



STUDIO IDROLOGICO, IDRAULICO E AMBIENTALE A SCALA  
DI SOTTOBACINO IDROGRAFICO DEL FIUME MARGORABBIA  
FINALIZZATO ALL'AGGIORNAMENTO DEL PIANO DI GESTIONE DEL  
RISCHIO ALLUVIONI (PGRA) E DEL PIANO STRALCIO PER  
L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL FIUME PO (PAI) NONCHE'  
ALL'INDIVIDUAZIONE DEGLI INTERVENTI E ALLA REGOLARIZZAZIONE  
DELLE INTERFERENZE E OCCUPAZIONI DI POLIZIA IDRAULICA

NOVEMBRE 2023

	NOME	FIRMA	DATA
REDAZIONE	S. Croci		
VERIFICA	S. Croci		
APPROVAZIONE	S. Croci		

RTP:



ETATEC STUDIO PAOLETTI S.r.l. - SOCIETA' DI INGEGNERIA

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



Via Repubblica 1 21020 Varano Borghi (VA) | tel: +39 0332 961097 - fax: +39 0332 961162  
gare@bluprogetti.eu - bluprogetti@pec.it - www.bluprogetti.eu

Dott. For. ENRICO POZZI

Dott. Geol. ELENA NOSTRANI

Via Verdi 101 21036 Gemonio (VA) | tel: +39 320 2715820  
ambiente@edfpozzi.it - e.pozzi@eep.conafpec.it

Via XXV Aprile 77/A 25040 Artogne (BS) | tel: +39 347 8763909  
elenanostrani@tiscali.it - elena.nostrani@pec.epap.it

TITOLO

RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA

Revisioni	N°	Descrizione	Data
	1	RECEPIMENTO OSSERVAZIONI ED INTEGRAZIONI	GIUGNO 2024
	2		
	3		

Numero elaborato	TIPOLOGIA	COMMESSA	DOCUMENTO	NUMERO	SCALA
	ST	717-01	AT	A.01.00	

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

Sommario

1. PREMESSA.....	3
2. QUADRO CONOSCITIVO .....	5
2.1 INQUADRAMENTO GENERALE .....	5
2.2 ACQUISIZIONE DATI.....	10
2.2.1 Basi cartografiche .....	10
2.2.2 Inquadramento geomorfologico.....	13
2.2.3 Inquadramento – geologico strutturale .....	15
2.2.4 Piani e perimetrazioni pericolosità e rischio idrogeologico.....	22
2.2.5 Segnalazioni e incontri tecnici .....	26
2.2.6 Interventi e studi di compatibilità idraulica .....	29
2.2.7 Concessioni .....	30
2.2.8 Qualità delle acque e scarichi .....	32
2.2.9 Pianificazione ambientale .....	38
2.3 RILIEVO LIDAR.....	50
2.3.1 Esecuzione del rilievo .....	50
2.3.2 Caratteristiche tecniche delle riprese .....	51
2.3.3 Risultati .....	52
2.4 RILIEVI TOPOGRAFICI .....	56
2.4.1 Sezioni idrauliche e censimento opere di difesa del suolo e delle interferenze .....	57
2.4.2 Censimento scarichi ed opere interferenti .....	57
2.5 RILIEVI GEOMORFOLOGICI.....	58
2.6 RAFFRONTO DEI PRINCIPALI DISSESTI TRA LE VARIE CARTOGRAFIE RAPPRESENTATE.....	64
2.7 RILIEVI AMBIENTALI .....	73
3. QUADRO VALUTATIVO .....	84
3.1 ANALISI IDROLOGICHE .....	84
3.1.1 Definizione dei sottobacini del fiume Margorabbia .....	84
3.1.2 Analisi delle precipitazioni intense.....	86
3.1.3 Ietogrammi di progetto .....	89
3.1.4 Valutazione delle perdite idrologiche e calcolo delle piogge nette .....	92
3.1.5 Analisi evento reale del 07/06/2020 .....	103
3.2 ANALISI IDRAULICHE STATO DI FATTO .....	116
3.2.1 Modellazione idraulica .....	116
3.2.2 Risultati analisi idrauliche .....	120
4. QUADRO DEGLI INTERVENTI .....	123

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

4.1 INTERVENTI IDRAULICI.....	123
4.2 INTERVENTI FORESTALI.....	133

## RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

### 1. PREMESSA

La presente relazione descrive le attività svolte dal R.T.P. composto da Etatec Studio Paoletti s.r.l., Blu Progetti S.r.l., Dott. For. Enrico Pozzi e Dott. Geol. Elena Nostrani, nell'ambito dello “studio idrogeologico, idraulico e ambientale a scala di sottobacino idrografico del fiume Margorabbia (VA) finalizzato all'aggiornamento del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) e del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Po (PAI) nonché all'individuazione degli interventi e alla regolarizzazione delle interferenze e occupazioni di polizia idraulica”.

In particolare le attività effettuate e di seguito descritte sono relative a:

- acquisizione dati esistenti;
- rilievo Lidar;
- rilievo topografico;
- rilievo geomorfologico;
- rilievi ambientali;
- analisi idrologiche;
- analisi idrauliche stato di fatto;
- definizione assetto di progetto con individuazione degli interventi prioritari.

Alla presente relazione sono allegati alcuni elaborati cartografici di seguito elencati:

AMB01 - Inquadramento amministrativo e rete ecologica

AMB02 - Inquadramento vegetazionale

AMB03 – Rilevanze e criticità ambientali

AMB04 – Relazione botanica

GEO0 – Schede censimento fenomeni franosi

GEO1 – Carta geo-litologica

GEO2 – Carta dei gruppi idrologici

GEO3 – Carta dei dissesti PAI

GEO4 – Carta dei dissesti IFFI

GEO5 – Carta dei rilievi geomorfologici

TOP SA – Rilievo topografico sezioni attraversamenti

TOP AA – Abaco schede attraversamenti

TOP AO – Abaco schede ODS

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

TOP SS – Rilievo topografico sezioni scarichi

TOP AS – Abaco schede scarichi

IDR01 – Risultati modello idraulico bidimensionale – T=10 anni - tiranti

IDR02 – Risultati modello idraulico bidimensionale – T=20 anni – tiranti

IDR03 – Risultati modello idraulico bidimensionale – T=50 anni - tiranti

IDR04 – Risultati modello idraulico bidimensionale – T=100 anni - tiranti

IDR05 – Risultati modello idraulico bidimensionale – T=200 anni - tiranti

IDR06 – Risultati modello idraulico bidimensionale – T=500 anni - tiranti

IDR07 – Risultati modello idraulico bidimensionale – T=10 anni - velocità

IDR08 – Risultati modello idraulico bidimensionale – T=20 anni – velocità

IDR09 – Risultati modello idraulico bidimensionale – T=50 anni - velocità

IDR10 – Risultati modello idraulico bidimensionale – T=100 anni - velocità

IDR11 – Risultati modello idraulico bidimensionale – T=200 anni - velocità

IDR12 – Risultati modello idraulico bidimensionale – T=500 anni - velocità

IDR13 – Aree allagabili – T=10 anni

IDR14 – Aree allagabili – T=20 anni

IDR15 – Aree allagabili – T=50 anni

IDR16 – Aree allagabili – T=100 anni

IDR17 – Aree allagabili – T=200 anni

IDR18 – Aree allagabili – T=500 anni

IDR19 – Proposta mappe PGRA

IDR20 - Assetto di progetto - opere e aree allagabili - T=100 anni

INT01 – Schede interventi prioritari

## RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

### 2. QUADRO CONOSCITIVO

#### 2.1 INQUADRAMENTO GENERALE

Il bacino del Torrente Margorabbia ha un'estensione di circa 93 kmq, una lunghezza di 16 km e un dislivello pari a circa 1033 m, essendo la quota massima pari a 1226 m s.l.m., raggiunta in corrispondenza della Punta di Mezzo del Monte Campo dei Fiori, e la quota minima pari a 193 m s.l.m., nei pressi della foce nel fiume Tresa.

Gli affluenti principali del Margorabbia sono: il Torrente Gesone, il Torrente Rancina, il Torrente Boesio, il Torrente Brivola, il Torrente Grantorella, il Torrente Val Martina e il Torrente Valle Prada, tutti appartenenti al Reticolo Idrico Principale. Esistono poi tutta una serie di torrenti secondari, appartenenti al Reticolo Idrico Minore, i più caratterizzati da un regime di tipo torrentizio.

Il bacino del Margorabbia coinvolge molteplici comuni che, nello specifico sono: Germignaga, Luino, Brezzo di Bedero, Montegrino Valtravaglia, Cremenaga, Brezzo di Bedero, Brissago – Valtravaglia, Porto Valtravaglia, Mesenzana, Grantola, Cugliate Fabbiasco, Cassano Valcuvia, Duno, Ferrera di Varese, Cunardo, Marchirolo, Marzio, Cuasso al Monte, Masciago Primo, Rancio Valcuvia, Bedero Valcuvia, Cuveglio, Cuvio, Castello Cabiaglio, Brinzio, Bedero Valcuvia, Valganna, Arcisate, Induno Olona, Varese, Luvinata, Barasso.

Il territorio in esame appartiene alle Prealpi Lombarde Occidentali, è situato nel medio – alto Verbano e più precisamente nel settore settentrionale della Provincia di Varese.

Il fiume Margorabbia nasce in comune di Valganna, poco più a nord delle sorgenti del ramo della Valganna del fiume Olona e compie il suo percorso in direzione sud – nord, attraversando i laghetti di Ganna e Ghirla e piegando poi verso nord . ovest e le sue acque, in condotta forzata vanno ad alimentare la centrale ubicata a Ferrera di Varese, dove si forma un piccolo laghetto artificiale e una cascata. Nei pressi di Cunardo si inabissa in un sistema di grotte tra le quali “Pont Niv”, “Antro dei Morti”, “Grotte di Villa Redaelli” e “Grotte del Traforo”, scorrendo in sotterraneo per circa 800 m e riemergendo poi nei pressi di Ferrera di Varese dove, incassato tra i versanti in roccia, compie un salto di una trentina di metri formando la cascata conosciuta con il nome di cascata Fermona.

A valle dell'abitato di Ferrera, in Valtravaglia, riceve le acque del Torrente Rancina, che drena la quasi totalità della porzione meridionale del bacino e che ne costituisce il suo

### RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

principale affluente. Il fiume, nel tratto in cui segna il confine tra Ferrera e Grantola, scorre in alveo incassato tra i versanti in roccia e, in comune di Grantola, vi confluisce da destra il torrente Grantorella. Nei pressi del comune di Mesenzana, riceve l'apporto da sinistra delle acque di un altro suo importante affluente, il torrente Gesone (o Chiesone). Infine, poche centinaia di metri prima dell'immissione nel Lago Maggiore, il fiume Margorabbia si congiunge con il Fiume Tresa.

Il territorio in esame appartiene alle Prealpi Lombarde Occidentali, è situato nel medio – alto Verbano e più precisamente nel settore settentrionale della Provincia di Varese.

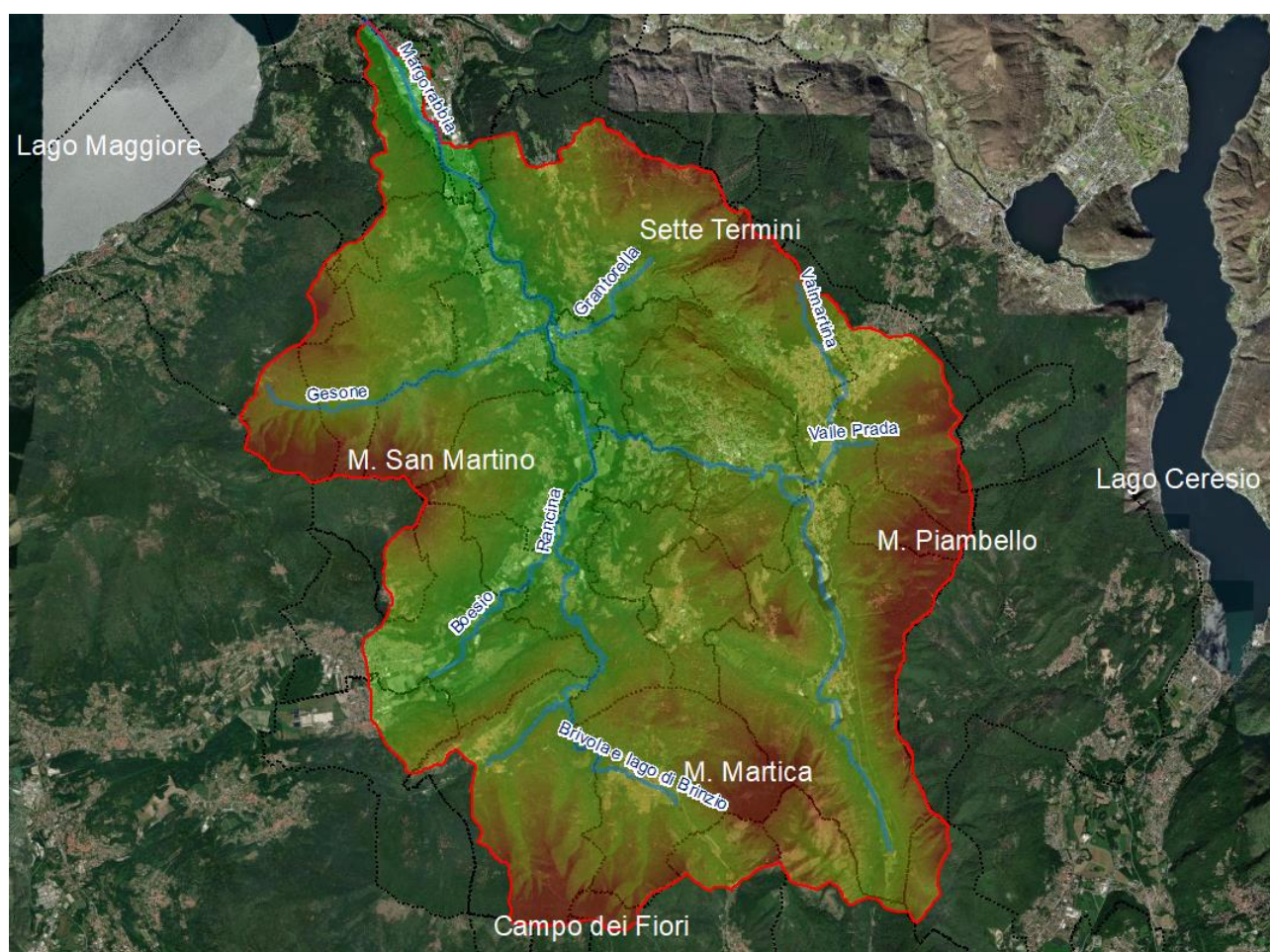


Figura 1: inquadramento generale bacino idrografico.

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

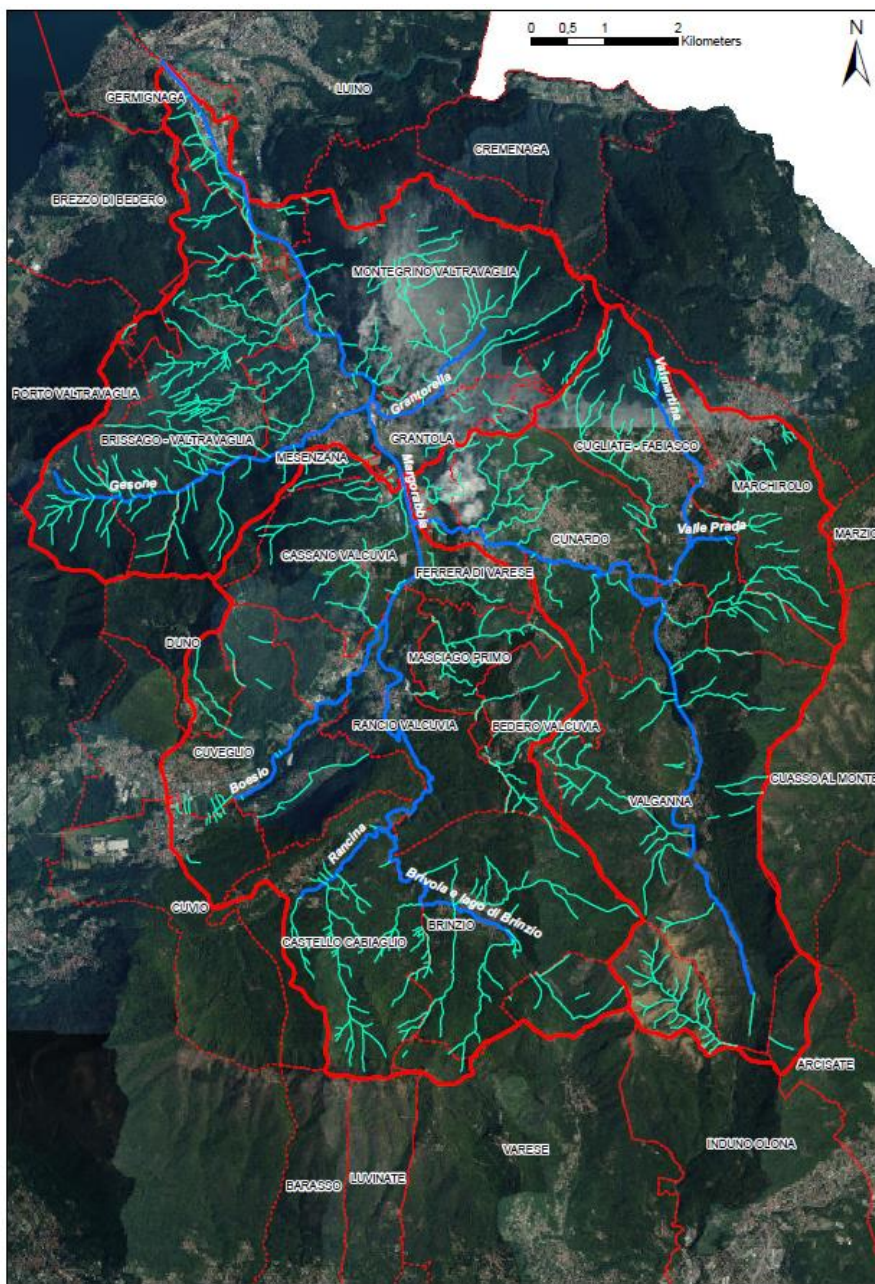


Figura 2: Stralcio su ortofoto del bacino del fiume Margorabbia.

Lungo il corso d'acqua del Margorabbia sono presenti tre opere di regolazione dei livelli, di cui due associate ad opere di presa per produzione idroelettrica.

Diversi sono inoltre i rami, ancora in parte attivi, per derivazioni agricole e alimentazione di mulini.

Particolarità del fiume Margorabbia è anche la presenza di un tratto sotterraneo di circa 300 m in località Orrido di Cunardo. In questo tratto il fiume Margorabbia scorre interamente in

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

grotta.



Figura 3: opera di regolazione a monte dell'Orrido di Cunardo



Figura 4: mulino in località Ghirla ancora alimentato da canale di derivazione.

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

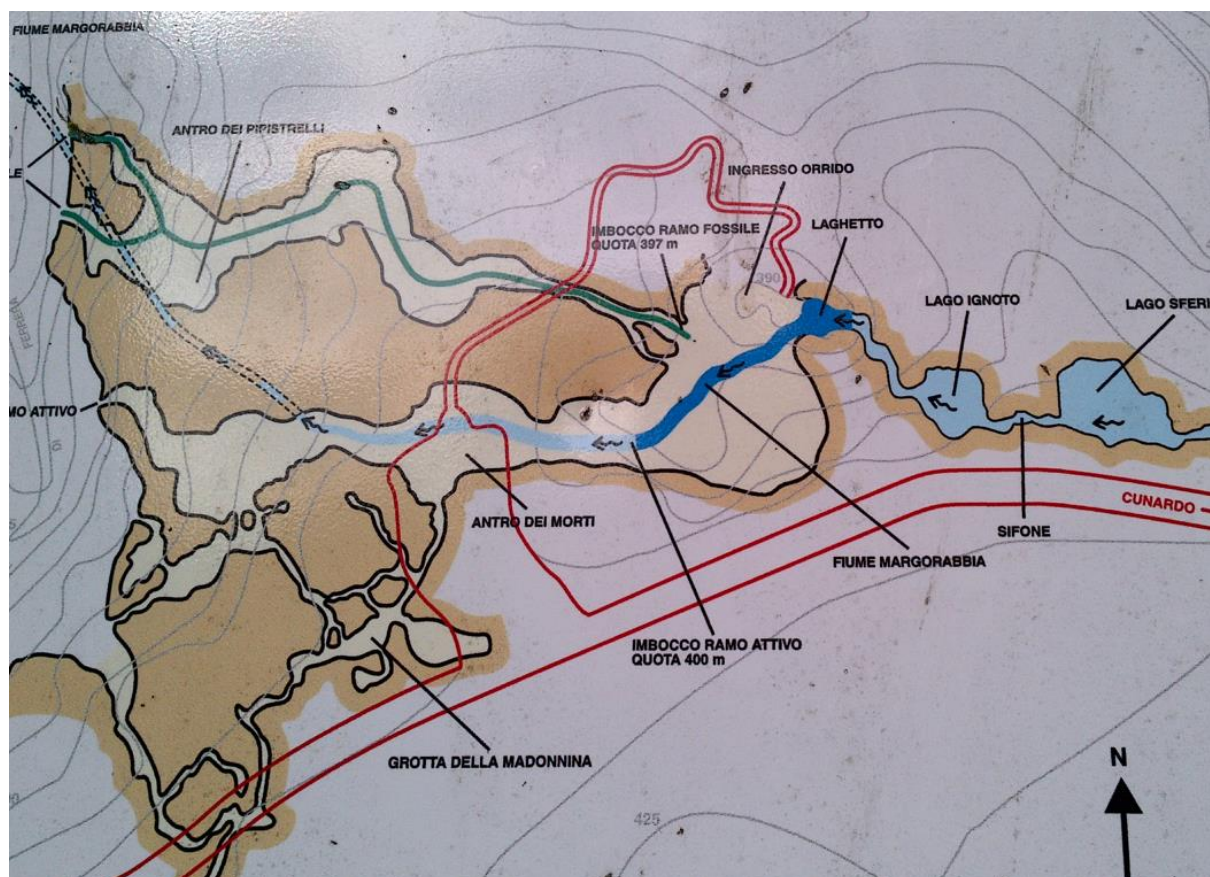


Figura 5: schema del sistema ipogeo dell'orrido di Cunardo.

Amministrativamente il bacino idrografico del Fiume Margorabbia è suddiviso tra due comunità montane e 30 comuni, di cui una ventina coinvolti significativamente e gli altri solo marginalmente. I comuni coinvolti sono: Germignaga, Luino, Brezzo di Bedero, Montegrino Valtravaglia, Cremenaga, Brezzo di Bedero, Brissago – Valtravaglia, Porto Valtravaglia, Mesenzana, Grantola, Cugliate Fabiasco, Cassano Valcuvia, Duno, Ferrera di Varese, Cunardo, Marchirolo, Marzio, Cuasso al Monte, Masciago Primo, Rancio Valcuvia, Bedero Valcuvia, Cuveglio, Cuvio, Castello Cabiaglio, Brinzio, Bedero Valcuvia, Valganna, Arcisate, Induno Olona, Varese, Luvinata, Barasso.

## RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

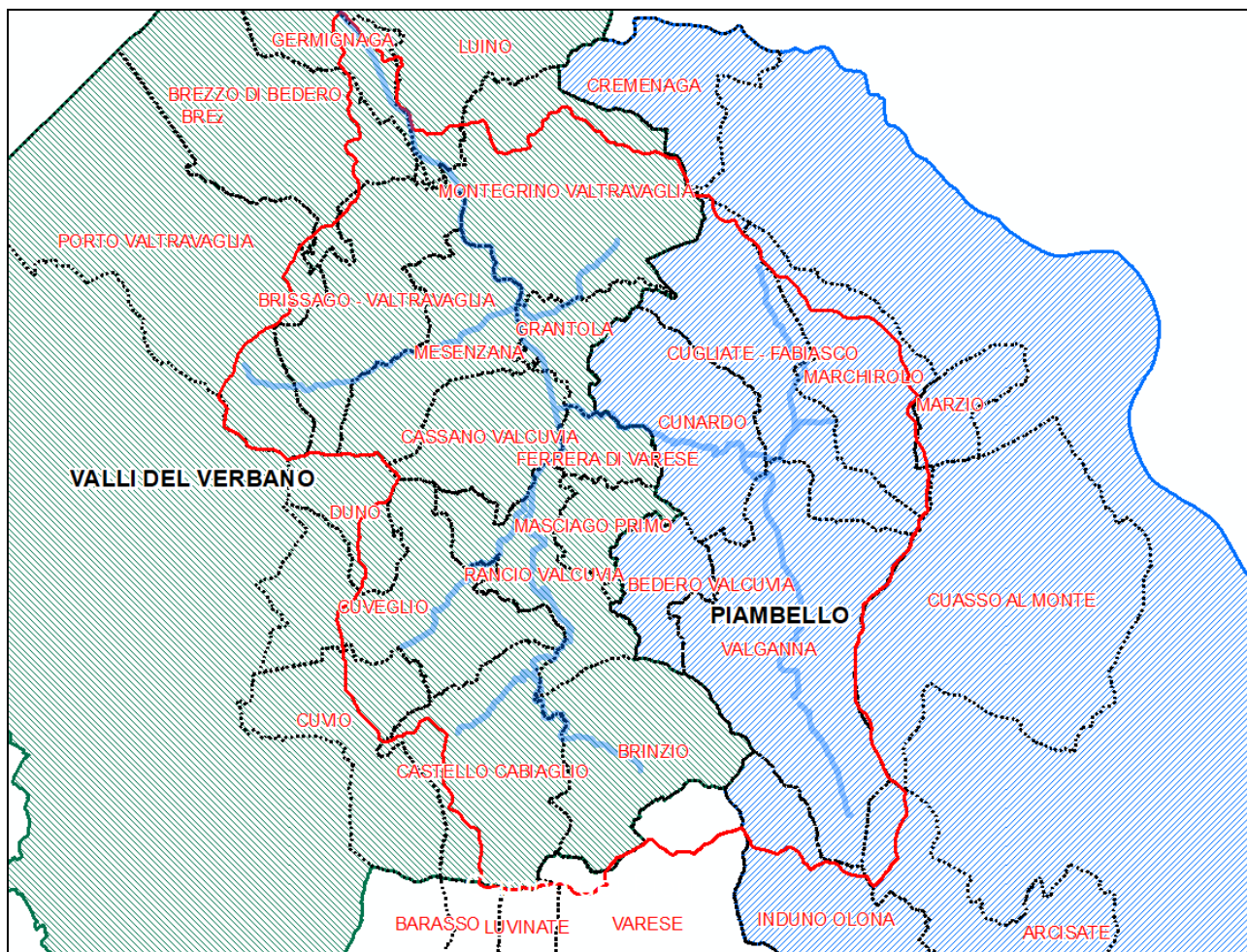


Figura 6: ripartizione amministrativa bacino idrografico Fiume Margorabbia

## 2.2 ACQUISIZIONE DATI

### 2.2.1 Basi cartografiche

Le principali basi cartografiche a disposizione per lo studio dell'area sono:

- CTR: sezioni CTR A4C1, A4C2, A4C3, A4C4, A4D1, A4D2, A4D3 e A4D4.
- Data base topografico regionale:.
- Basi catastali (servizio webgis portale agenzia delle entrate).
- Ortofoto (servizi webgis regionali)

A queste basi si aggiungono i dati derivanti dai rilievi Lidar di cui si parlerà nello specifico paragrafo.

L'individuazione preliminare del reticolo e del bacino idrografico è stata effettuata sulla base dei dati contenuti negli shape file messi a disposizione dal portale cartografico regionale

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

relativi al RIRU.

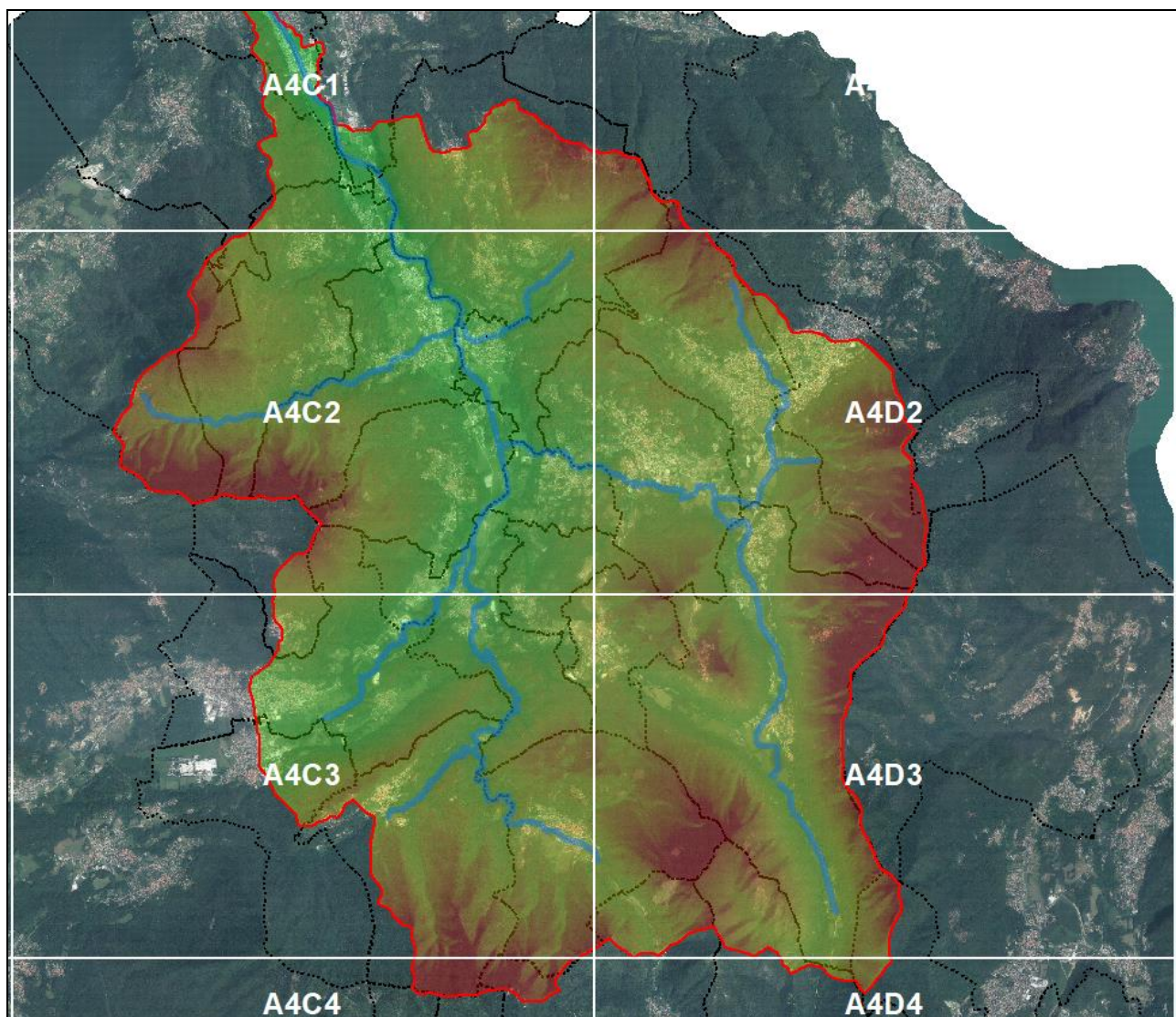


Figura 7: copertura CTR del bacino idrografico del Fiume Margorabbia

All'interno delle diverse basi cartografiche l'andamento dei corsi d'acqua assume degli andamenti diversi. In alcuni casi gli scostamenti sono minimali e derivano da imprecisioni prevalentemente attribuibile alla base catastale. In altri casi le differenze sono significative e testimoniano la storia del corso d'acqua.

Si evidenziano di seguito alcune situazioni esemplificative:

- confluenza Rancina Margorabbia: la confluenza è stata nel tempo rettificata con abbandono del vecchio corso d'acqua

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

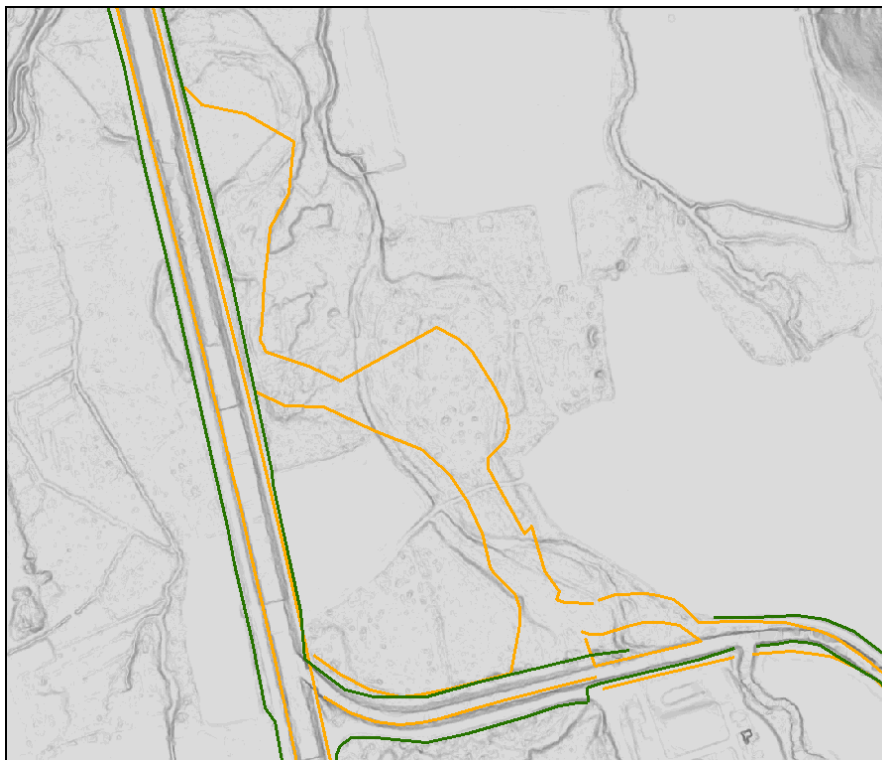


Figura 8: immissione del T. Rancina nel Fiume Margorabbia (in giallo alveo catastale in verde alveo fluviale attuale).

- Ansa del T. Rancina Rettificata in comune di Cassano Valcuvia.

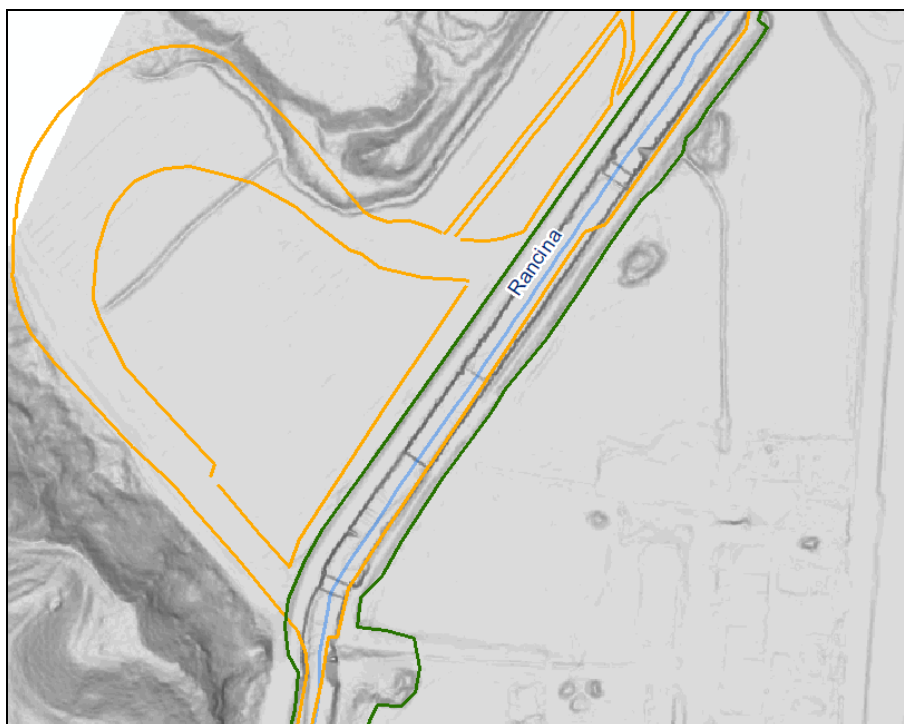


Figura 9: ansa del T. Rancina (in giallo alveo catastale in verde alveo fluviale attuale).

### RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

Le informazioni di base già esistenti sono state reperite attraverso la consultazione di varie fonti, che di seguito vengono riportate:

- Piani di Governo del Territorio dei Comuni ricadenti entro i limiti del bacino del Margorabbia;
- Piano di emergenza di protezione civile dei Comuni ricadenti entro i limiti del bacino del Margorabbia;
- Mappe di Rischio e pericolosità del PGRA vigente;
- Database IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi Italiano);
- Piano di Assetto Idrogeologico (PAI);
- Carta geologica alla scala 1:25'000 della Provincia di Varese;
- Carta geomorfologica applicata da Geoportale Regione Lombardia;
- Piani di Indirizzo Forestale delle Comunità Montane.
- Piano Territoriale di Coordinamento del Parco Campo dei Fiori.
- Piani di gestione delle aree ricadenti nella Rete Natura 2000.
- Applicazione web MapRisk, sviluppata e gestita dalla C.M. Valli del Verbano, finalizzata alla divulgazione dei Piani di Protezione Civile e al supporto delle Strutture Operative nella gestione dei servizi di Protezione Civile, da cui sono state ricavate le informazioni relative a segnalazioni di eventi di esondazione avvenute negli ultimi anni.

#### 2.2.2 Inquadramento geomorfologico

L'assetto geomorfologico dei territori compresi entro il bacino del Margorabbia, è il risultato dell'azione svolta da una serie di fattori: litologico – strutturali, agenti esogeni e gravità, azione dei ghiacciai, azione torrentizia.

Per fattori litologico – strutturali si intende il controllo che il substrato roccioso ha sulle caratteristiche strutturali determinando l'evoluzione morfologica dei versanti, generando ad esempio impluvi e vallecole in corrispondenza di litologie maggiormente erodibili, oppure lungo le principali linee tettoniche (un esempio è la faglia di Grantola, impostata lungo l'impluvio del torrente Grantorella), oppure ancora salti morfologici e pareti subverticali in presenza di rocce prevalentemente massicce.

L'azione dovuta alla litologia / aspetti strutturali, si nota soprattutto alle quote maggiori, in corrispondenza dei versanti acclivi, che non sono stati raggiunti in passato dai ghiacciai e per i

### RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

quali l'assetto morfologico è determinato solo da litologia e tettonica; in questa situazione di elevata energia di rilievo, la morfogenesi è dominata anche dai processi gravitativi, che producono detrito sia per crolli individuali che in massa, formando falde detritiche attive ed estesi accumuli di paleo-frane che superano i limiti dell'ambito montano e sconfinano nella fascia altimetrica sottostante.

I fenomeni di dissesto legati a movimenti franosi si presentano in misura maggiore lungo i versanti caratterizzati da elevate pendenze e substrato sub-affiorante, impostati lungo gli impluvi delle aste torrentizie.

Spostandosi a più basse quote, in ambito collinare e di media acclività, la morfologia è condizionata, oltre che dalle caratteristiche litologico -strutturali, anche dall'azione passata dei ghiacciai e dell'attività torrentizia.

Il manifestarsi di tali azioni ha portato alla formazione di incisioni vallive trasversali solcate da evidenti orli di terrazzo fluvioglaciali, sui quali si sono sviluppati in parte i principali nuclei abitati; in questo ambito si sovrappongono alle forme di controllo lito - strutturale del substrato roccioso, le morfologie più dolci tipiche del modellamento glaciale, con formazione di piane e versanti terrazzati.

L'impronta lasciata dall'attività glaciale è riscontrabile dalla presenza terrazzi di fluvioglaciali, sui quali si sono in parte sviluppati i principali nuclei abitati.

Un esempio sono l'abitato di Cassinette, Roncaccio e Brissago, suddivisi in piane poste a quote differenti; l'articolazione interna è legata alla combinazione della morfologia primaria del substrato e di quella glaciale, con formazione di terrazzi, paleoalvei e cordoni morenici che portano alla formazione di piane, alti e depressioni a prevalente sviluppo longitudinale, formati a seguito degli episodi di espansione e ritiro della massa glaciale, oltre che alla deposizione di sedimenti glaciali, abbandonati direttamente dal ghiacciaio nella sua ritirata, e fluvioglaciali, rielaborati dalle acque di fusione.

Forme di origine glaciale si possono riconoscere nei dossi morenici (o cordoni morenici) in loc. Barlera e loc. Le Fornaci in comune di Cunardo, oppure quelli esistenti a N dell'abitato di Marchirolo; in generale, i depositi di origine glaciale sono particolarmente diffusi in tutto il settore preso in esame.

A quote altimetricamente minori, ovvero nelle zone di raccordo con le piane alluvionali, prevalgono morfologie tondeggianti e pendenze attenuate.

In questo ambito, l'attività di sedimentazione e di erosione delle acque fluviali ha consentito il

### RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

deposito di sedimenti alluvionali che hanno formato le principali conoidi, quali ad esempio, solo per citare quelle di maggiori dimensioni, la conoide del torrente Gesone in comune di Mesenzana, quella imputabile al torrente Valmartina in comune di Cugliate Fubiasco e quella del torrente Grantorella in comune di Grantola.

Infine alle quote più basse del territorio in questione, si rinviene la piana alluvionale del Margorabbia, le cui forme - sebbene già di per sé sub pianeggianti - risultano per lo più oblite dall'intensa urbanizzazione.

