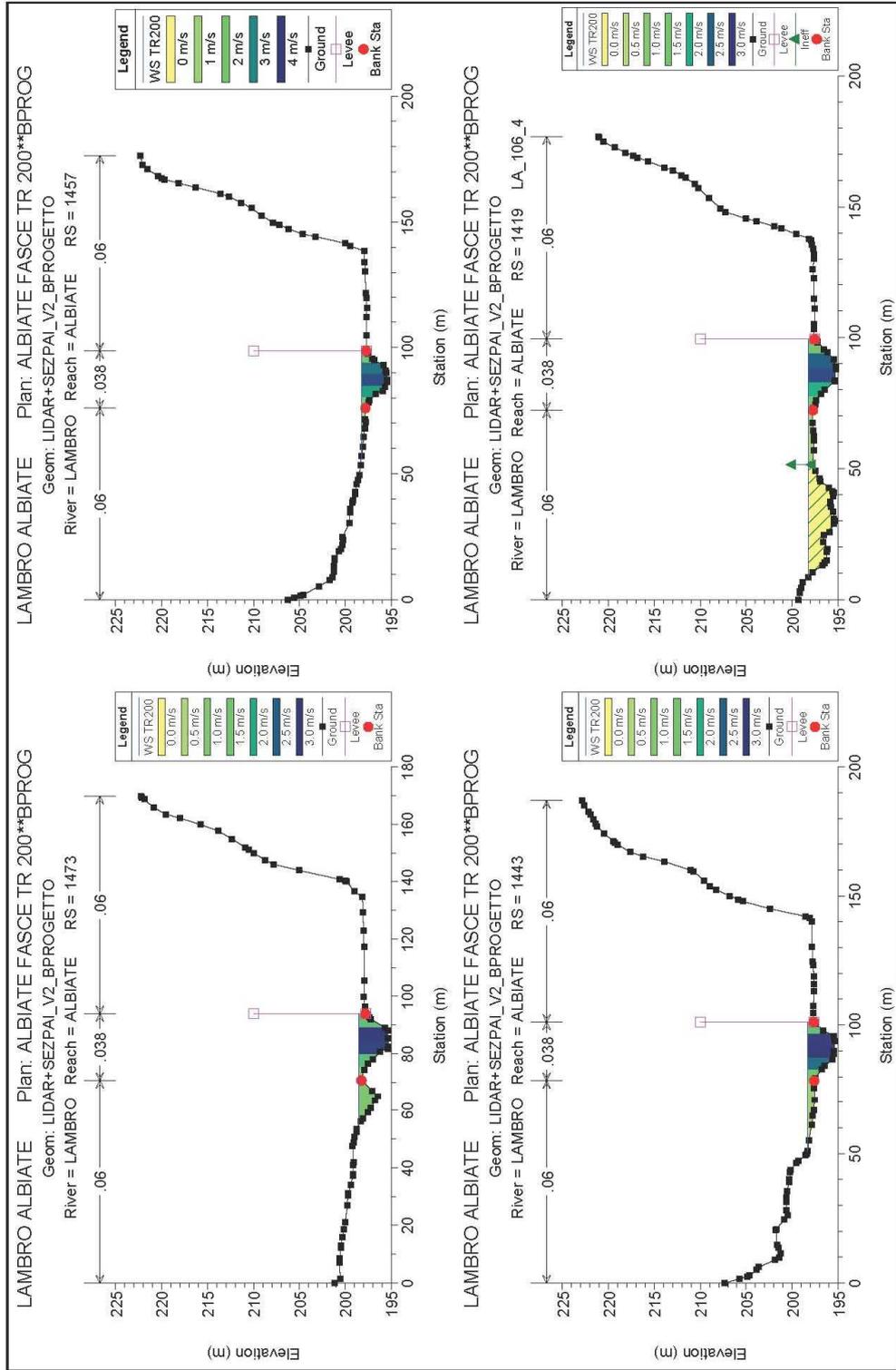
4



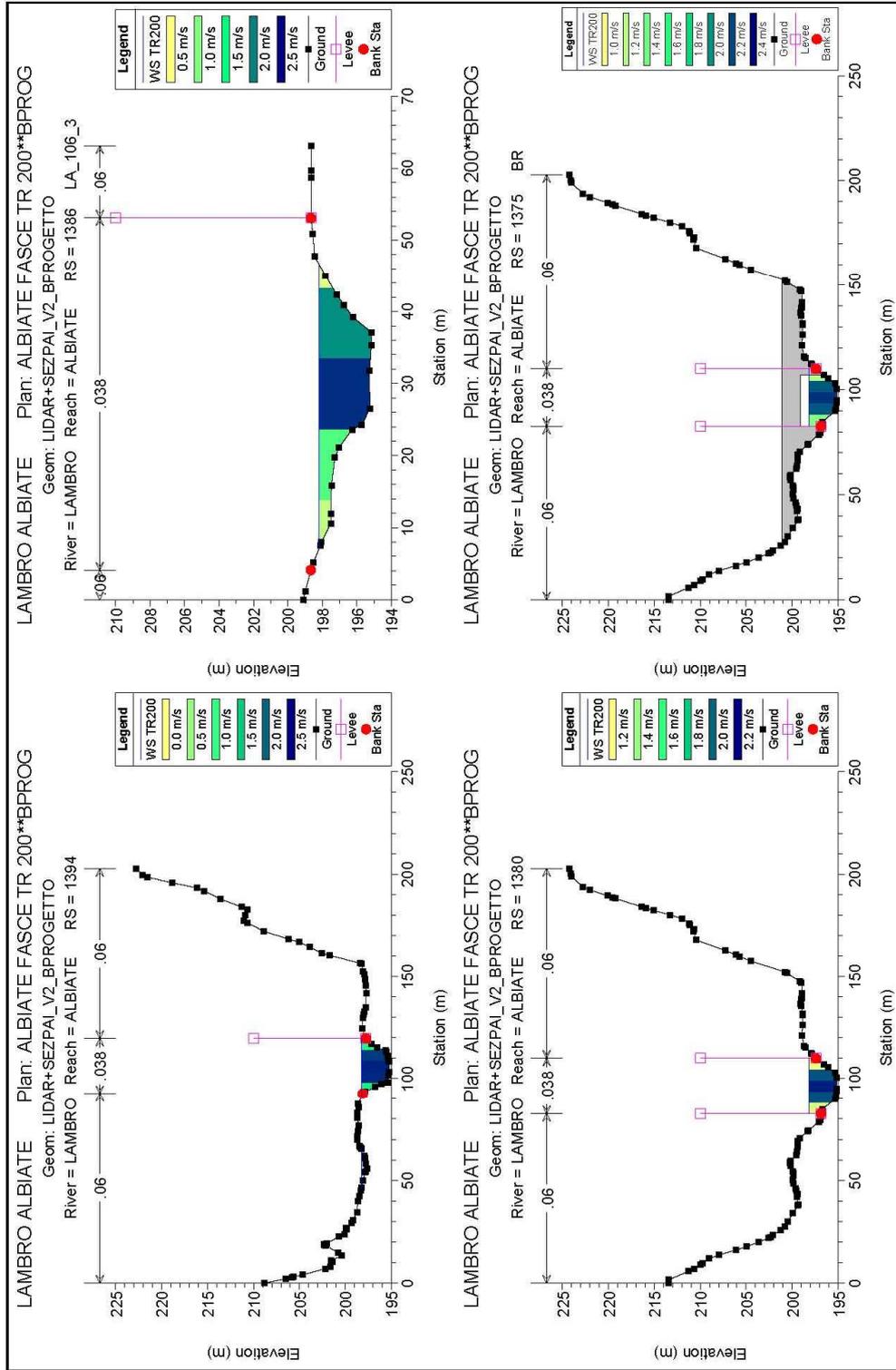
5

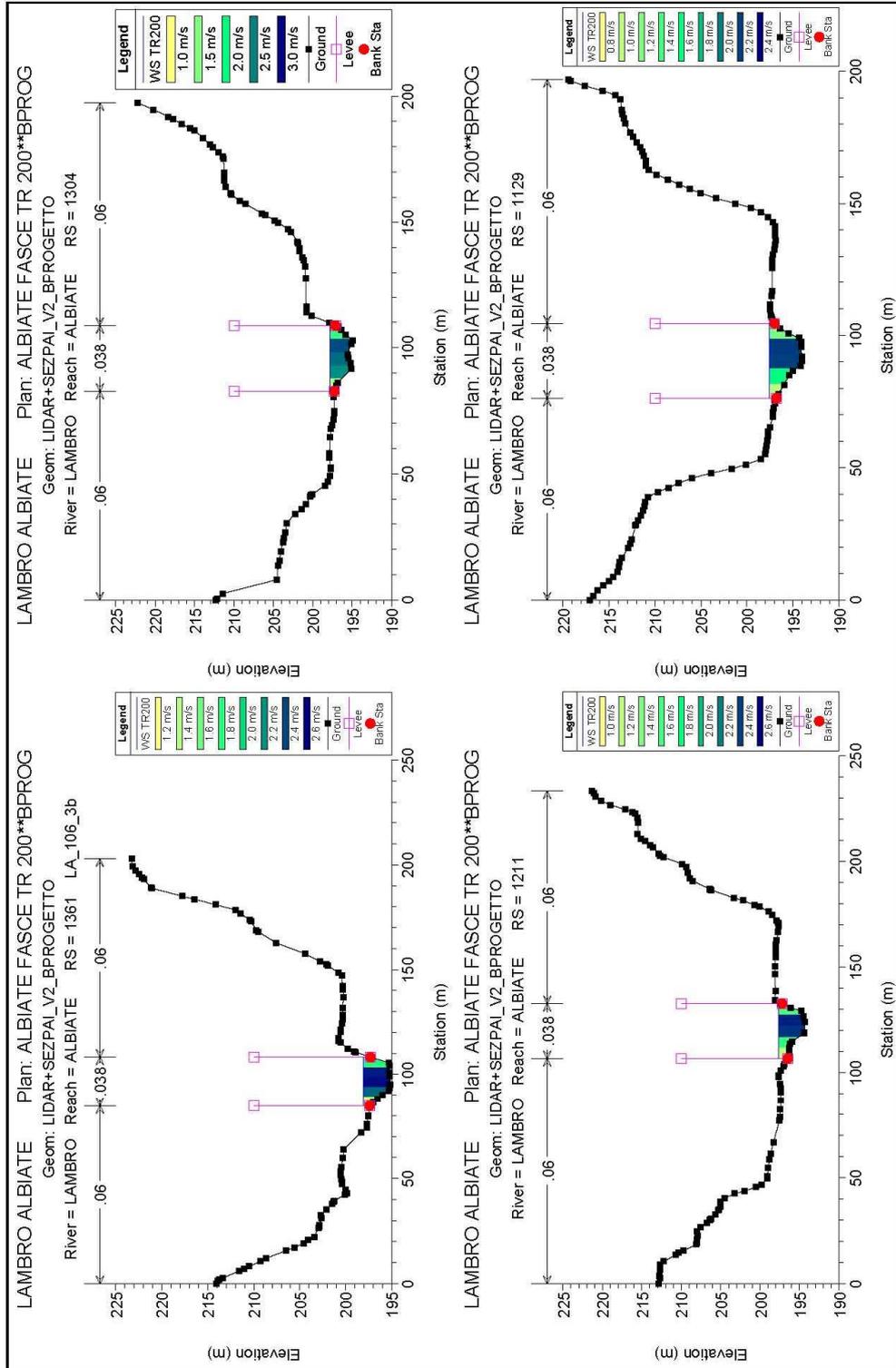


6

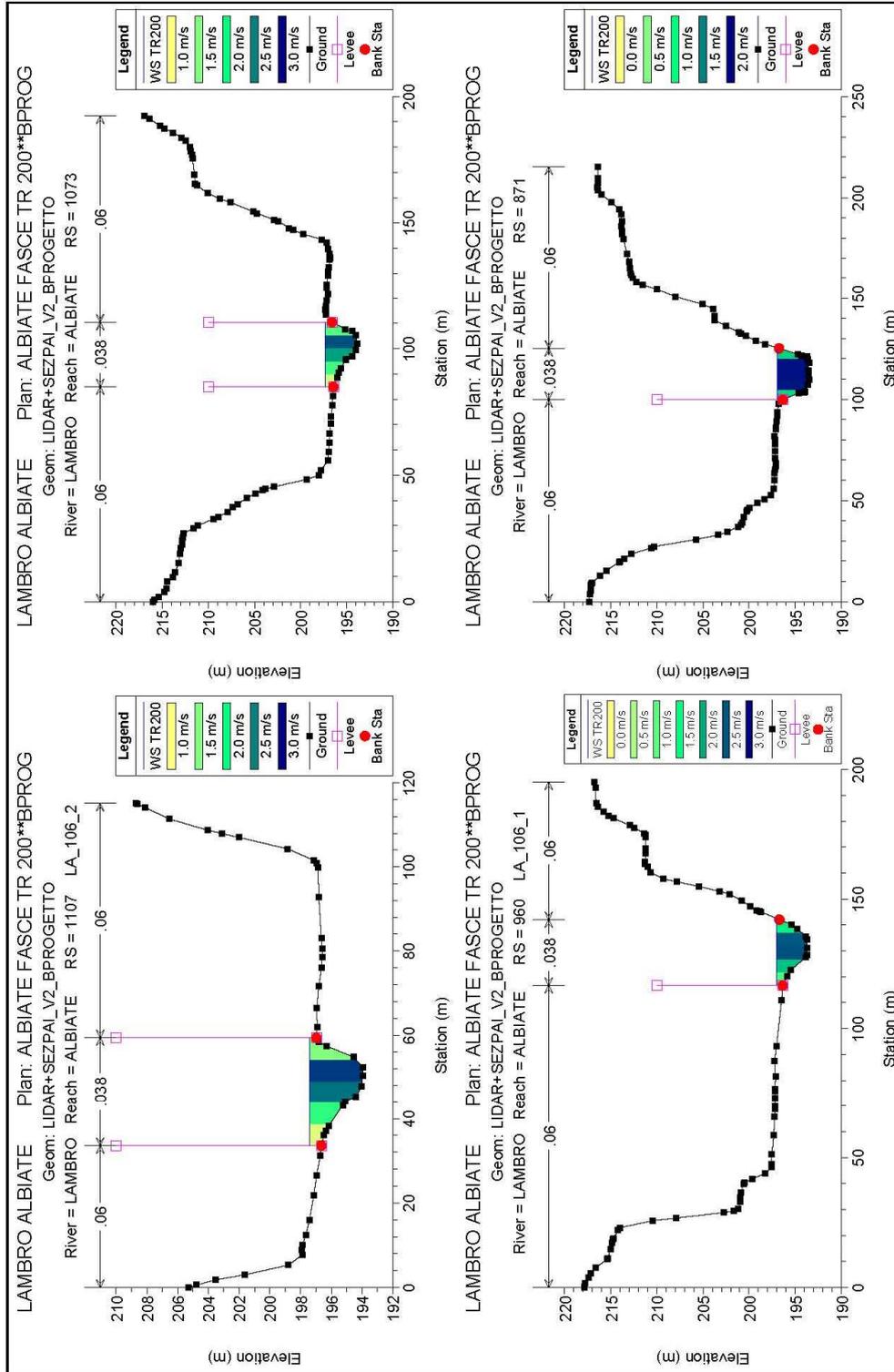


7

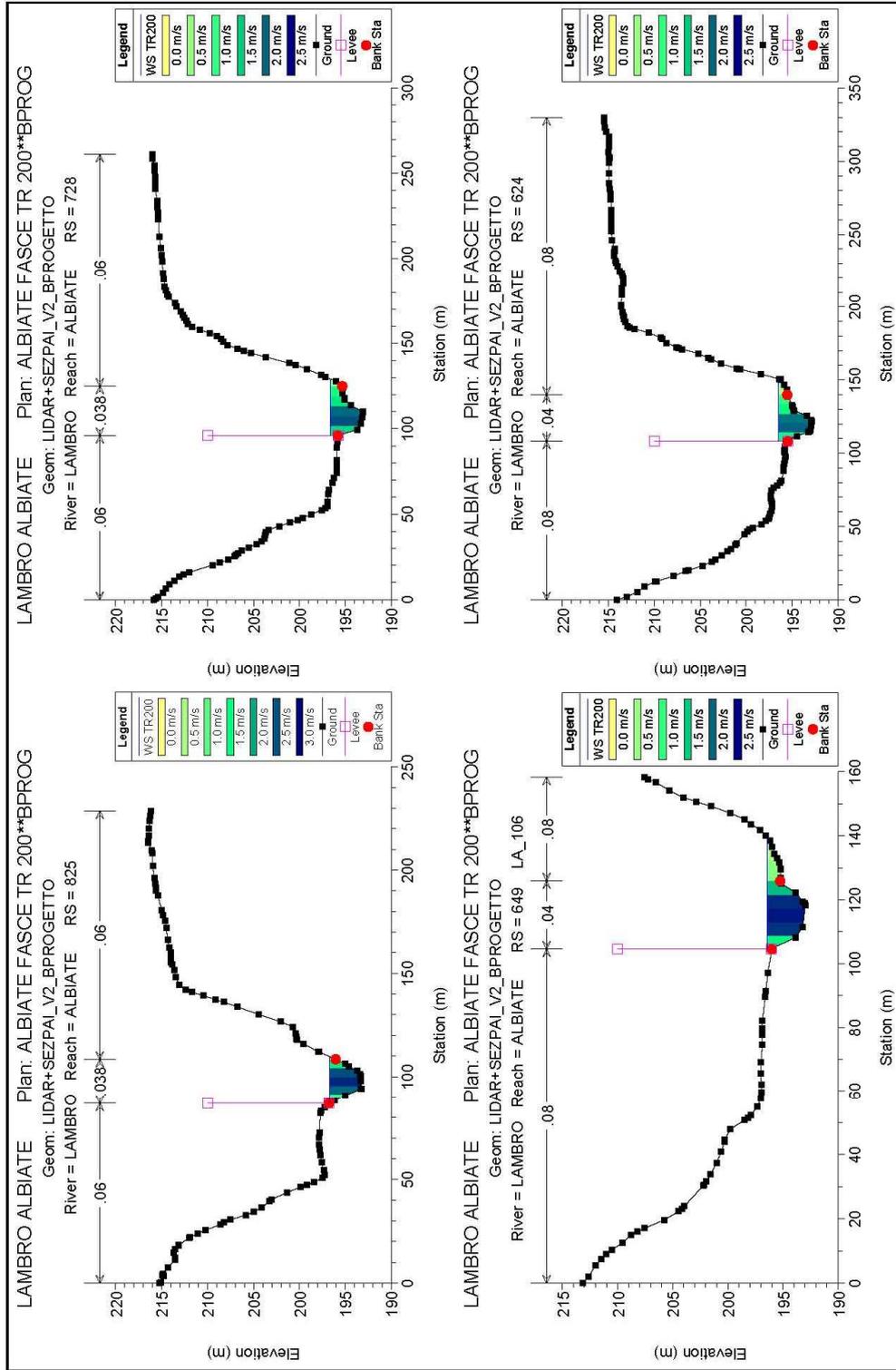


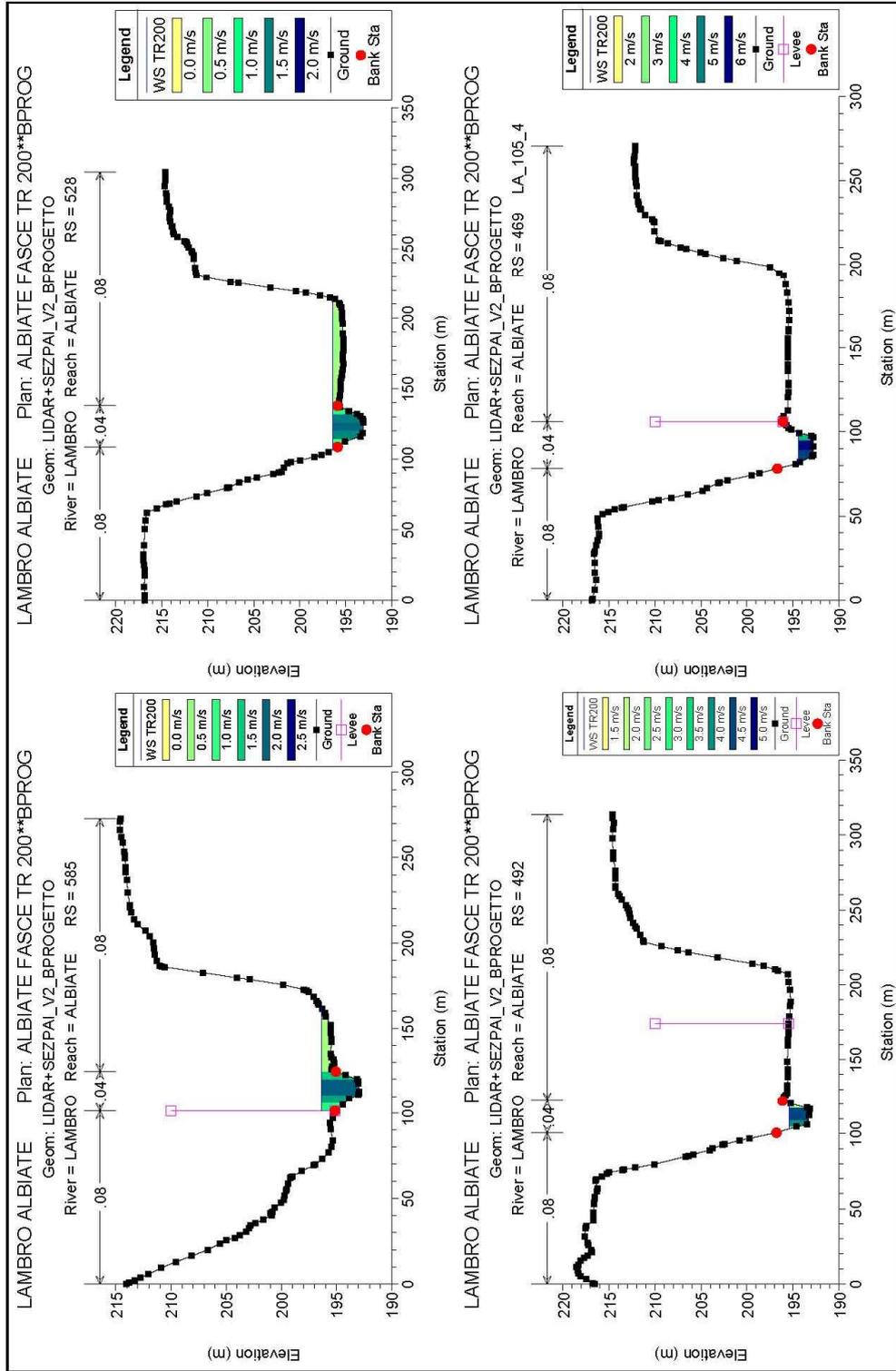


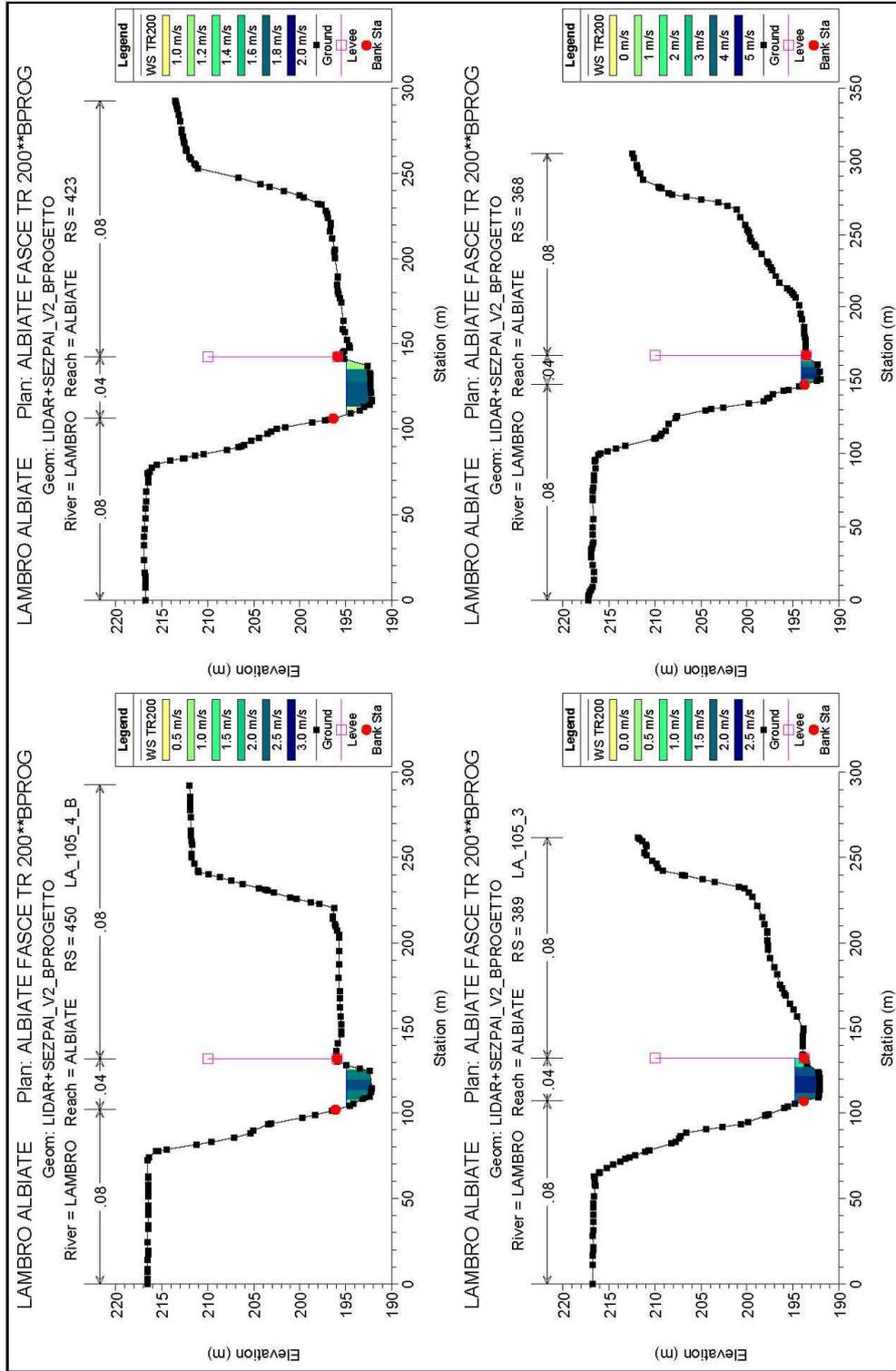
9



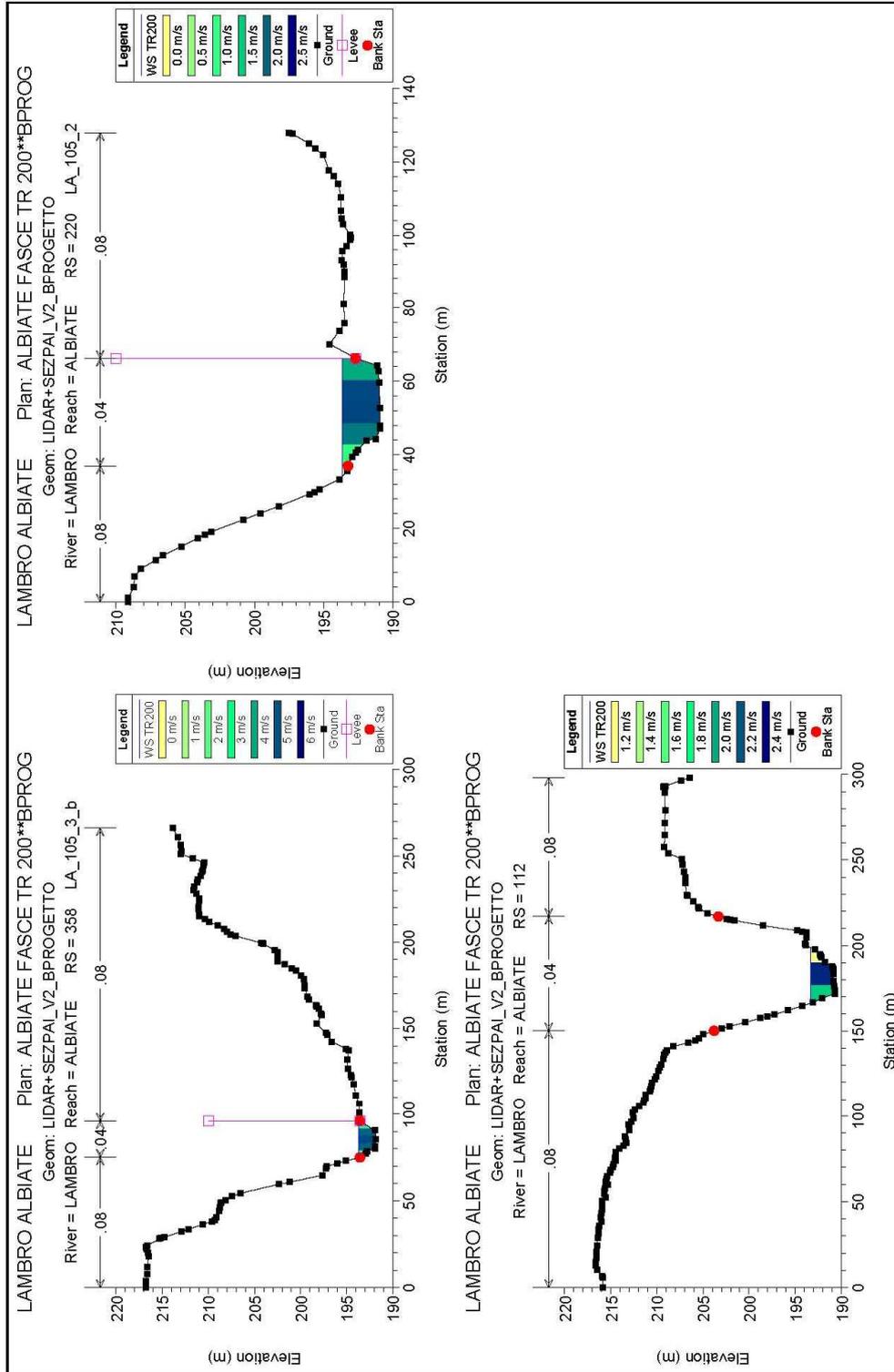
10







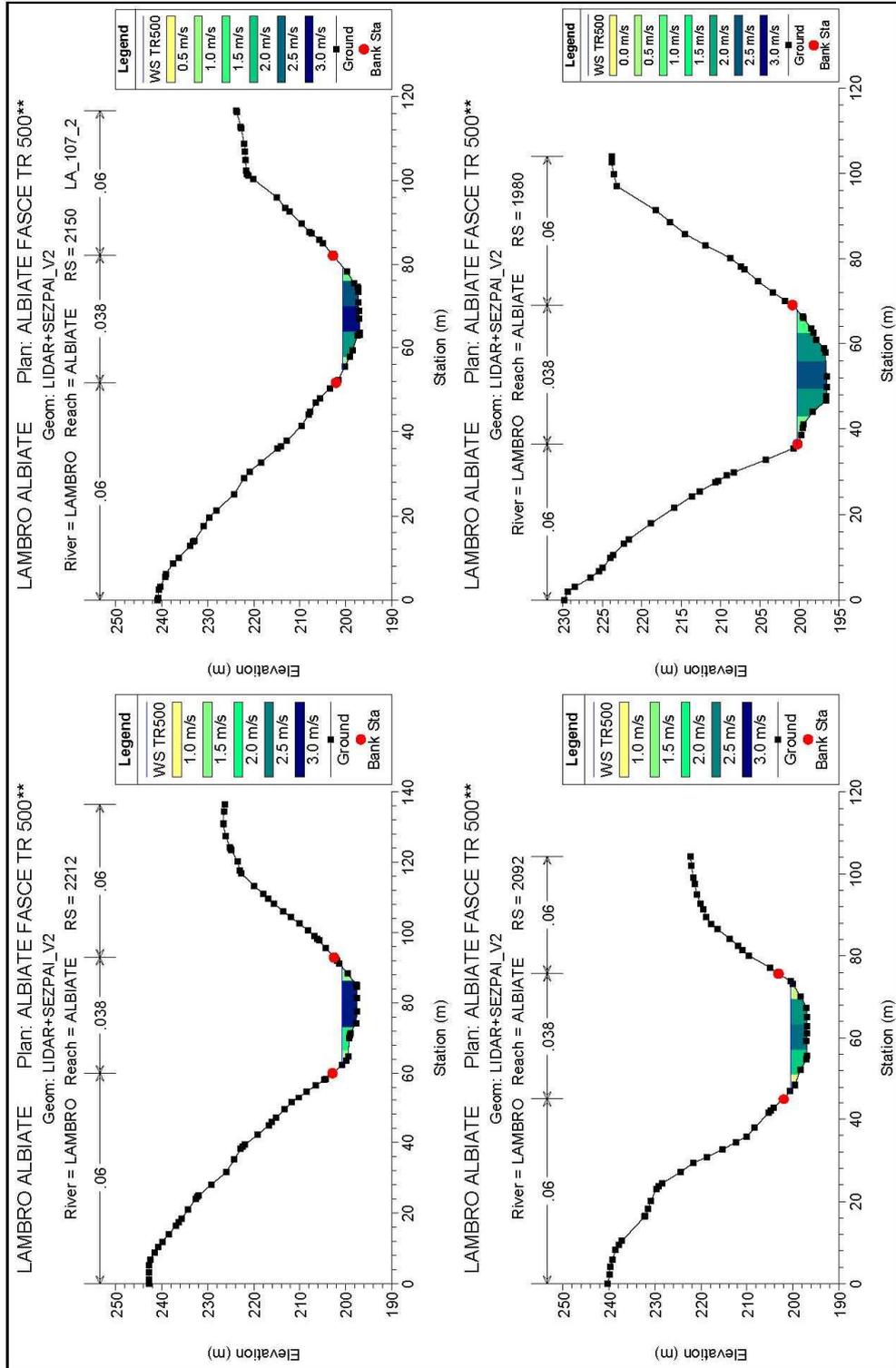
13

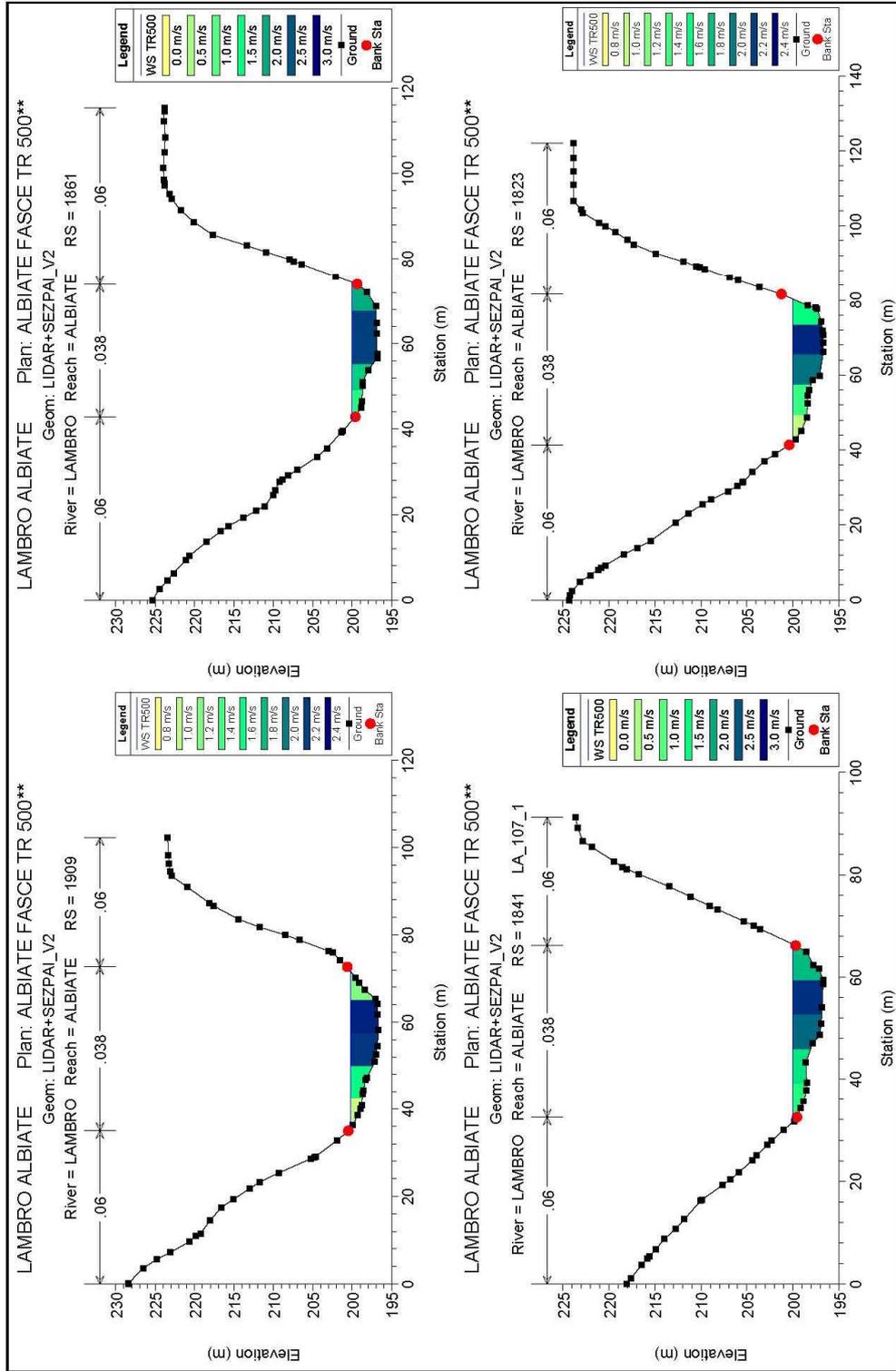


HEC-RAS Plan: 200\*B PROG River: LAMBRO Reach: ALBIATE Profile: TR200

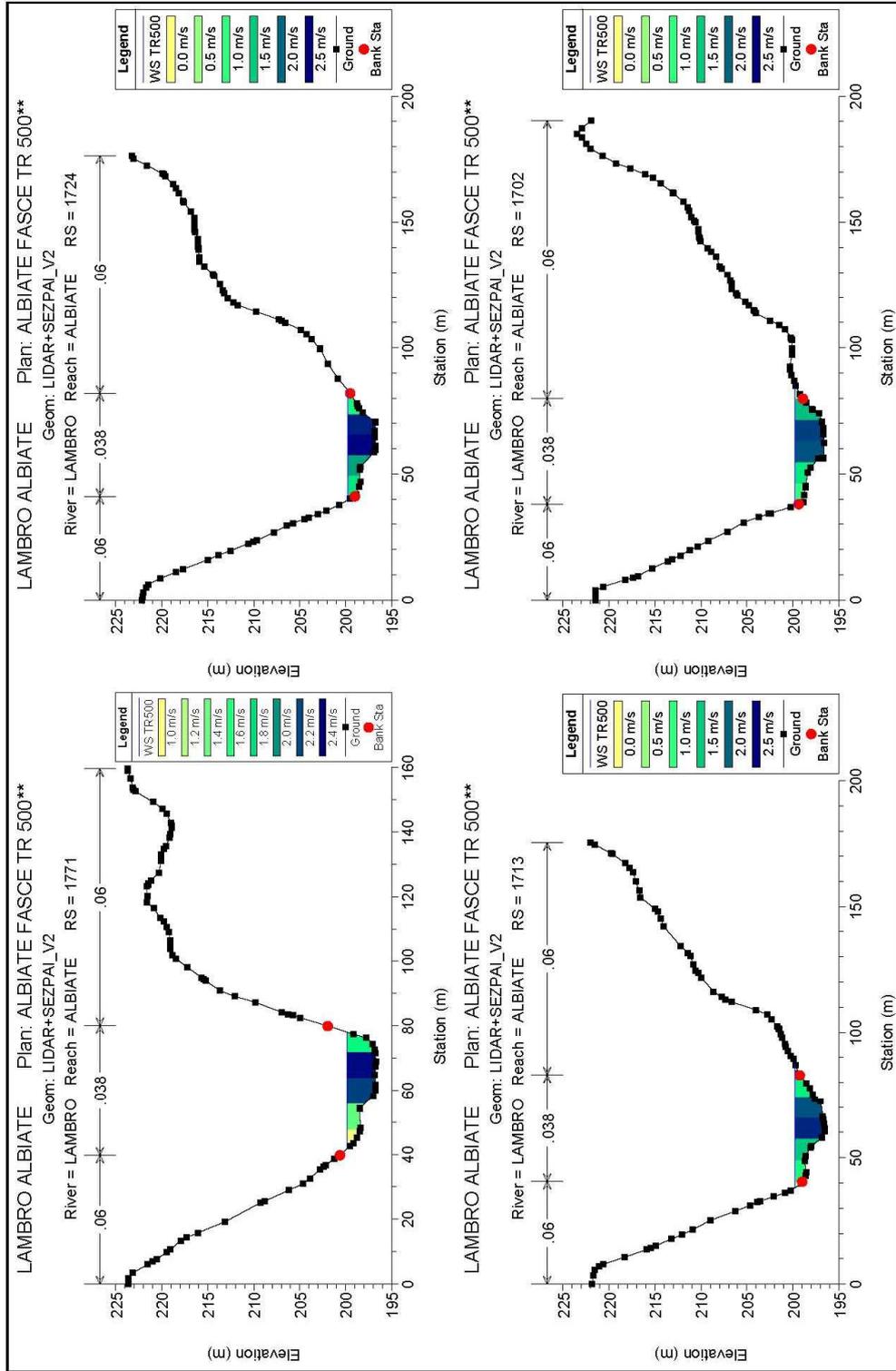
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m³/s)	Min Ch El (m)	W S. Elev (m)	Cnt'W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m²)	Top Width (m)	Froude # Chl
ALBIATE	2212	TR200	123.00	197.49	200.50	199.71	200.76	0.003196	2.28	54.00	27.12	0.52
ALBIATE	2150	TR200	123.00	196.88	200.34		200.58	0.002483	2.20	55.93	23.93	0.46
ALBIATE	2092	TR200	123.00	196.91	200.25		200.45	0.001835	1.96	62.79	25.88	0.40
ALBIATE	1980	TR200	123.00	196.53	200.08		200.24	0.001780	1.84	66.82	29.93	0.39
ALBIATE	1909	TR200	123.00	196.69	199.97		200.11	0.001561	1.67	73.46	34.85	0.37
ALBIATE	1861	TR200	123.00	196.82	199.82	198.88	200.01	0.002219	1.94	63.57	31.57	0.43
ALBIATE	1841	TR200	123.00	196.72	199.78	198.87	199.97	0.002314	1.92	64.19	32.96	0.44