#### 2.2.3 Inquadramento – geologico strutturale

Il bacino del torrente Margorabbia fa parte del dominio strutturale delle Alpi Meridionali (Sudalpino), ubicato nella porzione occidentale delle Prealpi Lombarde.

I corsi d'acqua presenti nell'area dono soggetti a un controllo strutturale che ha condizionato inequivocabilmente il loro sviluppo ed andamento.

La tettonica della zona si sviluppa secondo due direttrici principali orientate prevalentemente in direzione NE-SW e N-S, articolata in una successione di anticlinali e sinclinali e tagliata trasversalmente da faglie.

Tra i lineamenti di importanza regionale, a cui sembrano essere associate le lineazioni “minori” della zona, si ricorda la Linea del Tresa, costituita da una faglia trascorrente destra che corre lungo la valle del fiume omonimo, da Cremenaga a Brezzo di Bedero.

Lineamenti più ridotti riscontrabili nel territorio in esame, sono la faglia di Grantola, la piega sinclinale di Cuvio – Ardena, la faglia di Ghirla, la faglia di Marzio, l'anticlinale di Brinzio e la faglia di Valganna.

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

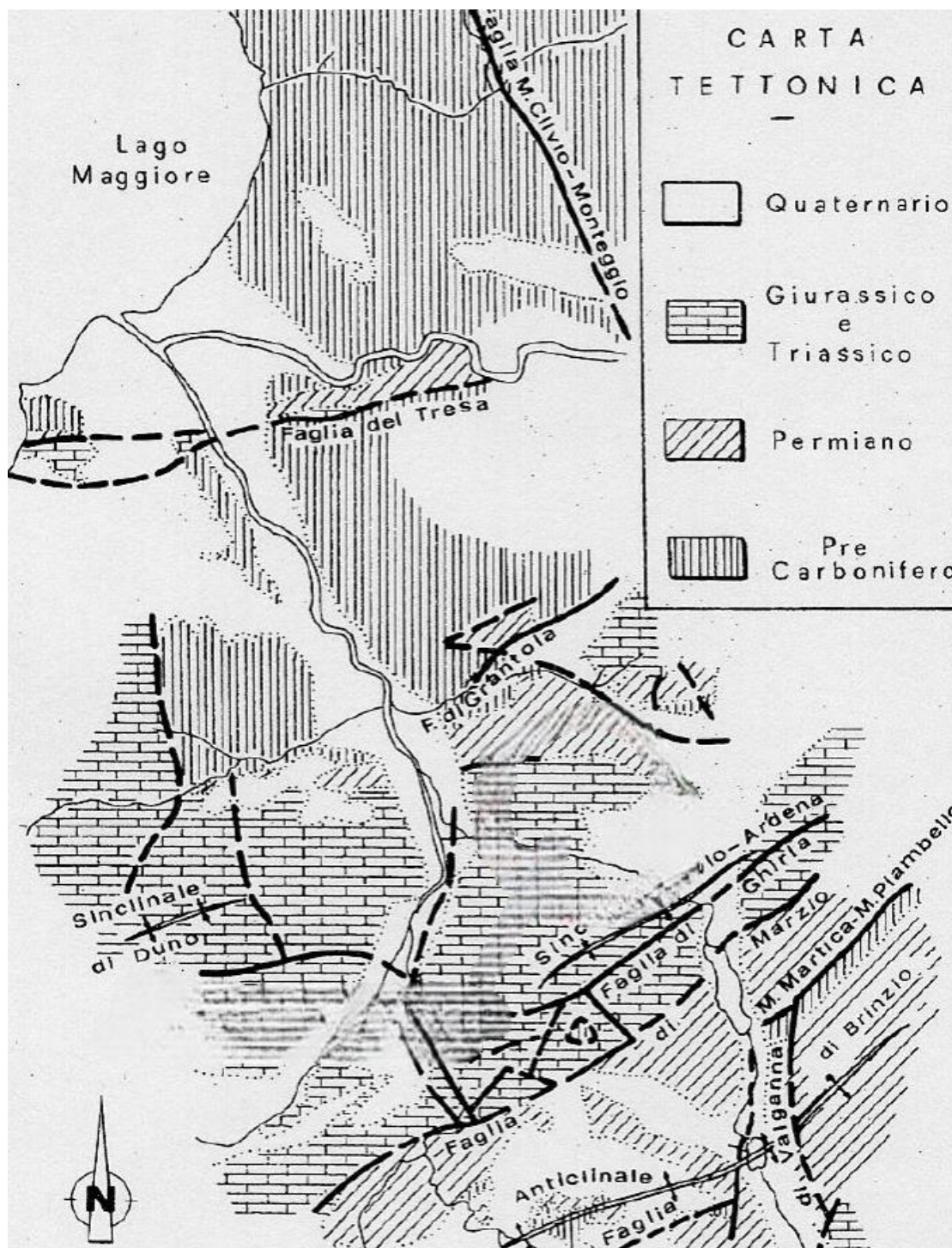


Figura 10: Carta tettonica con indicazione delle principali lineazioni tettoniche (Casati *et al.* 1975).

Il substrato roccioso affiorante nelle aree ricomprese nel bacino del Margorabbia, è costituito dal basamento cristallino sudalpino costituito qui dagli affioramenti appartenenti alla Formazione degli Scisti dei Laghi, al di sopra del quale è presente la successione tardo

### RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

paleozoica – mesozoica del bacino lombardo, comprendenti litotipi carbonatici e, in subordine, terrigeni, di età compresa tra il Permiano inferiore ed il Giurassico.

Al di sopra del substrato roccioso si sviluppano i depositi di copertura morenici, fluvio-glaciali, detritici ed alluvionali.

Di seguito si riportano le unità litologiche e le unità di copertura quaternaria affioranti nel bacino: la carta Geo – litologica riportata nell'ambito del presente studio, è stata redatta a partire dalla Carta Geo – litologica della Provincia di Varese in scala 1:25'0000.

#### SUBSTRATO ROCCIOSO

- ❖ Scisti dei Laghi (Pre – Carbonifero): costituiti da micascisti e paragneiss a biotite, muscovite e localmente granato; le rocce presentano una scistosità più o meno marcata, sono facilmente alterabili e danno luogo ad una morfologia dolce.

La formazione affiora abbondantemente nei comuni di Brissago Valtravaglia e Montegrino Valtravaglia, sino al torrente Gesone, a sud del quale sono assenti.

- ❖ Formazione di Mesenzana (Carbonifero superiore – Permiano inferiore): costituita da areniti e siltiti prevalentemente rosse o grigio – rossastre con ciottoli vulcanici e metamorfiti a cemento micaceo sericitico grigio verdastro; la formazione si trova in discordanza angolare sul basamento cristallino costituito dagli Scisti dei Laghi, mentre al tetto della formazione di ritrovano le vulcaniti.

L'unità affiora nei comuni di Brissago Valtravaglia, lungo il torrente Gesone, nel comune di Mesenzana, sempre lungo il torrente Gesone, e nel comune di Grantola lungo le sponde del Grantorella.

- ❖ Serie Vulcanica (Permiano): la successione comprende varie sotto – unità (tufi basali, porfiriti, porfidi quarziferi superiori, ecc.). Si tratta in generale di porfiriti violaceo – rossastre prive di stratificazione evidente e spesso alterate.

All'interno della serie vulcanica sono stati ricompresi anche i Granofiri, costituiti dal porfido granitoide della Valganna, affiorante abbondantemente entro i territori dell'omonimo comune.

La serie vulcanica affiora anche in comune di Brissago Valtravaglia,, nel comune di Mesenzana, sul versante sud-occidentale dei Monti di Castelvecchio e del Monte la Nave in comune di Grantola, nel comune di Cugliate Fabiasco, Marchirolo, Brinzio, Induno Olona e Varese.

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

- ❖ Formazione del Servino (Scitico): formazione costituita prevalentemente da dolomie macrocristalline e da dolomie calcaree e dolomie marnose, di color grigio – nocciola, contenenti clasti vulcanici e di quarzo.

Nel bacino di interesse affiora limitatamente: si rinviene nel Comune di Grantola, nell'impluvio della Valle del Ciapin, lungo il versante meridionale del M. Legnone e nella Valle del Legnone, oltre che ad est della loc. Rasa in comune di Varese.

- ❖ Conglomerato basale (Permiano inferiore): è costituito da conglomerato a supporto di matrice o a supporto clastico/matrice; sono presenti ciottoli subspigolosi di quarzo, metamorfiti e tufi. La formazione giace in discordanza angolare sul basamento cristallino con limite tettonizzato; contro di essa poggia, in contatto tettonico, la Dolomia di San Salvatore.

L'unità affiora sporadicamente nel bacino del Margorabbia: un piccolo affioramento si riconosce nei pressi di Villa Chini in Valganna e nell'alveo del torrente Dovrana in comune di Marchirolo.

- ❖ Dolomia di San Salvatore (Anisico – Ladinico): è costituita da dolomie e calcari dolomitici nocciola – rosate e/o grigie, cristalline; la stratificazione è massiccia alla base della formazione, media verso la sommità.

La dolomia di San Salvatore è in contatto con le vulcaniti permiane e con la Formazione di Mesenzana, mentre il limite superiore, netto, è con la Formazione di Cunardo.

Nel bacino del Margorabbia affiora estesamente in Comune di Mesenzana, soprattutto nel settore sud – occidentale e centrale, struttura i versanti est e sud, sino al fondovalle, del Monte Pian Nave in Brissago Valtravaglia, si rinviene in affioramento lungo la strada provinciale che conduce al monte la Nave in comune di Cugliate Fabiasco, affiora nella zona sud-orientale del comune di Grantola in loc. Fonaci e Vicema, interessa la maggior parte del territorio comunale di Cunardo e parte del versante del Monte Scerrè in Bedero Valcuvia.

È presente invece in affioramenti limitati lungo la strada che collega Cantevria a Cassano Valcuvia, presso l'Alpe Cavoglio, in loc. San Rocco e Sasso Merè, negli alvei della Valle di Ferrera e della Valle del Molinaccio, a monte dell'abitato di Rancio Valcuvia; piccoli affioramenti si ritrovano anche alle quote di circa 900 – 1000 m s.l.m. in comune di Castello Cabiaglio e in Valganna nella parte intermedia del versante del Monte Poncione di Ganna.

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

- ❖ Formazione del Cunardo (Trias superiore – Carnico medio inf.): si tratta di calcari e calcari marnosi sottilmente stratificati, alternati a dolomie calcaree e calcari dolomitici. Localmente si rinvencono sottili interstrati marnosi e/o argillosi di colore grigio nero.

Il passaggio al letto con la Dolomia di San Salvatore è netto, così come il passaggio al tetto con la Marna del Pizzella.

La Formazione del Cunardo affiora lungo l'alveo del torrente Gesone e in una fascia ad andamento sub - orizzontale prossima alla cima del monte Pian Nave in Comune di Brissago Valtravaglia, sempre lungo l'alveo del citato torrente e sul versante settentrionale di Monte della Colonna nel Comune di Mesenzana, lungo l'incisione del Rio di Casarivo e del torrente Fregett in Comune di Cassano Valcuvia, affiora inoltre estesamente nella parte centrale del territorio comunale di Ferrera di Varese e in Comune di Cunardo e Masciago Primo al confine con Ferrera.

Affioramenti meno estesi si rinvencono anche nel comune di Varese, tra la località S. Maria del Monte ed il Monte Tre Croci, oltre che a nord della Valle del Fiume Olona tra le località Fogliaro e Bregazzana e lungo il versante meridionale del Monte Legnone e del M. Chiusabella.

- ❖ Marne del Pizzella (Carnico superiore): sono costituite da alternanze irregolari di marne e calcari dolomitici, dolomie marnose e marne dolomitiche, di aspetto varicolore, e si rinvencono in stratificazione piano parallela sottile, con rare bancate metriche.

Il limite inferiore con la Formazione di Cunardo è netto, lo stesso dicasi anche per quello superiore con la Dolomia principale.

Le Marne del Pizzella formano una stretta fascia lungo il fondovalle del torrente Gesone in Comune di Porto Valtravaglia, Brissago Valtravaglia e Mesenzana; in quest'ultimo territorio comunale, affiorano anche sul versante orientale del Monte Colonna.

Entro i limiti amministrativi di Cassano Valcuvia, si osservano le Marne del Pizzella in corrispondenza degli scivolamenti corticali in destra del Rio Casarivo, oltre che presso l'attraversamento di Via Campi Lunghi sul medesimo rio e lungo il tracciato della strada consorziale per Sasso Cadrega

In comune di Masciago Primo si rinviene un affioramento discontinuo tra la quota 340 e la quota 460, lungo il versante settentrionale e occidentale del Monte Scerè.

- ❖ Dolomia Principale (Norico): la Dolomia principale è costituita da dolomie e dolomie calcaree, calcari dolomitici cristallini e compatti e dolomie stromatolitiche in banchi.

### RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

Data la scarsa erodibilità, la Dolomia Principale dà luogo a morfologie aspre formando creste e pareti dirupate.

Il limite inferiore con le Marne del Pizzella è netto, mentre il limite superiore con la Dolomia di Campo dei Fiori è graduale e caratterizzato da un banco marnoso verdastro.

Gli affioramenti principali della Dolomia si rinvengono sulla cima del monte Pian Nave e sul versante nord del monte Colonna in Comune di Brissago Valtravaglia, in corrispondenza del Sasso Cedrega in Comune di Mesenzana e Cassano Valcuvia; si rinvengono inoltre affioramenti di Dolomia lungo il torrente Rancina e il Rio Cerbone, tra Bedero e Masciago e in prossimità della cresta del Monte Scerè.

- ❖ Dolomia di Campo dei Fiori (Retico medio – inf.): si tratta di dolomie cristalline compatte e dolomie calcaree color nocciola, con subordinati calcari dolomitici e dolomie siltose.

Tale unità si presenta sia con aspetto massiccio, sia con stratificazione sottile ed intercalazioni di argilliti marnose e marne dolomitiche.

Le zone di affioramento principali sono poste sul versante settentrionale del Monte Colonna in Comune di Mesenzana, nei pressi del versante posto a ovest del lago di Ghirla tra i comuni di Valganna, Cunardo e Bedero Valcuvia, al confine orientale del comune di Castello Cabiaglio.

Affioramenti limitati si trovano anche in comune di Rancio Valcuvia a monte dell'abitato di Cantevria e nel settore nord – occidentale di Varese, lungo una fascia ubicata tra il M. Tre Croci e il M. San Francesco.

- ❖ Dolomia a Conchodon (Retico superiore): calcari micritici nocciola chiaro, bianco e grigio – rosati, calcari dolomitici e dolomie, dolomie stromatolitiche.

La dolomia a Conchodon si rinviene in banchi, talvolta amalgamati; i principali affioramenti sono: versante settentrionale del Monte Colonna, nei comuni di Mesenzana, Brissago Valtravaglia e Porto Valtravaglia, in corrispondenza dell'abitato di Castello Cabiaglio, e nei pressi del Monte Scerè in Bedero Valcuvia.

- ❖ Calcarea di Saltrio (Hettangiano - Sinemuriano): si tratta di calcareniti bioturbate con presenza di ammoniti e brachiopodi e localmente calcari micritici e marne laminate. che si presentano ben stratificati. Affiora in brevi tratti nel bacino del Margorabbia, tra cui si ricorda l'affioramento sul versante sud – ovest del monte Scerè nei pressi delle sponde della valle del Molinaccio in comune di Bedero Valcuvia e nei pressi della località Romitaggio Maria Bambina in Valganna.

### RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

- ❖ Calcarea di Moltrasio (Lias inferiore - Sinemuriano): calcari fini ed arenitici di colore grigio scuro, organizzati in strati piano paralleli con all'interno liste di selce nera; spesso presenti interstrati di marne grigie.

Le aree di affioramento principali si trovano nei territori di Rancio Valcuvia, Duno e Cuveglio: si segnalano gli affioramenti del monte Martinello, la zona del Sasso Merè e l'abitato di Rancio Valcuvia, i versanti dei monti Rossel – San Martino, della dorsale di Canova; entro il bacino del Margorabbia, affiora anche nella parte orientale del territorio di Castello Cabiaglio.

### DEPOSITI QUATERNARI

- ❖ Depositi morenici (Wurm): sono costituiti generalmente da ciottoli, blocchi e massi da spigolosi a subarrotondati, poligenici, immersi in matrice da sabbiosa a sabbioso – limosa. I clasti sono di origine dolomitica, calcarea e gneissica, di dimensioni variabili, dalla ghiaia sino a massi di maggiori dimensioni, ascrivibili alla glaciazione Wurm.

Usualmente, sui terreni acclivi, la porzione corticale è rimaneggiata da processi di versante che danno origine a limi sabbiosi / sabbie limose con clasti sparsi, a basso grado di addensamento, mentre alle quote più alte possono rinvenirsi plaghe residuali con matrice limoso – argillosa arrossata, testimonianza di fasi glaciali passate.

I depositi glaciali occupano la porzione più estesa del bacino del Margorabbia.

- ❖ Depositi fluvioglaciali: sono costituiti da ciottoli, ghiaie e sabbie grossolane o medio grossolane disposte in lenti o livelli anche se, più raramente, si riscontrano anche depositi fini limoso – sabbiosi.

Si estendono soprattutto in Comune di Cunardo, in direzione E – W nella parte centrale del territorio.

- ❖ Depositi fluviali: sono costituiti dai materiali depositati dalle dinamiche dei corsi d'acqua, e sono caratterizzati da varie granulometrie. Nel fondovalle della Valcuvia e lungo i tratti in erosione del torrente Boesio, tali depositi risultano costituiti da un'alternanza di argille, limi e sabbie nelle quali si presentano frequentemente livelli torbosi e ghiaiosi. Lungo il torrente Rancina in comune di Rancio Valcuvia e nei pressi di Canova in comune di Cuveglio, questi sono invece costituiti da sabbie limose e ghiaietto; sul fondovalle del torrente Margorabbia e del torrente Gesone e lungo il fondovalle della Valganna, si ritrovano invece alluvioni grossolane, con blocchi e massi immersi in matrice sabbiosa.

## RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

### 2.2.4 Piani e perimetrazioni pericolosità e rischio idrogeologico

Il bacino del Margorabbia è caratterizzato da molte aree in frana, che sono state censite ed individuate nell'ambito dell'IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi Italiani) e del PAI (Piano dell'Assetto Idrogeologico).

Dalla presa visione delle cartografie di cui alle fonti sopracitate, si evince come siano presenti varie tipologie di frane (di crollo, di scivolamento, di colamento, deformazioni gravitative profonde ecc.); tale situazione è tipica delle aree in ambiente montano e lungo i versanti solcati dai corsi d'acqua a carattere torrentizio come quelli presenti nel bacino di riferimento. L'interazione di questi dissesti con il reticolo idrico, porta alla continua disponibilità di materiale che può essere verosimilmente coinvolto nel trasporto solido.

Per avere un quadro di insieme dei fenomeni dissestivi, viene riportata successivamente una tabella riepilogativa contenente le informazioni in termini di superfici e di tipologia dei dissesti presenti entro i territori comunali che interessano il bacino del Margorabbia.

La fonte delle informazioni è il PRIM (Programma Regionale Integrato di Mitigazione dei Rischi) di Regione Lombardia.

Da un'analisi critica dei dati tabellari, si traggono le seguenti considerazioni:

- il comune con la più ampia superfici in termini di aree a rischio idrogeologico molto elevato e aree in frana è Valganna;
- le tipologie di dissesto preponderanti entro i territori analizzati sono i crolli ed i ribaltamenti diffusi (12 comuni su 25 totali), seguiti poi dagli scivolamenti (7 comuni su 25 totali) e infine dalle frane superficiali diffuse.

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

PROGRAMMA REGIONALE INTEGRATO DI MITIGAZIONE DEI RISCHI (PRIM)							
	Germignaga	Luino	Brezzo di Bedero	Porto Valtravaglia	Brissago Valtravaglia	Mesenzana	Grantola
Superficie comune *	3,88 [kmq]	20,59 [kmq]	9,69 [kmq]	15,88 [kmq]	6,10 [kmq]	4,84 [kmq]	2,05 [kmq]
Superficie aree a rischio idrogeologico molto elevato (PGRA) [kmq]*	0,16 [kmq]	0,49 [kmq]	0,07 [kmq]	0,23 [kmq]	0,06 [kmq]	0,21 [kmq]	0,01 [kmq]
Superficie aree in frana (IFFI)*	0,04 [kmq]	0,71 [kmq]	0,17 [kmq]	0,46 [kmq]	0,31 [kmq]	0,37 [kmq]	0,00 [kmq]
Tipologia di frana principale in termini di estensione areale*	Crolli / ribaltamenti	Scivolamenti	Frane superficiali diffuse	Crolli / ribaltamenti	Scivolamenti	Crolli / ribaltamenti	x
	Montegrino Valtravaglia	Cugliate Fabbiasco	Cunardo	Ferrara di Varese	Cassano Valcuvia	Duno	Cuveglia
Superficie comune*	10,15 [kmq]	6,89 [kmq]	5,91 [kmq]	1,49 [kmq]	4,07 [kmq]	2,47 [kmq]	7,66 [kmq]
Superficie aree a rischio idrogeologico molto elevato (PGRA)*	0,48 [kmq]	0,34 [kmq]	0,11 [kmq]	0,01 [kmq]	1 [kmq]	0,02 [kmq]	0,20 [kmq]
Superficie aree in frana (IFFI)*	0,3 [kmq]	0,12 [kmq]	0,04 [kmq]	x	1,8 [kmq]	0,02 [kmq]	0,37 [kmq]
Tipologia di frana principale in termini di estensione areale*	Scivolamenti	Scivolamenti	Frane superficiali diffuse	x	Scivolamenti	Crolli / ribaltamenti	Crolli / ribaltamenti
	Cuvio	Castello Cabiaglio	Brinzio	Rancio Valcuvia	Masciago Primo	Bevero Valcuvia	Valganna
Superficie comune *	5,87 [kmq]	7,02 [kmq]	6,5 [kmq]	4,44 [kmq]	1,85 [kmq]	2,50 [kmq]	12,30 [kmq]
Superficie aree a rischio idrogeologico molto elevato (PGRA)*	0,00 [kmq]	0,07 [kmq]	0,00 [kmq]	0,02 [kmq]	x	0,00 [kmq]	4,38 [kmq]
Superficie aree in frana (IFFI)*	0,14 [kmq]	0,19 [kmq]	0,18 [kmq]	0,06 [kmq]	x	0,01 [kmq]	2,11 [kmq]
Tipologia di frana principale in termini di estensione areale*	Crolli / ribaltamenti	Crolli / ribaltamenti	Scivolamenti	Crolli / ribaltamenti	x	Crolli / ribaltamenti	Scivolamenti
	Marchirolo	Arcisate	Induno Olona	Varese	NB: non sono stati considerati i comuni di Cremenega, Marzio, Cuasso al Monte, Luvinata e Barasso poiché sono ricompresi entro il bacino del Margorabbia per superfici limitate x: dato non disponibile da PRIM * : riferite all'intero territorio comunale		
Superficie comune *	5,34 [kmq]	12,11 [kmq]	12,36 [kmq]	54,66 [kmq]			
Superficie aree a rischio idrogeologico molto elevato (PGRA)*	0,03 [kmq]	0,47 [kmq]	0,06 [kmq]	0,5 [kmq]			
Superficie aree in frana (IFFI)*	0,03 [kmq]	0,19 [kmq]	0,49 [kmq]	0,41 [kmq]			
Tipologia di frana principale in termini di estensione areale*	Crolli / ribaltamenti	Crolli / ribaltamenti	Frane superficiali diffuse	Crolli / ribaltamenti			

### RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

Di seguito verranno descritti i dissesti più significativi censiti dall'IFFI e dal PAI.

Attraverso la presa visione della cartografia IFFI, si nota che la frana più estesa si trova nel comune di Cassano Valcuvia, ed interessa il versante che sale verso il monte San Martino, a monte dell'abitato, coinvolgendo anche entrambe le sponde del rio di Cosarivo; tale perimetrazione risulta molto più ampia di quella delimitata dal PAI.

Il dissesto è stato oggetto di specifici studi e monitoraggi da parte di professionisti, a seguito di alcune lesioni a manufatti ed abitazioni della zona; in linea generale, come si può evincere dallo studio consultato (Carimati et al. 2004) si tratta di una frana che si sviluppa su un versante a media acclività, strutturato nella sua parte superficiale da grosse paleofrane di crollo provenienti dalle pareti del monte S. Martino e del Sasso Cadrega, la cui messa in posto è stata favorita dai rilasci tensionali dei versanti a seguito del ritiro dei ghiacciai.

Il dissesto è stato classificato come una frana di scivolamento lenta e continua interessante i depositi di paleofrana; le cause predisponenti del movimento sono la presenza di formazioni erodibili e geotecnicamente scadenti (Marne del Pizzella), l'abbondanza di materiale detritico facilmente immobilizzabile intercalato da livelli coesivi che contengono la superficie di scivolamento, unitamente alla presenza di un'importante circolazione idrica sia superficiale che sotterranea.

Spostandosi verso sud lungo il bacino si incontrano due aree estesamente dissestate, entrambe localizzate in comune di Valganna: la prima è situata a est del lago di Ghirla, nei pressi del Vallone dei Pradisci tra gli abitati di Ghirla e Boarezza (ulteriori dissesti si estendono comunque sino al limite con il confine comunale di Arcisate) l'altra si trova invece ad ovest del lago di Ganna, sul versante che sale al monte Martica.

Nell'area ad est del lago di Ghirla viene censita dall'IFFI una frana in stato quiescente di scivolamento, che trova poco riscontro nello stato di fatto. Tutto il versante posto a destra del lago è infatti frammentato da frane attive mappate nel PAI che corrispondono a zone di crollo, ribaltamento ed accumulo in corrispondenza degli affioramenti rocciosi in pareti subverticali, causato dall'intensa fratturazione degli stessi.

Lo stesso dicasi per la seconda area menzionata, ovvero quella corrispondente al versante del monte Martica.

L'IFFI riporta anche una serie di aree soggette a crolli e ribaltamenti diffusi, che si concentrano, partendo dalla chiusura del bacino verso sud – est, in corrispondenza delle pareti rocciose poste sopra la strada provinciale tra il comune di Germignaga e Brezzo di Bedero,

### RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

nei pressi del versante in destra idrografica del Margorabbia al di sotto dell'abitato di Montegrino Valtravaglia, nella porzione N-E del monte Colonna, nei comuni di Brissago, Mesenzana, Cassano Valcuvia e Cuveglio, lungo la sponda idrografica sinistra del torrente Rancina e in corrispondenza del versante nord del monte Martinello, nonché sui versanti in destra e sinistra idraulica del Margorabbia nel territorio di Valganna.

Non mancano inoltre numerosi dissesti lineari di colamenti rapidi lungo l'articolata rete idrografica secondaria, tutti a carattere quiescente tranne quello che si sviluppa lungo l'alveo del torrente Gesone considerato come attivo.

Infine, sempre da fonte IFFI, si dà nota anche dei conoidi alluvionali, i più ampi dei quali imputabili all'azione del torrente Gesone, del Grantorella, della Valmartina e del torrente Brivola.

Il PAI classifica i dissesti poligonali e lineari sia sulla base del tipo di dissesto sia sulla base dello stato di attività. Si ritrovano quindi cartografate aree/linee in frana (F), aree di conoide (C), aree/linee in dissesto torrentizio (E), alle quali sono connesse le informazioni sullo stato di attività / pericolosità: dissesti attivi (a) quiescenti (q), stabilizzati (s), a pericolosità molto elevata (e), a pericolosità elevata (b) e a pericolosità media o moderata (m).

Vengono inoltre mappate le Aree a Rischio Idrogeologico Molto Elevato in ambiente collinare e montano (Aree RME), suddivise a loro volta in zone (Zona 1 – Zona 2).

Circa le aree in frana, si nota come il PAI e l'IFFI vadano a mappare le medesime pressochè le medesime situazioni e, in linea generale, pur con diverse perimetrazioni, qualora sia presente un dissesto dell'IFFI, è quasi sempre cartografato anche il corrispettivo dissesto PAI. Esiste tuttavia l'eccezione relativa ai dissesti sui versanti in destra e sinistra idrografica del Margorabbia nel Comune di Valganna: se si sovrapponevano le perimetrazioni delle due diverse fonti, si noterebbe come le frane di crollo cartografate su tali versanti, sono molto meno estese nelle delimitazioni dell'IFFI.

Lo stesso avviene anche per quanto riguarda le conoidi alluvionali: entro il bacino considerato, le perimetrazioni delle due fonti relative alle principali conoidi, sono pressochè confrontabili, a meno delle conoidi presenti sul territorio comunale di Valganna, per le quali il PAI utilizza più e più ampie perimetrazioni.

Per quanto riguarda le aree in dissesto torrentizio (Ee, Eb ed Em), queste si localizzano su tutti i rami afferenti al reticolo idrico principale ad eccezione del torrente Grantorella e del torrente Gesone, mentre interessano solo alcuni tratti del reticolo secondario minore; tra le

### RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

aree a pericolosità molto elevata (Ee) vengono ricomprese solo alcune porzioni del Margorabbia (nella zona di confluenza con la Valmartina, all'entrata e all'uscita nel lago di Ghirla e una breve porzione a sud del lago di Ganna), del torrente Boesio e della Val Rancina. Per quanto riguarda infine le aree RME, queste sono situate nei soli comuni di Cugliate Fabiasco, Cunardo e Valganna.

Le aree RME a Cugliate Fabiasco sono relative a zone I di esondazione, e si localizzano tutte lungo il torrente Valmartina ad eccezione di una piccola area che interessa l'asta del reticolo secondario conosciuto come torrente Lisascora.

Quelle in Valganna riguardano invece sia aree di conoide che aree di esondazione: è mappata un'area di conoide (zona I e zona II) a valle della loc. Casa Rombello, prima dello sbocco di un ramo del reticolo minore nel lago di Ghirla; sono inoltre presenti aree di esondazione allo sbocco del Rio Campane nel lago succitato.

Infine è presente un'area di esondazione alla confluenza tra il fiume Margorabbia e la Valle Prada in comune di Cunardo.

#### 2.2.5 Segnalazioni e incontri tecnici

Nella prima parte del lavoro si sono svolti due incontri tecnici con le amministrazioni territoriali. Un primo incontro, in data 01/03/2023, ha illustrato le prospettive del lavoro mentre in un secondo incontro, tenutosi in data 30/06/2023, si sono raccolte alcune informazioni riguardo a criticità passate dei corsi d'acqua.

Tra le principali segnalazioni si evidenzia:

- Una criticità idraulica del fiume Margorabbia a monte della confluenza con il T. Rancina in prossimità di un impianto idroelettrico e del depuratore.
- Una criticità di dissesti diffusi lungo in torrente Rancina.
- Criticità a valle del Lago di Ghirla: alcune abitazioni a valle del lago hanno problemi di allagamento in condizioni di piena;
- Diverse criticità legate a reticoli idrici minori e versanti.
- In comune di Montegrino Valtravaglia:
  - o dissesti parziali lungo il versante "Valle Campiogo" (zona Via Fabiasco, strada di collegamento tra Bosco Valtravaglia e Fabiasco): pericolo frane e controllo versanti;

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

- “Val Negra” (confine con Fabiasco, Grantola e Montegrino): problema dissesto vecchia discarica abusiva;
  - Presenza di un canale artificiale che da una chiusa sul Margorabbia porta acqua nel centro della frazione Riviera (ex Mulino Cugnasco), attraversa il paese, costeggia il parco giochi e rientra nel Margorabbia.
  - Il ponte al confine tra Montegrino Valtravaglia e Brissago Valtravaglia, nella frazione Riviera, via Brissago, si ha che il pilone centrale ha il basamento deteriorato e vi sono parziali cedimenti strutturali;
  - L'argine in via dei Martiri di S. Martino (zona ciclabile vicino al pergolato di Comunità Montana) presenta un'apertura per il raggiungimento della scaletta che porta all'alveo che in episodi di piena fa fuoriuscire l'acqua verso le abitazioni circostanti;
  - nella frazione Cucco, nei pressi del ponte, a lato della via Margorabbia, in occasione di eventi di piena si generano allagamenti con tiranti idrici di oltre un metro.
- Una criticità legata alla presenza di sedimenti nei tratti a monte dell'opera di presa dell'impianto idroelettrico ad acqua fluente presente in Comune di Ferrera di Varese, località Prato Romano - Laghetto.

Attraverso la consultazione del sito web MapRisk è stato possibile ricavare informazioni relative a segnalazioni di eventi di esondazione avvenute negli ultimi anni.

Di seguito si riporta una cartografia con indicate le zone che negli ultimi anni, soprattutto in occasione dell'evento di piena del 07/06/2020.

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

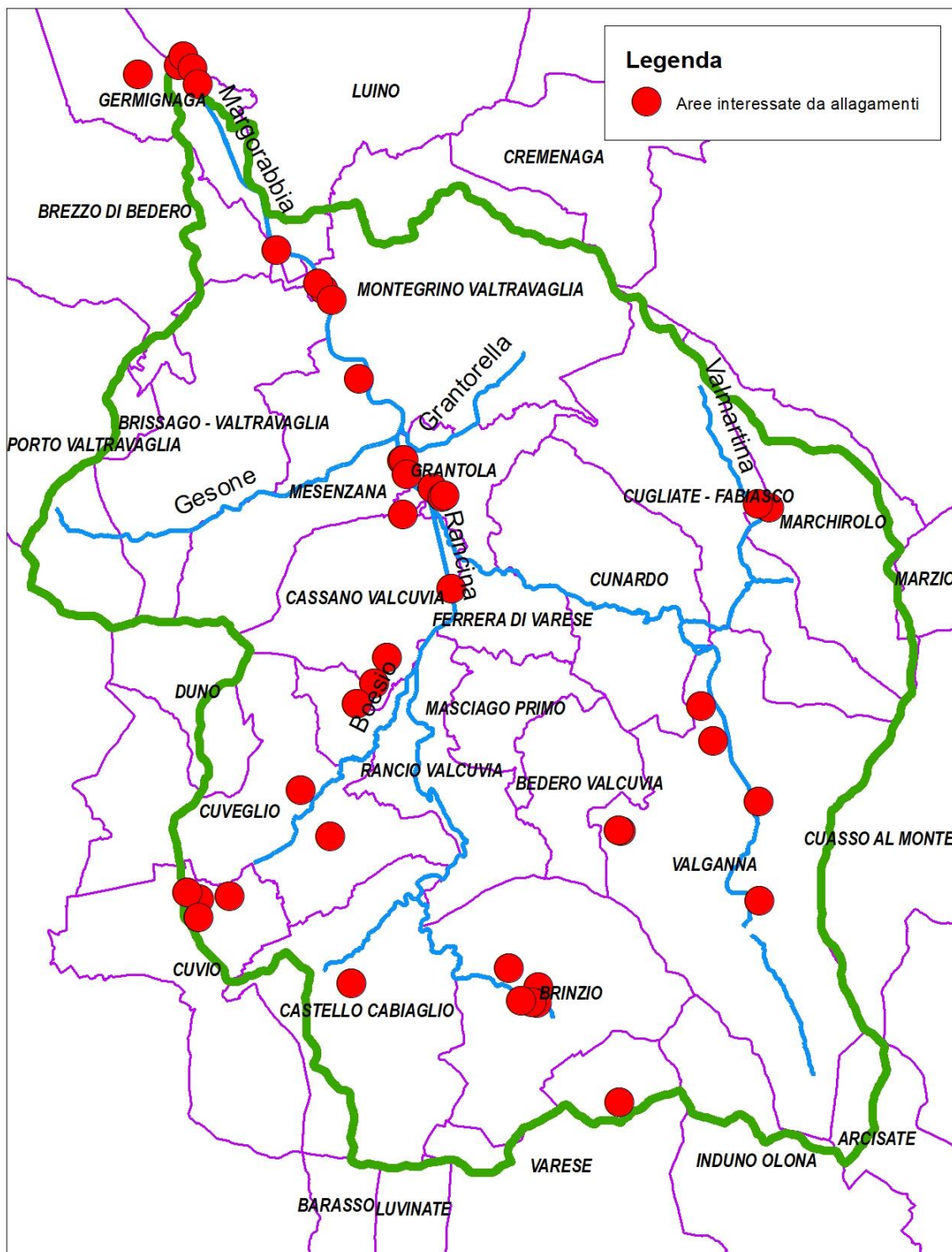


Figura 11: Localizzazione aree interessate da allagamenti, ricavate da app MapRisk.

Nella successiva tabella sono elencate le principali caratteristiche di tali situazioni di allagamento.

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

Comune	Indirizzo	Data	Descrizione
Germignaga	SS394	23/11/2019	Chiusura ponte su fiume Tresa
Brinzio	via Vanini	07/06/2020	Occlusione tratto intubato e colata detritica
Brinzio	via Trento		
Brinzio			
Brinzio	via Piave		
Brinzio	via Dante		
Brinzio	SP62	28/07/2021	Colata detritica - strada interrotta
Cassano Valcuvia	Via Noga	08/09/2022	Colate e allagamenti da riale - Allagamento stradale e parcheggio
Cassano Valcuvia	Via Noga	07/06/2020	Strada allagata
Castello Cabiaglio	Sp45	23/06/2020	Strada chiusa per ponte lesionato
Cugliate Fabiasco	via Baraggia	07/06/2020	Esondazione Valmartina
Cuveglia	Cavona	07/06/2020	Allagamento strada
Cuveglia	SS394		Allagamento per tracimazione torrente Valle Bignes
Cuvio	via Maggi		Allagamento strada per ruscellamento da via Valleggio
Cuvio			Allagamento a seguito di nubifragi e ruscellamenti a monte
Cuvio	via Fermi		Allagamento per innalzamento del livello di falda
Cuvio	via Ronchetto		Allagamento per tracimazione roggia a monte
Ferrera di Varese	Lungo Rancina	07/06/2020	Tracimazione Rancina
Germignaga	Premaggio		Il livello elevato del Margorabbia ha provocato rigurgiti dal sistema fognario e allagamenti
Germignaga	Via San Giovanni - Via Toti	11/06/2023	Ruscellamento acque piovane da monte
Germignaga	Campi	07/06/2020	
Grantola		07/06/2020	Esondazione Margorabbia - livello fiume al limite del muro di contenimento della ditta Sineplast
Grantola		07/06/2020	esondazione Margorabbia
Grantola	via Campagna	07/06/2020	
Grantola	via Campagna	23/11/2019	allagamento generalizzato Rio Toso
Grantola	via Campagna	07/06/2023	allagamento prati e strada - parco daini allagato
Luino	via don Folli	25/10/2000	Esondazione Tresa con allagamento della località Case Fanfani e via Don Folli
Luino	Premaggio e S. Rita		Allagamenti piani interrati condomini ed abitazioni-presenza di quadri elettrici e caldaie
Marchirolo	SS233	07/06/2020	Allagamento scantinati e piani bassi
Mesenzana		07/06/2020	Allagamento
Mesenzana		07/06/2020	Esondazione Margorabbia
Mesenzana	SS394	07/06/2020	Allagamenti localizzati per esondazione rogge
Montegrino Valtr.	Cucco	07/06/2020	Tracimazione in via dei Martiri
Montegrino Valtr.	Cucco		Evacuazione preventiva 120 persone ed allagamenti piani bassi
Montegrino Valtr.	Via Margorabbia	07/06/2020	Allagamento
Rancio Valcuvia	Cantevria	08/09/2022	Ruscellamenti e colate detritiche da monte
Valganna	SS233 - Via della Gesiola	28/07/2021	Ruscellamenti e colate - Strade interrotte
Valganna	SS233	28/07/2021	Ruscellamenti ed allagamenti
Valganna	SP11	20/12/2019	Allagamento carreggiata per ruscellamenti torrentizi
Valganna	SP11	22/11/2019	Allagamento stradale per tracimazione Reticolo Minore
Valganna	Strada per camping Trelago	23/11/2019	Allagamento sede stradale
Valganna	Ghiria	07/06/2020	

### 2.2.6 Interventi e studi di compatibilità idraulica

Nella documentazione messa a disposizione per l'esecuzione dell'incarico risultano compresi i seguenti progetti in corso o studi già effettuati:

- *Potenziamento delle difese spondali Torrente Margorabbia nel tratto sotteso dalla*

## RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

*frazione di Premaggio. Progetto definitivo Ottobre 2021.*

- *Lavori di regimazione idraulica del Torrente Gesone. Progetto definitivo Giugno 2021.*
- *Lavori di regimazione idraulica del torrente Gesone LOTTO 1. Progetto definitivo Ottobre 2022.*
- *Sistemazione idraulica Torrente Margorabbia ed affluenti. Progetto definitivo Ottobre 2019.*
- *Studio Idrologico-Idraulico del Bacino del T. Valmartina. Marzo 2021*
- *Progettazione definitiva esecutiva degli interventi di prima fase per la mitigazione del rischio idraulico nel comune di Cugliate Fabbiasco. Progetto esecutivo Giugno 2022.*

Sono stati richiesti anche se non ancora acquisiti i documenti relativi alla progettazione degli interventi sul T. Grantorella nel tratto a monte della conoide e degli interventi di sistemazione del T. Rancina nel tratto immediatamente a valle dell'abitato di Castello Cabiaglio (interventi primi anni 2000).

Per quanto riguarda gli studi di compatibilità idraulica è da presumere che gli stessi siano disponibili per le opere concessionate. In caso si riscontrassero criticità idrauliche relative alle opere si potrà operare un approfondimento relativo alla singola sezione. Sono ancora in corso di acquisizione i dati riferiti al funzionamento dei tre sbarramenti presenti.

### 2.2.7 Concessioni

Gli uffici competenti di R.L. hanno messo a disposizione gli shapefile delle opere concessionate relative a scarichi, attraversamenti ed interferenze in genere.

Le opere concessionate presenti sui corsi d'acqua oggetto di studio risultano essere, secondo la documentazione trasmessa:

- 24 Ponti ed attraversamenti;
- 59 interferenze di servizi e sottoservizi esistenti (fognature, rete elettrica, rete gas, telecomunicazioni...).
- 27 scarichi di cui 4 S1 Scarichi privati di edifici residenziali, 11 S2 (Tutti gli scarichi: acque fognarie, acque meteoriche non residenziali...), 12 S3 (Scaricatori di troppo pieno delle reti fognarie urbane).

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

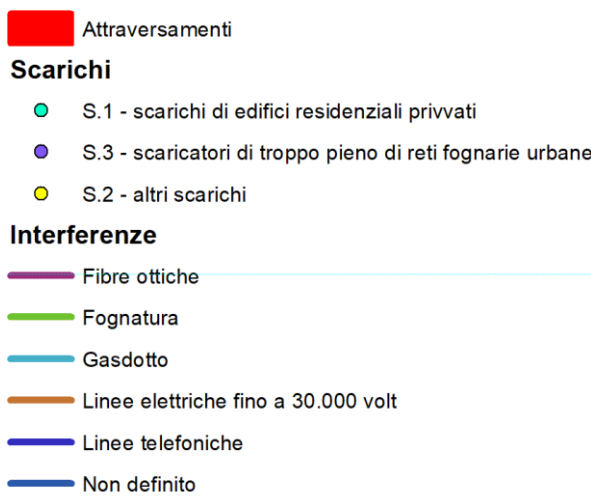
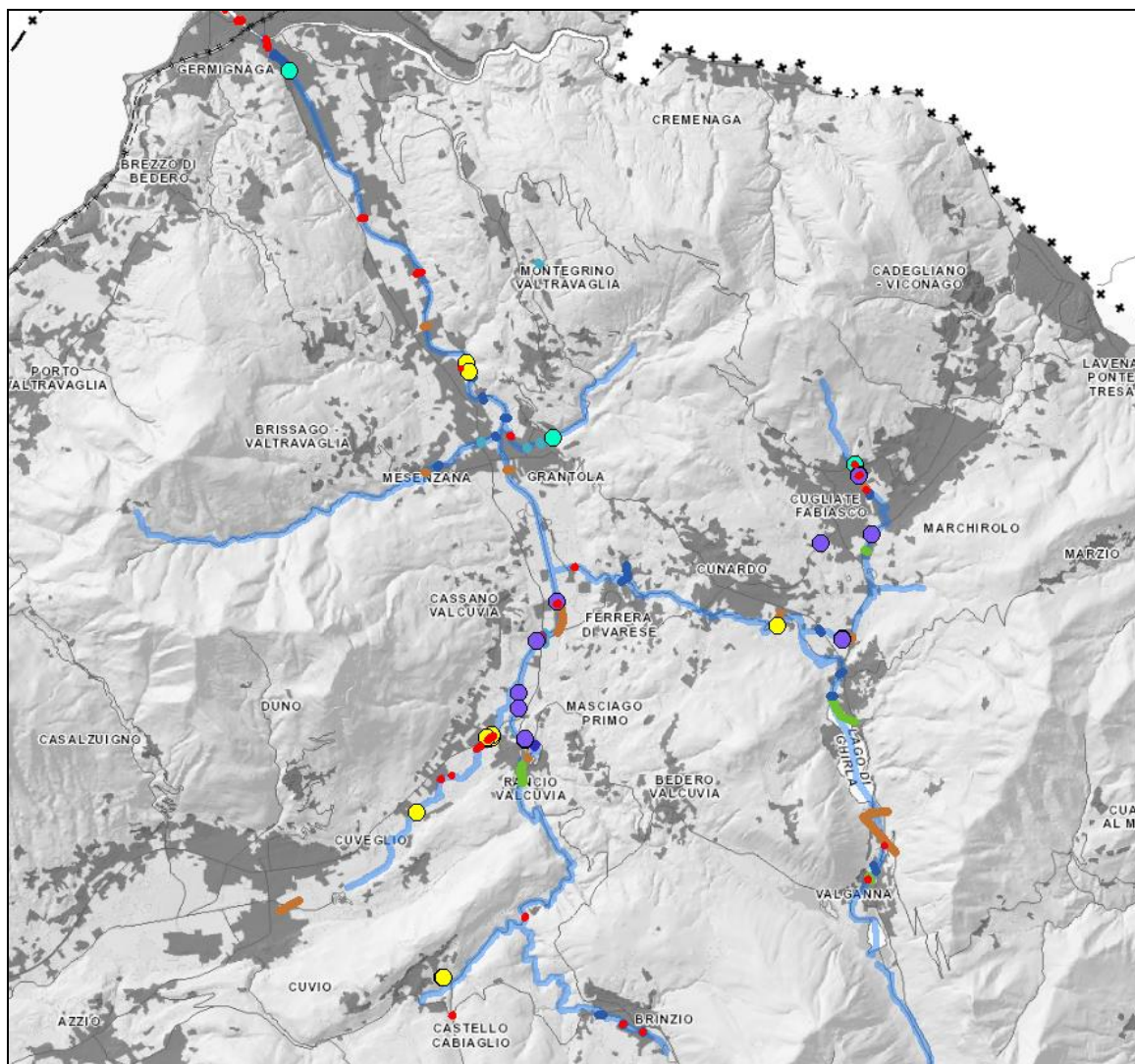


Figura 12: ubicazione delle concessioni esistenti.

## RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

### 2.2.8 Qualità delle acque e scarichi

La rete di monitoraggio di Arpa Lombardia individua alcuni settori di monitoraggio sui corsi d'acqua oggetto di indagine così individuati:

- Fiume Margorabbia:
  - o dal Lago di Ganna alla confluenza del Rancina.
  - o dal Rancina alla immissione in Tresa.
- Fiume Tresa
  - o Luino
- Rancina:
  - o dalla sorgente alla immissione nel Margorabbia.

Con riferimento al quinquennio 2014-2019 i corsi d'acqua dell'alto Varesotto possiedono una qualità ecologica sufficiente con un indice LIMeco in miglioramento rispetto al periodo precedente.

Lo stato chimico risulta invece buono solo nella parte superiore del corso del Margorabbia mentre negli altri settori monitorati, nell'ultimo sessennio completo di monitoraggio, risulta non buono per presenza di Fluorantene sopra i limiti di norma.

Gli ultimi dati annuali a disposizione, relativi al 2021 (periodo di monitoraggio ancora in corso), evidenziano dei livelli in leggero miglioramento anche se chiaramente si riferiscono ad un periodo con attività antropiche rallentate a causa delle restrizioni Covid.

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA



Figura 13: stato ecologico corsi d'acqua periodo 2014-2019

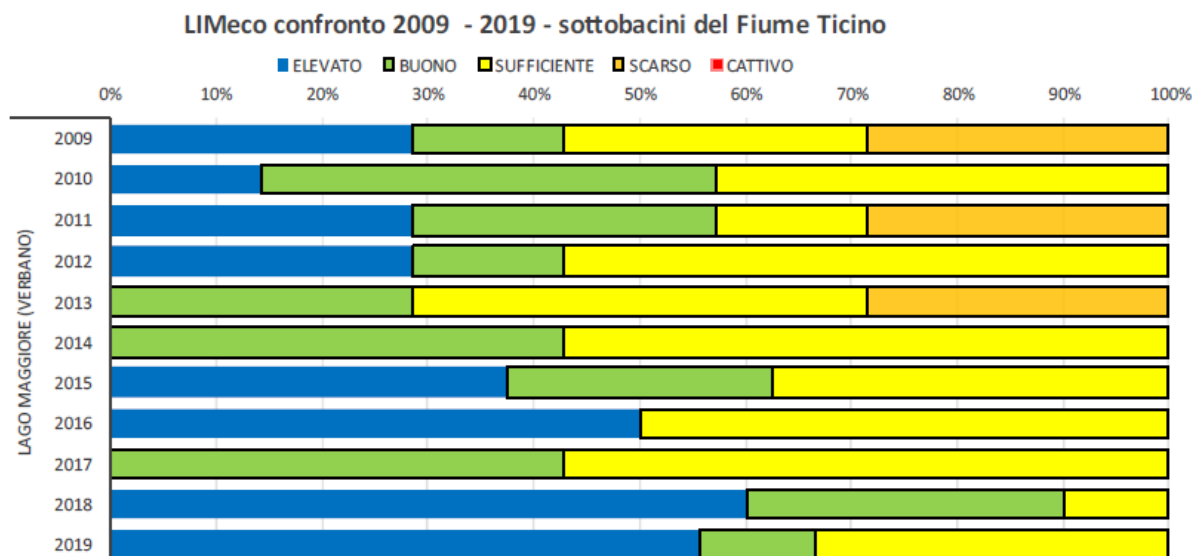


Figura 14: confronto indice LIMeco 2009-2019

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA



Figura 15: stato chimico dei corsi d'acqua periodo 2014-2019

Corso d'acqua	Località	Prov.	Stato Elementi Biologici	LIMeco	Stato Chimici a sostegno	STATO ECOLOGICO		STATO CHIMICO		
						Classe	Elementi che determinano la classificazione	Classe con nuove sostanze*	Classe senza nuove sostanze**	Sostanze che determinano la classificazione
Grantorella - Margorabbia	Ferrera di Varese	VA	BUONO	BUONO	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	AMPA-Glifosate	BUONO	BUONO	-
Margorabbia	Germignaga	VA	BUONO	ELEVATO	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	AMPA	NON BUONO	NON BUONO	Fluorantene
Rancina - Caprera	Castello Cabiaglio	VA	BUONO	ELEVATO	BUONO	BUONO	macroinvertebrati	NON BUONO	NON BUONO	Fluorantene
Tresa	Luino	VA	SUFFICIENTE	ELEVATO	BUONO	SUFFICIENTE	macroinvertebrati	NON BUONO	NON BUONO	Fluorantene

\*La classe dello stato chimico viene determinata utilizzando anche le nuove sostanze dell'elenco di priorità di tabella 1/A, indicate dalla Direttiva 2013/39/UE recepita dal D. Lgs.172/2015, tra cui il PFOS, il quale prevede che gli SQA fissati per tale sostanza si applichino a partire dal 22 dicembre 2018.

\*\*Classificazione corrispondente a quella adottata nel PdG Po 2021: la classe dello Stato Chimico viene determinata senza utilizzare le nuove sostanze dell'elenco di priorità di tabella 1/A, indicate dalla Direttiva 2013/39/UE recepita dal D. Lgs.172/2015, tra cui il PFOS, il quale prevede che gli SQA fissati per tale sostanza si applichino a partire dal 22 dicembre 2018.

Figura 16: sintesi elementi monitorati periodo 2014-2019.

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

BACINO IDROGRAFICO		CORSO D'ACQUA	PROVINCI	COMUNE	LOCALIZZAZIONE		TIPO DI	LIMeco	
LAGO MAGGIORE (VERBANO)	rantorella (Torrente) - Margorabbia (Fiume)	VA	Ferrera di Varese	482703	5087020	operativo	0,578	BUONO	
LAGO MAGGIORE (VERBANO)	Margorabbia (Fiume)	VA	Germignaga	479420	5093124	operativo	0,734	ELEVATO	
LAGO MAGGIORE (VERBANO)	Boesio (Torrente)	VA	Laveno Mombello	470834	5083555	operativo	0,469	SUFFICIENTE	
LAGO MAGGIORE (VERBANO)	Tresa (Fiume)	VA	Luino	480184	5093470	operativo	0,711	ELEVATO	

Figura 17: dati Arpa LIMeco 2021

BACINO IDROGRAFICO	CORSO D'ACQUA	PROVINCI	COMUNE	LOCALIZZAZIONE		TIPO DI	STATO CHIMICO
LAGO MAGGIORE (VERBANO)	iorella (Torrente) - Margorabbia (Fi)	VA	Ferrera di Varese	482703	5087020	operativo	BUONO
LAGO MAGGIORE (VERBANO)	Margorabbia (Fiume)	VA	Germignaga	479420	5093124	operativo	BUONO
LAGO MAGGIORE (VERBANO)	Tresa (Fiume)	VA	Luino	480184	5093470	operativo	NON BUONO

Figura 18: dati Arpa Stato Chimico 2021

Nel bacino del Fiume Margorabbia sono presenti diversi impianti di depurazione. Nella maggior parte dei casi si tratta di piccoli impianti a servizio di centri abitati isolati. Gli impianti di maggiori dimensioni sono l'impianto di depurazione di Ferrera di Varese e di Luino.

A livello industriale l'area di indagine risulta pressoché priva di grandi industrie; il Piano di Protezione Civile ne identifica una sola a rischio rilevante, in comune di Rancio Valcuvia. Tale industria non risulta peraltro in attività nel periodo attuale. Le fonti di inquinamento principali derivano quindi presumibilmente dagli scarichi delle reti fognarie esistenti.

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

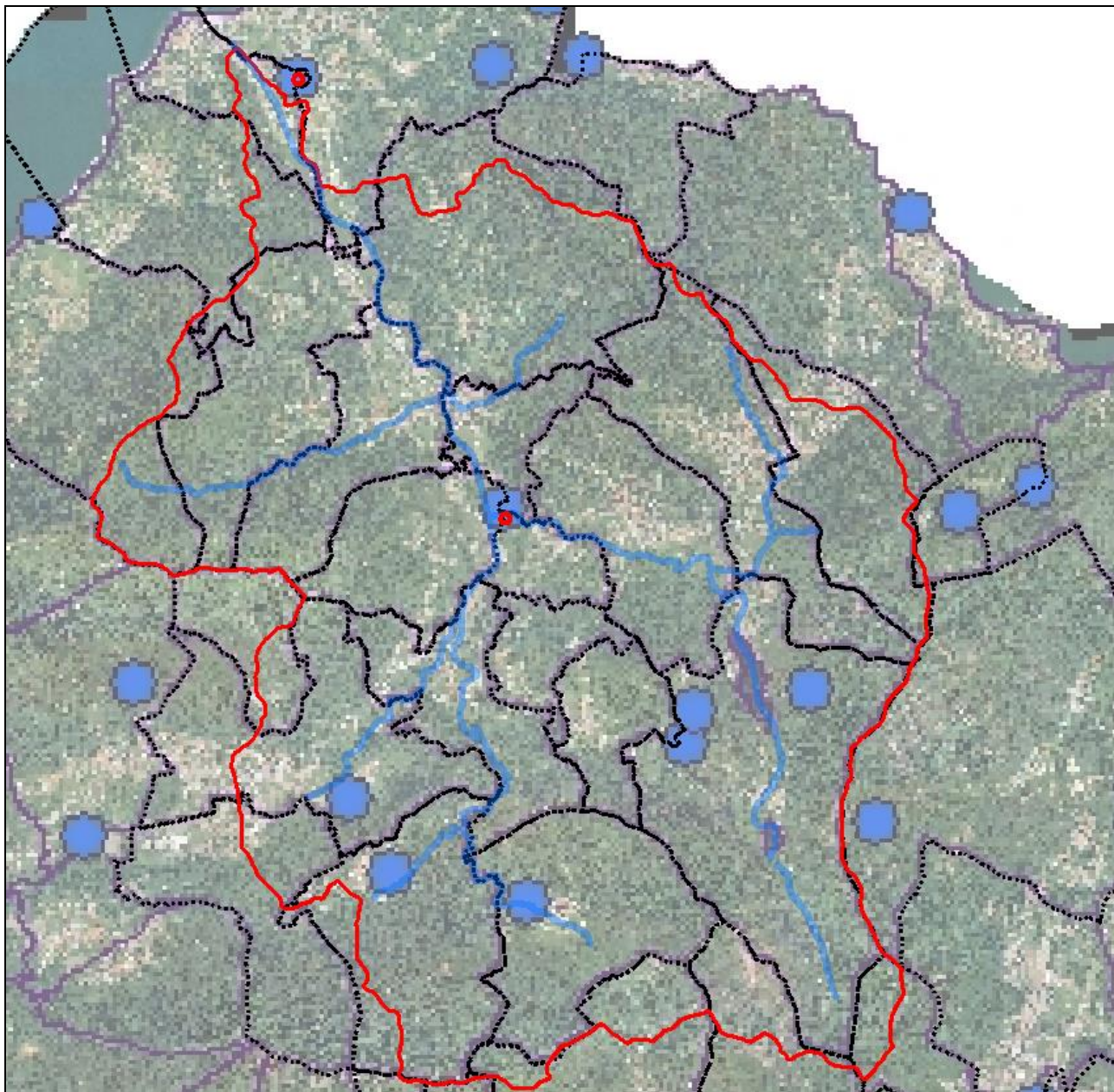


Figura 19: impianti di depurazione provincia di Varese (dal portale provinciale)

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

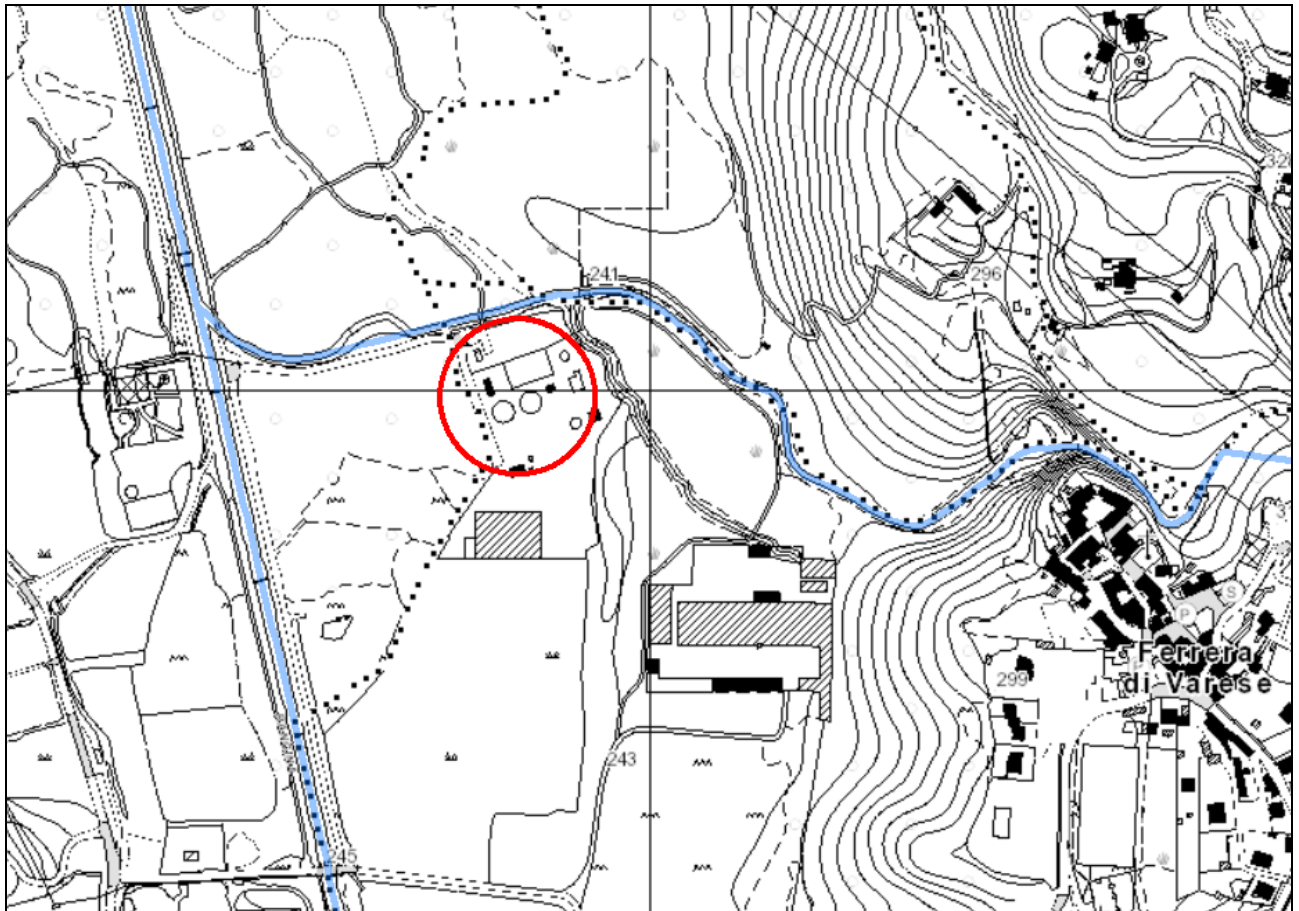


Figura 20: localizzazione impianto di depurazione di Ferrera

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

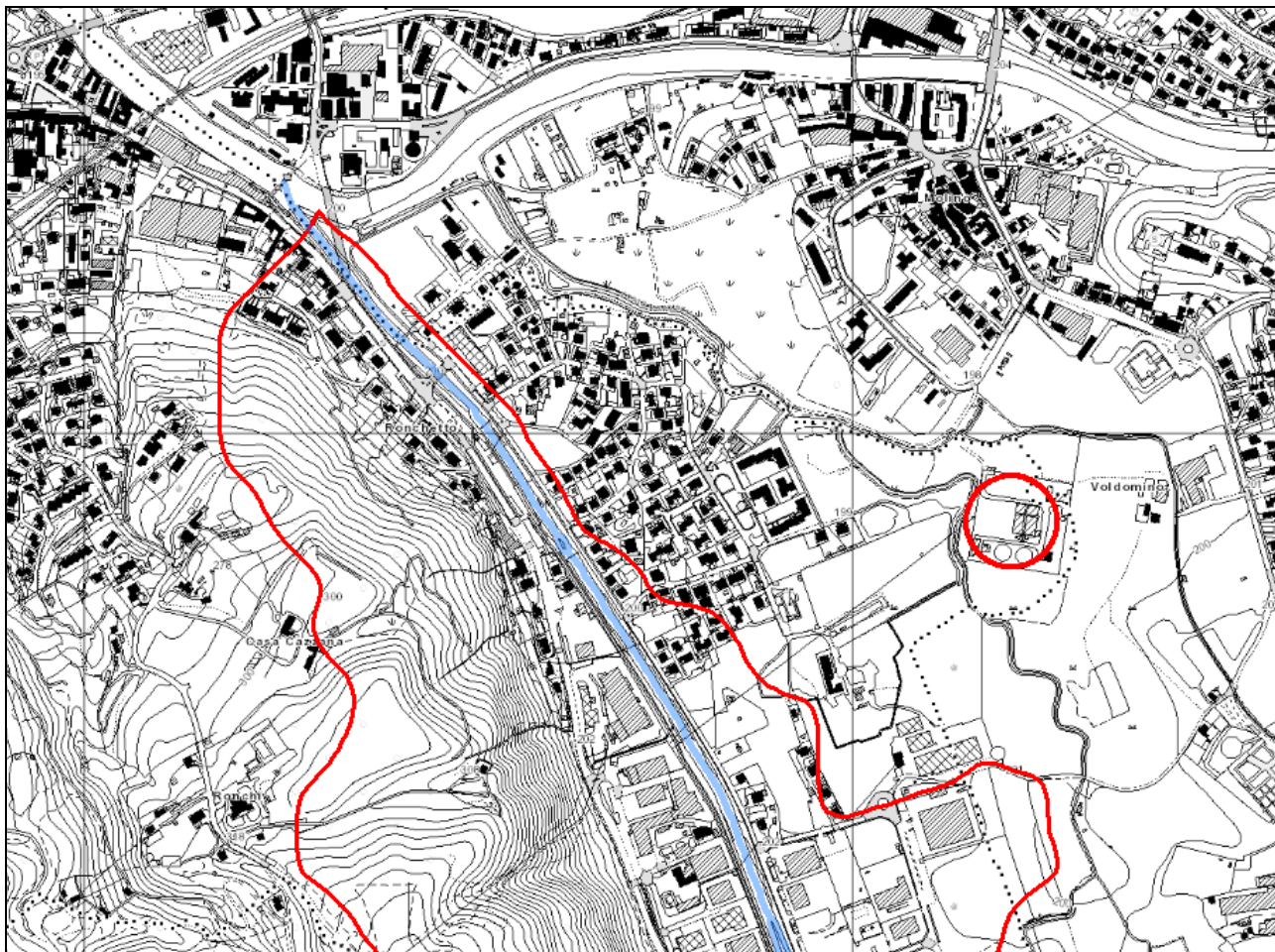


Figura 21: localizzazione impianto di depurazione di Germignaga-Luino

## 2.2.9 Pianificazione ambientale

### 2.2.9.1 Inquadramento

Dal punto di vista forestale il bacino del Fiume Margorabbia è suddiviso tra tre enti territoriali con competenze forestali.: la Comunità Montana Valli del Verbano, la Comunità Montana del Piambello ed il Parco Regionale Campo dei Fiori.

Sull'area risultano presenti alcuni siti appartenenti alla Rete Natura 2000 ed in particolare sono presenti: la ZSC Monti della Valcuvia, la ZSC Versante Nord del Campo dei Fiori, la ZSC Monte Martica, la ZSC Lago di Ganna e la ZPS Parco Regionale Campo dei Fiori. Sono inoltre presenti altre aree protette quali: la Riserva Regionale Lago di Ganna e il Parco Naturale Campo dei Fiori.

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

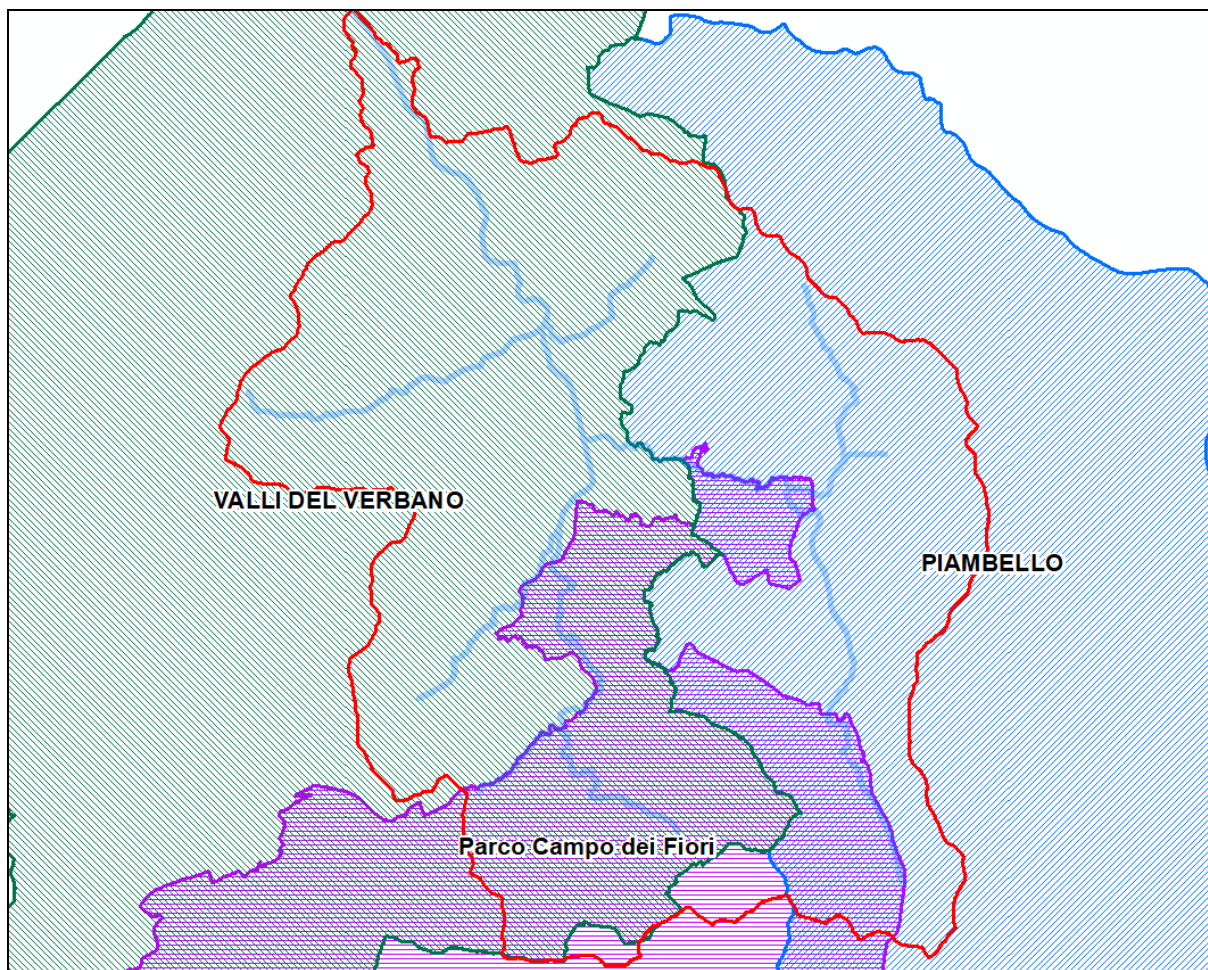


Figura 22: suddivisione amministrativa enti forestali

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

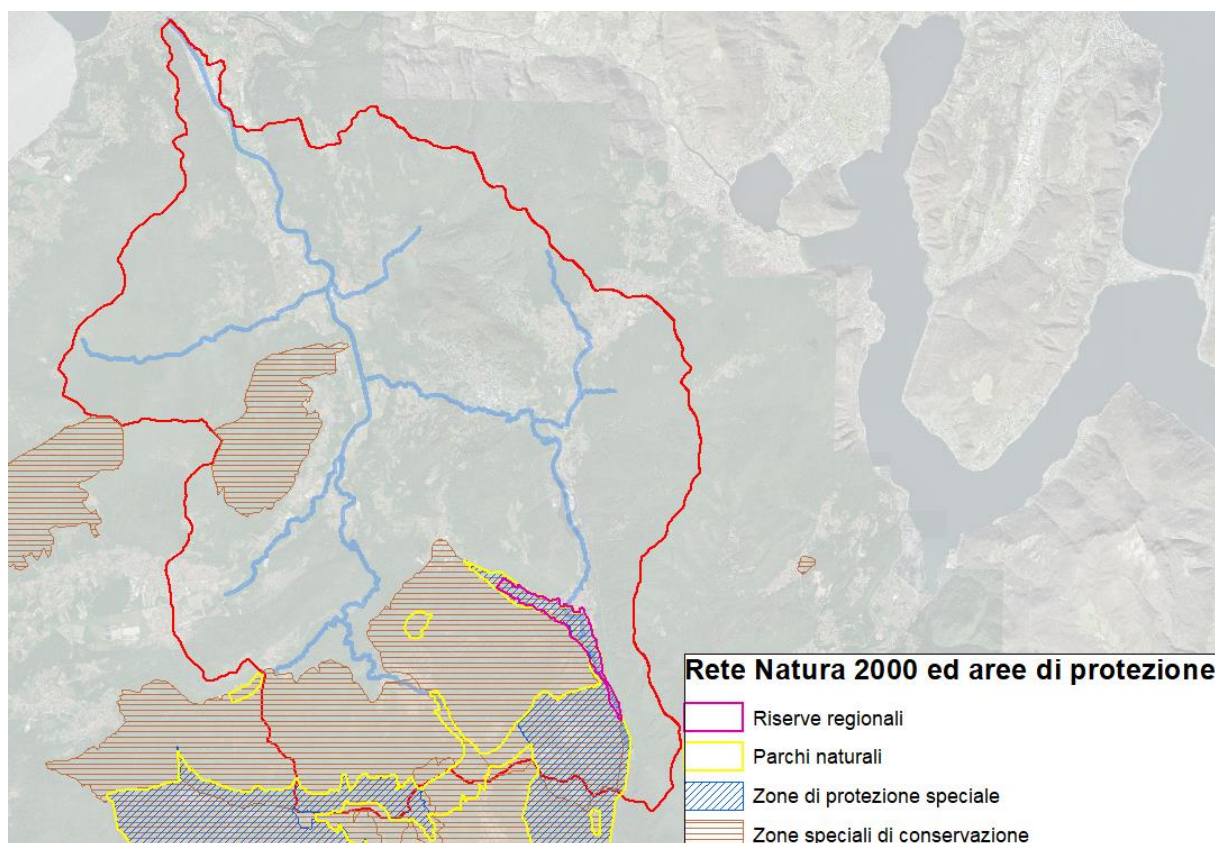


Figura 23: inquadramento Rete Natura 2000 ed altre aree protette

I principali strumenti di analisi e valutazione della vegetazione esistente, ed in particolare della vegetazione forestale sono: il Piano di Indirizzo Forestale (PIF), il Piano di Assestamento Forestale (PAF) ed il piano di gestione delle aree ricadenti all'interno dei siti Natura 2000.

#### 2.2.9.2 Piani di indirizzo forestale

Il Piano di Indirizzo Forestale è lo strumento pianificatorio delegato all'identificazione delle superfici boscate rientranti nella definizione di bosco regionale. Dei tre enti la Comunità Montana Valli del Verbano possiede un piano di indirizzo completo ed approvato per tutto il territorio; la Comunità Montana del Piambello ha un Piano di Indirizzo Forestale Vigente relativo solo ad una porzione del territorio mentre l'aggiornamento del Piano su tutto il territorio di competenza è in fase di prossima approvazione; il Parco Regionale Campo dei Fiori ha un piano di Indirizzo parziale in fase di approvazione.

Come desumibile dalle cartografie dei piani di indirizzo, integrate con la carta DUSAF per le aree non pianificate, il bacino idrografico ha una superficie forestale di 7015 ha

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

corrispondente ad una percentuale di copertura del 75,2%.

A livello di bacino idrografico le categorie forestali più rappresentate sono i Castagneti e le Faggete. Con riferimento alla superficie forestale compresa in una fascia di 150 m dai fiumi, pari a circa 634 ha, diventano invece prevalenti gli Acero Frassineti.

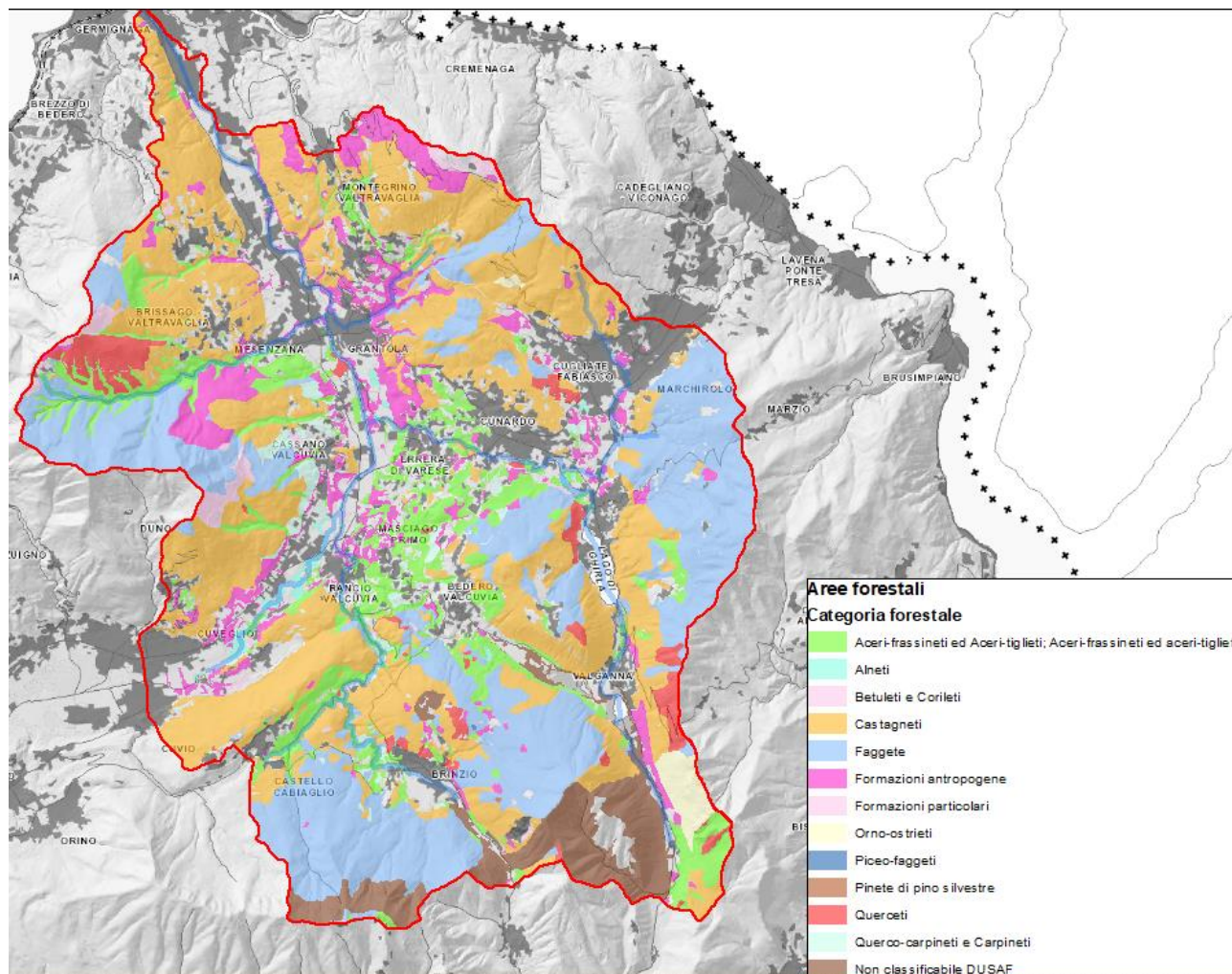


Figura 24: distribuzione delle categorie forestali nel bacino idrografico del Fiume Margorabbia

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

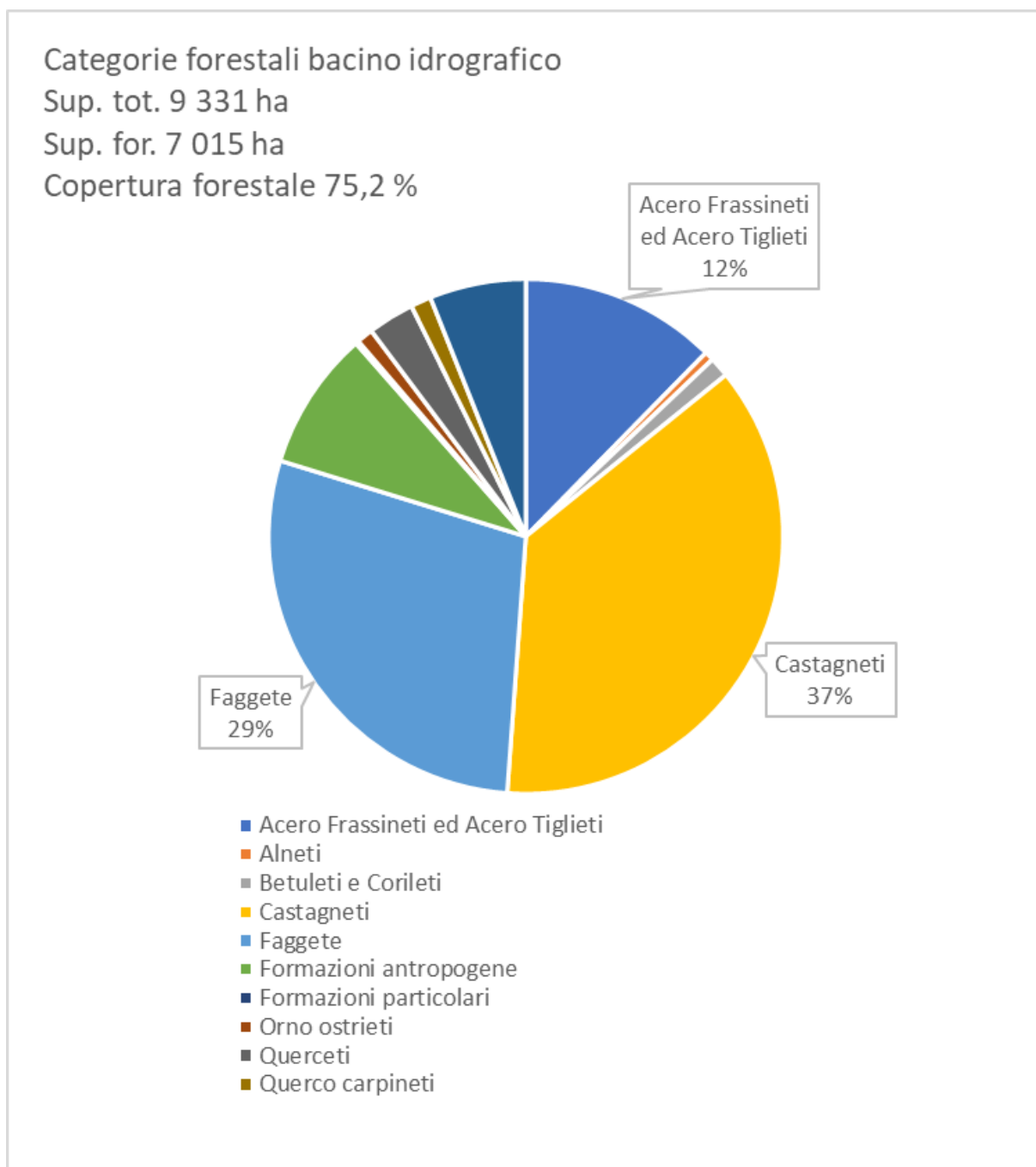


Figura 25: ripartizione categorie forestali bacino idrografico Fiume Margorabbia

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

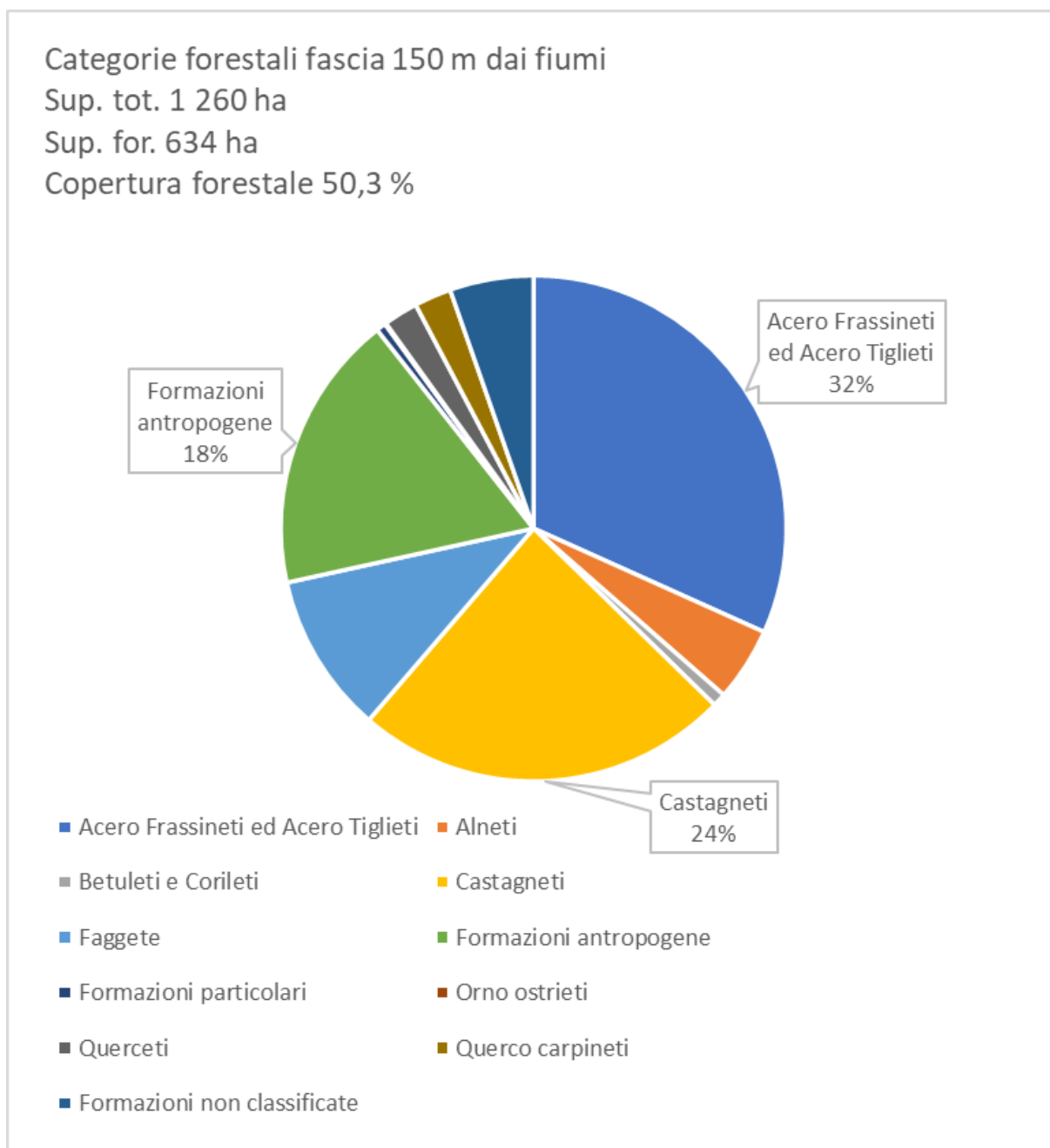


Figura 26: ripartizione categorie forestali fascia di 150 m dal Fiume Margorabbia ed affluenti principali.