ALBIATE	1823	TR200	123.00	196.66	199.78	198.61	199.92	0.001554	1.63	75.38	35.83	0.36
ALBIATE	1771	TR200	123.00	196.72	199.68	198.61	199.83	0.001824	1.74	70.67	34.18	0.39
ALBIATE	1724	TR200	123.00	196.75	199.53	198.74	199.72	0.002592	1.97	62.65	34.11	0.46
ALBIATE	1713	TR200	123.00	196.55	199.55	198.55	199.88	0.001842	1.63	75.94	44.36	0.39
ALBIATE	1702	TR200	123.00	196.64	199.53	198.42	199.66	0.001691	1.59	77.35	42.03	0.37
ALBIATE	1667	TR200	123.00	196.66	199.39	198.58	199.62	0.002795	2.13	58.37	31.20	0.48
ALBIATE	1681	TR200	123.00	196.72	199.30	198.63	199.59	0.003920	2.39	51.45	28.15	0.56
ALBIATE	1678	TR200	123.00	196.69	199.33	198.49	199.57	0.002926	2.16	57.00	29.92	0.50
ALBIATE	1675	TR200	123.00	196.58	199.32	198.44	199.56	0.003012	2.15	57.14	30.37	0.50
ALBIATE	1666	TR200	123.00	195.88	199.28	198.01	199.53	0.002291	2.22	55.41	21.02	0.44
ALBIATE	1576	TR200	123.00	195.51	198.79	198.13	199.22	0.004917	2.90	42.42	19.66	0.63
ALBIATE	1563	TR200	123.00	195.50	198.86	197.69	199.13	0.002571	2.34	52.67	20.35	0.46
ALBIATE	1547	TR200	123.00	195.47	198.85	197.62	199.08	0.002010	2.13	58.39	23.45	0.42
ALBIATE	1532	TR200	123.00	195.44	198.71	197.93	199.03	0.003393	2.53	49.27	23.12	0.54
ALBIATE	1518	TR200	123.00	195.40	198.60	197.86	198.98	0.004071	2.70	45.57	20.38	0.58
ALBIATE	1506	TR200	123.00	195.49	198.59	197.79	198.92	0.003376	2.54	49.30	23.13	0.53
ALBIATE	1492	TR200	123.00	195.24	198.52	197.80	198.87	0.003697	2.67	53.43	43.62	0.55
ALBIATE	1473	TR200	123.00	195.29	198.52	197.66	198.77	0.003905	2.36	61.45	38.88	0.55
ALBIATE	1457	TR200	123.00	195.43	198.28	197.90	198.68	0.005536	2.84	48.16	43.02	0.67
ALBIATE	1443	TR200	123.00	195.41	198.30	197.71	198.58	0.003490	2.43	60.28	50.18	0.54
ALBIATE	1419	TR200	123.00	195.27	198.26	197.51	198.46	0.002868	2.16	65.10	90.66	0.49
ALBIATE	1394	TR200	123.00	195.25	198.21	197.12	198.42	0.002262	2.04	64.60	46.65	0.44
ALBIATE	1386	TR200	123.00	195.15	198.21	197.23	198.39	0.002772	1.89	64.98	38.69	0.47
ALBIATE	1380	TR200	123.00	195.12	198.20	197.00	198.37	0.001697	1.85	66.62	27.30	0.38
ALBIATE	1375			Bridge								
ALBIATE	1361	TR200	123.00	195.12	198.07	197.08	198.32	0.002596	2.23	55.27	23.40	0.46
ALBIATE	1304	TR200	123.00	194.95	197.87	197.14	198.15	0.003354	2.32	53.02	26.10	0.52
ALBIATE	1211	TR200	123.00	194.34	197.66	196.63	197.86	0.002345	2.04	60.37	28.10	0.43
ALBIATE	1129	TR200	123.00	194.03	197.53	196.25	197.70	0.001719	1.84	68.99	28.30	0.36
ALBIATE	1107	TR200	123.00	193.94	197.40	196.46	197.65	0.002853	2.21	55.53	25.80	0.48
ALBIATE	1073	TR200	123.00	193.89	197.32	196.35	197.55	0.002456	2.11	58.22	25.60	0.45
ALBIATE	960	TR200	123.00	193.67	197.05	195.99	197.28	0.002314	2.11	58.40	25.89	0.44