La copertura forestale lungo il corridoio fluviale dei corsi d'acqua principali, come evidenziato nel precedente grafico, si attesta su valori medi, attorno al 50%. Tale copertura non è però omogeneamente distribuita: le parti di monte hanno mediamente coperture molto elevate mentre nelle parti di fondovalle ed in corrispondenza degli attraversamenti dei paesi le aree boscate risultano essere minimali se non assenti. In questi tratti si ritrovano al massimo

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

ristrette fasce arboree lungo le sponde del corso d'acqua.

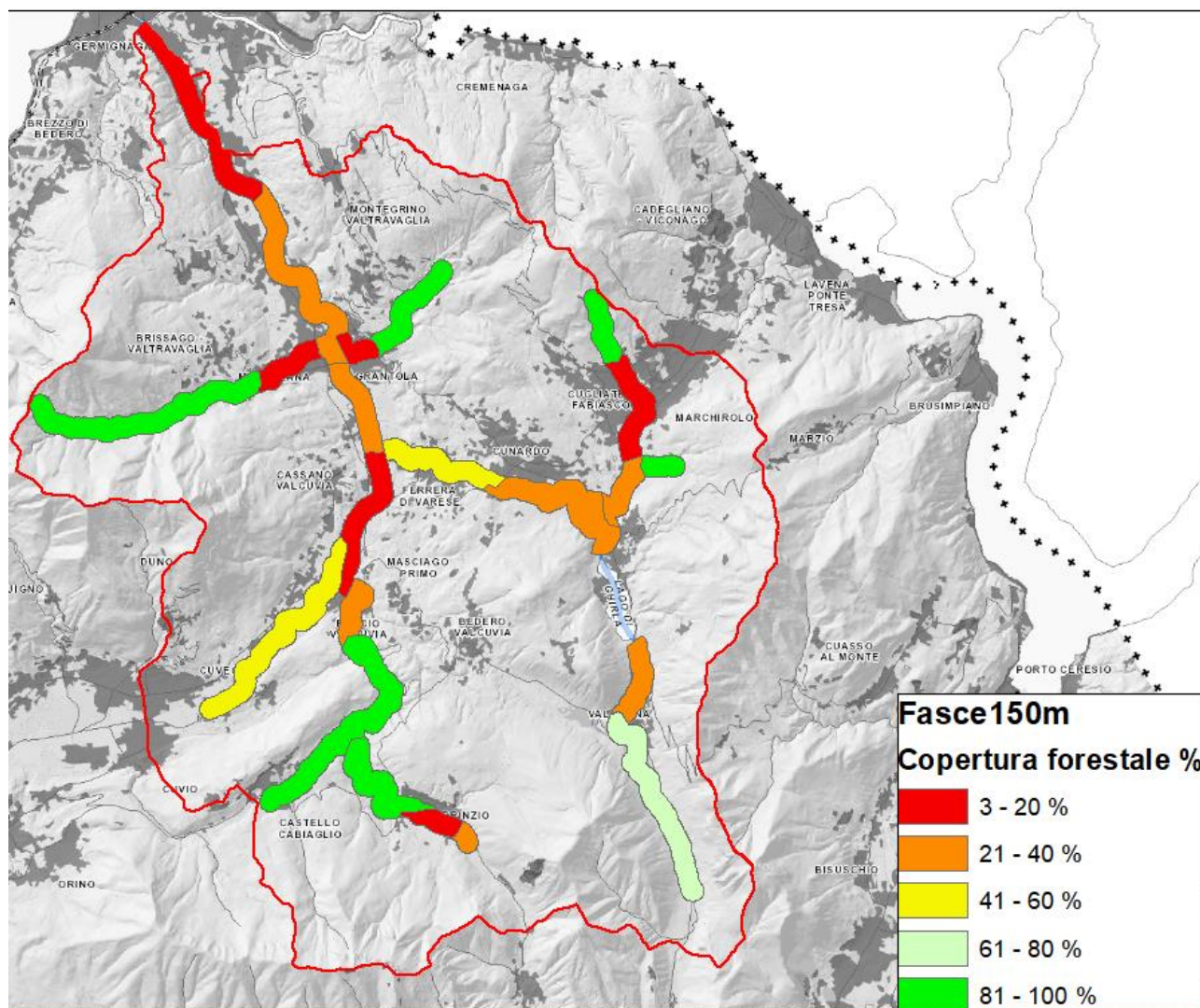


Figura 27: copertura forestale per tratti omogenei di corso d'acqua indagato

### 2.2.9.3 Piani di assestamento forestale

I piani di assestamento forestale riguardano principalmente comparti agro forestali di proprietà pubblica. Le proprietà pubbliche sono discretamente rappresentate all'interno del bacino idrografico, coprendo circa 1 505 ha pari al 16,1 % della superficie del bacino idrografico. Di questi 1 336 ha risultano essere boscati. Circa il 19% delle superfici forestali risultano quindi di proprietà pubblica. Tuttavia di questa superficie pubblica solo 424 ha risultano essere effettivamente soggetti a piano di assestamento forestale.

### RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

Una discreta distribuzione di proprietà pubbliche può favorire interventi selvicolturali. Tuttavia solo 116 ha di proprietà pubbliche sono localizzati entro una fascia di 150 m dai fiumi principali. L'interazione tra proprietà pubbliche e fascia fluviale è dunque piuttosto contenuta. Ne consegue che se si intendono operare interventi selvicolturali a scala di sottobacino sarà necessario un forte coinvolgimento della proprietà privata.

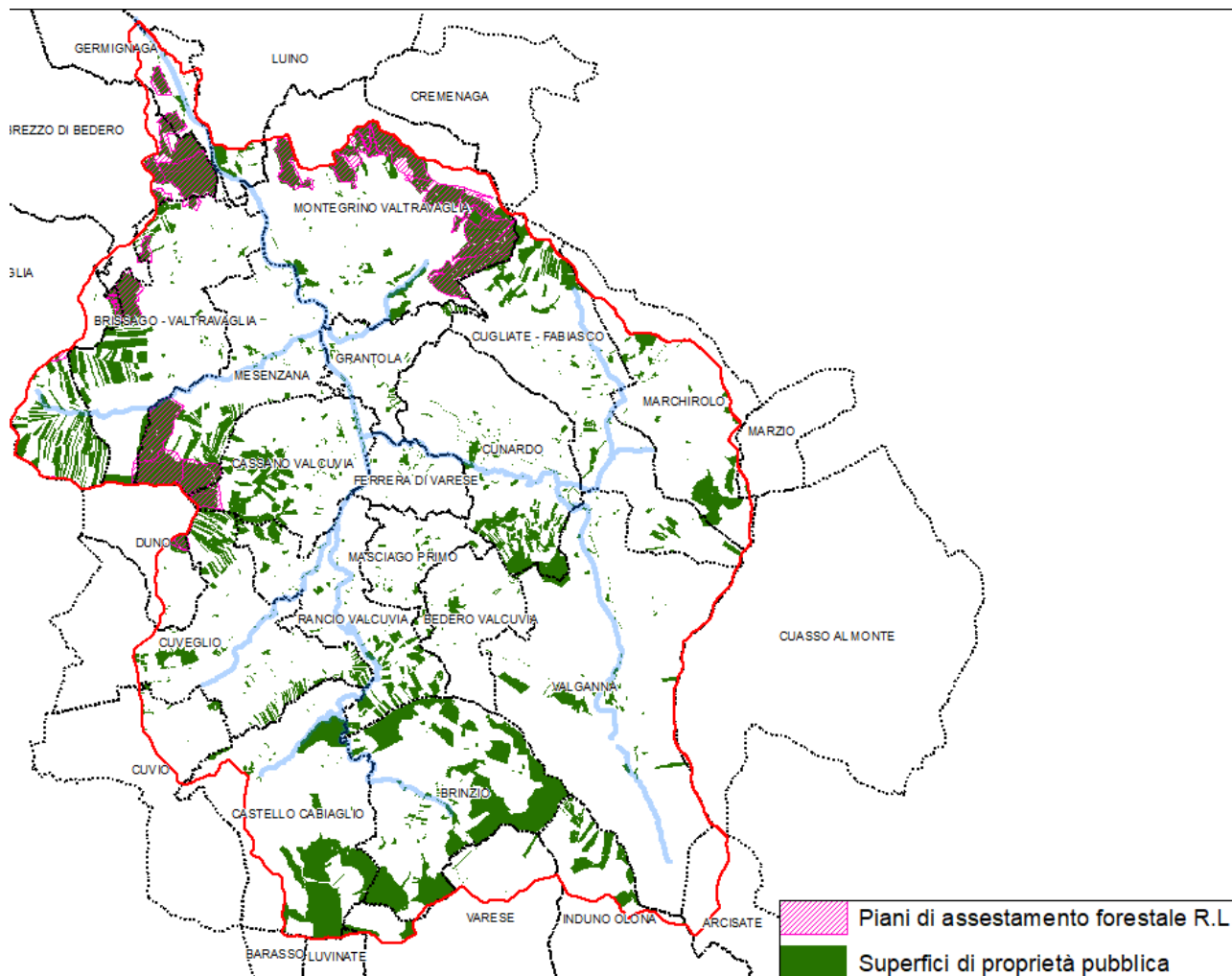


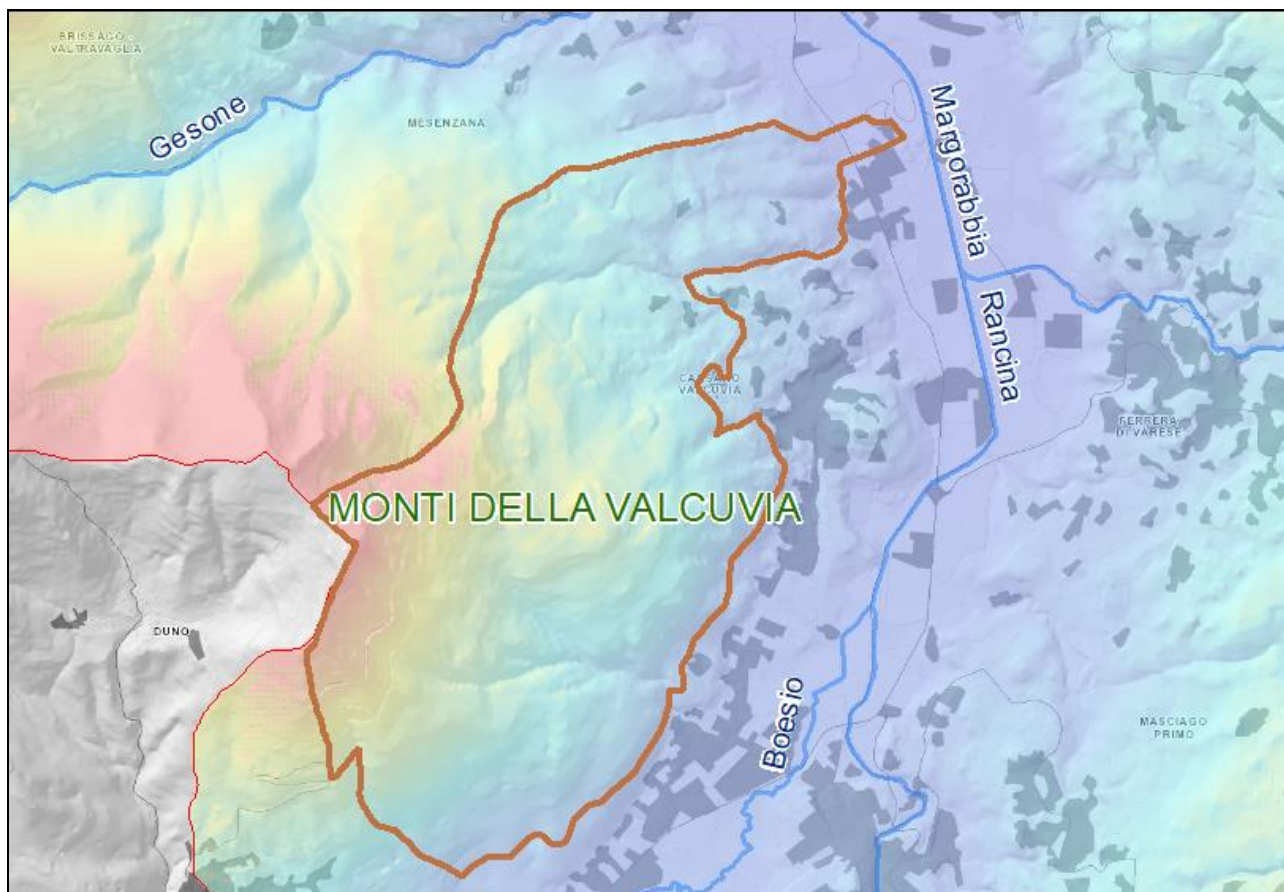
Figura 28: distribuzione delle proprietà pubbliche all'interno del bacino idrografico del Fiume Margorabbia

#### 2.2.9.4 Piani di gestione rete natura 2000

Come accennato in precedenza all'interno del bacino idrografico del Fiume Margorabbia sono presenti diverse aree di elevata valenza naturalistica rientranti nella rete delle aree protette Natura 2000.

### RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

Tali aree protette possono essere distinte in due settori distinti: il versante orientale del Monte San Martino e l'area del monte Martica e del versante settentrionale del Campo dei Fiori. La prima area risulta essere pressoché slegata da interazioni diretta con i corsi d'acqua principali.

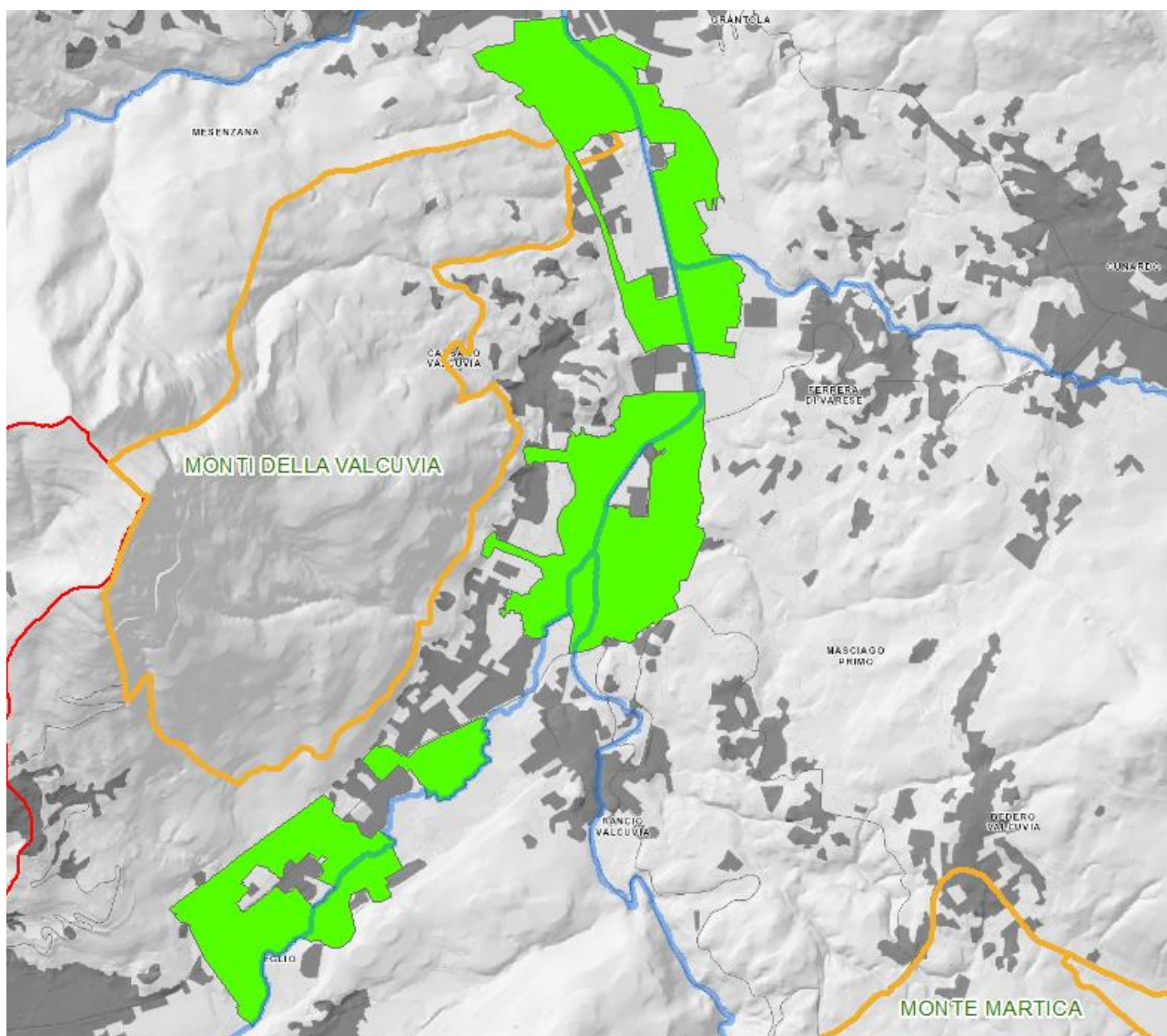


**Figura 29: perimetro ZSC Monti della Valcuvia in comune di Cassano Valcuvia**

Pur non essendo coinvolti direttamente da aree protette i corsi d'acqua, in questo settore, assumono un ruolo fondamentale in termini di connessione ecologica. Lungo i corsi d'acqua sono infatti presenti diversi varchi ecologici individuati cartograficamente come da successiva immagine.

Alcune aree boscate interne a tali varchi possiedono inoltre una moderata valenza ecologica con presenza anche di Alneti e Acero frassineti.

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA



**Figura 30: localizzazione dei varchi della rete ecologica posizionati lungo il Fiume Boesio, Rancina e Margorabbia**

Più complessa risulta invece l'interazione tra i corsi d'acqua principali e le aree protette nella parte compresa tra il Monte Martica ed il versante settentrionale del Campo dei Fiori.

Qui i fiumi sono direttamente interessati dalle aree protette ed il regime idrologico contribuisce alla formazione ed al mantenimento di habitat tipici di ambienti fluviali e perfluviali di rilevante interesse ambientale.

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

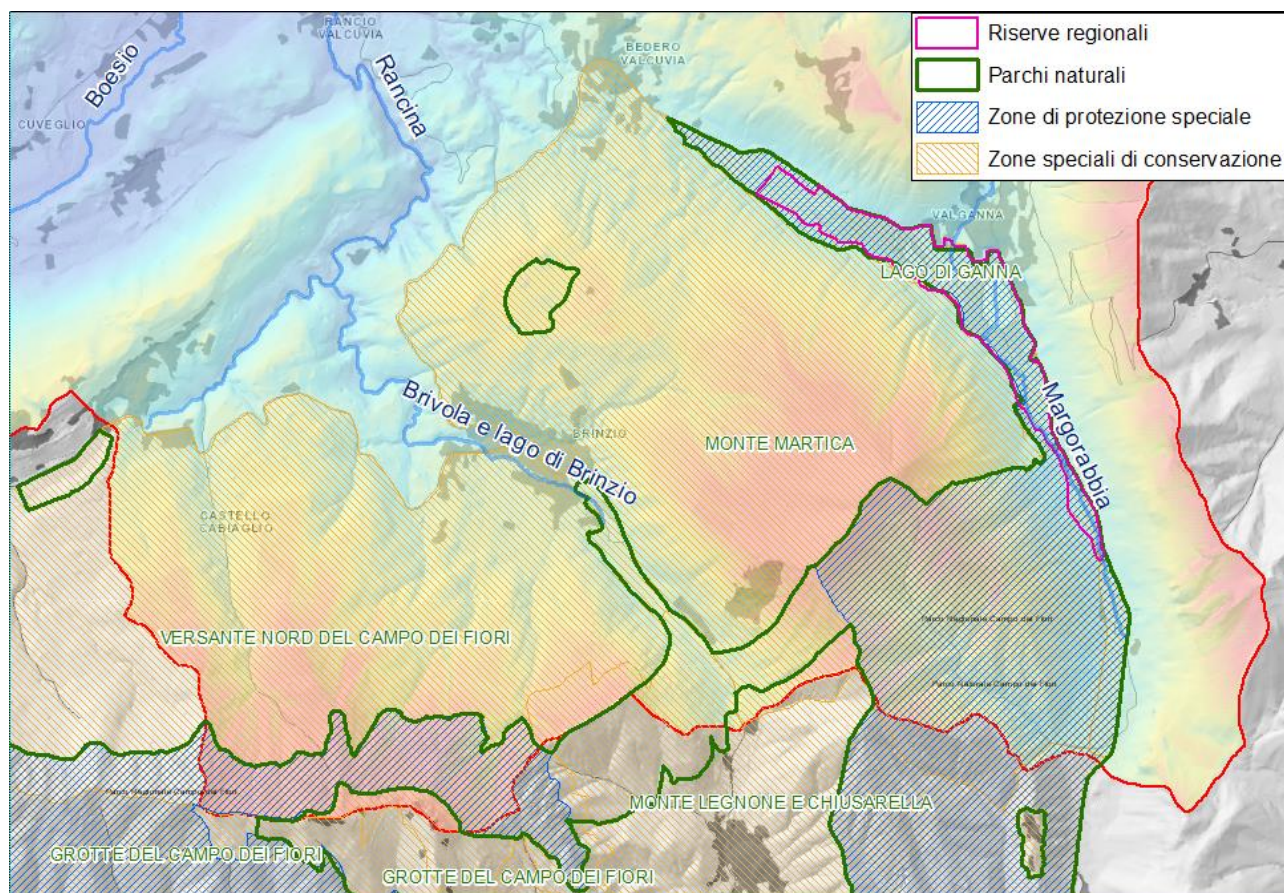
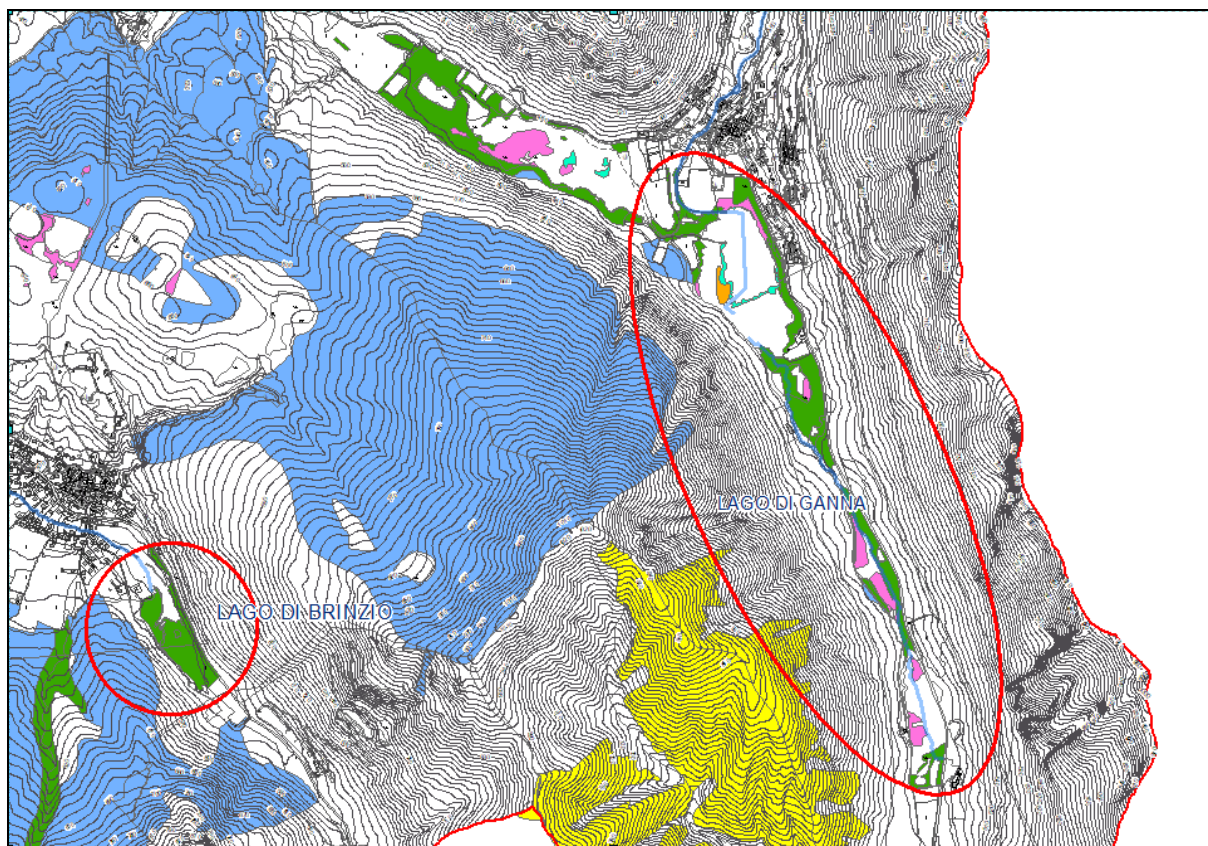


Figura 31: schema aree protette settore Monte Martica e versante Nord campo dei Fiori

All'interno di questa vasta area due sono le situazioni di maggiore rilevanza ambientale derivante da interazione diretta tra corso d'acqua ed habitat: il tratto lungo il lago di Ganna ed il tratto lungo il lago di Brinzio. Tali zone, poste nella parte iniziale del Torrente Brivola e del Fiume Margorabbia, sono caratterizzate da basse pendenze e da aree di naturale divagazione dei corsi d'acqua con formazione di specchi d'acqua permanenti, aree acquitrinose vegetate e boschi igrofilo, quali in particolare le Ontanete di Ontano nero.

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA



**HABITAT NATURA 2000**

- Paludi calcaree con *Cladium mariscus* e specie del *Caricion davallianae*
- Torbiere alte attive/Depressioni su substrati torbosi del *Rhynchosporion*
- Faggeti del *Luzulo-Fagetum*
- Foreste alluvionali di *Alnus glutinosa* e *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*)
- Praterie con *Molinia* su terreni calcarei, torbosi o argilloso-limosi (*Molinion caeruleae*)
- Lande secche europee

**Figura 32: habitat nell'intorno del lago di Brinzio e del lago di Ganna**

## RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA



**Figura 33: diversificazione degli ambienti nel settore del Lago di Ganna con passaggio da prateria, a saliceto arbustivo ed in secondo piano a formazione arborea con Ontano e Frassino maggiore.**

## 2.3 RILIEVO LIDAR

### 2.3.1 Esecuzione del rilievo

All'interno del disciplinare di incarico era prevista l'esecuzione di un rilievo Lidar all'interno di alcuni limitati settori del corso d'acqua. Nel mese di marzo 2023 è stato effettuato un volo al di sopra dell'area di interesse dello studio su di un'area più estesa rispetto a quanto indicato nel disciplinare. Il volo è stato eseguito con un aeromobile equipaggiato con la strumentazione necessaria per effettuare i rilievi LIDAR e fotogrammetrici.

Nello specifico, l'aeromobile dispone di un ricevitore GNSS Novatel SPAN OEM7 e un sensore inerziale SPAN CNUSS 500Hz per la rilevazione della posizione assoluta e dei

### RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

relativi parametri angolari dell'aeromobile istante per istante durante il volo, e di un sistema LIDAR Leica TerrainMapper per le riprese LIDAR, e una camera fotogrammetrica Leica che consente l'acquisizione di immagini in RGB e NIR per la produzione dell'Ortofoto.

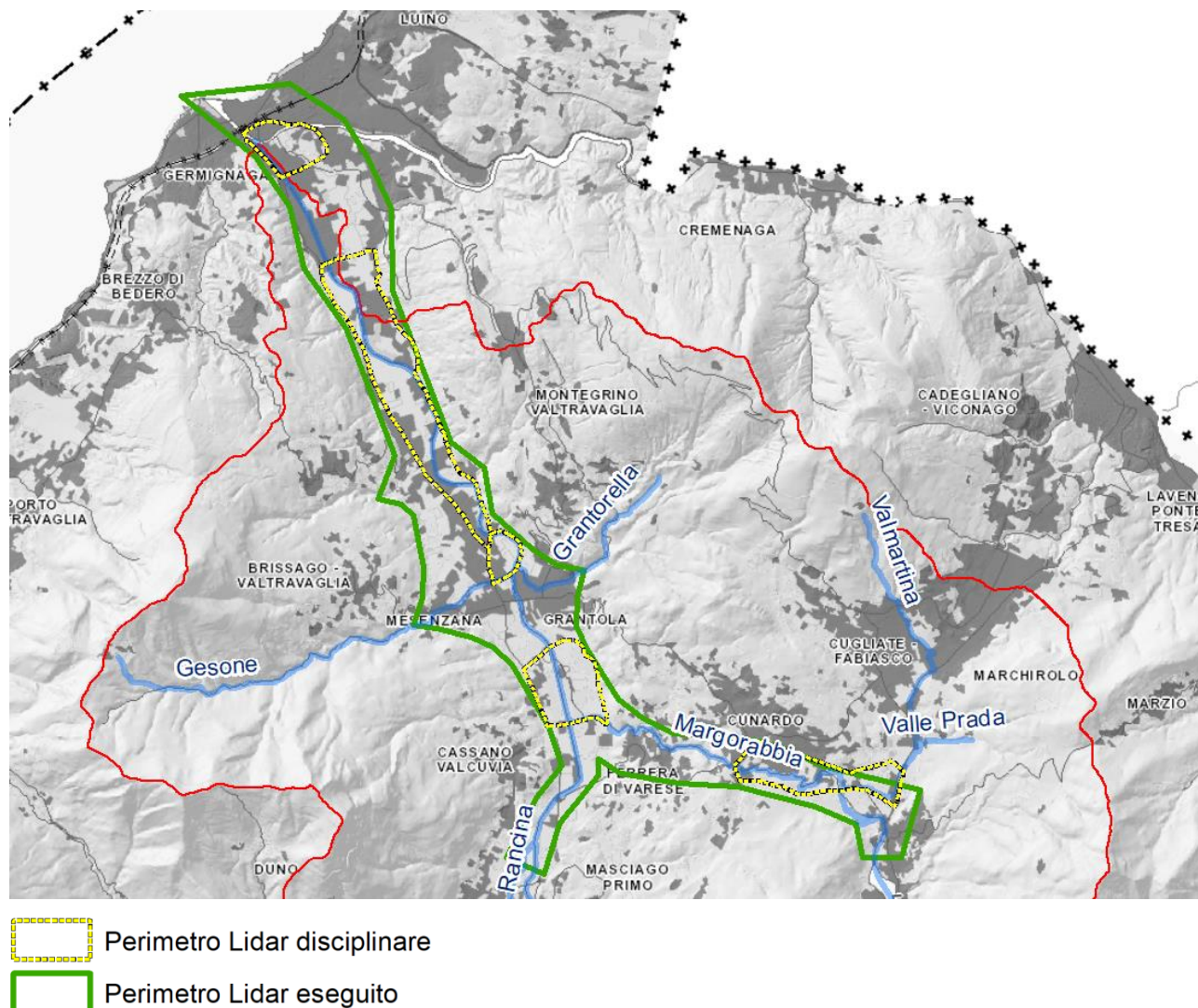


Figura 34: confronto tra rilievo Lidar previsto ed eseguito

### 2.3.2 Caratteristiche tecniche delle riprese

#### Ripresa Lidar:

Nel caso in esame, volendo ottenere un modello digitale particolarmente accurato, il rilievo è stato predisposto con i seguenti parametri dello scanner, per ottenere una densità media maggiore a 4 punti/mq:

### RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

Numero di misure effettuate nell'unità di tempo: 570 khz

Angolo di scansione: 36°

Quota di volo: 1600 Metri relativi

Ripresa fotogrammetrica:

Alla quota di volo indicata le caratteristiche della ripresa fotogrammetrica sono le seguenti:

Risoluzione e terra del pixel: 10 cm

Sovrapposizione laterale tra i fotogrammi: 30%

Sovrapposizione longitudinale: 60%

#### **Stazioni GPS a Terra:**

Per garantire il rispetto delle precisioni piano altimetriche, è necessario effettuare una correzione differenziale dei dati GPS registrati dal sensore durante la ripresa in modo da ottenere la massima accuratezza possibile nel posizionamento dell'aeromobile in volo.

Pertanto, sono stati registrati e utilizzati i dati di una stazione GPS a terra a non più di 30/40 Km dal luogo di esecuzione della ripresa ed in grado di effettuare 1 misura al secondo, in contemporanea all'esecuzione della ripresa stessa.

### **2.3.3 Risultati**

I dati raccolti durante il volo hanno consentito di produrre una nuvola di punti, che costituisce il dato grezzo dal quale è possibile ricavare i modelli digitali di elevazione (DTM, DSM), e di acquisire le immagini a colori per la produzione dell'ortofoto dell'area.

#### **Nuvola di punti**

La nuvola di punti è il primo dato ricavato dal rilievo LIDAR, e rappresenta l'area indagata con una precisione pari o superiore a 4 punti/m<sup>2</sup>. La nuvola, georeferenziata nel sistema di riferimento UTM WGS1984 Zona 32N, quote ortometriche riferite al geoide XXXXX, rappresenta un dato dettagliato dal quale si è partiti per svolgere una serie di elaborazioni, meglio descritte in seguito.

## RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

### Generazione dei DEM

Dalla nuvola di punti grezza, sono stati ricavati due modelli digitali di elevazione (DEM), che rappresentano la morfologia dell'area indagata con un'altissima precisione.

I due modelli sono il DTM (digital terrain model) e il DSM (digital surface model). I due modelli differiscono per i punti utilizzati per la loro generazione. Il DTM rappresenta l'andamento del terreno senza elementi di disturbo, mentre il DSM rappresenta l'andamento della superficie, come schematizzato nell'immagine seguente, nella quale sono rappresentate a titolo esemplificativo in rosso la superficie del DSM e in verde quella del DTM.

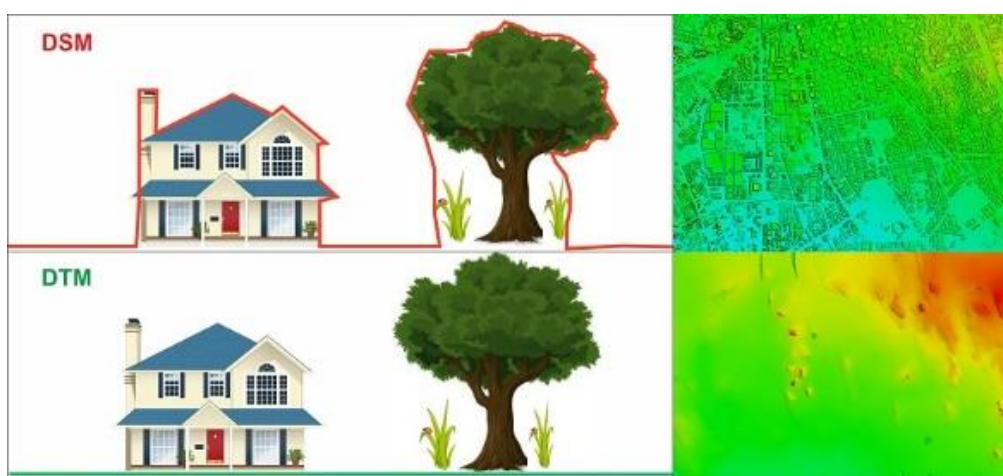


Figura 35: Esempio di differenza tra DSM e DTM

### Modello digitale del terreno (DTM)

Il DTM è il modello digitale ottenuto dalla nuvola di punti ripulita di tutte le interferenze dovute alla presenza di elementi di disturbo come alberi, edifici, ed altri elementi rialzati. Esso rappresenta la morfologia del terreno ed è stato utilizzato per la generazione delle curve di livello dell'intera area con equidistanza 10, 5, 2 e 1 metro. Gli shapefile contenenti queste curve di livello saranno consegnati come allegato digitale.

Il DTM, insieme all'ortofoto, ha consentito di verificare e integrare le osservazioni e le misure effettuate in campo e quindi di caratterizzare le opere con maggior precisione, consentendo ad esempio di misurare e geolocalizzare con precisione alcune opere che non erano accessibili a piedi.

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

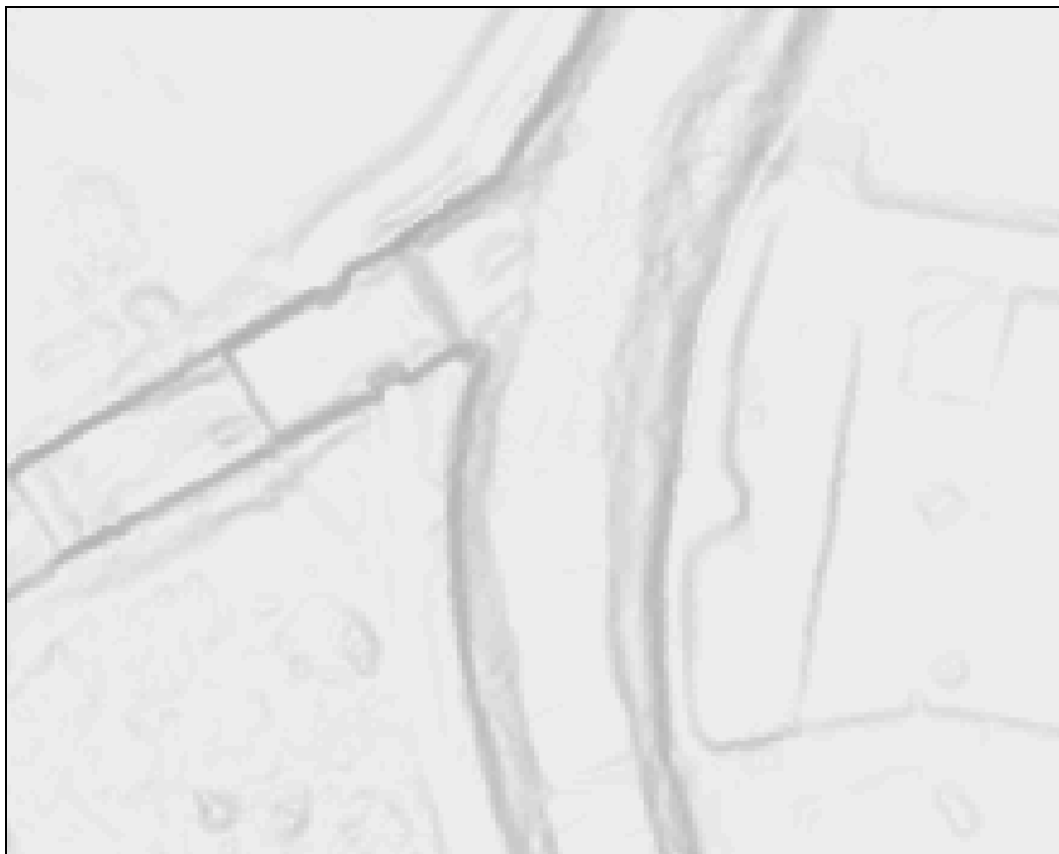


Figura 36: tratto di corso d'acqua nel quale appaiono evidenti le arginature e le opere trasversali di regimazione

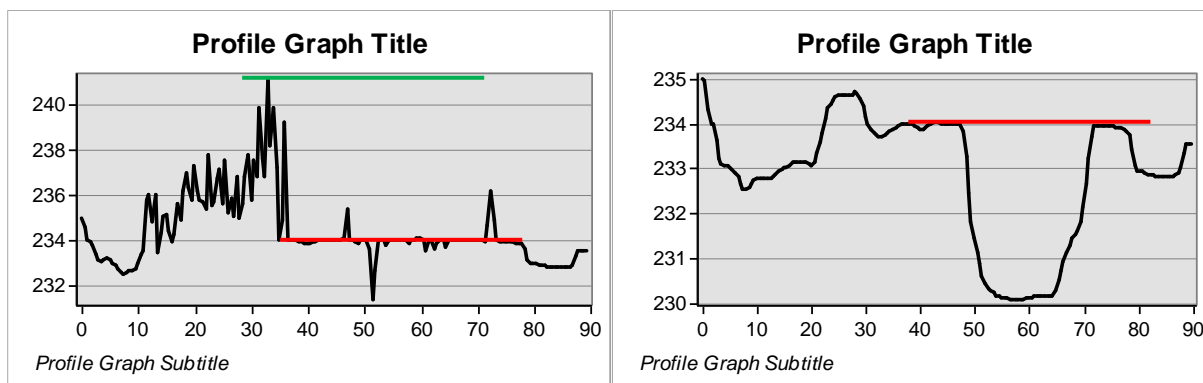


Figura 37: particolare della confluenza Rancina Margorabbia

## RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

### Modello digitale della superficie (DSM)

Il DSM è ottenuto invece dalla nuvola di punti senza rimuovere alcun elemento, e consente quindi di valutare la presenza di vegetazione e altri elementi al di sopra del terreno. Il DSM rappresenta quindi la superficie dell'area indagata comprensiva di qualsiasi oggetto sovrastante, nel caso specifico si tratta principalmente di alberi ed edifici.



**Figura 38: confronto tra DSM e DTM in corrispondenza di un ponte (nuovo ponte T. Grantorella). In rosso quota di calpestio del ponte; in verde quota alberi e arbusti**

### Generazione di Ortofoto

Il rilievo fotogrammetrico ha consentito di ricavare un'ortofoto ad alta definizione dell'intera area di interesse, con dimensioni del pixel tra i 4 e i 9 cm a seconda della quota relativa.

La generazione di ortofoto consente di individuare modifiche aggiornate sia del corso d'acqua che delle aree prossime allo stesso.

## RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA



**Figura 39: confronto tra ortofoto con evidenziata una nuova opera di attraversamento sul Torrente Grantorella**

### 2.4 RILIEVI TOPOGRAFICI

I rilievi topografici sono stati effettuati nel corso di 13 giornate di campo, utilizzando strumentazione GNSS (ricevitore GNSS Sokkia GRX3), e dove necessario integrate con misure effettuate con distanziometro laser, ad esempio per le misure interne di ponti o tombinature, al di sotto dei quali la precisione degli strumenti GNSS non è sufficiente.

Tutti i rilievi effettuati sono stati elaborati nel sistema di riferimento WGS1984 – UTM fuso 32N, con quote ortometriche riferite al geoide ITALGEO2005, attraverso l'utilizzo dei grigliati VERTO sviluppati dall'IGM. Questo ha consentito la perfetta sovrapposizione tra rilievi GNSS e LIDAR, che mostrano differenze inferiori al centimetro nei punti di controllo utilizzati.

I rilievi topografici, che al momento consistono in oltre 2700 punti battuti, potranno eventualmente essere integrati nelle aree dove lo studio idraulico identificherà eventuali insufficienze al fine di dettagliare nei minimi particolari le situazioni di maggiore criticità idraulica.

Contestualmente ai rilievi topografici è stato condotto un dettagliato rilievo fotografico di tutte le aree indagate ricomprese nell'ambito del presente studio.

## RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

### 2.4.1 Sezioni idrauliche e censimento opere di difesa del suolo e delle interferenze

Il disciplinare d'incarico prevede il rilievo di un minimo di 180 sezioni idrauliche incrementabili, senza revisione di costi, fino ad un massimo del 5% e pertanto fino ad un massimo di 189 sezioni. Le sezioni, secondo disciplinare andavano eseguite *nelle posizioni più significative per la caratterizzazione del comportamento dell'alveo, con priorità sui manufatti ponte e sugli scarichi e comunque ad ogni variazione significativa della morfologia dell'alveo.*

Data l'estensione dell'area rilevata, la lunghezza delle aste fluviali oggetto di studio ed il numero di opere interferenti, si è effettuata un'integrazione tra sezioni idrauliche e rilievo Lidar al fine di costruire un modello idraulico sufficientemente attendibile. Il numero di sezioni previsto è infatti troppo contenuto per poter descrivere l'andamento dei corsi d'acqua all'interno dei quali sono stati identificate:

- 175 opere trasversali di regimazione.
- 247 opere di difesa longitudinali, che comprendono circa 10 km di arginature in calcestruzzo e 15 km di difese spondali in massi;
- 77 ponti ed attraversamenti (di cui solo 22 rientranti nello shape delle opere concessionate fornito da R.L.).
- 88 immissioni di reticoli idrici minori.

Le sezioni rilevate risultano infatti 208, soltanto al di fuori della zona coperta dal LIDAR. A queste vanno sommate le sezioni realizzate in corrispondenza di ogni scarico e ponte all'interno del perimetro del LIDAR.

### 2.4.2 Censimento scarichi ed opere interferenti

Il disciplinare d'incarico prevede il rilievo degli scarichi con diametro superiore ai 15 cm e delle interferenze con l'alveo fluviale.

Preliminarmente al rilievo R.L. forniva i dati relativi alle opere concessionate come già descritto nel precedente paragrafo "Concessioni".

Complessivamente sono stati censiti 141 scarichi con le caratteristiche sopradescritte. Di questi è stata rilevata la quota di scorrimento e le quote significative dell'alveo in corrispondenza dello scarico, oltre alle caratteristiche dimensionali.

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

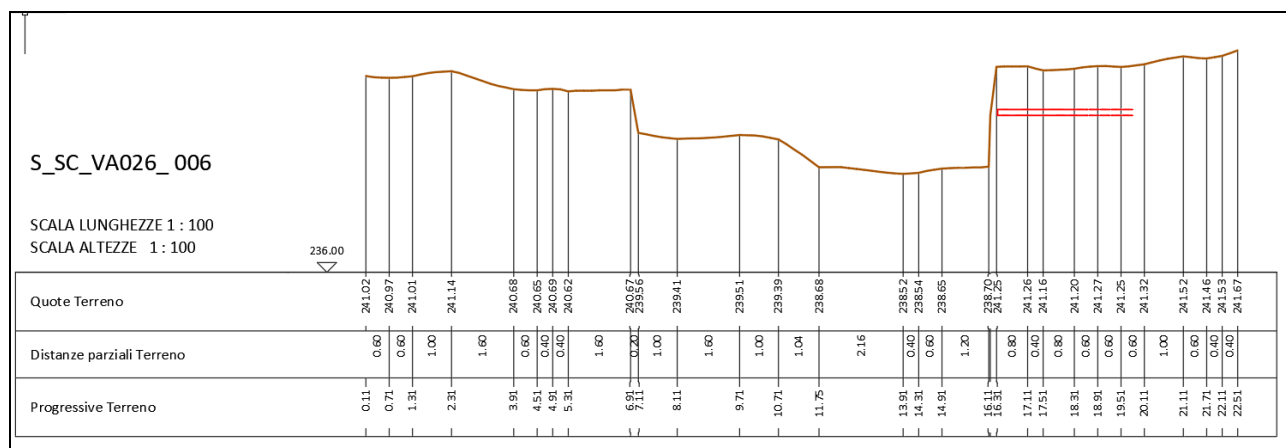


Figura 40: esempio di sezione di rilievo in corrispondenza della scarico S\_SC\_VA026\_006, T. Gesone

Oltre agli scarichi, costituiscono interferenze anche i 77 ponti e attraversamenti citati nel precedente paragrafo e gli attraversamenti di servizi come linee elettriche e tubazioni.

## 2.5 RILIEVI GEOMORFOLOGICI

Una volta avuto il quadro di sintesi completo della situazione di dissesto presente entro l'area del bacino da analizzare, la seconda fase è consistita nelle attività di rilievo a carattere geomorfologico al fine di confermare i dissesti esistenti già mappati nell'ambito dei PAI/IFFI, ed eventualmente rilevare nuovi dissesti non ancora cartografati.

I rilievi geomorfologici, così come peraltro quelli di carattere forestale, sono stati eseguiti percorrendo a piedi le aste dei torrenti afferenti principalmente al reticolo idrico principale (RIP); nello specifico si è risalita l'asta dei seguenti corsi d'acqua: Gesone, Grantorella, Rio Boesio, Rancina, Brivola, Valmartina; per avere una panoramica del quadro dissestivo, vista la grandezza del bacino del Margorabbia, ci si è concentrati maggiormente sulle parti montane, dove le situazioni di dissesto sono più frequenti rispetto ai fondovalle.

Poiché, durante le operazioni di rilievo sono stati osservati numerosi piccoli smottamenti corticali legati alla normale evoluzione delle coperture od a fenomeni erosivi più o meno accentuati lungo le sponde dei torrenti, dove si osservano frequentemente orli di scarpata in erosione e piccole frane che causano una continua evoluzione dei versanti, si è ritenuto poco significativo eseguire una perimetrazione che tenesse conto di queste situazioni arealmente estese.

Gli stessi sono stati mappati nelle carte geomorfologiche allegate allo studio, attraverso l'utilizzo di un retino che non ha la funzione di identificare il contorno esatto e preciso del fenomeno, poiché non si tratta di situazioni localizzate bensì areali.

### RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

I dissesti localizzati che invece si è ritenuto fossero maggiormente significativi ai fini di una loro probabile evoluzione e interazione con i corsi d'acqua, sono stati oggetto di mappature specifiche e di schede di approfondimento, redatte a partire dal modello dell'Allegato 6 riportato nella D.G.R. n.IX/2616 del novembre 2011 di Regione Lombardia (Aggiornamento dei criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio), adattate per tenere conto delle specificità dissestive.

Di seguito si descrivono i corsi d'acqua rilevati.

#### 1) TORRENTE GESONE

L'asta del torrente Gesone è stata percorsa a partire dalla chiusura di monte della conoide su cui è situato l'abitato di Mesenzana, risalendo la stessa sino alla strada che porta alla loc. San Michele in comune di Porto Valtravaglia.

La porzione di testata del corso d'acqua, corrispondente al fianco orientale della dorsale del monte Pian Nave, risulta caratterizzata da acclività medio - elevata ed è percorsa da numerose valli secondarie.

L'alveo del torrente in questa porzione è caratterizzato dalla presenza di un'elevata quantità di materiale mobilizzato, costituito da ghiaie e massi legati al rilascio di detrito dai versanti.

In concomitanza di questo settore sono state rilevate due frane localizzate, una in sinistra e l'altra in destra idrografica, rispettivamente alle quote di circa 800 m s.l.m. e 740 m s.l.m. (Rif. Scheda frane n° "1 - GE" e n° "2 - GE").

Proseguendo verso valle, l'alveo diventa inciso prevalentemente in rocce carbonatiche, presenta un fondovalle abbastanza ampio e con elevate quantità di detrito.

Anche in questa porzione è presente una fitta ramificazione di affluenti laterali sia in destra che in sinistra idrografica; un ramo di destra si è contraddistinto rispetto agli altri per la presenza di molto detrito in alveo; è stata infatti rilevata la presenza di un'ingente quantità di massi e frammenti di roccia crollati dalle pareti rocciose sovrastanti (Rif. Scheda frane n° "3 - GE"). Discendendo ulteriormente verso valle il torrente Gesone passa sul territorio di Brissago Valtravaglia e segue successivamente per un ampio tratti il confine comunale, al limite con Mesenzana. In questo tratto l'alveo è inciso nelle rocce metamorfiche e a partire da quota di circa 400 m si restringe bruscamente e scorre in forra; poco prima di questa quota, è stata riconosciuto un dissesto sul versante / sponda destra; si tratta di una falda di detrito dovuta a crolli delle rocce metamorfiche sovrastanti (Rif. Scheda frane n° "4 - GE").

## RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

Procedendo verso l'apice di conoide, sviluppata completamente entro il territorio di Mesenzana, si assiste ad una forte riduzione della ramificazione del corso d'acqua. La litologia cambia e si ritrovano, al di sopra del substrato costituito da gneiss e rocce metamorfiche, depositi di copertura che, viste la conformazione delle scarpate, tendono a scivolare verso l'alveo dando origine a piccoli dissesti di scivolamento, uno dei più ampi cartografato poco a monte dell'apice di conoide stessa (Rif. Scheda frane n° "5 – GE").

Si tratta comunque fenomeni di dimensioni pressoché ridotte, legati alla normale evoluzione delle coperture su versanti più o meno ripidi (ovvero di soil slip).

Per quanto riguarda l'analisi storica degli eventi alluvionali che hanno interessato la conoide del torrente Gesone, si è a conoscenza di un solo evento davvero significativo (periodo compreso tra il 1918 ed il 1994), avvenuto in loc. Cavoiasca, a monte del torrente Chiesone (fonte: PGT Comunale di Mesenzana).

### 2) TORRENTE GRANTORELLA

Come per l'asta del Gesone, anche il torrente Grantorella è stato percorso a partire dall'apice di conoide sino alla fine del suo percorso, che si sviluppa nei comuni di Grantola e di Montegrino Valtravaglia.

Le sponde del torrente sono interessate, per la maggior parte da affioramenti di micascisti e paragneiss, parzialmente ricoperti da depositi glaciali.

La porzione di alveo posta subito a monte dell'area di conoide è diffusamente interessata da dissesti superficiali attivi, così come gli impluvi delle aste torrentizie che confluiscono nel corso d'acqua principale.

Tra i franamenti più evidenti, è stata redatta la scheda di un dissesto di sponda ben evidente, in sinistra idrografica, che coinvolge i depositi, i quali sono soggetti a frane di scivolamento, che mobilizzano materiali di granulometrie varie (massi, ciottoli, ghiaia in matrice limoso – sabbiosa) (Rif. Scheda frane n° "1 – GR"); la stessa fenomenologia è riscontrabile anche per il dissesto mappato poco a valle di loc. Casa Righini, tra le tracce di due impluvi del reticolo idrico minore (Rif. Scheda frane n° "2 – GR");

In generale, si può affermare che le sponde del torrente., sono governate da franosità superficiale diffusa, a cui si associano fenomeni di soliflusso e creep, piccoli crolli in prossimità degli affioramenti rocciosi ed erosioni spondali.

A monte del tratto analizzato, in prossimità della strada che collega Bosco Valtravaglia con

### RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

Cugliate Fabiasco, è presente una frana di scivolamento sui quali sono stati effettuati in passato alcuni interventi di sistemazione nei pressi della carreggiata stradale; tale area in frana è censita anche tra i dissesti PAI.

Circa gli eventi storici afferenti al bacino del Grantorella, si segnalano i seguenti (*fonte: PGT dei Comuni di Grantola e Montegrino Valtravaglia*):

- evento dell'agosto 1900: si è trattato di un evento di esondazione con trasporto solido che interessò la conoide del Grantorella e danneggiò alcuni edifici in vicinanza alle sponde ed il ponte di Via Solferino;
- evento del ottobre 1993: erosioni spondali ed esondazioni del tratto terminale del Grantorella;
- evento del settembre 1995: erosioni spondali e piccoli movimenti franosi nella zona apicale del conoide;
- evento del giugno 1998: evento alluvionale intenso che provocò danni alle strutture spondali del tratto terminale e scivolamenti superficiali nella zona apicale del conoide;
- evento del maggio 2002: ha interessato la zona di conoide del Grantorella, ovvero solamente il tratto finale del torrente, rompendo l'argine in sponda destra dopo il ponte di Via Prà delle Vigne.

### 3) RIO BOESIO

Il Rio Boesio percorre la piana orientale del fondovalle in comune di Cuveglio, in un incisione di modeste dimensioni, dove sono osservabili piccoli fenomeni di instabilità delle sponde in corrispondenza dei punti dove il corso d'acqua cambia direzione, che si traducono con esportazione di materiale al piede delle sponde stesse.

Oltre, prosegue in direzione NE confluendo poi nel torrente Rancina in comune di Rancio Valcuvia, scorrendo nella piana alluvionale subpianeggiante.

Sul Rio Boesio non si segnalano dissesti localizzati degni di nota, motivo per cui non sono state prodotte carte geomorfologiche di dettaglio.

### 4) TORRENTE RANCINA

Il torrente Rancina, nella sua connotazione di reticolo idrico principale, inizia il suo percorso a valle della S.P.45, scorrendo in un'incisione abbastanza ampia e di pendenze modeste.

A monte della sua partenza, è classificato come reticolo idrico minore, ed è caratterizzato da

### RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

pendenze – seppur sempre contenute – più elevate, con alcune zone di erosione attiva sia del letto che delle sponde.

L'alveo del torrente scorre per la quasi totalità del suo percorso entro il Granofiro di Cuasso al Monte ricoperto localmente da depositi di versante.

Le situazioni di dissesto interessano per lo più la sponda idrografica sinistra, che è quella su cui sono presenti gli spessori maggiori di deposito; nei pressi di tale sponda, sottesa da via san Rocco a monte, si riconoscono due principali frane di scivolamento in terra sulla scarpata fluviale, di cui una già frana del PAI.

È stata redatta la scheda del dissesto non censito dal PAI che, nonostante sia di dimensioni contenute e rappresenta un fenomeno superficiale di scivolamento è significativo delle condizioni spondali in sinistra idrografica (Rif. Scheda frane n° “1 – RA”).

Nel settore collinare nella porzione meridionale del territorio di Rancio Valcuvia, il torrente Rancina scorre in una stretta valle impostata nelle rocce carbonatiche, a est della quale è presente l'alto strutturale roccioso di Sasso Merè.

A una quota di circa 350 m s.l.m., nei pressi della strada provinciale, il corso d'acqua presenta versanti di sponda meno acclivi, attraversa l'abitato di Rancio Valcuvia e scorre nel settore di fondovalle dove si congiunge con il Rio Boesio, allo sbocco in Valcuvia.

In linea generale, le principali problematiche del torrente Rancina, connesse con l'aspetto idraulico, derivano dal fatto che, dove il torrente incide maggiormente i terreni di copertura, si osservano erosioni di fondo, scalzamenti ai piedi dei versanti e delle sponde, con conseguente presenza di materiale mobilizzato che può essere trasportato verso valle. Dove invece scorre in roccia, si creano gole più strette che, nel caso di piene eccezionali, veicolano l'acqua con maggiore velocità verso i centri abitati di fondovalle.

L'esondazione storica ricordata nel PGT Comunale di Rancio Valcuvia (“Scheda per il censimento delle esondazioni storiche), è quella relativa all'anno 1997, nel quale il torrente Rancina esondò a seguito di rottura dell'argine a valle della confluenza con il Boesio, conseguenza delle intense precipitazioni di quei giorni.

Nella relazione geologica allegata al PGT di Ferrera di Varese, si enuncia invece che l'unico evento di memoria è risultato quello legato alla metà del 1900, in cui il torrente esondò allagando il fondovalle.

#### 5)RIO BRIVOLA

### RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

Il rio Brivola, nella sua connotazione di reticolo idrico principale, parte dallo sbocco del lago di Brinzio; esso attraversa l'abitato scorrendo prevalentemente nei depositi, dapprima di origine alluvionale, poi d'origine glaciale e, attraversato Brinzio – dopo aver raccolto le acque del rio Valmolina - comincia a scorrere in roccia per un breve tratto, dove crea una cascata entro il substrato vulcanitico.

In corrispondenza della cascata, le pareti subverticali danno origine a crolli localizzati.

Oltre la cascata, scorre per un ampio tratto a cavallo del confine tra Brinzio e Castello Cabiaglio in alveo ben inciso e dotato di sponde ripide costituite da depositi di origine glaciale. Ovviamente, la predisposizione al dissesto delle stesse è elevata: in prossimità di questa zona è stata cartografata un'area di scivolamento spondale (Rif. Scheda frane n° “1 – BR”).

Come si legge nelle componenti geologiche dei PGT dei comuni interessati, il solo fenomeno di esondazione noto in ambito urbano riguarda il tratto del rio Brivola in prossimità del lavatoio in comune di Brinzio; qui l'alveo si restringe e determina in occasione di eventi intensi, l'allagamento delle aree a monte.

L'ultimo evento degno di nota è quello del maggio 2002.

#### 6) TORRENTE VALMARTINA

Scorre sul versante meridionale del monte La Nave, attraversa un primo tratto montano e, allo sbocco della valle crea la conoide sulla quale è ubicato l'abitato di Cugliate Fabiasco.

Il tratto montano è interessato da fenomeni franosi con conseguenti erosioni ed alluvionamenti dell'alveo,

Non sono state redatte schede ad hoc circa i dissesti riguardanti il torrente e i versanti ad esso adiacenti poiché esiste già una perimetrazione di un'ana frana quiescente del PAI che interessa tutta la parte montana del corso d'acqua, sino all'apice della conoide.

La cartografia IFFI indica vari punti connessi a movimenti franosi di scivolamento oltre che un'area identificata come “a franosità diffusa”.

La più disastrosa alluvione della Valmartina, risale al 1953, che provocò l'allagamento della località Taverna; circa le frane, si segnalano episodi di smottamento avvenuti negli anni 1988-90 e 1997-98, durante i quali l'alveo è stato interessato da trasporto solido che ha provocato erosioni ed alluvionamenti nella parte media e bassa della valle a monte di Cugliate.

## RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

### 2.6 RAFFRONTO DEI PRINCIPALI DISSESTI TRA LE VARIE CARTOGRAFIE RAPPRESENTATE

Al fine di poter eseguire un'analisi di raffronto dei principali dissesti rappresentati dalle cartografie di settore (PAI/PGT e IFFI) in termini di perimetrazione ed estensione degli stessi, di seguito si riportano degli stralci di confronto, partendo dal lago e risalendo verso monte.

Alcuni dissesti inoltre, sono stati oggetto di proposte di ripermimetrazione nelle varianti geologiche dei PGT, a seguito di studi di dettaglio che hanno anche portato alla definizione delle classi di pericolosità.

Il primo dissesto preso in considerazione è il conoide della Valle del Sasso e Valle della Morte, in comune di Germignaga.

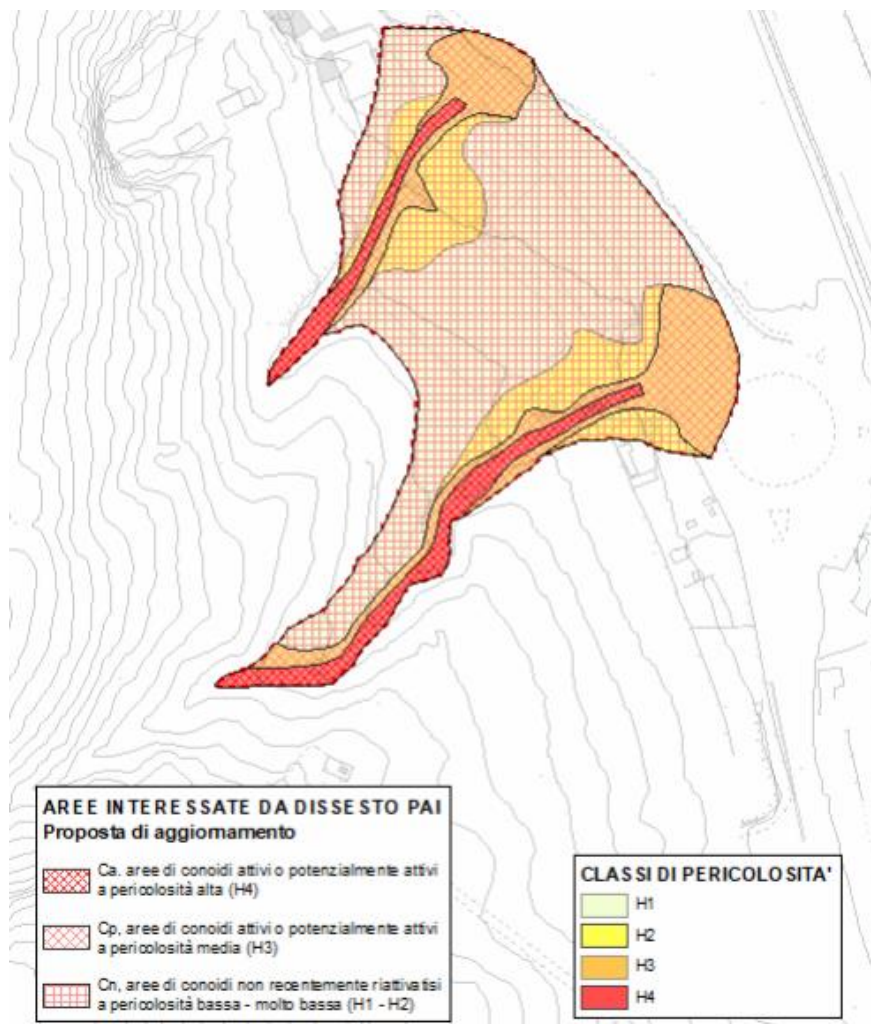
Come si nota dagli stralci riportati, la perimetrazione del PAI con quella dell'IFFI sono abbastanza simili, sebbene l'IFFI definisca il dissesto in maniera più ampia.



CARTA PAI – PGRA VARIANTE AL PGT DEL C. DI GERMIGNAGA

### RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

La differenza invece si nota nella carta PAI – PGRA che si rinviene nella Variante del PGT Comunale, di cui si riporta di seguito uno stralcio più dettagliato:



Secondo quanto riportato nella relazione “Riperimetrazione della conoide a vincolo PAI dei torrenti Valle del Sasso e Valle della Morte” a firma del Dott. Fabio Meloni, non si riteneva adeguato quanto mappato dall’IFFI e poi ripreso nello studio geologico comunale; i rilievi di terreno eseguiti hanno permesso di identificare una conoide costituita dalla coalescenza di due piccole conoidi formatesi allo sbocco dei torrenti Valle del Sasso a Nord e Valle della Morte a sud nella piana del Margorabbia.

Sempre in comune di Germignaga, come si può vedere dallo stralcio precedentemente allegato, una grande differenziazione tra PAI e IFFI è quella relativa alla frana attiva che interessa il versante a sud est dei conoidi prima analizzati; l’IFFI, su tale versante, riporta

### RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

infatti solamente una fascia lunga e relativamente stretta associata ad “aree a franosità diffusa”.

Spostandosi sui versanti in sponda opposta del Margorabbia, nel territorio comunale di Montegrino Valtravaglia e di Grantola, il raffronto tra i dissesti posti sui rilievi al di sopra della piana fluviale, viene evidenziata di seguito:



Come si nota, la perimetrazione delle frane dell'IFFI è più discontinua, ovvero rappresenta dissesti “non coalescenti” tra loro, cosa che invece avviene nella perimetrazione del PAI, nel quale le aree in dissesto – nella quasi totalità attive, ricoprono superfici importanti.

A tal proposito, per avere un quadro d'analisi completo, sono stati consultati anche i dati derivanti da monitoraggio satellitare tramite interferometria radar da satellite (tecnica dei Diffusori Permanenti – Permanent Scatterers, PS), al fine di mettere in evidenza i movimenti dei fenomeni franosi .

Tale tecnica consente di misurare gli spostamenti del bersaglio rispetto al sensore del satellite e, in campo geologico, risulta efficace nel monitoraggio di fenomeni a bassa velocità come ad esempio lo sono le frane di scivolamento lento.

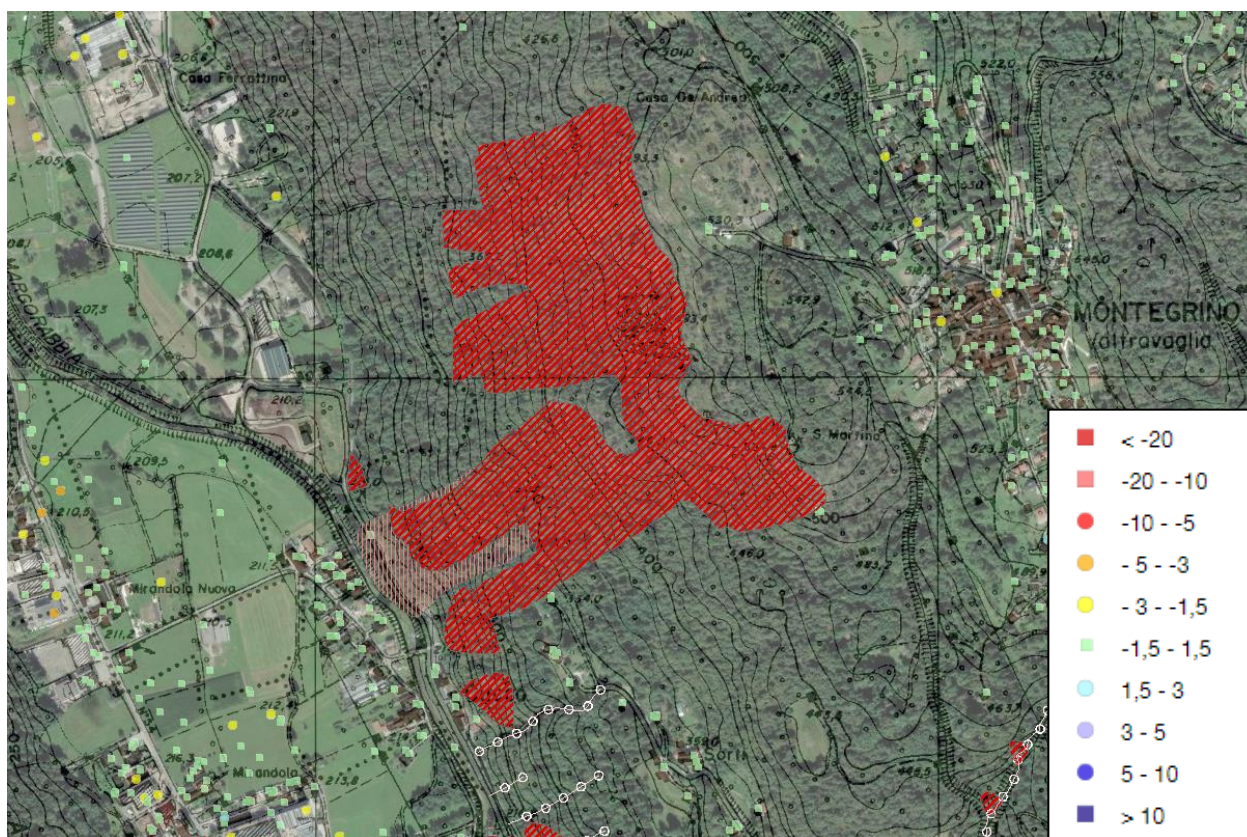
Sul Geoportale di Regione Lombardia sono disponibili i PS derivanti dal Processing delle immagini dei satelliti ERS1/ERS2 ed ENVISAT.

I PS caratterizzati da velocità medie di deformazione inferiori a +- 1,5 mm/anno sono quelli che vengono considerati stabili, per cui non sono riconosciuti movimenti al suolo; i dati negativi indicano un abbassamento del suolo, quelli positivi un innalzamento.

### RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

I bersagli di tale tecnica di monitoraggio satellitare sono in genere costituiti da superfici riflettenti quali edifici, pareti rocciose esposte, elementi metallici, etc.

Come si evince dal successivo stralcio, la scarsa quantità di riflettori porta ad avere pochi punti di controllo, soprattutto per quanto riguarda le aree ricomprese nella perimetrazione della frana attiva del PAI; i dati riferibili ai riflettori posti nell'intorno di queste, invece, sono riferibili a range di velocità comprese tra i -1,5 mm/anno e gli 1,5 mm/anno.



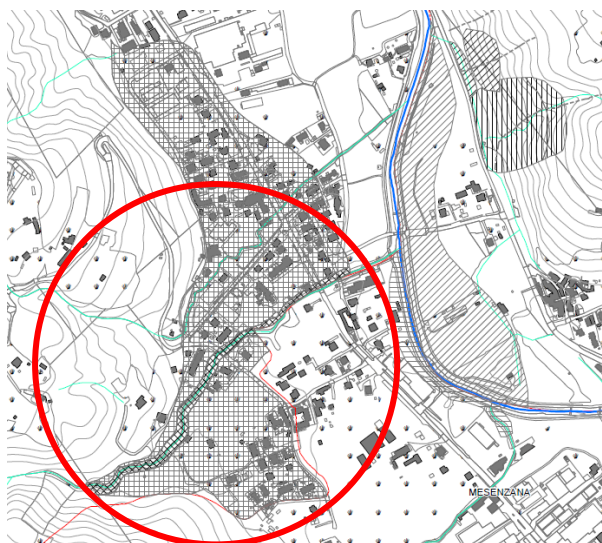
Nel territorio del Comune di Brissago Valtravaglia, al confine con il Comune di Mesenzana, è presente il conoide del Rio Sasso Maragnana; anche per tale dissesto, la perimetrazione del GEO – IFFI appare diversa rispetto a quella riscontrata nel PAI e nel PGT Comunale.

Secondo quanto riportato dall'estensore della componente geologica del PGT, l'area di conoide rappresentata nel GEO – IFFI è riportata con limiti irrealistici.

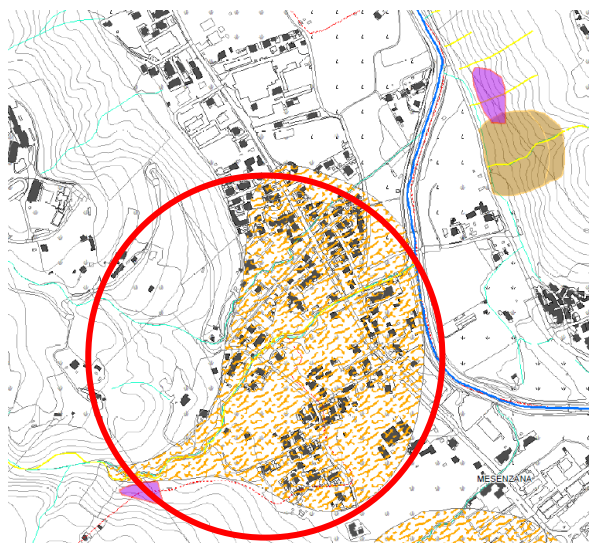
A seguito della zonazione della pericolosità geologica dell'area di conoide, le aree perimetrate già presenti all'interno del PAI sono state confermate.

Lo stesso dicasi per la vicina conoide del Torrente Chiesone, in comune di Mesenzana.

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA



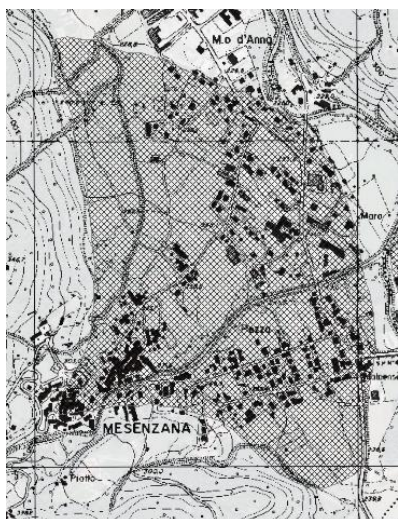
PAI



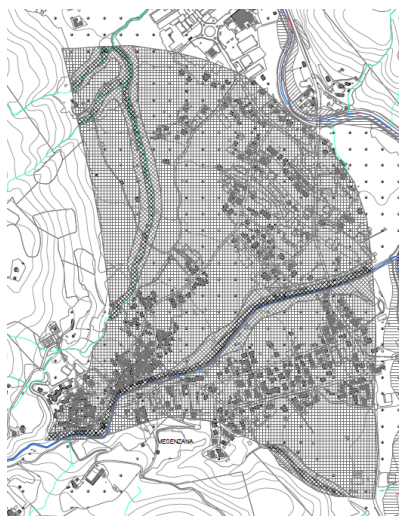
GEO - IFFI

Per quanto riguarda il grande apparato di conoide del Torrente Chiesone, esso è stato oggetto di uno studio di approfondimento idraulico (Dott. Ing. Baj – 2003) e geologico (Dott. Geol. Dordi – 2002), che ha portato alla delimitazione delle aree attive della conoide e alla valutazione della pericolosità; dal punto di vista della perimetrazione, rispetto al PAI originario, l'area di conoide ha subito lievi modificazioni; la più evidente è quella in corrispondenza del limite sud – est della conoide.

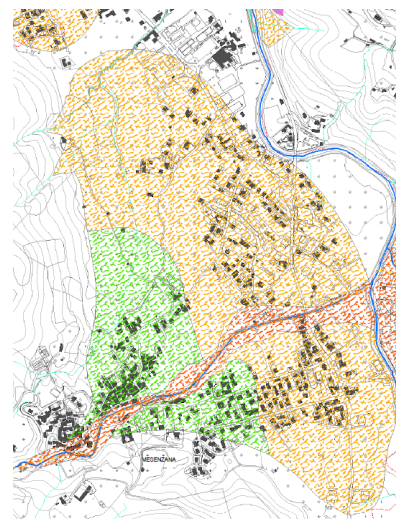
RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA



PAI ORIGINARIO

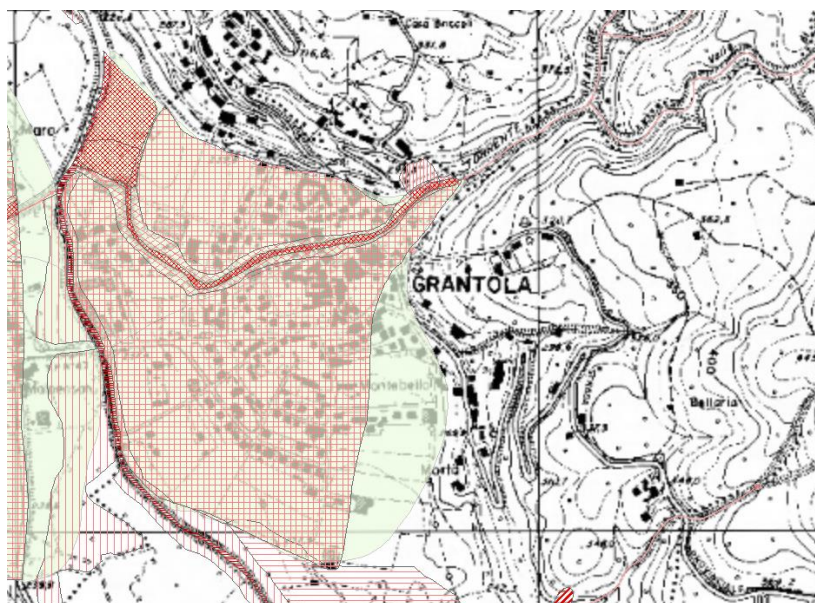


PAI - RIPERIMETRAZIONE



GEO - IFFI

Circa la perimetrazione del conoide del Grantorella, le sostanziali differenze tra il PAI e il GEO – IFFI, riguardano la porzione sud – est dell'apparato, rimanendo l'IFFI sempre più ampio rispetto alla perimetrazione del PAI.



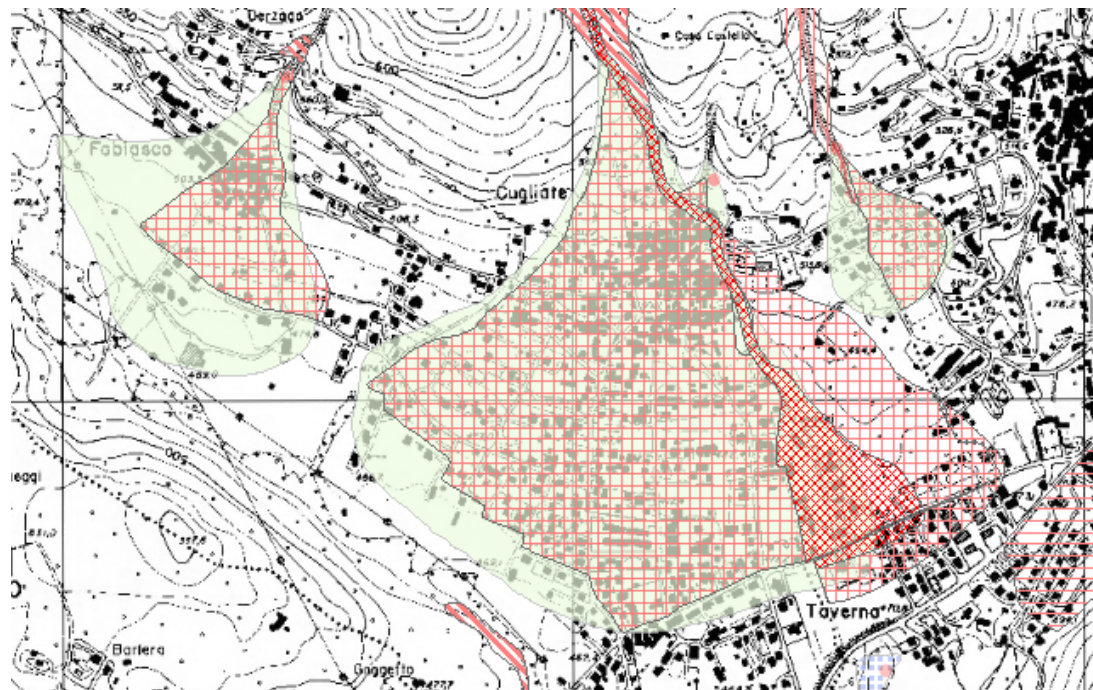
RAFFRONTO PAI (retinato) – GEO-IFFI (campitura piena)

Sempre in riferimento agli apparati di conoide, spostandosi verso est si trova un altro conoide importante in termini areali, edificato ad opera della Valmartina; a ovest è presente anche un altro piccolo conoide la cui origine è invece attribuita al torrente Lisascora, così come ad est,

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

al confine con Marchirolo, ad opera della Valle di Piana.