ALBIATE	871	TR200	123.00	193.46	196.96	195.29	197.11	0.001205	1.71	71.90	25.69	0.32
ALBIATE	825	TR200	123.00	193.26	196.75	195.64	197.02	0.002574	2.33	53.19	22.91	0.48
ALBIATE	728	TR200	123.00	193.07	196.65	195.44	196.80	0.001424	1.72	73.54	33.20	0.35
ALBIATE	649	TR200	123.00	192.99	196.45	195.27	196.66	0.002071	2.08	68.05	35.10	0.41
ALBIATE	624	TR200	123.00	192.87	196.46	195.21	196.59	0.001505	1.63	80.91	42.75	0.34
ALBIATE	585	TR200	123.00	192.95	196.39	195.11	196.53	0.001463	1.76	93.21	60.89	0.34
ALBIATE	528	TR200	123.00	193.05	196.37		196.45	0.000862	1.38	141.10	106.95	0.28
ALBIATE	492	TR200	123.00	193.13	195.42	195.42	196.28	0.014371	4.11	29.96	17.41	1.00
ALBIATE	469	TR200	123.00	192.77	194.36	194.80	195.81	0.033894	5.32	23.10	17.83	1.49
ALBIATE	450	TR200	123.00	192.14	194.93	194.05	195.21	0.003427	2.31	53.21	25.20	0.51
ALBIATE	423	TR200	123.00	192.14	194.97	193.71	195.11	0.001573	1.67	73.68	32.38	0.35
ALBIATE	389	TR200	123.00	192.06	194.82	193.94	195.04	0.002486	2.08	60.05	27.61	0.44
ALBIATE	368	TR200	123.00	191.98	194.11	194.11	194.88	0.014271	3.89	31.75	21.08	0.99
ALBIATE	358	TR200	123.00	191.83	193.68	193.88	194.68	0.022781	4.43	27.75	21.28	1.24
ALBIATE	220	TR200	123.00	190.91	193.65	192.55	193.84	0.002202	1.90	65.45	32.17	0.41
ALBIATE	112	TR200	123.00	190.71	193.35	192.50	193.56	0.003000	2.03	60.59	32.69	0.48

***8.4 Allegato 4: Elaborazioni riferite all'evento con tempo di ritorno di 500 anni in assenza di limiti di progetto tra la Fascia B e la Fascia C***

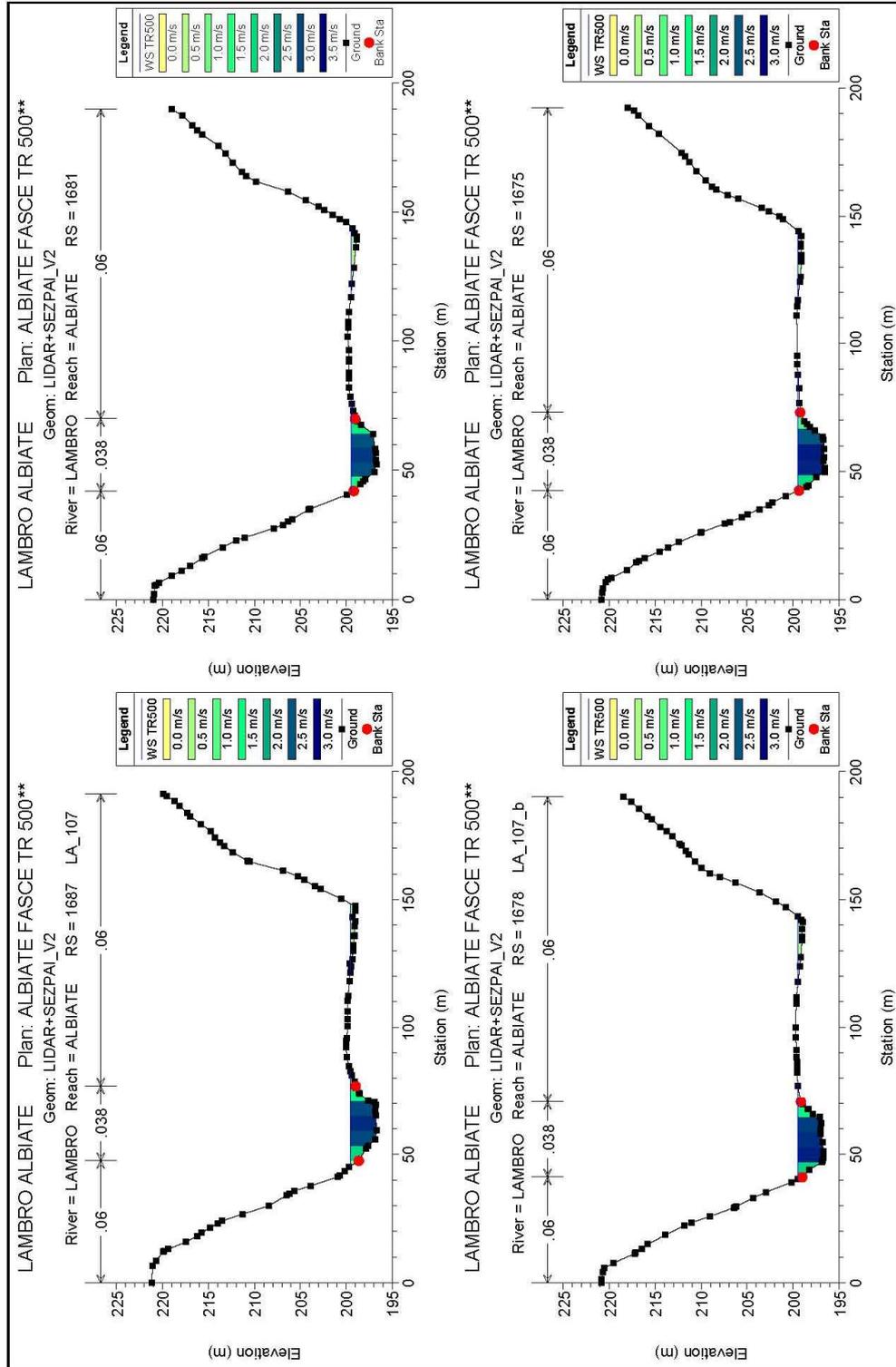




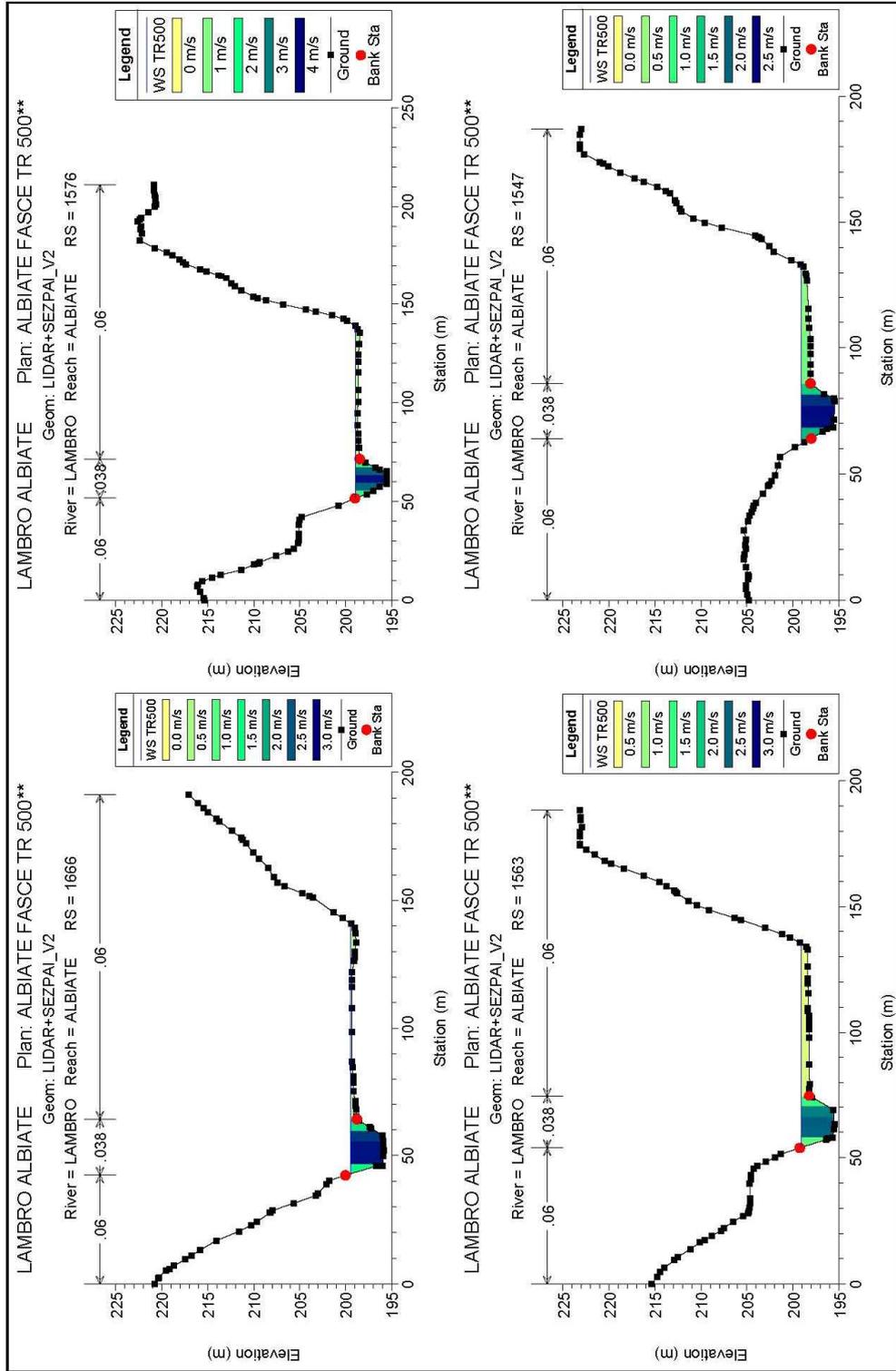
2



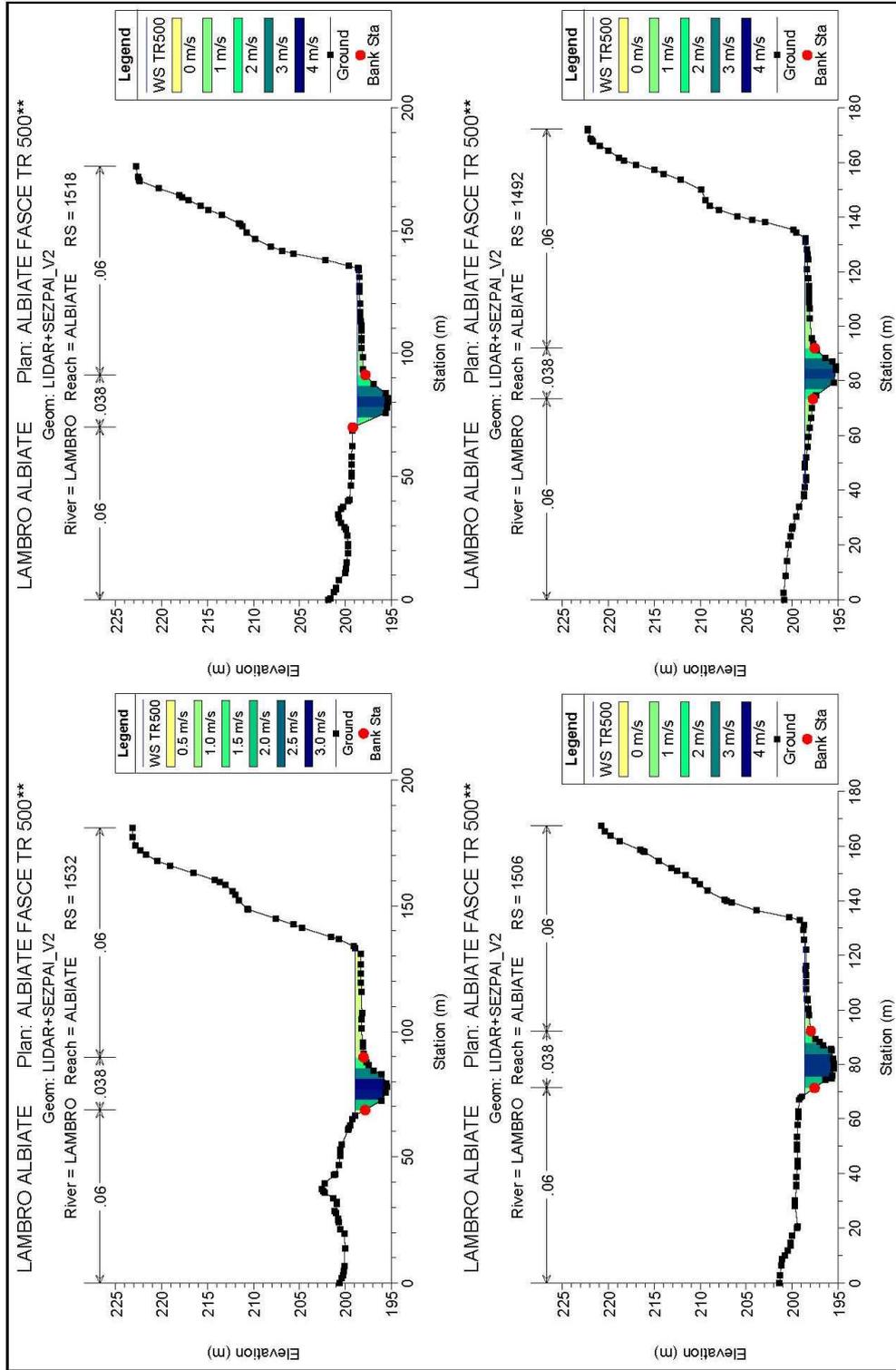
3



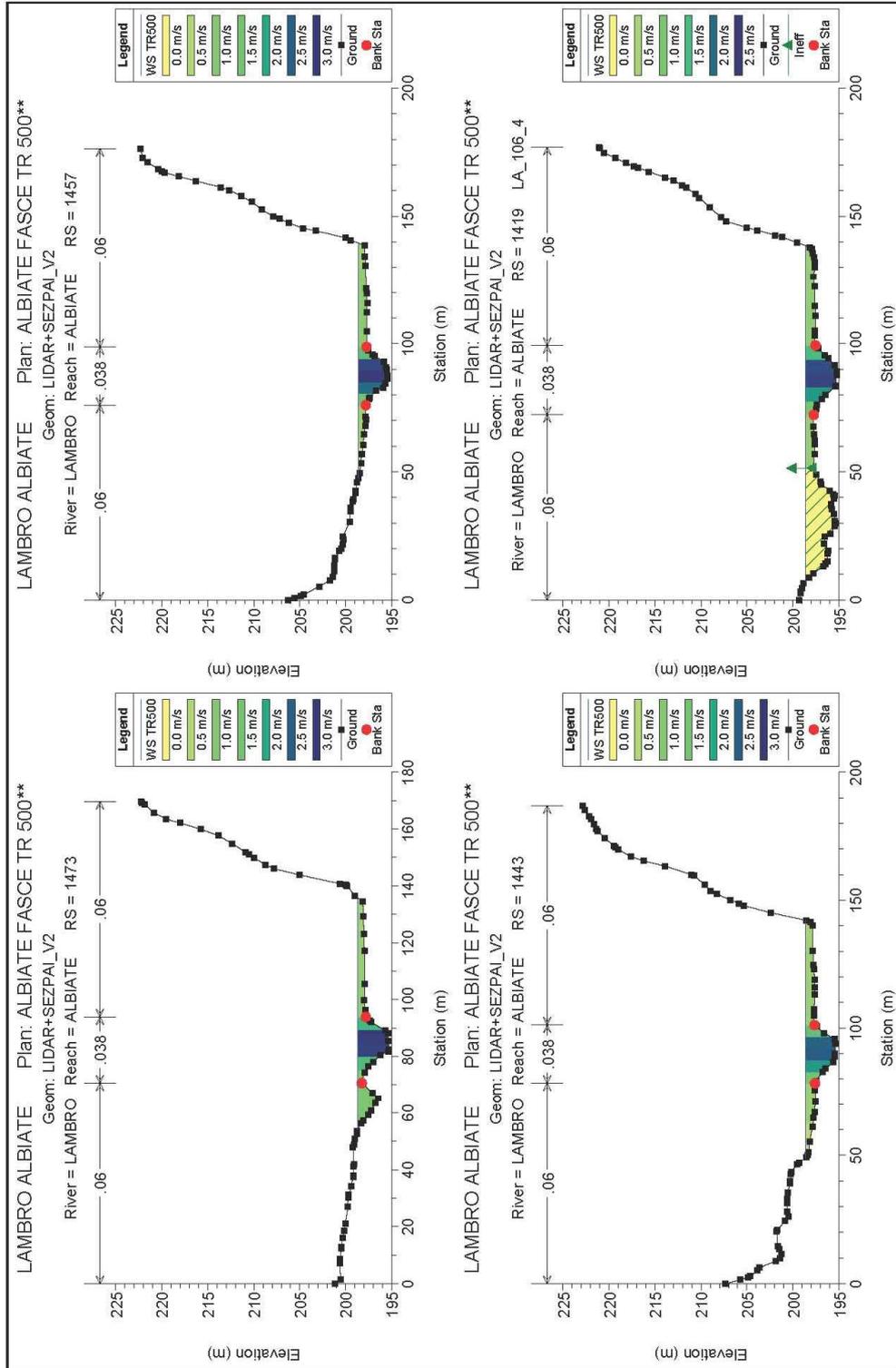
4



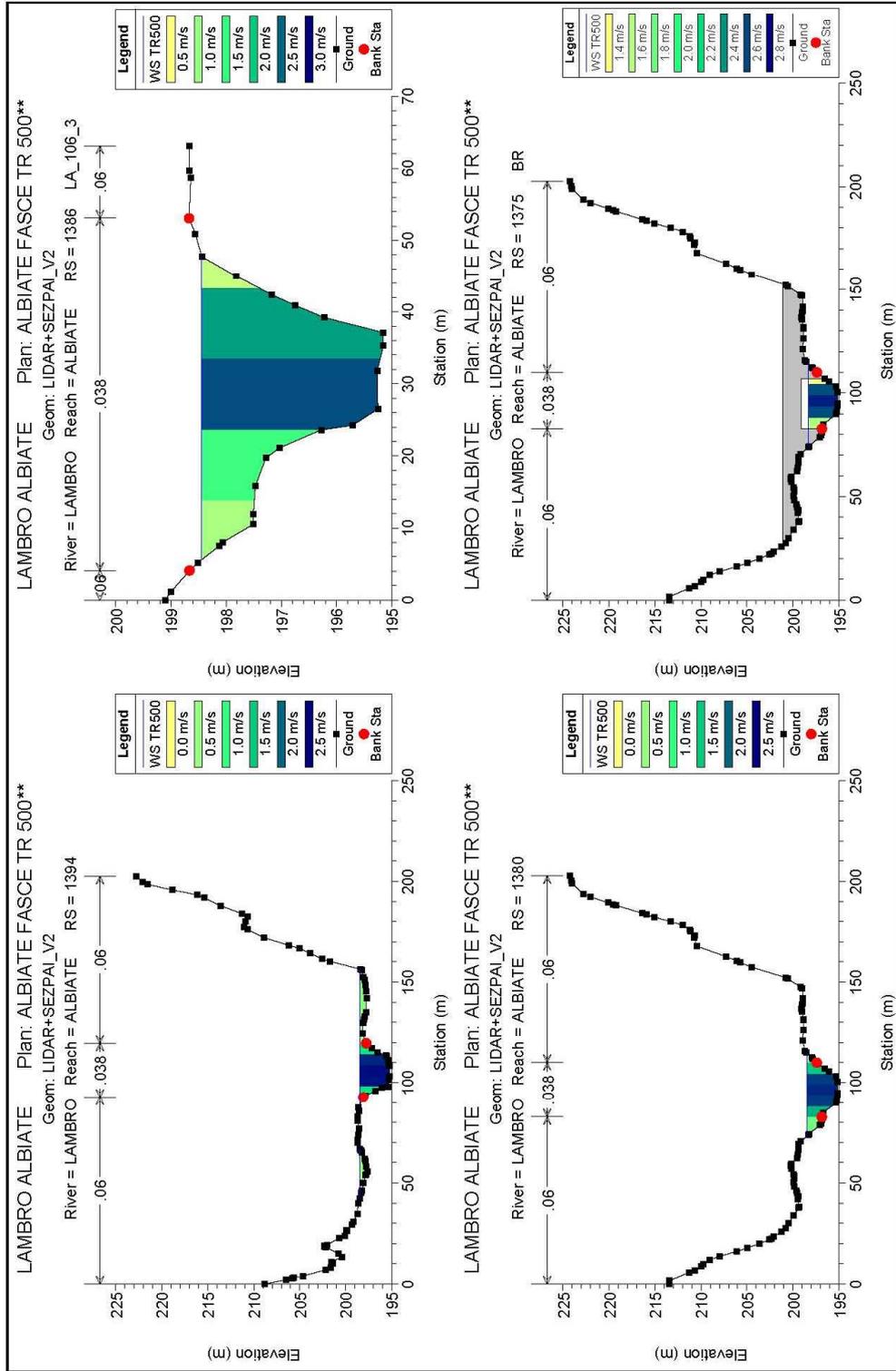
5



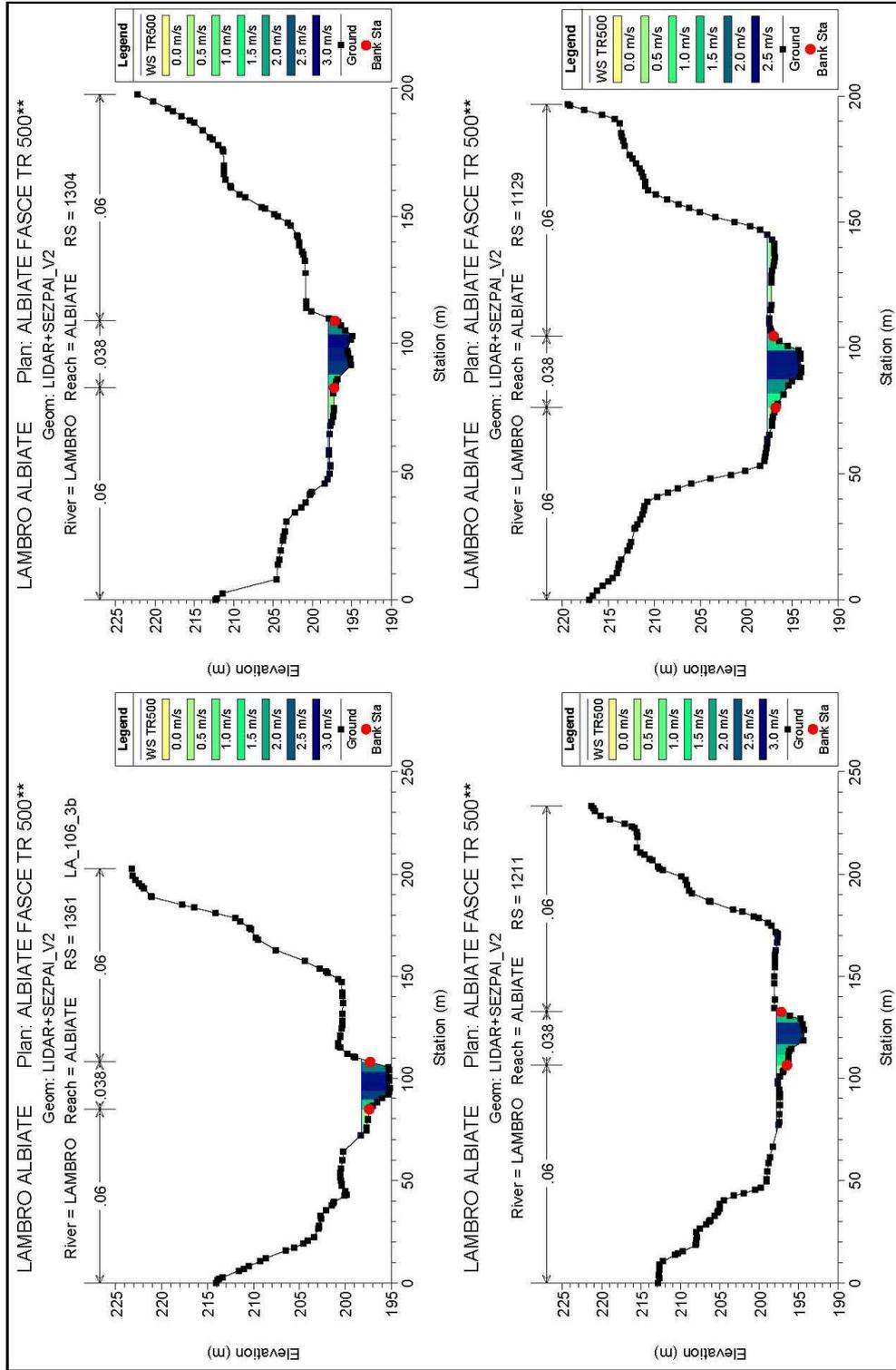
6

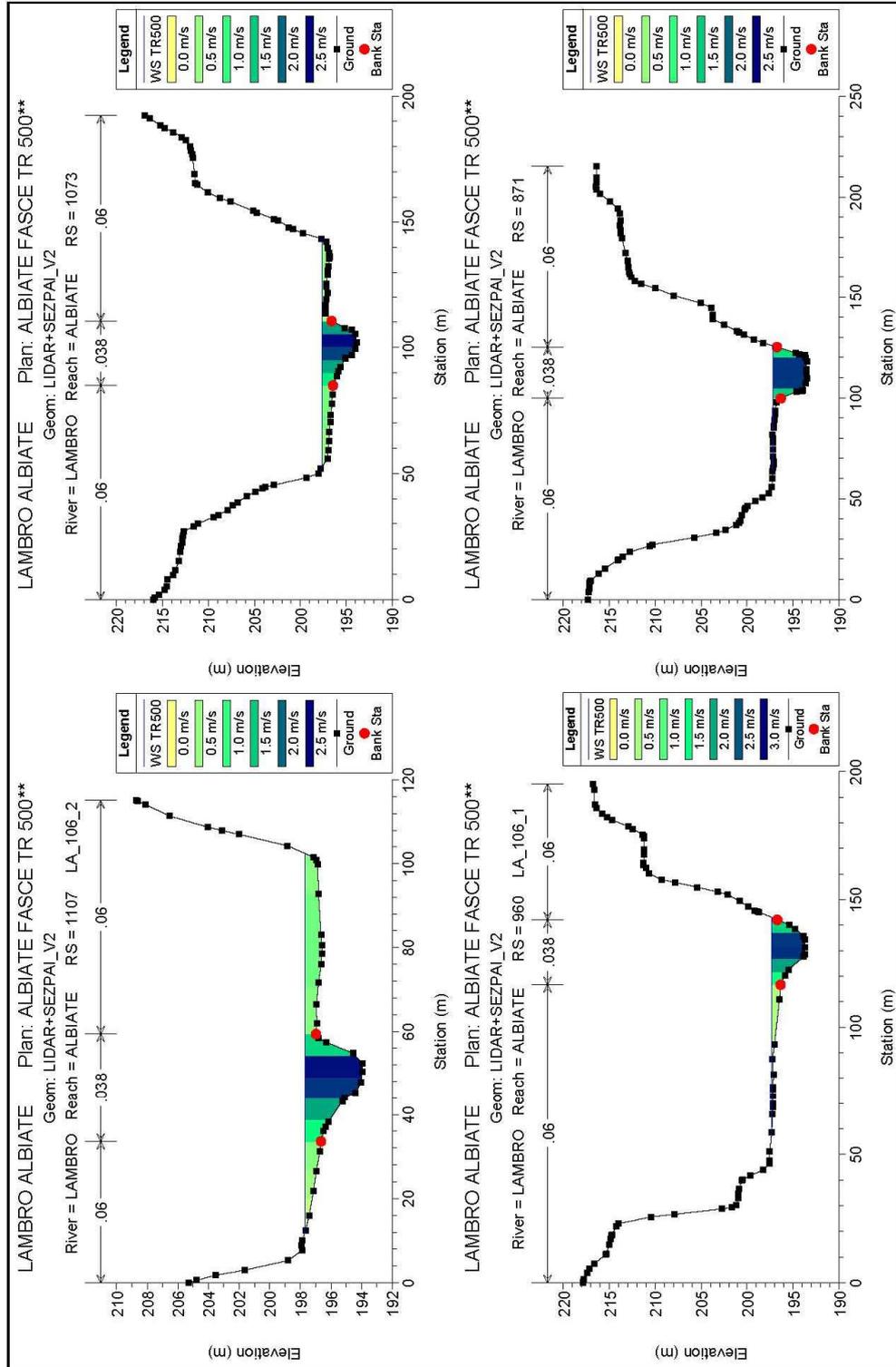


7

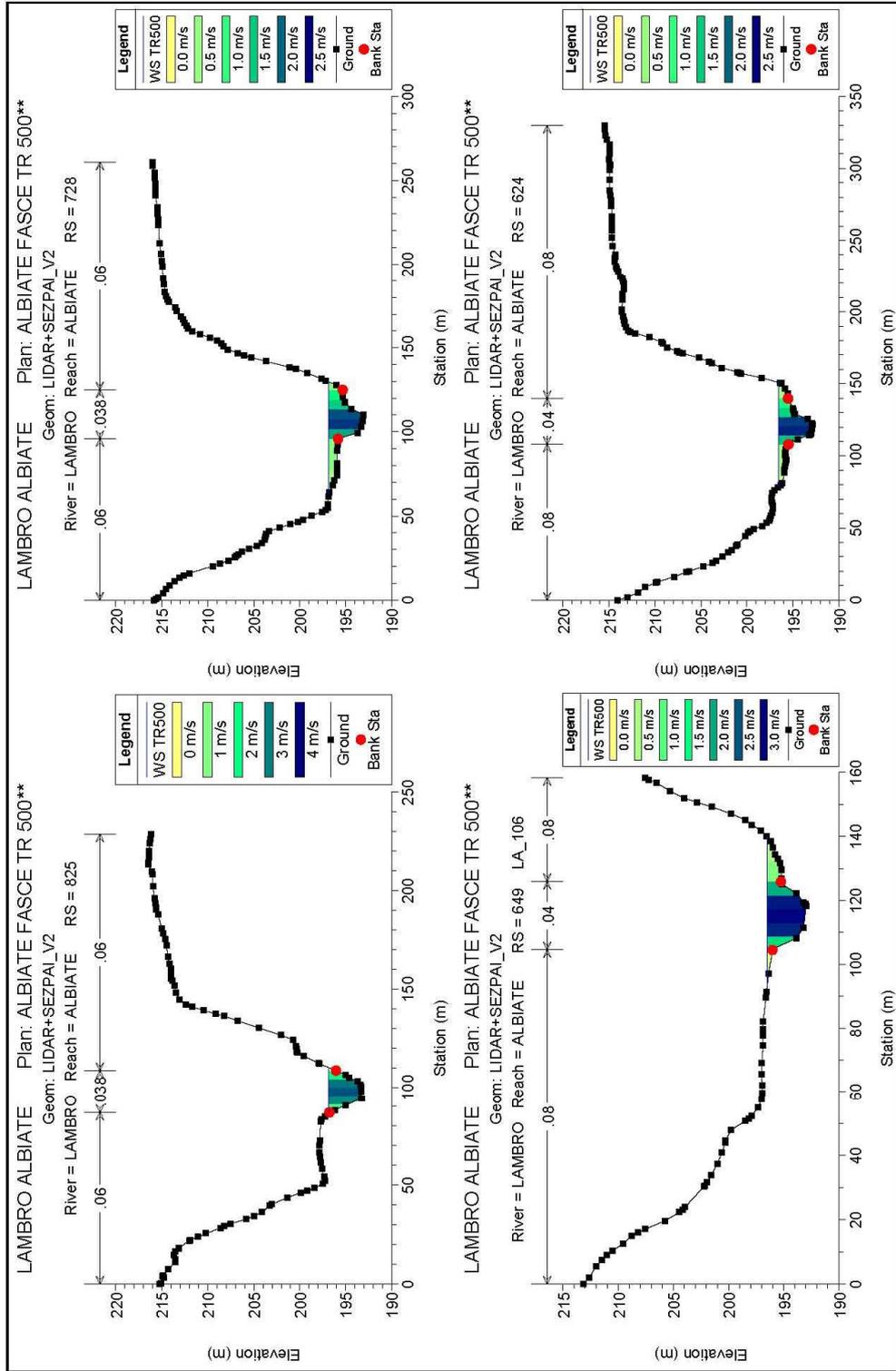


8

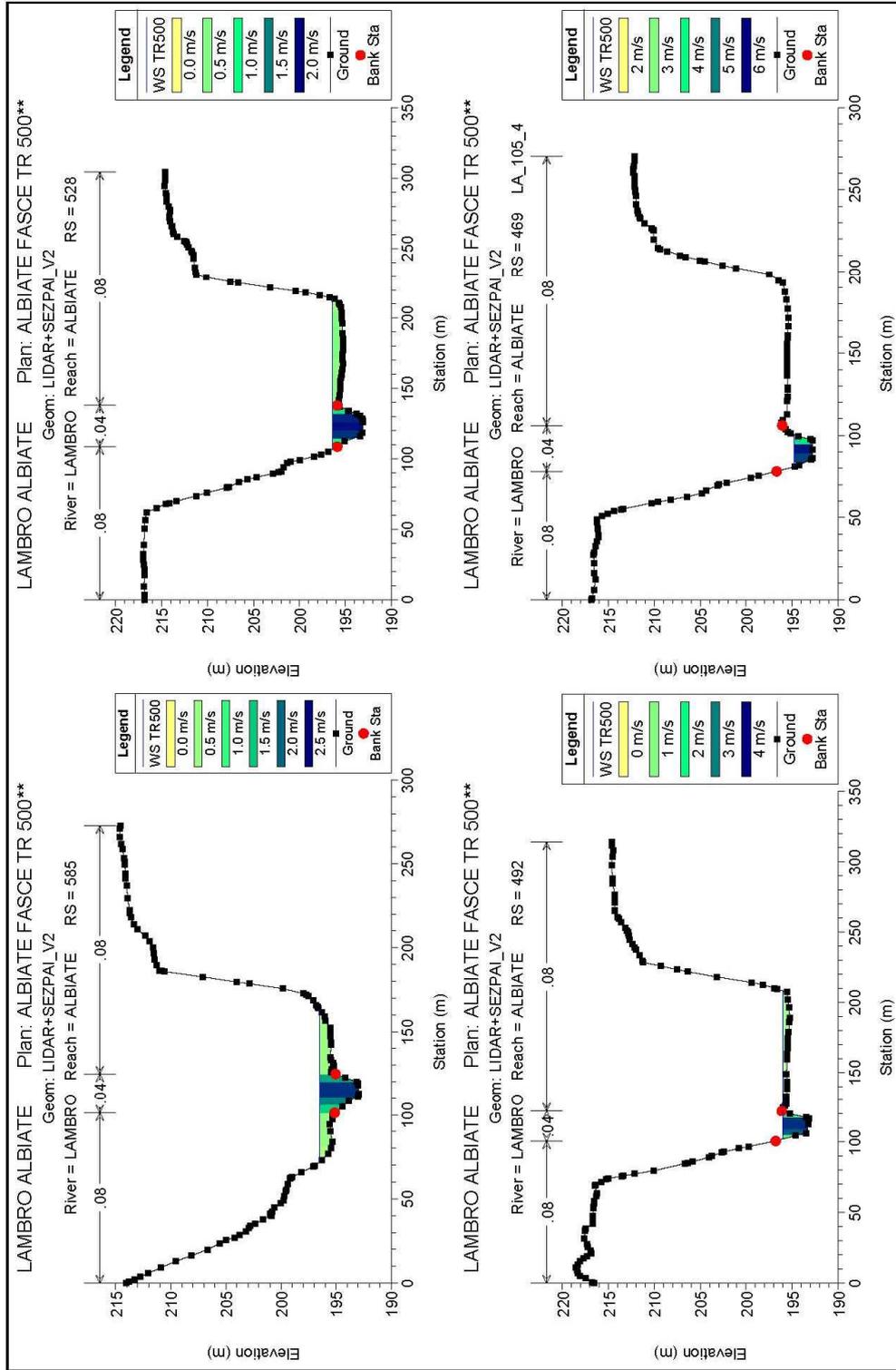




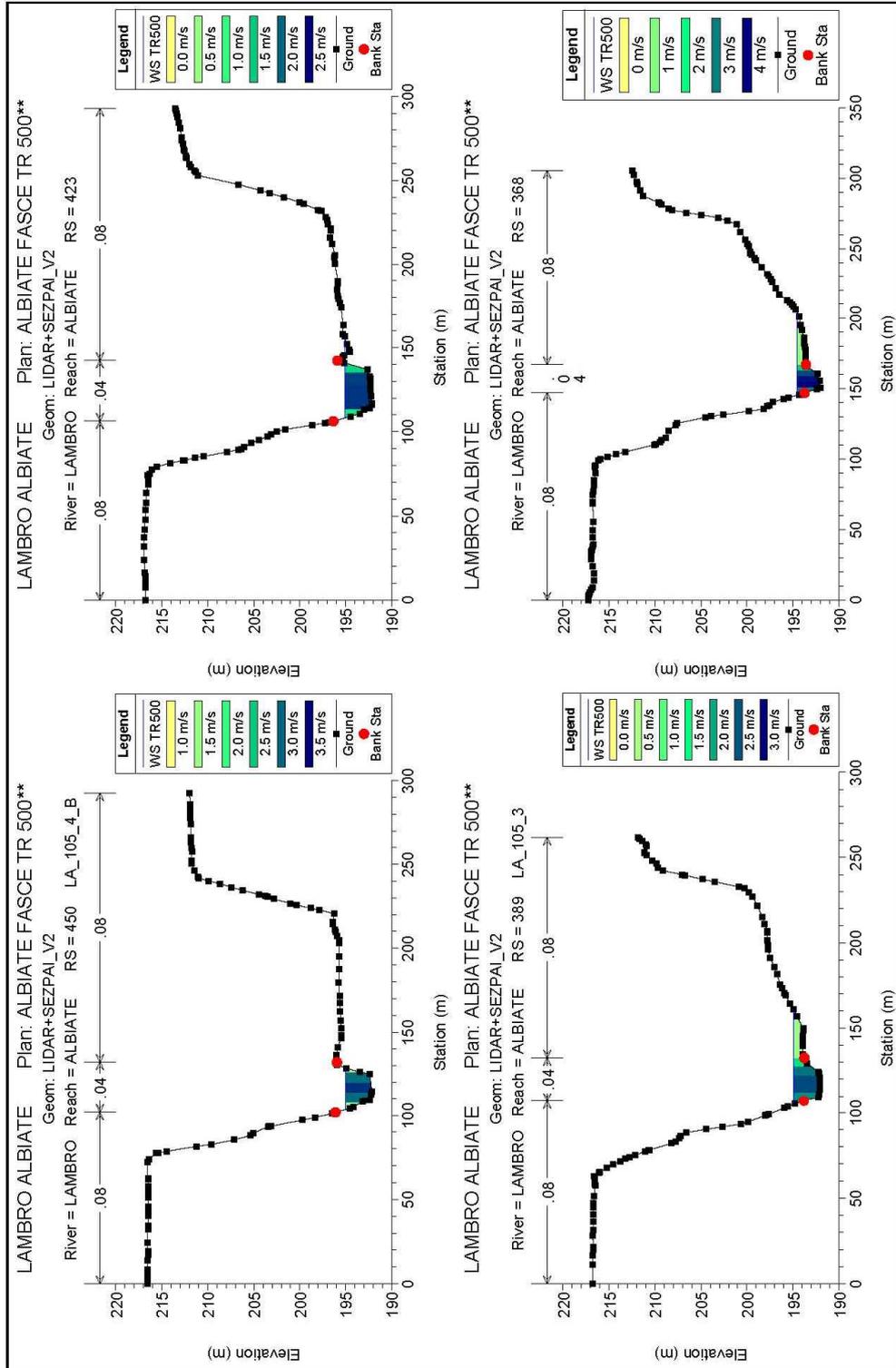
10



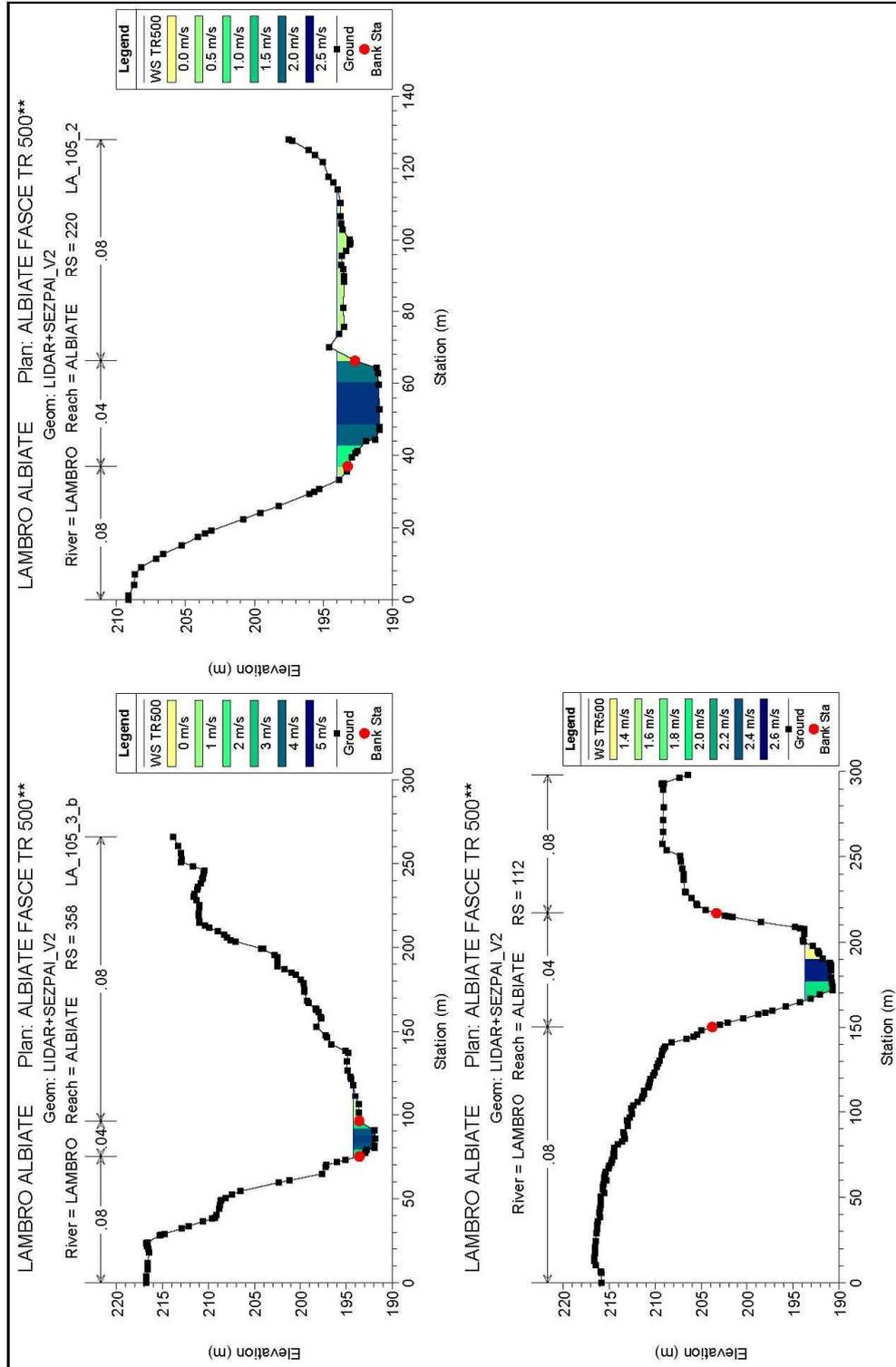
11



12



13



HEC-RAS Plan: 500\*\* River: LAMBRO Reach: ALBIATE Profile: TR500

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m³/s)	Min Ch El (m)	W S. Elev (m)	Cnt W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m²)	Top Width (m)	Froude # Chl
ALBIATE	2212	TR500	158.00	197.49	200.84	199.96	201.16	0.003249	2.49	63.50	28.12	0.53
ALBIATE	2150	TR500	158.00	196.88	200.86		200.97	0.002827	2.48	63.75	26.03	0.50
ALBIATE	2092	TR500	158.00	196.91	200.56		200.81	0.002126	2.23	70.87	26.70	0.44
ALBIATE	1980	TR500	158.00	196.53	200.34		200.56	0.002096	2.10	75.37	31.53	0.43
ALBIATE	1909	TR500	158.00	196.69	200.23		200.42	0.001815	1.91	82.82	38.11	0.40