Le differenze tra GEO – IFFI e PAI riguardano soprattutto la parte terminale delle conoidi.



RAFFRONTO PAI (retinato) – GEO-IFFI (campitura piena)

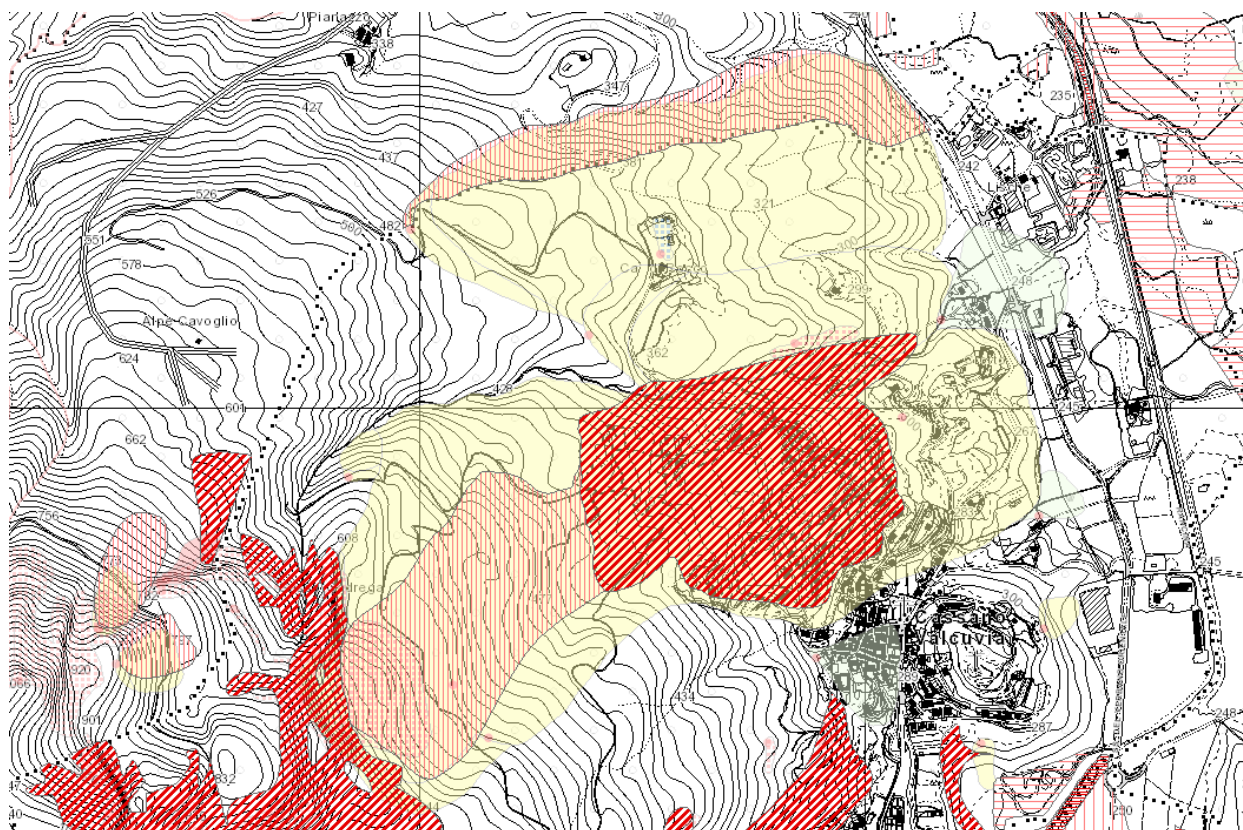
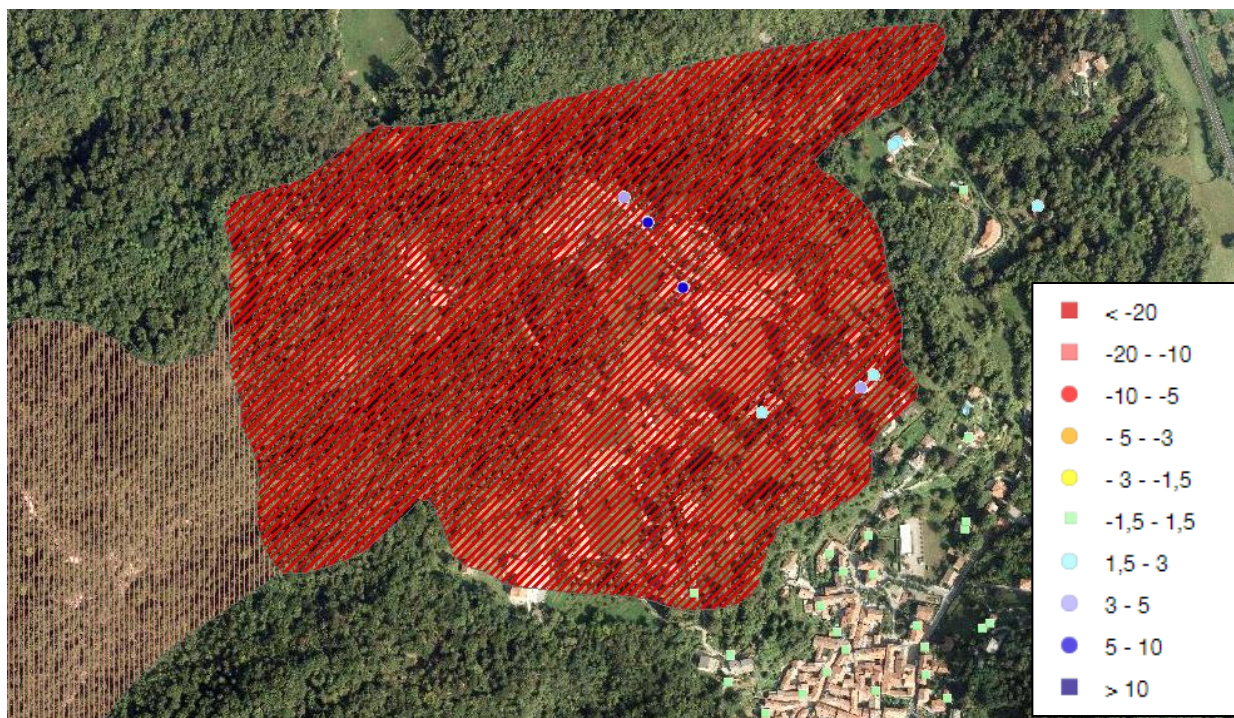
Passando nel territorio di Cassano Valcuvia, uno dei dissesti che più balza all'occhio (anche per le differenze di perimetrazione tra GEO – IFFI e PAI), è rappresentata dalla frana presente sul versante orientale del monte San Martino.

Si tratta di un dissesto di grande estensione (circa 0,35 kmq), parzialmente coincidente con le frane di scivolamento individuate dal GEO – IFFI, ubicato a NW de centro abitato.

La frana è classificata come un creep, cioè una deformazione in massa lenta e, consultando i dati interferometrici di Regione Lombardia, si evince come i dati riferibili ai riflettori posti sulle aree interessate dalla frana, sono nel range di velocità comprese tra gli 1,5 mm/anno fino ai 10 mm/anno.

Come si può notare dallo stralcio allegato, la perimetrazione del dissesto sui versanti a monte di Cassano Valcuvia è molto esteso nel catalogo GEO – IFFI, che riporta estese aree caratterizzate dalla presenza di frane di scivolamento in parte attive in parte quiescenti.

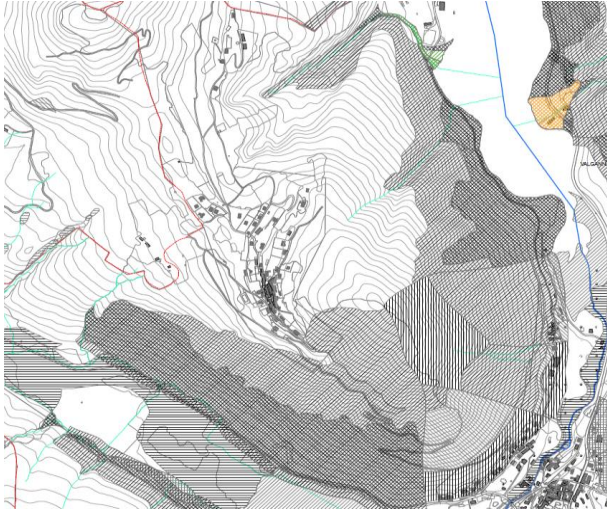
RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA



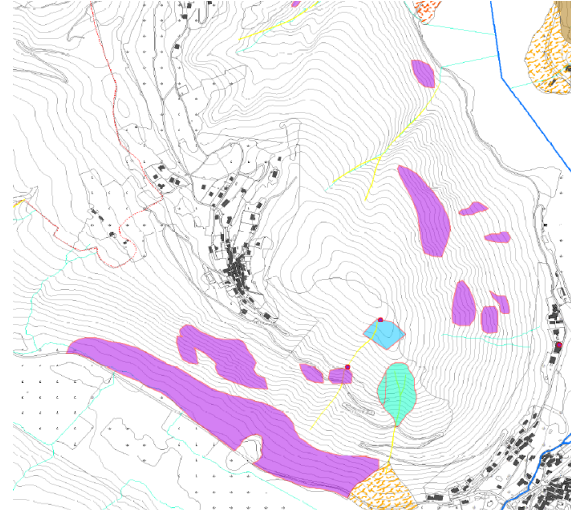
RAFFRONTO PAI (retinato) – GEO-IFFI (campitura piena)

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

Spostandosi verso il lago di Ghirla, sulla sua sponda ovest, vengono rappresentate nel PAI molteplici dissesti franosi, parzialmente cartografati nel GEO – IFFI.



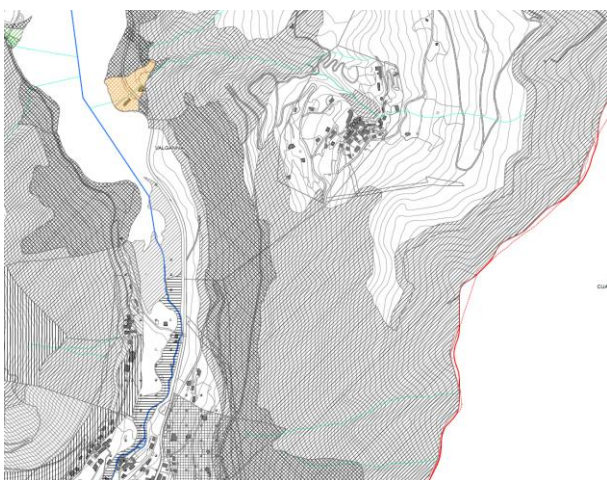
PAI



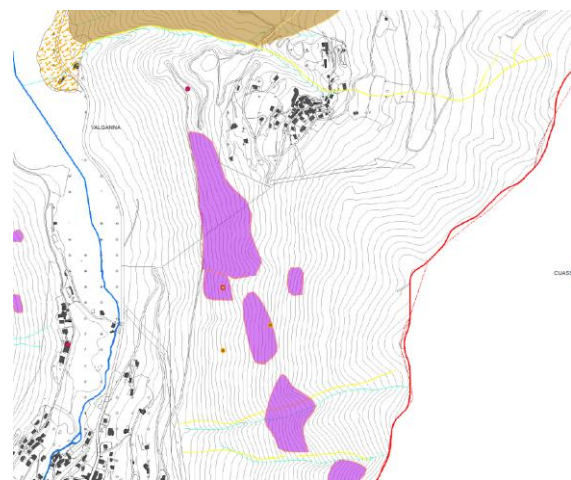
GEO - IFFI

Si tratta di frane di crollo / ribaltamento, localizzate lungo le pareti rocciose del Monte Mondonico sia ad est che a sud. Anche attraverso la constatazione dei rilievi eseguiti in sito, si ritiene che la perimetrazione del PAI sia maggiormente coincidente con la reale situazione di dissesto presente in loco.

Lo stesso dicasi per i dissesti relativi alle aree in sponda destra del lago; anche in tali aree il GEO – IFFI non rappresenta tutte le situazioni reali di dissesto presenti.



PAI

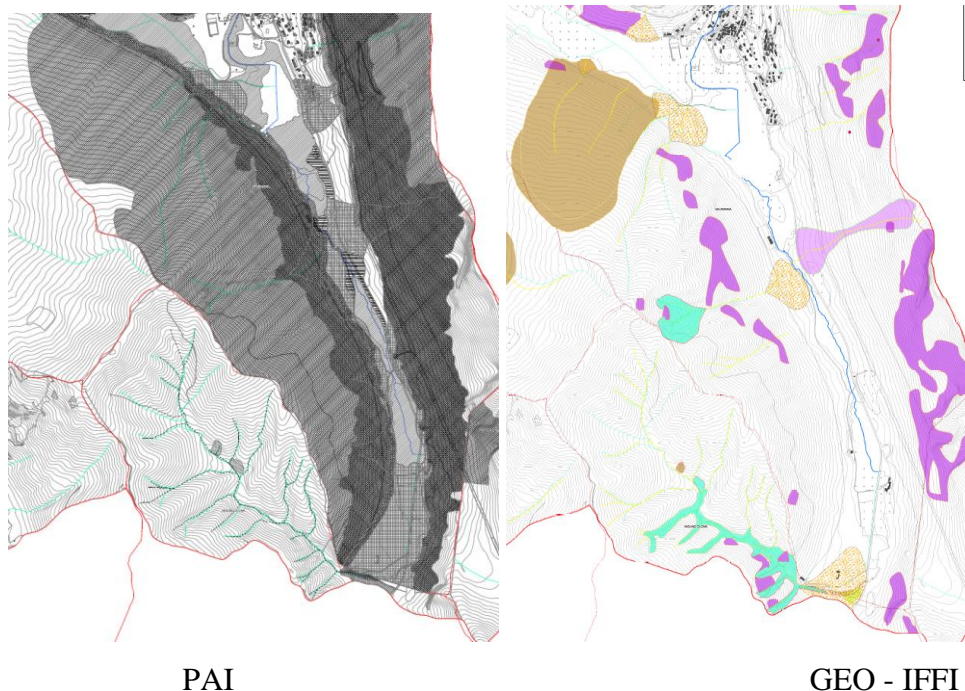


GEO - IFFI

### RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

Infine, sempre in comune di Valganna il PAI mappa aree di conoide attiva che contornano la piana del Margorabbia e, a partire dal raccordo con i versanti, ampie fasce di aree in frana attiva che sono caratterizzate da crolli e ribaltamenti di materiale roccioso.

Il GEO – IFFI in tali aree appare molto più scarno e discontinuo in termini di perimetrazione dei dissesti.



## 2.7 RILIEVI AMBIENTALI

### 2.7.1.1 Metodologia

I rilievi sono stati eseguiti percorrendo i tratti del reticolo idrico principale oggetto del presente studio. L'indagine ha riguardato lo stato della componente arborea lungo i corsi d'acqua con particolare riferimento alla presenza di interferenze con il reticolo idrico. Le interferenze valutate hanno riguardato fenomeni di ostruzione della sezione di deflusso in conseguenza di schianti lungo le sponde e presenza di schianti o deperimenti lungo i versanti compresi nella fascia fluviale.

I punti e le situazioni individuate sono state cartografate mediante l'impiego di strumentazione GPS Garmin manuale con precisione metrica. E' stata acquisita idonea

### RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

documentazione fotografica.

In generale è stata valutata una fascia entro i 150 m dal reticolo. In alcuni casi le valutazioni sono state estese fino al limite morfologico della scarpata fluviale direttamente connessa al corso d'acqua. Al contrario, soprattutto nella parte di fondovalle, diverse formazioni forestali presenti all'interno dei 150 m non interagiscono con il corso d'acqua.

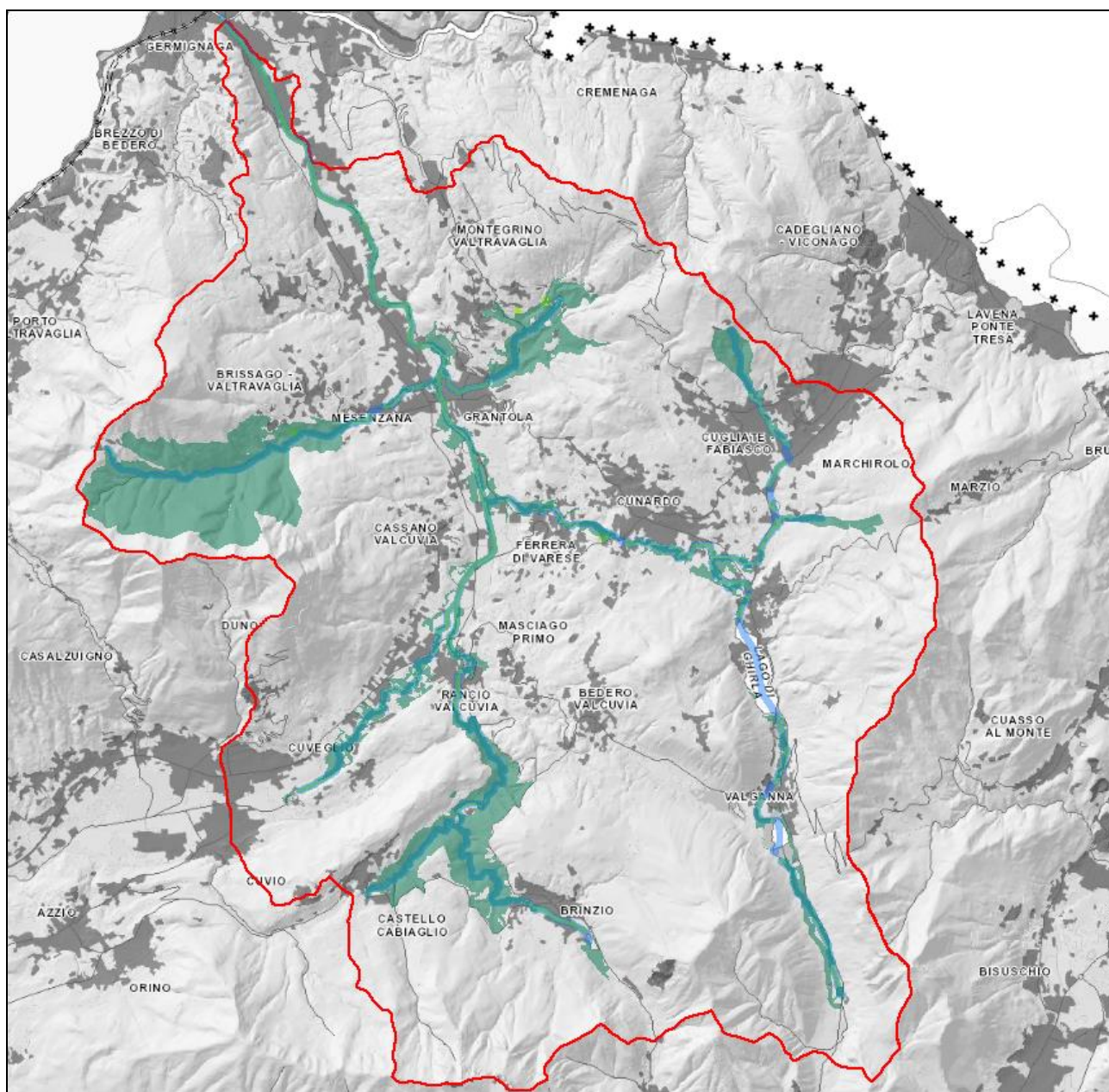


Figura 41: aree forestali e fasce vegetate in connessione con i corsi d'acqua principali

## RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

### 2.7.1.2 Interazioni vegetazione e reticolo

Le interazioni tra la vegetazione, principalmente arboreo/arbustiva ed il reticolo idrico sono molteplici. Nell'ambito dello studio vengono valutate tre principali elementi:

- Presenza di materiale vegetale in alveo con conseguente ostruzione della sezione di deflusso.
- Stato vegetativo delle componenti arborei sui versanti direttamente afferenti al corso d'acqua. Ciò influisce sulle modalità di formazione dei deflussi e può innescare o aggravare, in condizioni fitosanitarie precarie, situazioni di dissesto.
- Connessione tra le dinamiche idrologiche ed esigenze ambientali di determinati habitat.

I primi due punti sono direttamente conseguenti allo stato evolutivo dei comparti arborei. Fenomeni di invecchiamento e/o deperimento favoriscono infatti schianti ed una minor efficienza di rafforzamento radicale dello strato di terreno esplorato dalle radici. Al contrario popolamenti giovani garantiscono una miglior efficienza idrologica con riduzione dei deflussi superficiali ed aumento dell'infiltrazione negli strati profondi.

Il terzo elemento è invece conseguente alle dinamiche del corso d'acqua. Diversi habitat raggiungono infatti un equilibrio con i livelli idrici e possono essere favoriti da periodi di più o meno prolungata sommersione. E' il caso ad esempio delle Alnete e degli Acero Frassineti. Sarà quindi questo un elemento da valutare in fase di proposta di intervento.

### 2.7.1.3 Rilevanze ambientali

Con riferimento sia alle pianificazioni precedentemente richiamate che ai rilievi diretti eseguiti lungo i corsi d'acqua indagati sono presenti aree di elevato valore naturalistico.

Maggiore rilevanza hanno sicuramente le aree nella parte iniziale del Fiume Margorabbia lungo la piana dove è presente anche il lago di Ganna. Tali zone sono caratterizzate dalla presenza di habitat ed aree naturali in genere caratterizzate da un'elevata naturalità ed un basso inquinamento specifico. La morfologia del terreno e l'idrologia locale favoriscono una diversificazione degli ambienti con conseguente elevato livello di biodiversità. La valenza di tali aree è ampiamente riconosciuta nei citati strumenti di pianificazione.

Oltre alla zona del lago di Ganna, di significativo valore ambientale ed elevata naturalità risultano essere anche il tratto iniziale del T. Brivola, a monte dell'abitato di Brinzio, la valle del T. Brivola e Rancina, da quota 300 fino agli abitati di Brinzio e Castello Cabiaglio, la piana del Torrente Boesio, la valle del Torrente Gesone a monte dell'abitato e la prima parte

### RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

della valle del Torrente Grantorella dall'apice di conoide fino a circa 350 m.

Nel successivo paragrafo 3 vengono meglio dettagliate le caratteristiche dei diversi tratti fluviali con evidenziate le principali rilevanze ambientali di ciascuno.

#### 2.7.1.4 Criticità e minacce

Nel corso dei rilievi si è riscontrata una situazione di generale invecchiamento dei comparti arborei, specie di quelli posti all'interno di impluvi e valli incise difficilmente accessibili.

Le situazioni più critiche, con diffusi ribaltamenti ed importanti accumuli vegetali in alveo si sono riscontrati:

- lungo il Torrente Rancina in particolare nell'ultimo tratto di monte.
- lungo il corso del Torrente Grantorella nella parte a monte dell'abitato.
- alcuni tratti del Torrente Gesone a monte dell'abitato
- nel tratto di monte del T. Valmartina

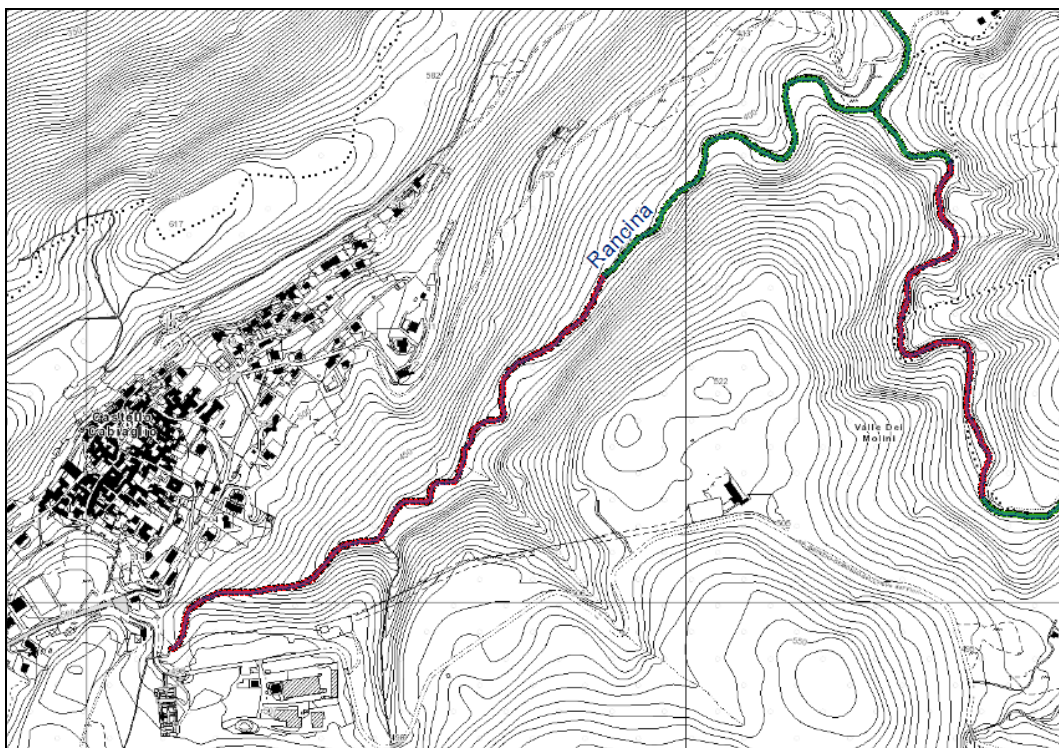


Figura 42: tratti di maggiore criticità forestale lungo il T. Rancina e T. Brivola

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA



Figura 43: schianti in alveo del T. Rancina

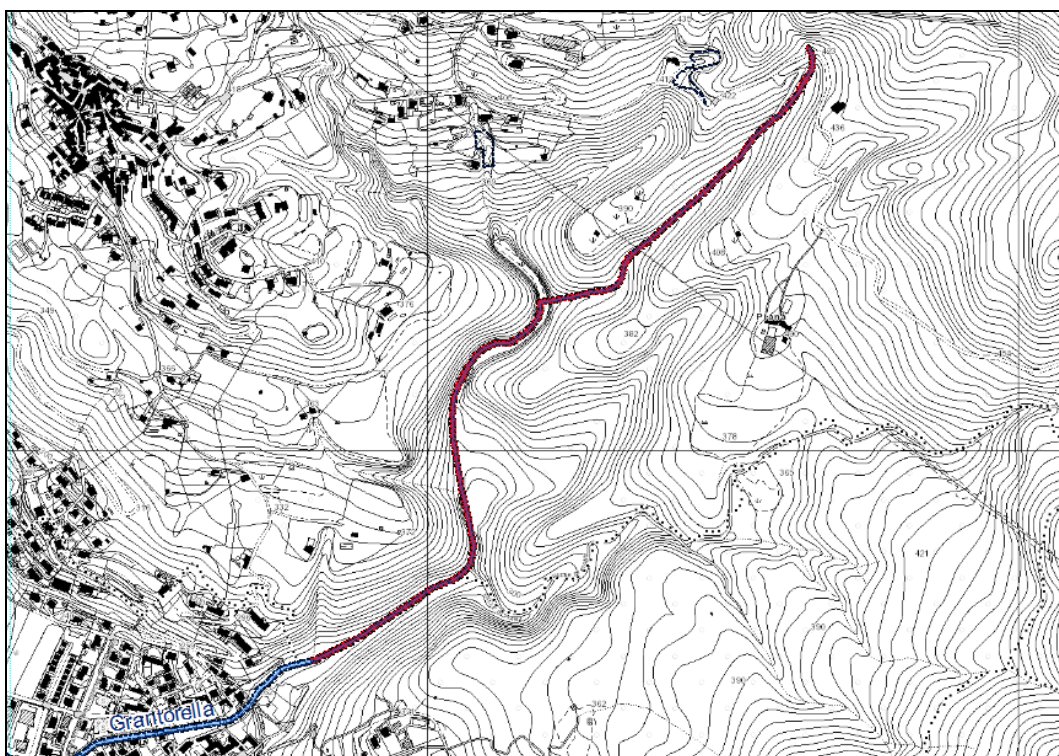


Figura 44: tratti di maggiore criticità forestale lungo il Grantorella

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA



Figura 45: tratto di Torrente con frequenti schianti

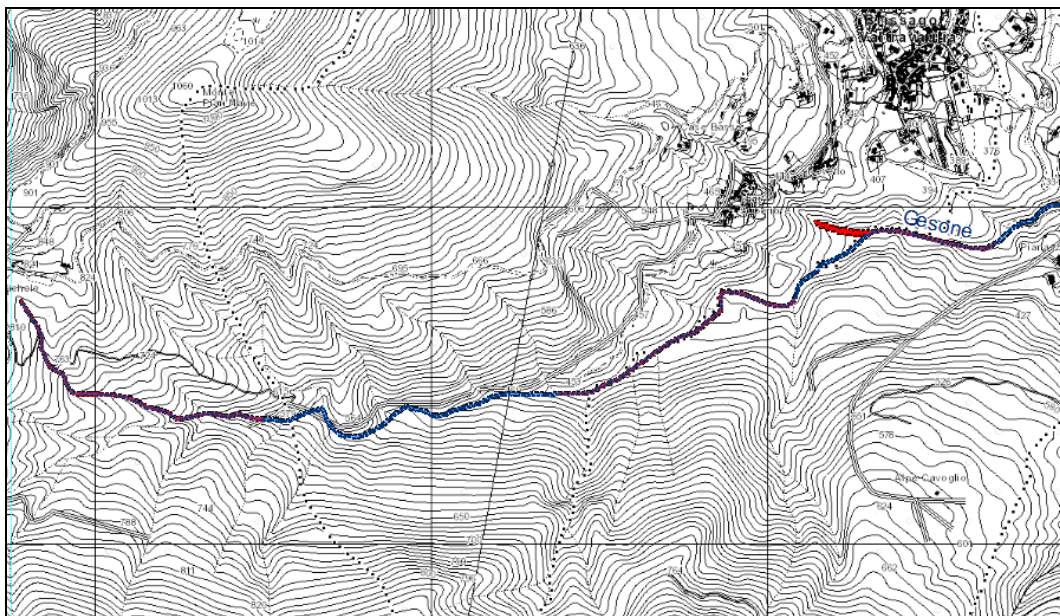


Figura 46: tratti di maggiore criticità forestale lungo il T. Gesone

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

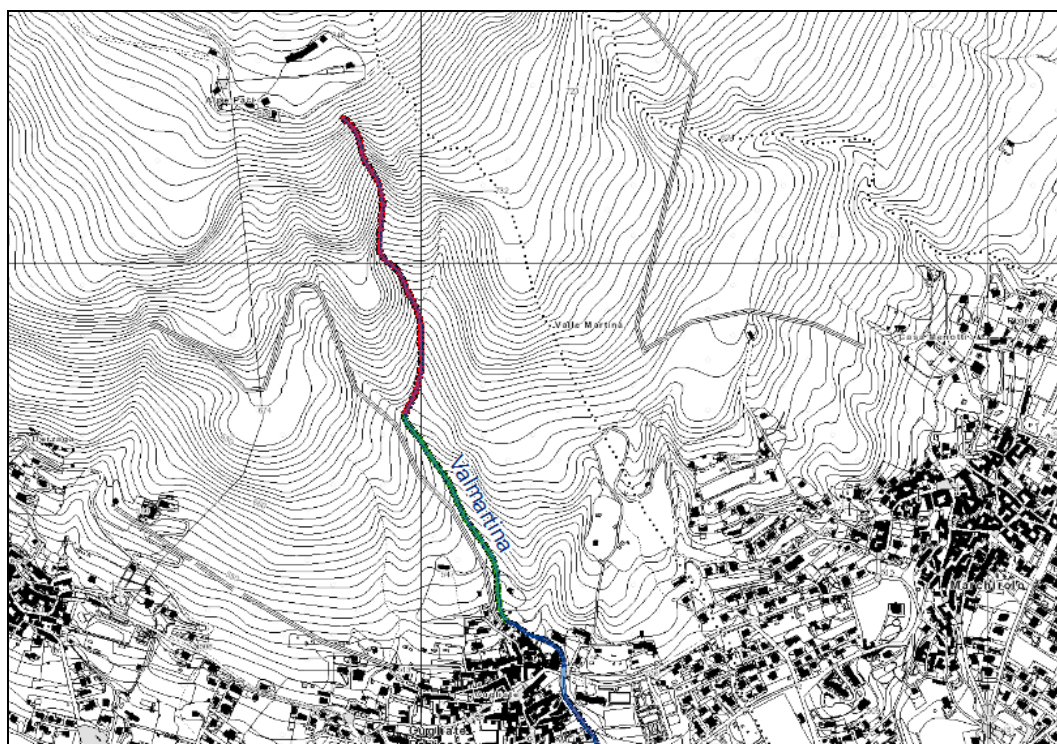


Figura 47: tratti di maggiore criticità forestale lungo il T. Rancina e T. Brivola

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA



**Figura 48: tratto di Torrente con frequenti schianti**

Complessivamente i tratti forestale con vegetazione fortemente compromessa hanno uno sviluppo lineare di circa 7 km.

Gli schianti non interessano unicamente la ristretta fascia del corso d'acqua ma si estendono anche ai versanti soprastanti il corso d'acqua stesso dove, frequentemente, sono presenti piccoli ma diffusi fenomeni dissestivi.

Oltre alle problematiche precedentemente descritte legate alla stabilità dei comparti arborei, si rileva anche la presenza di specie alloctone in diversi tratti fluviali. In particolare si evidenzia l'ingresso della *Reynoutria japonica* (Poligono del Giappone) in diverse fasce fluviali del T. Valmartina e del F. Margorabbia tra l'abitato di Ganna e l'orrido di Cunardo. Si tratta di una specie molto aggressiva e di rapido insediamento. Approfitta frequentemente di lavori di scavo per colonizzare nuovi tratti fluviali: è infatti tipico ritrovarla in corrispondenza di scogliere ed opere idrauliche in genere. Dal punto di vista ecologico tende ad appiattire la variabilità floristica delle sponde fluviali creando comunque anche diverse problematiche idrauliche con ostruzione di buona parte della sezione idraulica. Tale specie, che è pressoché impossibile da rimuovere nelle aree dove è già presente, rappresenta una minaccia

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

significativa per tutte le aree di cui al precedente paragrafo e, più in generale, per tutte le fasce fluviali vegetate in cui non si è ancora insediata.



Figura 49: alveo del T. Valmartina completamente invaso da Poligono del Giappone

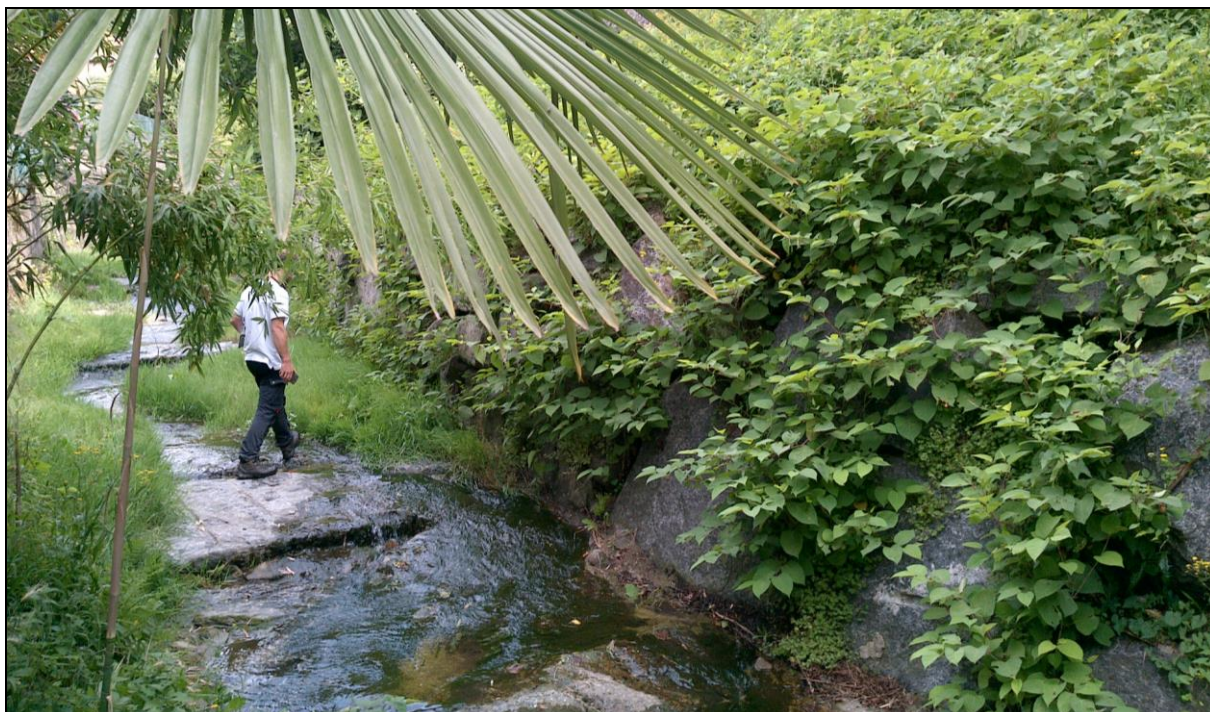


Figura 50: scogliera spondale colonizzata da Poligono del Giappone

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA



**Figura 51: fascia fluviale del T. Valmartina completamente invasa da Poligono del Giappone**

Nella successiva immagine si evidenziano in rosso i tratti individuati con presenza rilevante di Poligono. Se la porzione del T. Valmartina appare piuttosto isolata, più problematica è la situazione del tratto di Margorabbia a valle del Lago di Ghirla. Tale fascia è infatti in diretto contatto con aree forestali con una buona valenza naturalistica (Ontaneti, Saliceti e Acero frassineti) e rappresenta pertanto una minaccia rilevante.

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

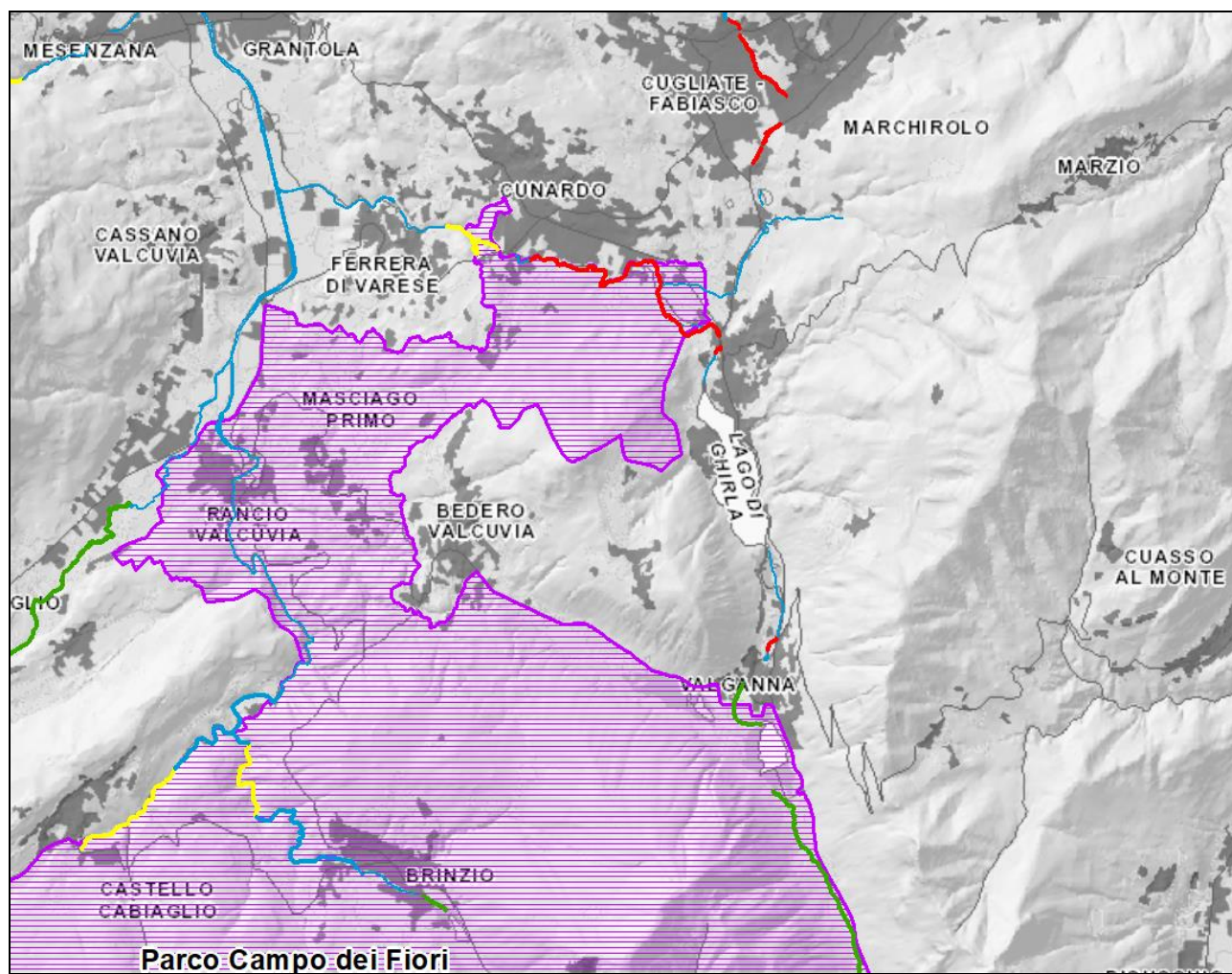


Figura 52: tratti fluviali con maggior presenza di Poligono del Giappone (in rosso).