ALBIATE	1861	TR500	158.00	196.82	200.05		200.31	0.002525	2.24	70.94	32.48	0.47
ALBIATE	1841	TR500	158.00	196.72	200.01		200.25	0.002564	2.17	72.96	34.93	0.47
ALBIATE	1823	TR500	158.00	196.66	200.02		200.19	0.001796	1.85	85.22	38.06	0.40
ALBIATE	1771	TR500	158.00	196.72	199.89		200.09	0.002109	1.98	79.86	36.49	0.47
ALBIATE	1724	TR500	158.00	196.75	199.77		199.98	0.002605	2.04	78.20	43.54	0.43
ALBIATE	1713	TR500	158.00	196.55	199.77		199.94	0.002024	1.86	86.79	48.34	0.42
ALBIATE	1702	TR500	158.00	196.64	199.75		199.92	0.001863	1.82	88.74	47.92	0.40
ALBIATE	1687	TR500	158.00	196.66	199.59		199.87	0.003017	2.38	76.35	65.38	0.52
ALBIATE	1681	TR500	158.00	196.72	199.48		199.84	0.004295	2.71	66.67	62.41	0.61
ALBIATE	1678	TR500	158.00	196.69	199.51		199.81	0.003323	2.46	73.24	65.25	0.54
ALBIATE	1675	TR500	158.00	196.58	199.50		199.80	0.003479	2.46	72.79	73.19	0.55
ALBIATE	1666	TR500	158.00	195.88	199.46	198.34	199.77	0.002660	2.53	81.20	97.89	0.48
ALBIATE	1576	TR500	158.00	195.51	198.97	198.46	199.43	0.005132	3.12	69.89	87.38	0.86
ALBIATE	1563	TR500	158.00	195.50	199.11		199.31	0.002001	2.21	105.62	81.36	0.42
ALBIATE	1547	TR500	158.00	195.47	199.08		199.28	0.001769	2.15	101.43	71.11	0.41
ALBIATE	1532	TR500	158.00	195.44	198.96		199.24	0.002829	2.52	85.68	67.07	0.51
ALBIATE	1518	TR500	158.00	195.40	198.74	198.24	199.17	0.004546	3.02	67.19	64.40	0.63