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

### 3. QUADRO VALUTATIVO

#### 3.1 ANALISI IDROLOGICHE

##### 3.1.1 Definizione dei sottobacini del fiume Margorabbia

Il bacino idrografico del Fiume Margorabbia ha una superficie di 93,3 Km<sup>2</sup> compresi tra una quota massima di 1 125 m s.l.m., coincidente con la vetta del monte Piambello e la Punta di Mezzo del Monte Campo dei Fiori ed una minima di 194 m s.l.m. coincidente con l'immissione nel Fiume Tresa.

Il reticolo principale ha uno sviluppo di circa 47 km ed è suddiviso in 8 corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrico principale: fiume Margorabbia (19,3 km); torrente Rancina (7,8 km) ; torrente Gesone (5,1 km); rio Boesio (4 km); rio Brivola e Lago di Brinzio (3,35 km); torrente Valmartina (3 km); torrente Grantorella (2,5 km); torrente Valle Prada (2 km). Esistono poi tutta una serie di torrenti secondari, appartenenti al Reticolo Idrico Minore, i più caratterizzati da un regime di tipo torrentizio.

Nella successiva Figura 53 è riportato il bacino idrografico del Margorabbia sul DTM a maglia 5x5 m, con indicati i sottobacini in cui è stato suddiviso nell'ambito del presente studio e in base ai quali è stata effettuata l'analisi idrologica per la determinazione degli idrogrammi di piena per diversi valori del tempo di ritorno: 10, 20, 50, 100, 200 e 500 anni.

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

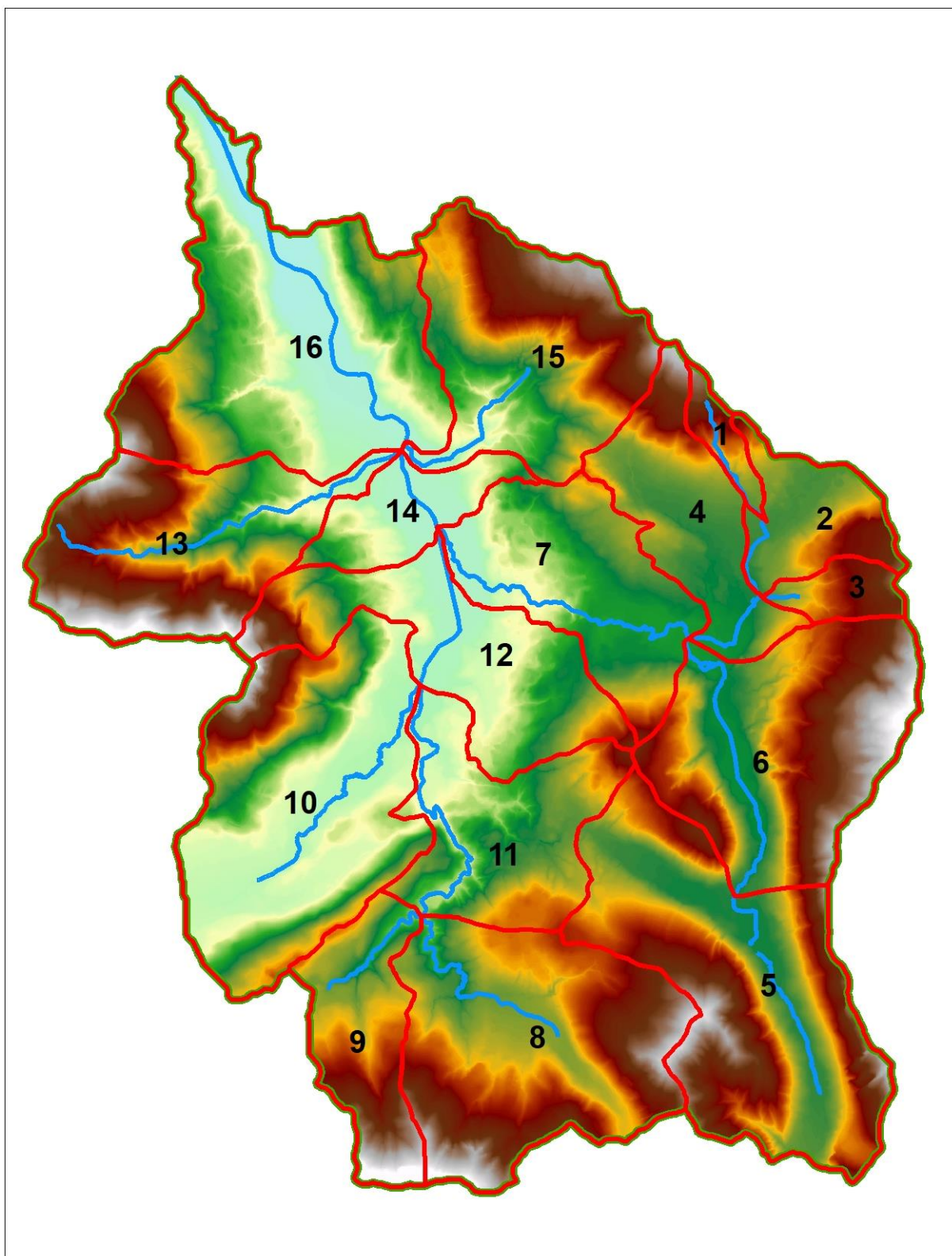


Figura 53: bacino idrografico del fiume Margorabbia, con la suddivisione dei sottobacini considerati nel presente studio

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

Di seguito si riporta una tabella con indicati i nomi e le superfici dei 16 sottobacini in cui è stato suddiviso l'intero bacino idrografico del F. Margorabbia.

Tabella 1 - sottobacini del F. Margorabbia

Sottobacino	Area [kmq]	Descrizione
1	0.69	Valmartina a monte tratto tobinato
2	2.45	Valmartina a monte confluenza Valle Prada
3	0.97	Valle Prada a monte confluenza Valmartina
4	4.15	Valle Prada a monte confluenza Margorabbia
5	10.26	Margorabbia fino allo sbocco del lago di Ganna
6	8.15	Margorabbia a monte confluenza Valle Prada
7	5.52	Margorabbia a monte confluenza Rancina
8	9.11	Brivola
9	3.61	Rancina a monte confluenza Brivola
10	10.09	Boesio
11	5.29	Rancina a monte confluenza Boesio
12	5.87	Rancina a monte confluenza Margorabbia
13	6.83	Gesone
14	2.21	Margorabbia a monte confluenza Gesone Grantorella
15	7.07	Grantorella
16	11.05	Margorabbia a monte confluenza fiume Tresa
<b>Totale</b>	<b>93.32</b>	

### 3.1.2 Analisi delle precipitazioni intense

L'analisi della precipitazione intensa permette la definizione della Linea Segnatrice di Possibilità Pluviometrica, strumento che come ben noto caratterizza la frequenza delle portate calcolate con metodologia indiretta.

La curva di possibilità pluviometrica è espressa nella forma  $h_T(D) = a_1 w_T D^n$ , in cui  $D$  rappresenta la durata dell'evento meteorico,  $T$  il tempo di ritorno, mentre  $a_1$  (coefficiente pluviometrico orario),  $w_T$  (quantili normalizzati per i diversi tempi di ritorno espressi in anni) e  $n$  (esponente di scala) sono i parametri delle curve che variano spazialmente.

I valori dei diversi parametri sono estrapolabili dal sito internet dell'ARPA ([http://idro.arpalombardia.it/pmapper-3.2/wg\\_serv\\_idro.phtml](http://idro.arpalombardia.it/pmapper-3.2/wg_serv_idro.phtml)) dove sono presenti delle mappe in formato raster di tutta la regione (cfr. Figura 54).

I parametri delle linee segnatrici di probabilità pluviometrica sono stati ricavati per ciascuno dei sottobacini con cui è stato suddiviso il bacino idrografico del fiume Margorabbia, attraverso l'intersezione tra le mappe dei diversi parametri e il limite di ciascun sottobacino e

### RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

determinando poi il valore di ogni singolo parametro come media dei valori dei raster relativi a ciascun sottobacino.

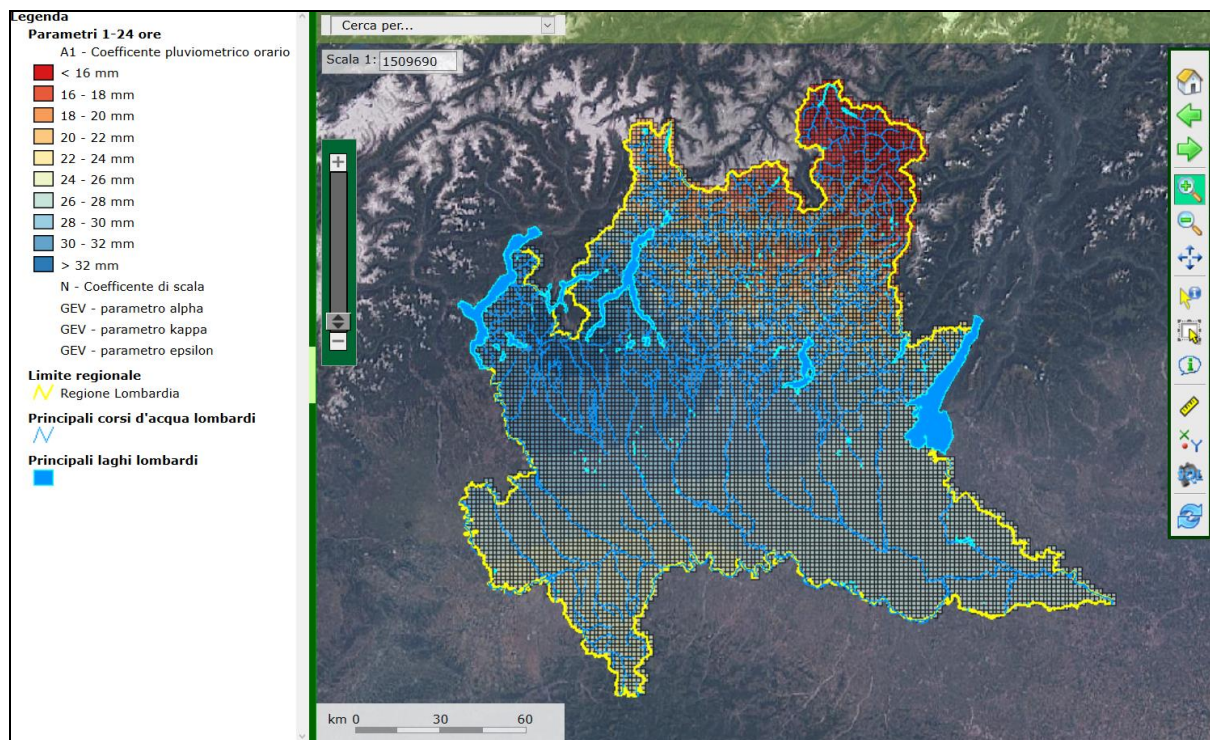


Figura 54 – Distribuzione spaziale del parametro a1 delle LSP redatta da ARPA Lombardia

Di seguito si riportano i parametri delle curve di possibilità pluviometrica di ciascun sottobacino e dell'intero bacino, ricavati dalle mappe di ARPA.

Nelle tabelle sono riportati anche i valori di altezza di precipitazione  $h_T(D)$ , per i diversi valori del tempo di ritorno considerato nel presente studio, relativi ad una durata dell'evento pluviometrico di riferimento pari a 12 ore.

Dall'analisi dei risultati ottenuti e riportati nelle successive tabelle si evince che i parametri delle curve di possibilità pluviometrica, in particolare  $n$  e  $a_T$  e il corrispondente valore di  $h_T(D)$  dei singoli sottobacini sono praticamente uguali tra loro e uguali ai medesimi valori calcolati con riferimento all'intero bacino del F. Margorabbia. Per tale motivo le successive analisi idrologiche sono state svolte applicando il medesimo ietogramma a tutti i sottobacini.

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

Tabella 2 – Parametri delle LSPP dei sottobacini del fiume Margorabbia (sottobacini da 1 a 8)

SOTTOBACINO	Tempo di ritorno	tot	1	2	3	4	5	6	7	8
Superficie		93.32	0.69	2.45	0.97	4.15	10.26	8.15	5.52	9.11
A1 - Coefficiente pluviometrico orario		31.85	31.95	31.92	31.93	31.93	31.99	31.97	31.87	31.92
N - Coefficiente di scala		0.37	0.368	0.367	0.368	0.367	0.367	0.367	0.367	0.369
GEV - parametro alpha		0.2800	0.2807	0.2811	0.2813	0.2803	0.2816	0.2809	0.2787	0.2805
GEV - parametro kappa		-0.0106	-0.0098	-0.0091	-0.0098	-0.0115	-0.0081	-0.0090	-0.0134	-0.0093
GEV - parametro epsilon		0.8353	0.8353	0.8352	0.8349	0.8350	0.8352	0.8354	0.8353	0.8354
$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left\{ 1 - \left[ \ln \left( \frac{T}{T-1} \right) \right]^k \right\}$	10	1.473	1.474	1.474	1.475	1.474	1.475	1.474	1.472	1.473
	20	1.680	1.681	1.682	1.683	1.682	1.682	1.681	1.680	1.680
	50	1.951	1.952	1.952	1.954	1.953	1.951	1.951	1.952	1.950
	100	2.155	2.156	2.156	2.159	2.159	2.155	2.154	2.158	2.154
	200	2.361	2.361	2.360	2.364	2.365	2.359	2.359	2.365	2.358
	500	2.634	2.633	2.632	2.637	2.640	2.629	2.630	2.641	2.630
$a_T = a_1 w_T$	10	46.9	47.1	47.1	47.1	47.1	47.2	47.1	46.9	47.0
	20	53.5	53.7	53.7	53.7	53.7	53.8	53.7	53.5	53.6
	50	62.1	62.3	62.3	62.4	62.4	62.4	62.4	62.2	62.3
	100	68.6	68.9	68.8	68.9	68.9	68.9	68.9	68.8	68.8
	200	75.2	75.4	75.4	75.5	75.5	75.5	75.4	75.4	75.3
	500	83.9	84.1	84.0	84.2	84.3	84.1	84.1	84.2	84.0
$h_T(D) = a_1 w_T D^n$	10	117.7	117.4	117.3	117.4	117.3	117.4	117.2	116.9	117.7
	20	134.2	133.9	133.8	134.0	133.8	133.9	133.7	133.4	134.2
	50	155.8	155.5	155.3	155.6	155.5	155.4	155.1	155.0	155.8
	100	172.2	171.7	171.5	171.9	171.8	171.6	171.3	171.3	172.1
	200	188.6	188.0	187.8	188.2	188.2	187.8	187.6	187.8	188.4
	500	210.4	209.8	209.4	210.0	210.1	209.4	209.2	209.7	210.1

SOTTOBACINO	Tempo di ritorno	tot	9	10	11	12	13	14	15	16
Superficie		93.32	3.61	10.09	5.29	5.87	6.83	2.21	7.07	11.05
A1 - Coefficiente pluviometrico orario		31.85	31.87	31.87	31.94	31.82	31.62	31.81	31.81	31.74
N - Coefficiente di scala		0.37	0.372	0.369	0.366	0.371	0.382	0.371	0.371	0.374
GEV - parametro alpha		0.2800	0.2810	0.2783	0.2782	0.2796	0.2837	0.2789	0.2792	0.2795
GEV - parametro kappa		-0.0106	-0.0092	-0.0138	-0.0143	-0.0125	-0.0042	-0.0121	-0.0104	-0.0126
GEV - parametro epsilon		0.8353	0.8352	0.8354	0.8354	0.8351	0.8351	0.8356	0.8359	0.8351
$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left\{ 1 - \left[ \ln \left( \frac{T}{T-1} \right) \right]^k \right\}$	10	1.473	1.474	1.472	1.472	1.473	1.477	1.472	1.472	1.473
	20	1.680	1.681	1.679	1.679	1.681	1.683	1.679	1.678	1.681
	50	1.951	1.951	1.951	1.952	1.953	1.951	1.950	1.948	1.953
	100	2.155	2.155	2.157	2.158	2.159	2.153	2.155	2.152	2.159
	200	2.361	2.360	2.365	2.366	2.366	2.354	2.361	2.356	2.366
	500	2.634	2.632	2.641	2.643	2.642	2.621	2.636	2.628	2.642
$a_T = a_1 w_T$	10	46.9	47.0	46.9	47.0	46.9	46.7	46.8	46.8	46.8
	20	53.5	53.6	53.5	53.6	53.5	53.2	53.4	53.4	53.4
	50	62.1	62.2	62.2	62.3	62.2	61.7	62.0	62.0	62.0
	100	68.6	68.7	68.7	68.9	68.7	68.1	68.6	68.4	68.5
	200	75.2	75.2	75.4	75.6	75.3	74.4	75.1	74.9	75.1
	500	83.9	83.9	84.2	84.4	84.1	82.9	83.8	83.6	83.9
$h_T(D) = a_1 w_T D^n$	10	117.7	118.5	117.2	116.7	117.8	120.7	117.8	117.6	118.5
	20	134.2	135.1	133.8	133.1	134.4	137.6	134.4	134.1	135.2
	50	155.8	156.8	155.4	154.7	156.2	159.5	156.1	155.7	157.1
	100	172.2	173.2	171.9	171.1	172.6	176.0	172.5	172.0	173.7
	200	188.6	189.7	188.4	187.6	189.2	192.5	189.0	188.3	190.3
	500	210.4	211.5	210.4	209.5	211.2	214.3	210.9	210.0	212.5

## RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

### 3.1.3 Ietogrammi di progetto

Tra i diversi tipi di piogge sintetiche utilizzate nelle analisi idrologico-idrauliche, nel presente studio è stato utilizzato lo ietogramma Chicago, le cui caratteristiche principali sono: andamento temporale non costante dell'intensità di precipitazione, caratterizzato in particolare dalla presenza di un picco d'intensità posto all'interno della durata complessiva dell'evento e che separa due rami rispettivamente crescente, prima del picco, e decrescente, dopo il picco, aventi andamento esponenziale; congruità tra le intensità medie dello ietogramma e quelle definite dalla curva di possibilità pluviometrica per qualsiasi durata parziale attorno al picco minore o uguale a quella dello ietogramma complessivo.

Lo ietogramma Chicago presenta molteplici vantaggi largamente messi in luce dagli studi specializzati di settore.

Anzi tutto è da sottolineare come tale ietogramma conduca a riprodurre onde di piena poco sensibili rispetto alla durata totale dell'evento meteorico, poiché un aumento di essa ha effetto solo sul prolungamento delle code iniziale e finale dello ietogramma ove l'intensità è minore.

Inoltre uno stesso ietogramma Chicago, proprio perché è congruente con la curva di possibilità pluviometrica per ogni durata parziale attorno al picco, risulta contenere le piogge critiche di ogni sottobacino del bacino complessivo, purché la durata totale dello ietogramma sia maggiore del tempo di risposta del bacino complessivo. Esso quindi evita la ricerca dell'evento critico specifico di ogni sottobacino, ricerca che, anche se priva di difficoltà concettuali, diviene pesante quando un bacino sia suddiviso in molti sottobacini ed occorra ogni volta procedere a molteplici simulazioni riferite a differenti tempi di ritorno e a differenti scenari di intervento.

È poi da tenere presente che la presenza del picco dello ietogramma Chicago consente di evitare gli errori di sottostima delle portate al colmo conseguenti, soprattutto nei bacini di piccole e medie dimensioni, all'adozione dello ietogramma costante, assai diffuso nelle elaborazioni idrologiche anche perché particolarmente semplice e ben maneggiabile nei modelli matematici.

Si deve peraltro ricordare che lo ietogramma Chicago, poiché rispetta la curva di possibilità pluviometrica per ogni durata parziale, è caratterizzato da un tempo di ritorno maggiore di quello nominale, con conseguente sovrastima dell'onda di piena. È noto che tale aspetto può assumere rilevanza soprattutto quando si scelga una durata eccessivamente maggiore del

### RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

tempo di riposta del bacino e quando sia di interesse la simulazione di fenomeni di invaso influenzati più dal volume che dal picco dell'idrogramma di piena. Peraltro l'eventuale sovrastima è da considerarsi positivamente nel campo della pianificazione in cui le valutazioni devono essere a carattere prudenziale, tenendo conto delle inevitabili approssimazioni di tutte le elaborazioni idrologiche.

Per il calcolo dello ietogramma Chicago si è utilizzato il software URBIS che richiede come dati in ingresso: i parametri  $a$  e  $n$  delle curve di possibilità pluviometrica, la durata della pioggia, il parametro  $r$  che definisce la posizione del picco all'interno della durata complessiva. La durata dello ietogramma è stata assunta pari a 12 ore e il parametro  $r$  è stato assunto pari a 0,4. La costruzione dello ietogramma Chicago è stata eseguita numericamente, ad intervalli di 15 minuti, attraverso la sua espressione:

$$i(t) = n a(T) (t_b/r)^{n-1} \quad \text{prima del picco}$$

$$i(t) = n a(T) (t_a/(1-r))^{n-1} \quad \text{dopo il picco}$$

dove  $i(t)$  è l'intensità all'istante  $t$ ;  $a(T)$  e  $n$  i parametri della curva di possibilità climatica;  $t_a$  e  $t_b$  i tempi contati rispettivamente dal picco verso la fine dell'evento e dal picco verso l'inizio dello stesso;  $r$  è la posizione del picco lungo l'asse dei tempi, rapporto tra il tempo di picco e la durata totale dell'evento. Poiché il modello afflussi – deflussi vengono utilizzati per la simulazione distribuita di interi bacini di vasta estensione, è necessario individuare i coefficienti correttivi di ragguaglio delle precipitazioni all'area. Precisamente ogni ietogramma Chicago, individuato come sopra detto per ogni sottobacino, deve essere moltiplicato per il coefficiente di ragguaglio riferito al bacino complessivo, allo scopo di tener conto sia pure in modo sintetico della disuniformità della distribuzione spaziale delle piogge legata al movimento delle celle temporalesche. In proposito è opportuno sottolineare come tale disuniformità sia sempre molto pronunciata negli eventi reali, tanto che è usuale l'osservazione di parti di bacino fortemente investite da forti meteore mentre altre parti del bacino non lo sono, o lo sono state in precedenza. Nel caso in oggetto il ragguaglio all'area è stato effettuato utilizzando la procedura Wallingford, presente all'interno del codice di calcolo URBIS, considerando la superficie totale del bacino del fiume Margorabbia, pari a circa 93 kmq.

In Figura 55 è riportata la rappresentazione grafica degli ietogrammi Chicago per i diversi valori del tempo di ritorno, considerando una durata complessiva pari a 12 ore e una posizione del picco con  $r = 0.4$ .

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

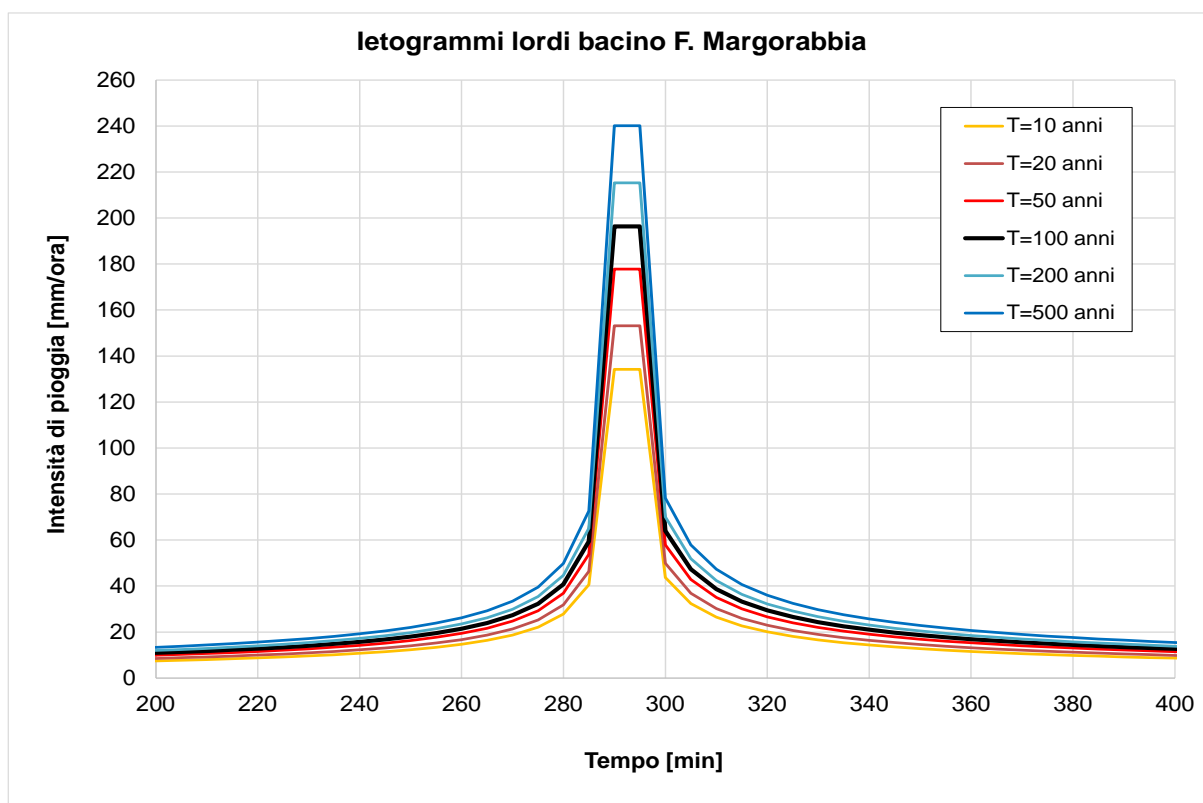
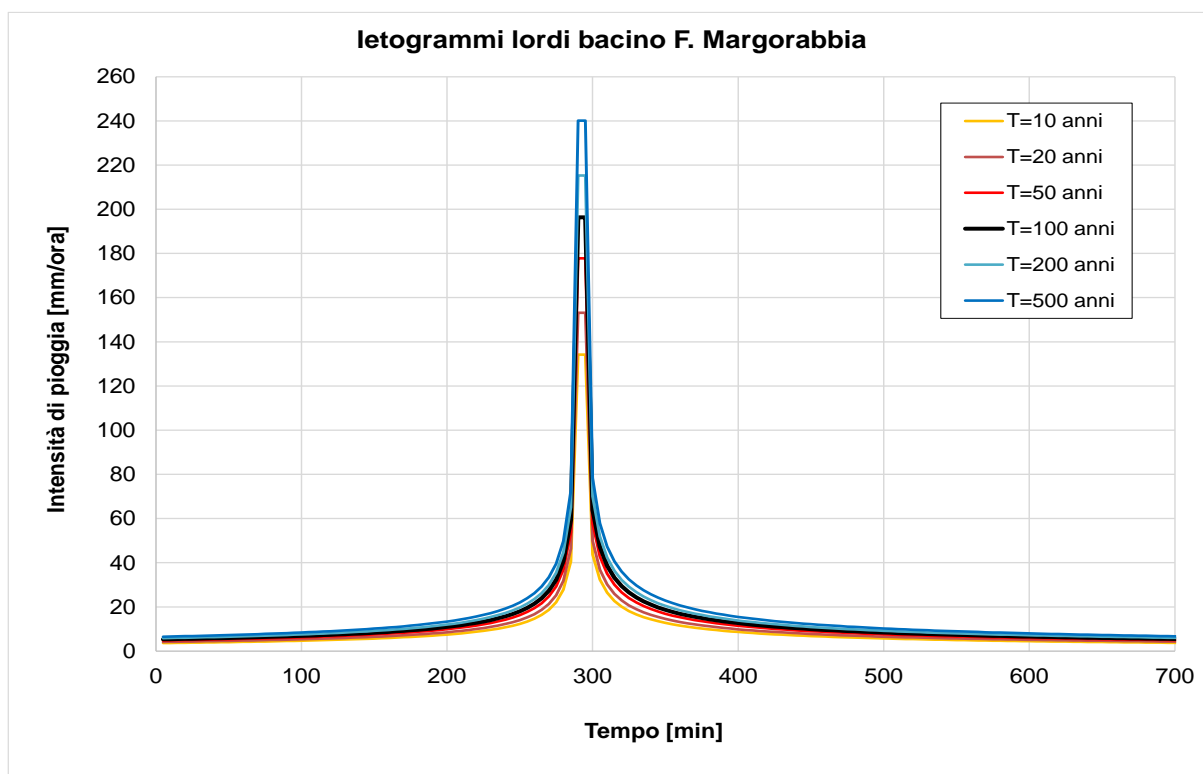


Figura 55 – Ietogrammi Chicago per il bacino del F. Margorabbia

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

**3.1.4 Valutazione delle perdite idrologiche e calcolo delle piogge nette**

Le perdite idrologiche per infiltrazione sotterranea sono state definite nel presente studio attraverso il metodo proposto dal Soil Conservation Service (SCS-CN), che calcola un andamento delle perdite caratterizzato da valori massimi all'inizio dell'evento e poi progressivamente decrescenti, assumendo un valore per il numero di curva CN variabile per i diversi sottobacini in funzione dell'uso del suolo e della tipologia dei terreni.

Il parametro CN è stato valutato sulla base delle informazioni reperite con riferimento alle destinazioni di uso del suolo e della permeabilità dei suoli stessi.

In particolare, per ciascuna tipologia di uso del suolo, ricavata dal DUSAF della Regione Lombardia (rev. 7), è stato attribuito inizialmente un determinato valore di CN-II, associato a condizioni medie di imbibizione del suolo (cfr. Tabella 3).

Come tipologia idrologica di suolo sono stati considerati le quattro classi riportate in Tabella 4.

**Tabella 3 – Definizione dello stato di imbibizione del terreno**

Classe AMC	Pioggia totale nei 5 giorni antecedenti l'evento	
	Stagione di riposo vegetativo	Stagione di crescita
I	< 13 mm	< 36 mm
II	13 ÷ 28 mm	36 ÷ 53 mm
III	> 28 mm	> 53 mm

**Tabella 4 – Gruppi idrologici del suolo**

<b>A</b>	Suoli aventi scarsa potenzialità di deflusso e alti tassi di infiltrazione, anche quando sono completamente umidi. Comprende sabbie profonde, sabbia-franca e materiale franco-sabbioso, con scarsissima presenza di limo e argilla e ghiaie profonde. Risultano molto permeabili, con tasso di trasmissione maggiore di 7,6 mm/h. Capacità di infiltrazione in condizioni di saturazione molto elevata.
<b>B</b>	Suoli aventi moderata potenzialità di deflusso e modesto tasso di infiltrazione quando sono completamente umidi. Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi abbastanza profondi e drenati (meno profondi, rispetto al gruppo A), con tessitura da moderatamente fine a moderatamente grossolana. Hanno un tasso di infiltrazione compreso tra 3,8 e 7,6 mm/h. Elevate capacità di infiltrazione anche in condizioni di saturazione.
<b>C</b>	Suoli aventi potenzialità di deflusso moderatamente alta e bassi tassi di infiltrazione quando sono completamente umidi. Sono principalmente composti da terreni con strati che impediscono il movimento di percolazione dell'acqua. Suoli franchi argillo-sabbiosi, contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali, con tessitura abbastanza fine. Tasso di trasmissione compreso tra 1,3 e 3,8 mm/h. Scarsa capacità di infiltrazione e saturazione.
<b>D</b>	Potenzialità di deflusso molto elevata e percentuale di infiltrazione molto bassa quando sono completamente umidi. Argille con elevata capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza della superficie. Suoli argillosi, argillo-sabbiosi, argillosi sabbiosi e argillosi limosi, con la presenza di falda in prossimità della superficie. Questi suoli presentano un tasso di trasmissione molto basso (0 - 1,3 mm/h). Scarsissima capacità di infiltrazione a saturazione.

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

Nella successiva Tabella 6 sono riportati i valori del parametro CN-II in funzione del tipo di uso del suolo e del tipo di gruppo idrologico di appartenenza, ricavati dal lavoro svolto dal Prof. R. Rosso nell'ambito del lavoro "SHAKEUP-2: caratterizzazione idrologica del regime di piena in Lombardia: bacini tributari del lago di Como: mappatura dell'indice di assorbimento e del massimo volume specifico di ritenzione potenziale del terreno" per conto di ARPA Lombardia (2004).

**Tabella 5 – Valori del parametro CN-II in funzione della tipologia di uso del suolo e della tipologia di gruppo idrologico del suolo**

**1. SEMINATIVI**

USO DEL SUOLO	Gruppi Idrologici del suolo			
	A	B	C	D
S1- Seminativo semplice	67	75	83	87
S2- Seminativo arborato	69	79	85	89
S6- Orti familiari non in ambito urbano	69	79	85	89
S7- Risaie	65	72	83	87

**2. LEGNOSE AGRARIE**

USO DEL SUOLO	Gruppi Idrologici del suolo			
	A	B	C	D
L1- Frutteti e frutti minori	65	75	82	86
L1v- Frutteti con vigneti	66	76	82	86
L2- Vigneti	67	77	83	87
L2f- Vigneti misti a frutteti	66	76	82	86
L3- Oliveti	65	75	82	86
L5- Castagneti da frutto	67	78	85	89
L7- Pioppeti	67	78	85	89
L8- Arboricoltura da legno	67	78	85	89

**3. PRATI**

USO DEL SUOLO	Gruppi Idrologici del suolo			
	A	B	C	D
P2- Prati permanenti di pianura	54	74	81	85
P2s- Prati permanenti di pianura con coltivazioni foraggere, associati a seminativi	59	75	83	87
P2sa- Prati permanenti con la presenza diffusa di filari arborei	69	81	86	89
P4- Prati e pascoli	49	71	86	89

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

4. BOSCHI

USO DEL SUOLO	Gruppi Idrologici del suolo			
	A	B	C	D
B1- Boschi di latifoglie	42	65	76	80
B4- Boschi di conifere	42	65	76	80
B5- Boschi misti di conifere e di latifoglie	42	65	76	80
B7- Rimboschimenti recenti	42	65	76	80

5. VEGETAZIONE NATURALE

USO DEL SUOLO	Gruppi Idrologici del suolo			
	A	B	C	D
N1- Vegetazione palustre e delle torbiere	98	98	98	98
N3- Vegetazione rupestre e dei detriti	68	79	86	89
N5- Vegetazione dei greti e delle zone spondali, spesso inondate	98	98	98	98
N8- Vegetazione arbustiva e cespuglieti	46	67	77	84
N8b- Vegetazione in evoluzione verso forme forestali	46	67	77	84

6. AREE STERILI

USO DEL SUOLO	Gruppi Idrologici del suolo			
	A	B	C	D
R1- Accumuli detritici ed affioramenti litoidi privi di vegetazione	72	82	87	90
R2- Aree estrattive	72	82	87	90
R3- Discariche	72	82	87	90
R4- Ambiti degradati soggetti ad usi diversi	72	82	87	90
R5- Aree sabbiose, ghiaiose e spiagge	25	55	70	77

7. AREE IDRICHE

USO DEL SUOLO	Gruppi Idrologici del suolo			
	A	B	C	D
A1- Ghiacciai e nevai	36	60	73	79
A2- Laghi, bacini e specchi d'acqua	100	100	100	100
A3- Alvei fluviali e corsi d'acqua artificiali	100	100	100	100

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

8. AREE URBANIZZATE

USO DEL SUOLO Classe U		Gruppi Idrologici del suolo			
		A	B	C	D
111-	Tessuto urbano continuo	89	92	94	95
1121-	Tessuto residenziale discontinuo	77	85	90	92
1122-	Tessuto residenziale rado e nucleiforme	60	75	84	89
1123-	Tessuto residenziale sparso	55	71	80	85
12111-	Insedimenti industriali, artigianali e commerciali	81	88	91	93
12112-	Insedimenti produttivi agricoli	62	76	83	87
1212-	Insedimenti dei grandi impianti di servizi pubblici e privati	81	88	91	93
122-	Reti stradali e ferroviarie e spazi accessori	98	98	98	98
124-	Aeroporti ed eliporti	72	82	87	89
133-	Cantieri	72	82	87	89
1411-	Parchi e giardini	68	79	86	89
1412-	Aree verdi incolte interne all'urbanizzato	68	79	86	89
1412-	Impianti sportivi	49	69	79	84
1422-	Campeggi, strutture turistiche, ricreative	49	69	79	84

Per ciascun sottobacino è stato quindi valutato il valore del parametro CN-II come media pesata sulle superfici dei singoli valori di CN associati ai diversi usi del suolo presenti in ciascun sottobacino (cfr. Figura 56) e ai diversi gruppi idrologici del suolo (cfr. Figura 56).

Come si può osservare dalla successiva Figura 56, la classe di uso del suolo prevalente all'interno del bacino del Margorabbia è 311 – Boschi latifoglie (71.3 kmq, pari al 76% dell'intero bacino idrografico), che comprende le seguenti sottoclassi:

- 31111 - boschi di latifoglie a densità media e alta governati a ceduo
- 31112 - boschi di latifoglie a densità media e alta governati ad alto fusto
- 31121 - boschi di latifoglie a densità bassa governati a ceduo
- 3113 - formazioni ripariali
- 3114 - castagneti da frutto

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

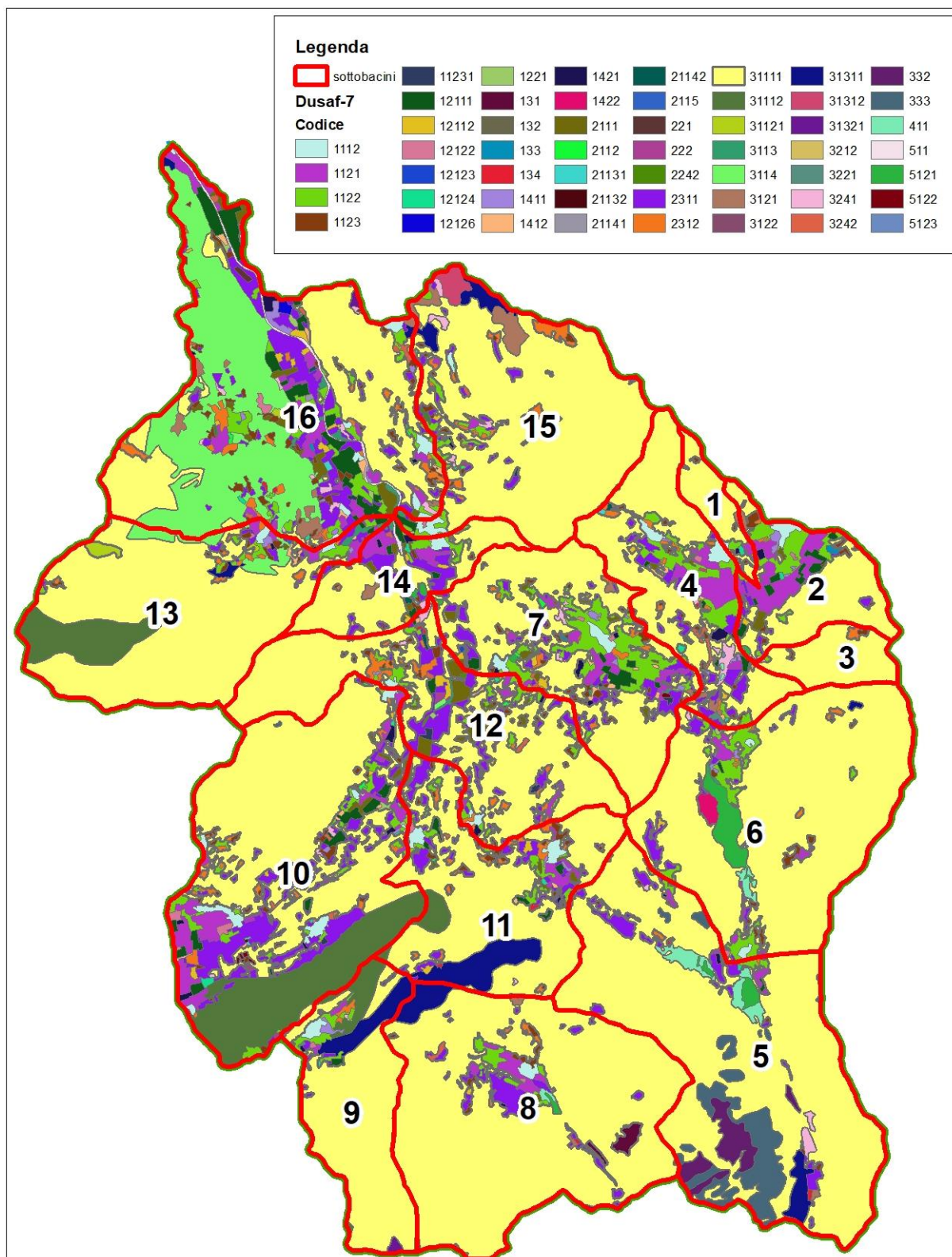


Figura 56: bacino idrografico del fiume Margorabbia, con indicazione delle classi di uso del suolo all'interno dei sottobacini

### RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

Per quanto riguarda i gruppi idrologici del suolo, definiti a parti dalla carta geolitologica e correlando la litologia e la permeabilità, si può osservare dalla successiva Figura 57 la suddivisione dell'intera superficie del bacino del Margorabbia nelle quattro classi. Dal punto di vista numerico si hanno le seguenti superfici:

- gruppo idrologico A: 14.35 kmq, pari a circa il 15% dell'intero bacino;
- gruppo idrologico B: 36.54 kmq, pari a circa il 39% dell'intero bacino;
- gruppo idrologico C: 0.02 kmq
- gruppo idrologico D: 42.05 kmq pari a circa il 45% dell'intero bacino.