ALBIATE	1506	TR500	158.00	195.49	198.64	198.09	199.12	0.004739	3.11	59.37	55.80	0.65
ALBIATE	1492	TR500	158.00	195.24	198.83	198.38	199.03	0.004107	3.00	77.11	90.97	0.61
ALBIATE	1473	TR500	158.00	195.29	198.89		198.91	0.003313	2.38	97.34	81.78	0.53
ALBIATE	1457	TR500	158.00	195.43	198.82		198.86	0.003139	2.43	98.43	91.97	0.52
ALBIATE	1443	TR500	158.00	195.41	198.82		198.80	0.002194	2.16	112.54	92.95	0.45
ALBIATE	1419	TR500	158.00	195.27	198.80		198.75	0.001798	1.93	118.02	131.08	0.40
ALBIATE	1394	TR500	158.00	195.25	198.48		198.89	0.002097	2.14	98.46	92.83	0.43
ALBIATE	1386	TR500	158.00	195.15	198.44		198.67	0.003118	2.12	74.70	42.21	0.51
ALBIATE	1380	TR500	158.00	195.12	198.45	197.27	198.65	0.001857	2.05	85.59	41.12	0.40
ALBIATE	1375			Bridge								
ALBIATE	1361	TR500	158.00	195.12	198.24		198.56	0.002935	2.59	67.61	37.31	0.52
ALBIATE	1304	TR500	158.00	194.95	198.06		198.38	0.003464	2.58	73.41	62.72	0.55
ALBIATE	1211	TR500	158.00	194.34	197.85		198.11	0.002365	2.30	82.27	88.18	0.48
ALBIATE	1129	TR500	158.00	194.03	197.73		197.92	0.001736	2.01	100.15	82.62	0.40
ALBIATE	1107	TR500	158.00	193.94	197.71		197.88	0.001786	1.98	115.79	90.70	0.40
ALBIATE	1073	TR500	158.00	193.89	197.84		197.82	0.001692	1.99	112.66	90.71	0.39
ALBIATE	960	TR500	158.00	193.67	197.33		197.59	0.002259	2.29	86.27	85.00	0.46
ALBIATE	871	TR500	158.00	193.46	197.21		197.41	0.001436	2.01	83.24	58.21	0.37
ALBIATE	825	TR500	158.00	193.26	196.89		197.30	0.003500	2.82	56.80	23.74	0.56
ALBIATE	728	TR500	158.00	193.07	196.86		197.02	0.001439	1.86	106.08	67.02	0.37
ALBIATE	649	TR500	158.00	192.99	196.51		196.94	0.003054	2.59	72.73	46.67	0.50
ALBIATE	624	TR500	158.00	192.87	196.56		196.73	0.001868	1.91	104.44	72.31	0.39
ALBIATE	585	TR500	158.00	192.95	196.49		196.65	0.001842	1.97	126.78	90.90	0.38
ALBIATE	528	TR500	158.00	193.05	196.44		196.56	0.001424	1.89	148.67	107.34	0.34
ALBIATE	492	TR500	158.00	193.13	196.00	196.00	196.44	0.006929	3.21	82.52	103.19	0.71
ALBIATE	469	TR500	158.00	192.77	194.78	195.10	196.11	0.024561	5.12	30.87	19.78	1.31
ALBIATE	450	TR500	158.00	192.14	195.00	194.34	195.42	0.005152	2.88	54.92	25.42	0.62
ALBIATE	423	TR500	158.00	192.14	195.07		195.28	0.002271	2.05	79.26	42.88	0.43
ALBIATE	389	TR500	158.00	192.06	194.94		195.19	0.002733	2.32	86.90	56.16	0.47
ALBIATE	368	TR500	158.00	191.88	194.53	194.45	195.08	0.007898	3.47	63.55	58.51	0.79
ALBIATE	358	TR500	158.00	191.83	194.23	194.23	194.95	0.010675	3.85	48.56	43.86	0.90
ALBIATE	220	TR500	158.00	190.91	194.00	192.81	194.20	0.001979	2.03	95.83	77.17	0.41
ALBIATE	112	TR500	158.00	190.71	193.68	192.76	193.93	0.003000	2.20	71.81	34.24	0.49