Quindi emerge che i gruppi idrologici prevalenti sono quelli di tipo B e D.

Incrociando le informazioni associate a uso del suolo e gruppi idrologici, si è attribuito a ciascuna area elementare il corrispondente valore di CN in base a quanto definito nella precedente Tabella 5. Successivamente, i valori di CN sono stati raggruppati per sottobacino e si è quindi calcolato il valore medio pesato sulle superfici.

Nella successiva Tabella 6 sono riportati i valori di CN per ciascun sottobacino. In particolare sono riportati i valori relativi ai tre diversi stati di imbibizione del terreno, applicando le seguenti formule.

$$CN_I = \frac{CN_{II}}{2.38 - 0.0138 CN_{II}},$$

$$CN_{III} = \frac{CN_{II}}{0.43 + 0.0057 CN_{II}}$$

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

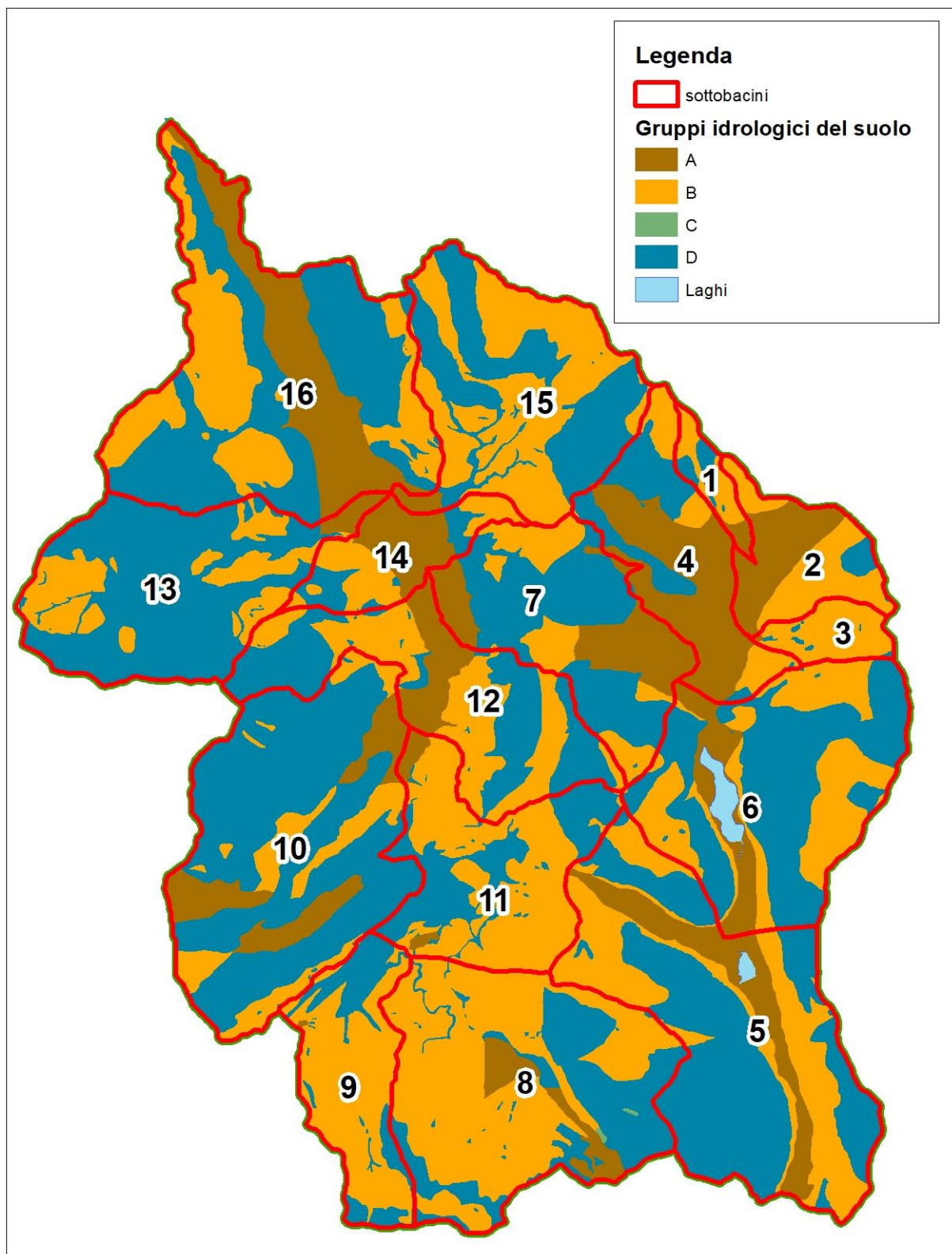


Figura 57: bacino idrografico del fiume Margorabbia, con indicazione dei gruppi idrologici del suolo all'interno dei sottobacini

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

Tabella 6 – Valori dei parametri CN in funzione dello stato di imbibizione del terreno

SOTTOBACINO	CN - I	CN - II	CN - III
1	47	68	83
2	47	68	83
3	45	66	82
4	43	64	81
5	53	73	86
6	54	74	87
7	53	73	86
8	49	69	84
9	50	70	85
10	58	77	89
11	52	72	86
12	52	72	86
13	58	77	88
14	46	67	82
15	53	73	86
16	59	77	89
<b>Media bacino</b>	<b>53</b>	<b>73</b>	<b>86</b>

Nell'ambito del presente studio si è valutato di utilizzare per tutte le simulazioni i parametri CN-II.

Nella successive tabelle sono riportati, per ciascun sottobacino e per i diversi valori del tempo di ritorno considerato, le altezze di pioggia lorde, le altezze di pioggia nette e il corrispondente coefficiente di afflusso.

Si osserva che, per come è strutturato il calcolo delle perdite idrologiche secondo il metodo SCS-CN, il valore del coefficiente di afflusso cresce all'aumentare del tempo di ritorno.

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

Tabella 7 – Altezze di pioggia lorda, netta e coefficiente di afflusso per T=10 anni

SOTTOBACINO	T = 10 anni		
	H pioggia lorda [mm]	H pioggia netta [mm]	Coefficiente afflusso
1	116	40	0.35
2	116	40	0.35
3	116	36	0.31
4	116	33	0.28
5	116	49	0.42
6	116	51	0.44
7	116	49	0.42
8	116	42	0.36
9	116	44	0.38
10	116	57	0.49
11	116	47	0.41
12	116	47	0.41
13	116	57	0.49
14	116	38	0.33
15	116	49	0.42
16	116	57	0.49

Tabella 8 – Altezze di pioggia lorda, netta e coefficiente di afflusso per T=20 anni

SOTTOBACINO	T = 20 anni		
	H pioggia lorda [mm]	H pioggia netta [mm]	Coefficiente afflusso
1	132	51	0.39
2	132	51	0.39
3	132	47	0.36
4	132	43	0.33
5	132	62	0.47
6	132	64	0.48
7	132	62	0.47
8	132	53	0.40
9	132	56	0.42
10	132	71	0.54
11	132	60	0.45
12	132	60	0.45
13	132	71	0.54
14	132	49	0.37
15	132	62	0.47
16	132	71	0.54

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

Tabella 9 – Altezze di pioggia lorda, netta e coefficiente di afflusso per T=50 anni

SOTTOBACINO	T = 50 anni		
	H pioggia lorda [mm]	H pioggia netta [mm]	Coefficiente afflusso
1	153	67	0.44
2	153	67	0.44
3	153	63	0.41
4	153	58	0.38
5	153	79	0.52
6	153	82	0.54
7	153	79	0.52
8	153	70	0.46
9	153	72	0.47
10	153	89	0.58
11	153	77	0.50
12	153	77	0.50
13	153	89	0.58
14	153	65	0.42
15	153	79	0.52
16	153	89	0.58

Tabella 10 – Altezze di pioggia lorda, netta e coefficiente di afflusso per T=100 anni

SOTTOBACINO	T = 100 anni		
	H pioggia lorda [mm]	H pioggia netta [mm]	Coefficiente afflusso
1	169	80	0.47
2	169	80	0.47
3	169	75	0.44
4	169	70	0.41
5	169	93	0.55
6	169	95	0.56
7	169	93	0.55
8	169	82	0.49
9	169	85	0.50
10	169	103	0.61
11	169	90	0.53
12	169	90	0.53
13	169	103	0.61
14	169	77	0.46
15	169	93	0.55
16	169	103	0.61

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

Tabella 11 – Altezze di pioggia lorda, netta e coefficiente di afflusso per T=200 anni

SOTTOBACINO	T = 200 anni		
	H pioggia lorda [mm]	H pioggia netta [mm]	Coefficiente afflusso
1	186	93	0.50
2	186	93	0.50
3	186	88	0.47
4	186	82	0.44
5	186	107	0.58
6	186	110	0.59
7	186	107	0.58
8	186	96	0.52
9	186	98	0.53
10	186	118	0.63
11	186	104	0.56
12	186	104	0.56
13	186	118	0.63
14	186	90	0.48
15	186	107	0.58
16	186	118	0.63

Tabella 12 – Altezze di pioggia lorda, netta e coefficiente di afflusso per T=500 anni

SOTTOBACINO	T = 500 anni		
	H pioggia lorda [mm]	H pioggia netta [mm]	Coefficiente afflusso
1	207	111	0.54
2	207	111	0.54
3	207	105	0.51
4	207	99	0.48
5	207	126	0.61
6	207	129	0.62
7	207	126	0.61
8	207	114	0.55
9	207	117	0.57
10	207	138	0.67
11	207	123	0.59
12	207	123	0.59
13	207	138	0.67
14	207	108	0.52
15	207	126	0.61
16	207	138	0.67

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

### 3.1.5 Analisi evento reale del 07/06/2020

Nel corso del giorno 07/06/2020 si è verificato un evento meteorico rilevante che ha indotto, come già messo in evidenza nel precedente par. 2.2.5, numerosi fenomeni di allagamento.

Di seguito si riportano i dati pluviometrici relativi a tale evento, con riferimento alle registrazioni pluviometriche dei pluviometri Valganna e Valtravaglia. In particolare nelle figure seguenti sono riportate l'ubicazione dei due pluviometri (Figura 58) e le registrazioni pluviometriche (Figura 59).

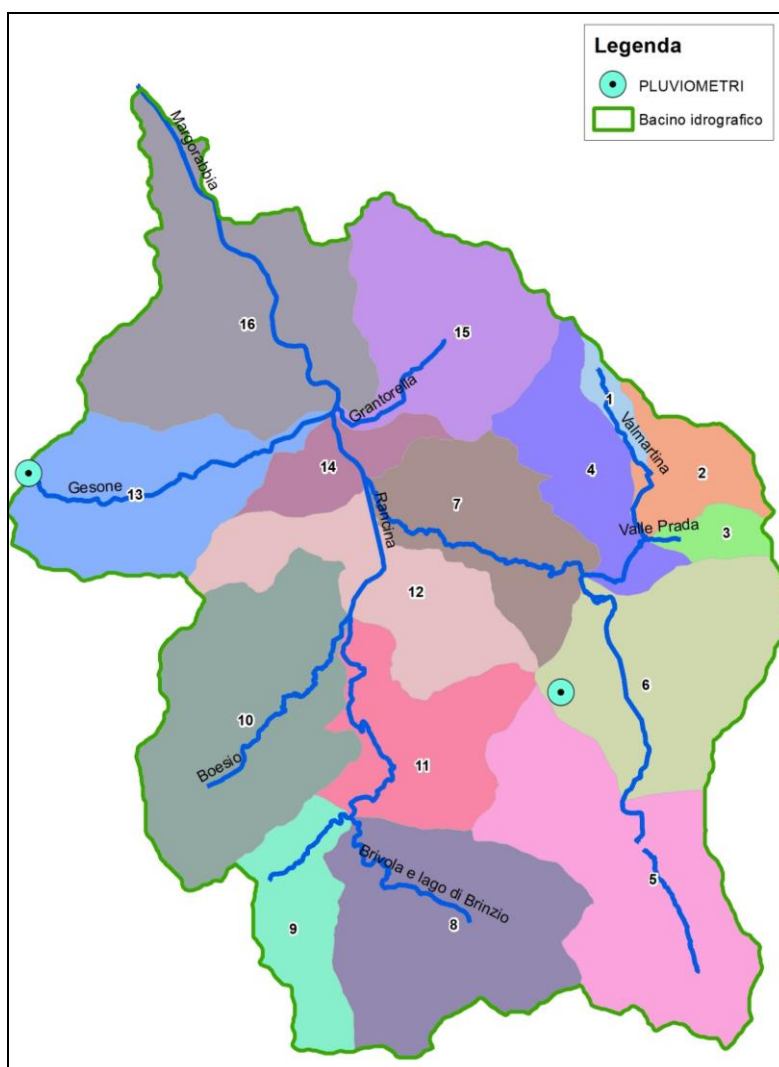


Figura 58: ubicazione dei pluviometri Valganna e Valtravaglia

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

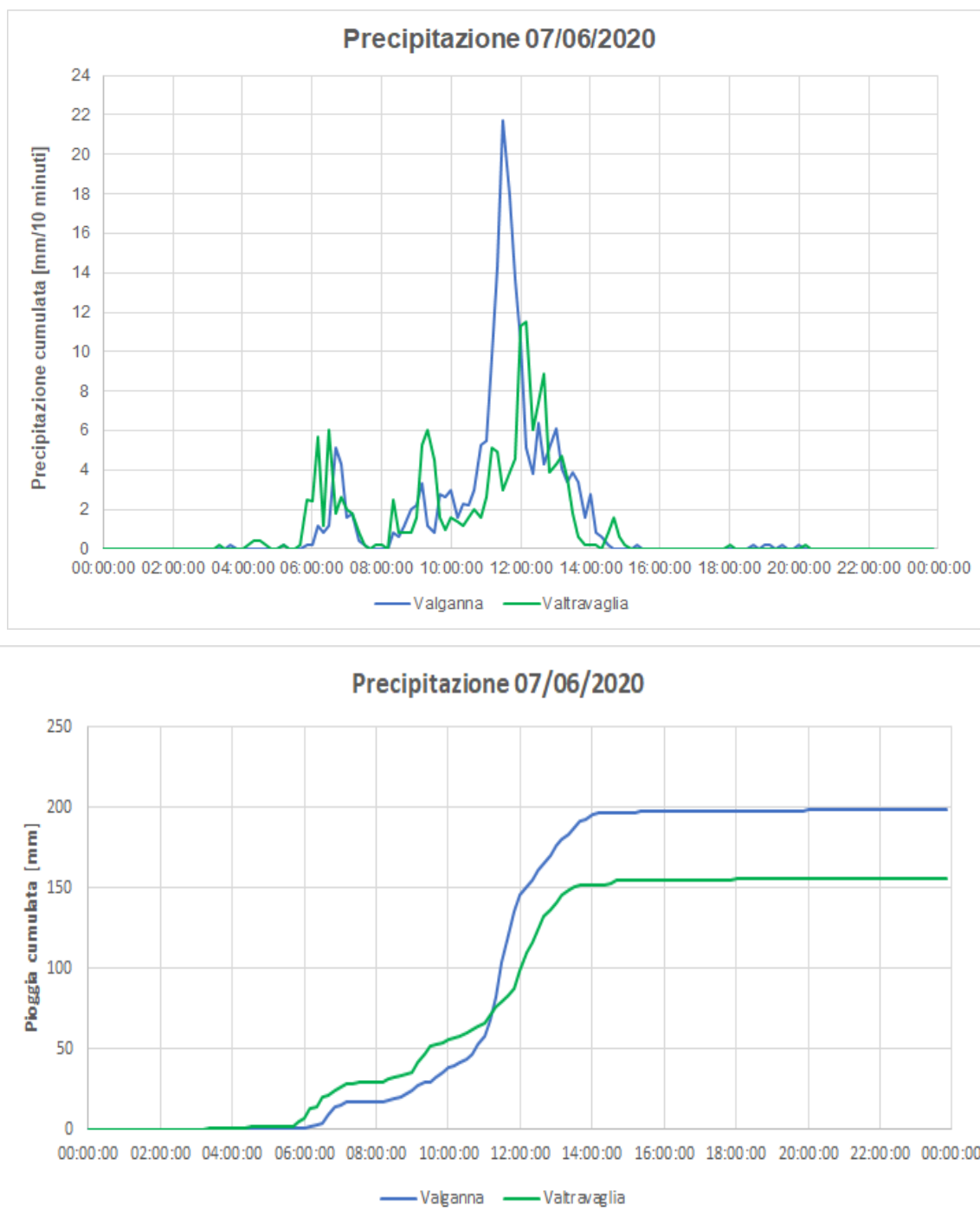


Figura 59: Misure pluviometriche registrate dai pluviometri di Valganna e Valtravaglia

Sovrapponendo le misure ricavate dai suddetti pluviometri con le curve di possibilità pluviometrica di ARPA relative al bacino del Margorabbia (cfr. Figura 60) si osserva che l'evento pluviometrico è stato contraddistinto da altezze di precipitazione caratterizzate da un elevato valore del tempo di ritorno: maggiore di 200 anni per il pluviometro di Valganna e tra

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

10 e 100 anni, a seconda della durata considerata, per il pluviometro di Valtravaglia.

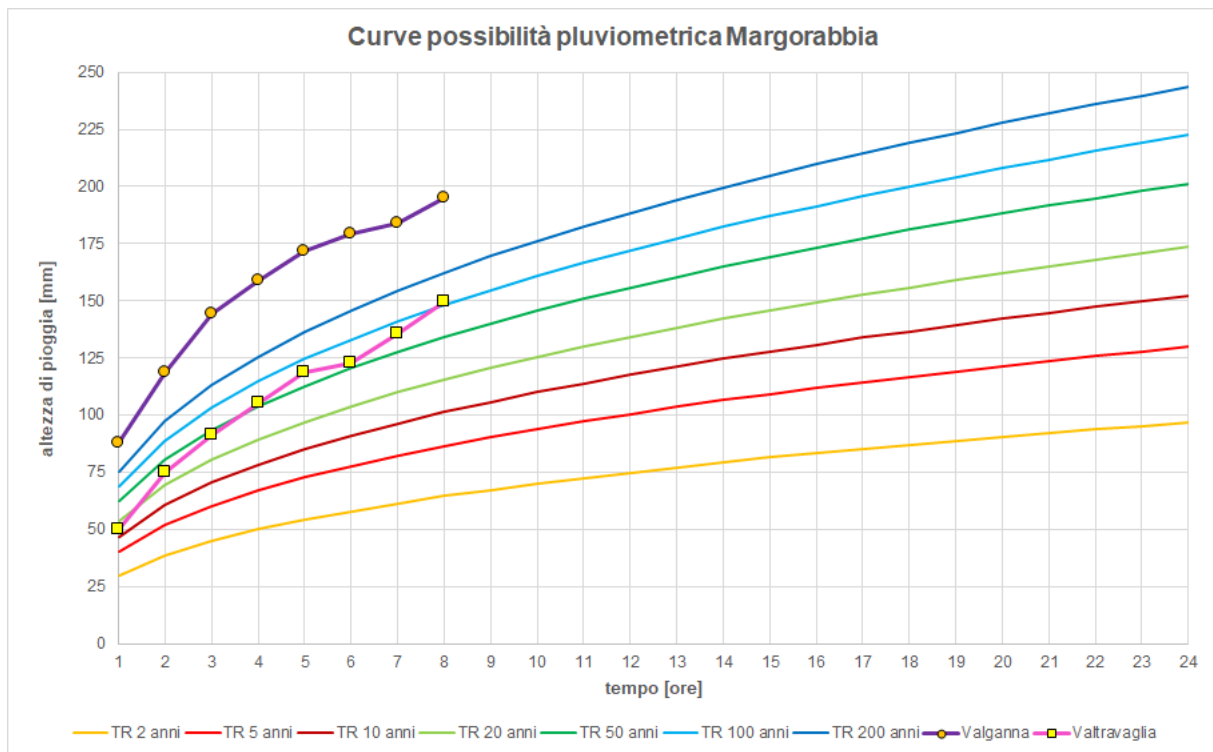
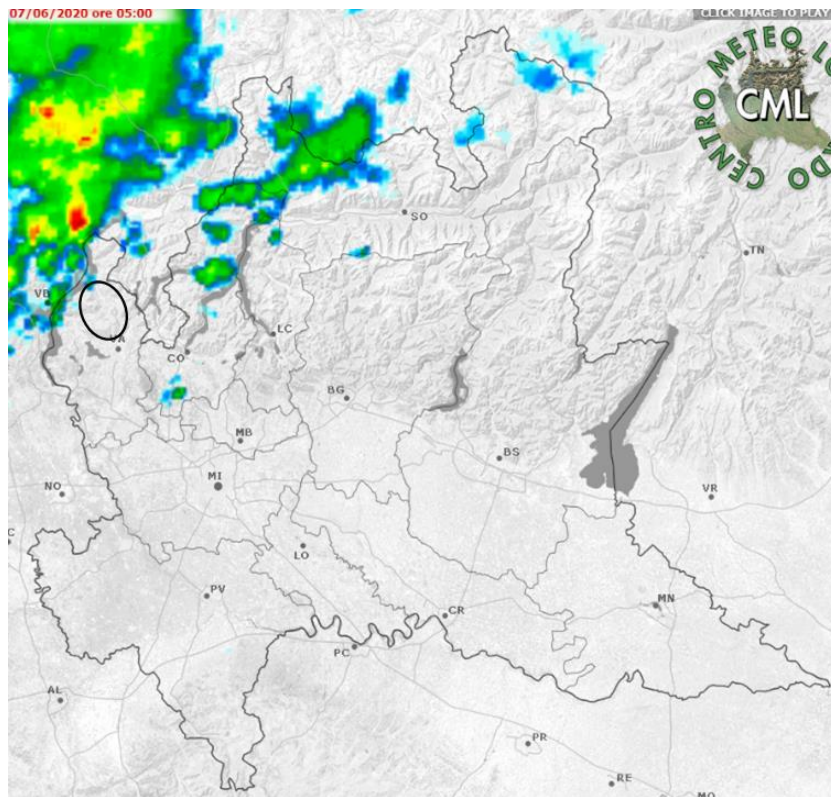
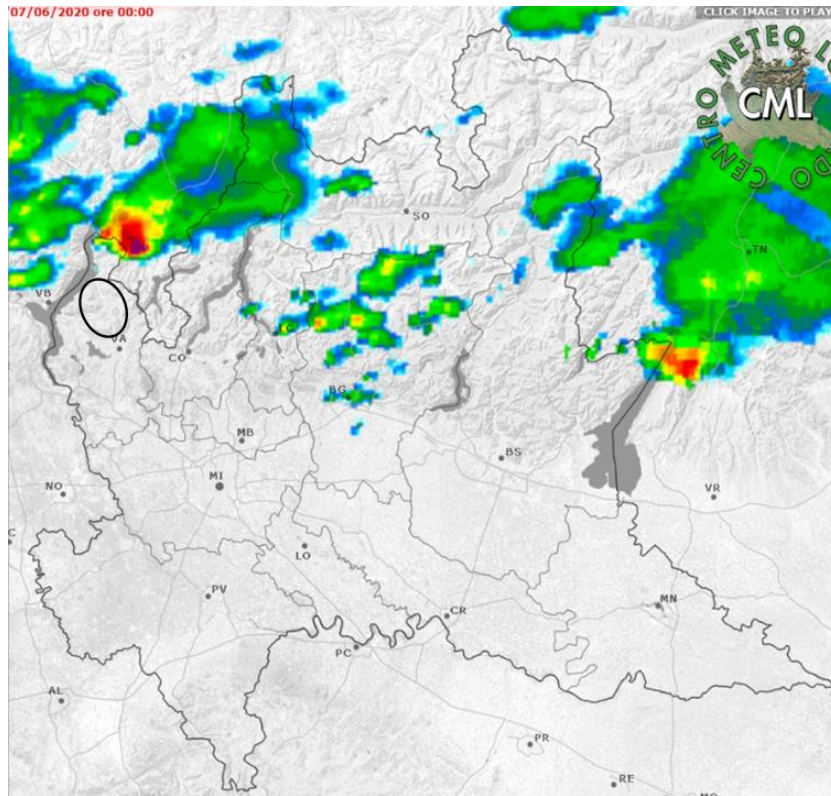


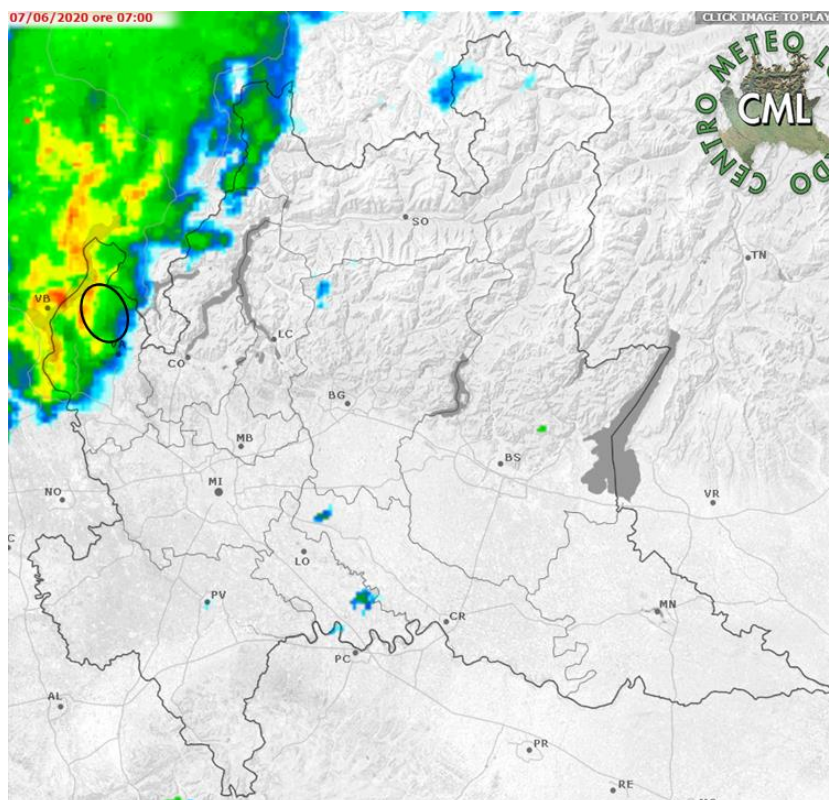
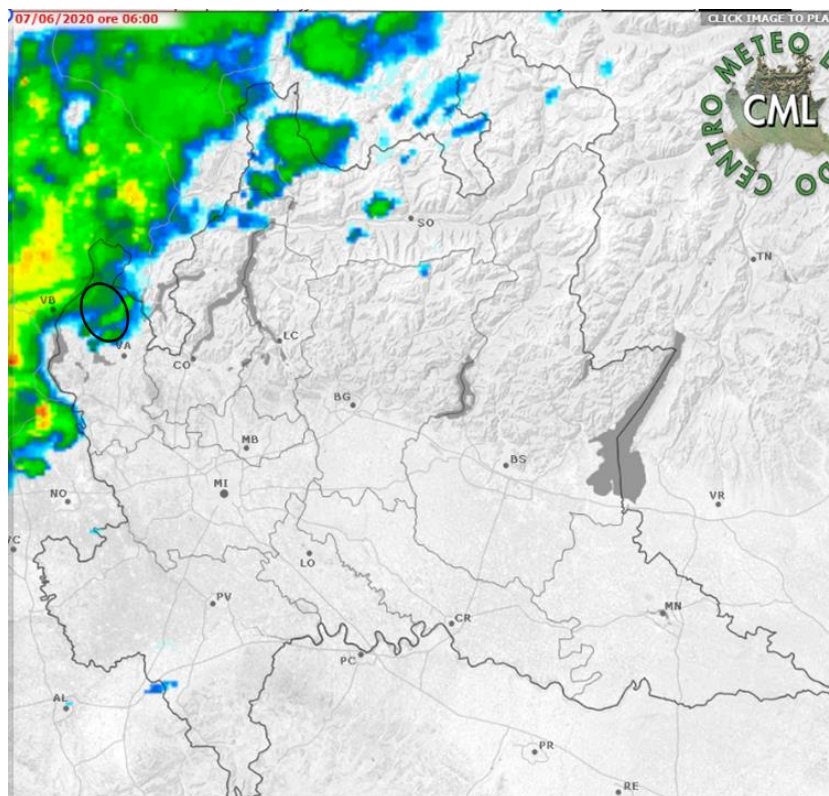
Figura 60: sovrapposizione tra le curve di possibilità pluviometrica di ARPA e quelle ricavate attraverso i dati registrati dai pluviometri di Valganna e Valtravaglia

Nelle figure seguenti sono riportate le immagini multi temporali del radar, ricavate dal sito del Centro Meteo Lombardo, rappresentative della dinamica evolutiva dell'evento pluviometrico (nella parte in altro a sinistra di ogni figura è riportato l'orario del radar e la posizione del bacino del Margorabbia è individuata dall'ovale nero). Tale immagini mettono in evidenza che l'evento ha interessato l'intero bacino, ma con intensità di pioggia differenti tra le diverse zone.

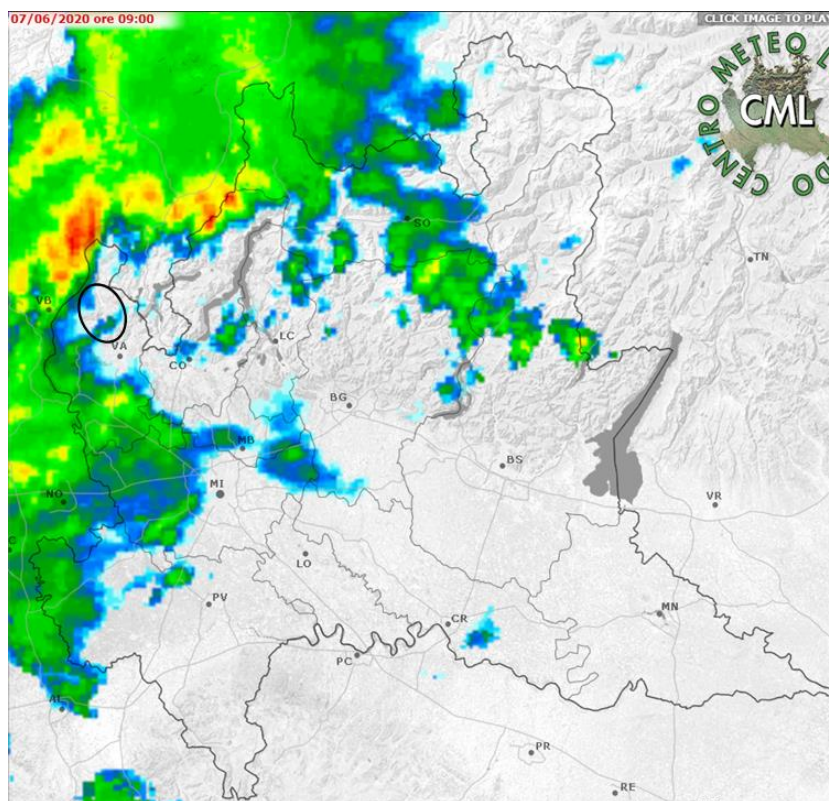
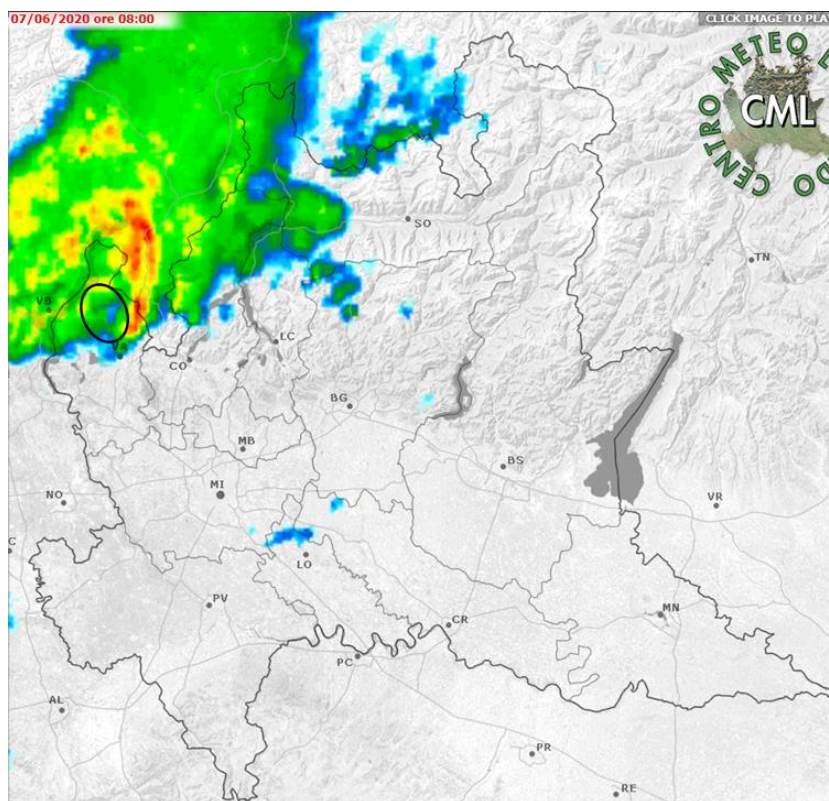
RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA



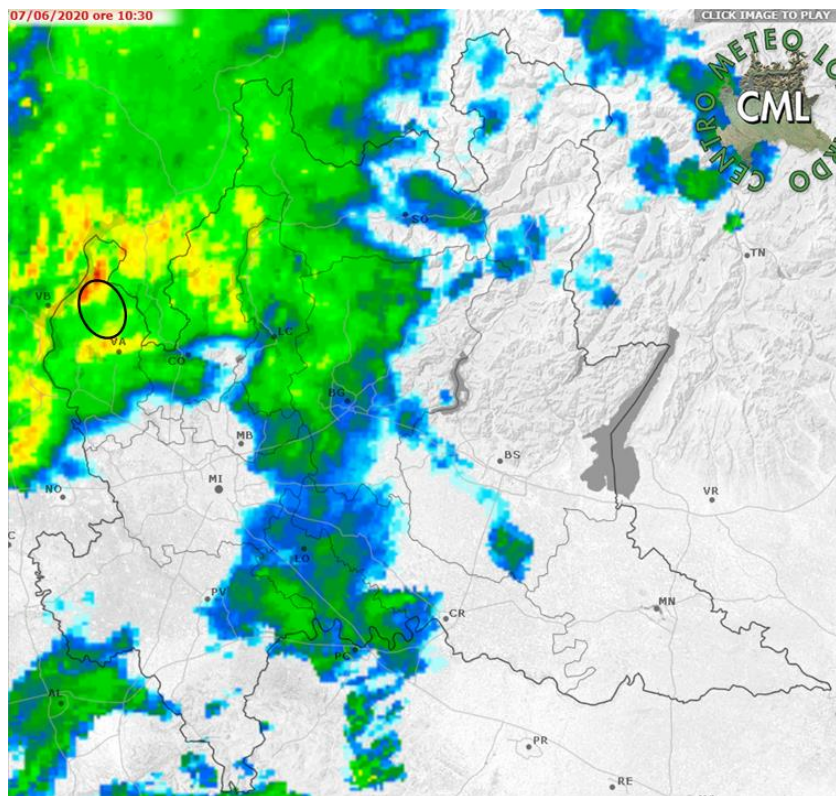
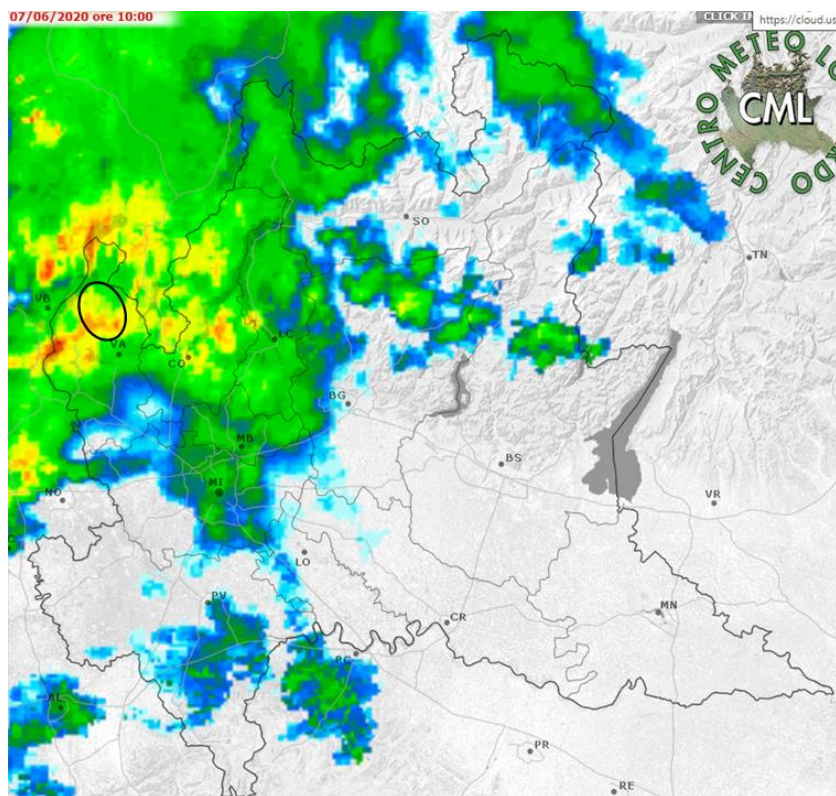
RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA



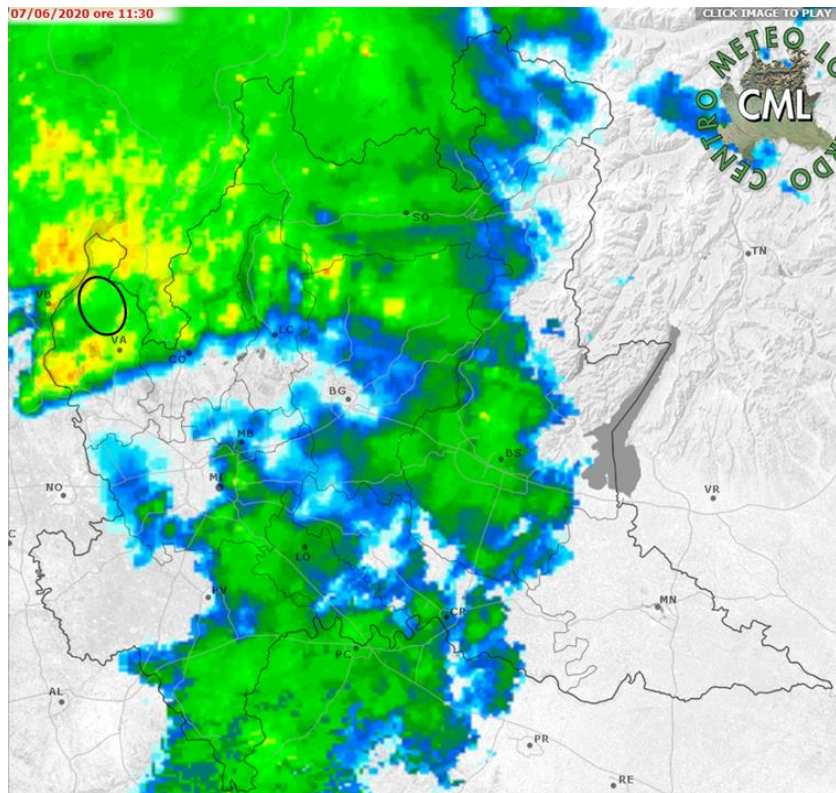
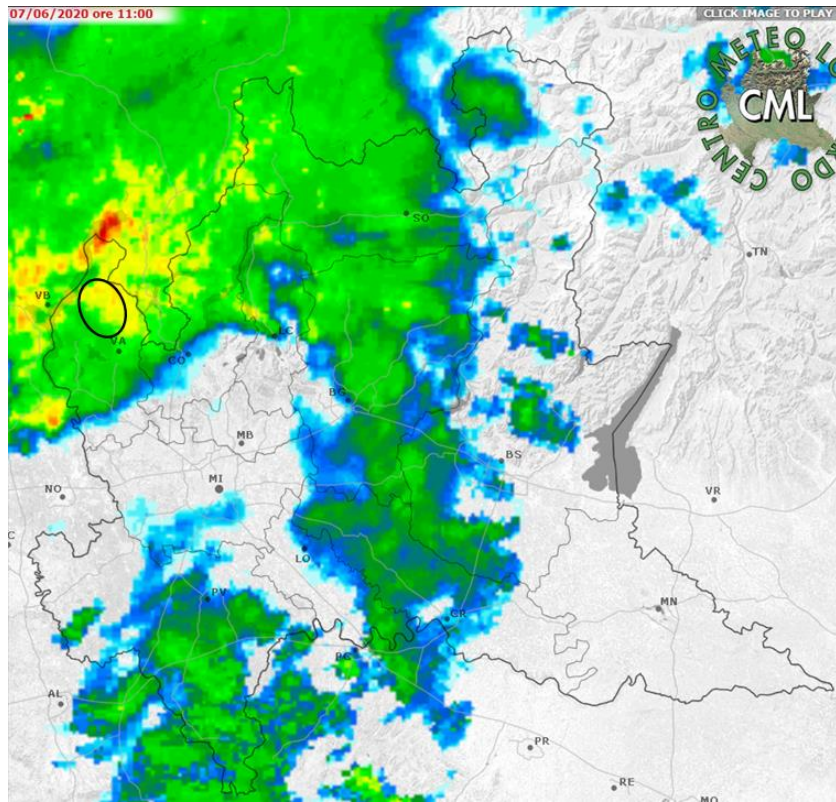
RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA



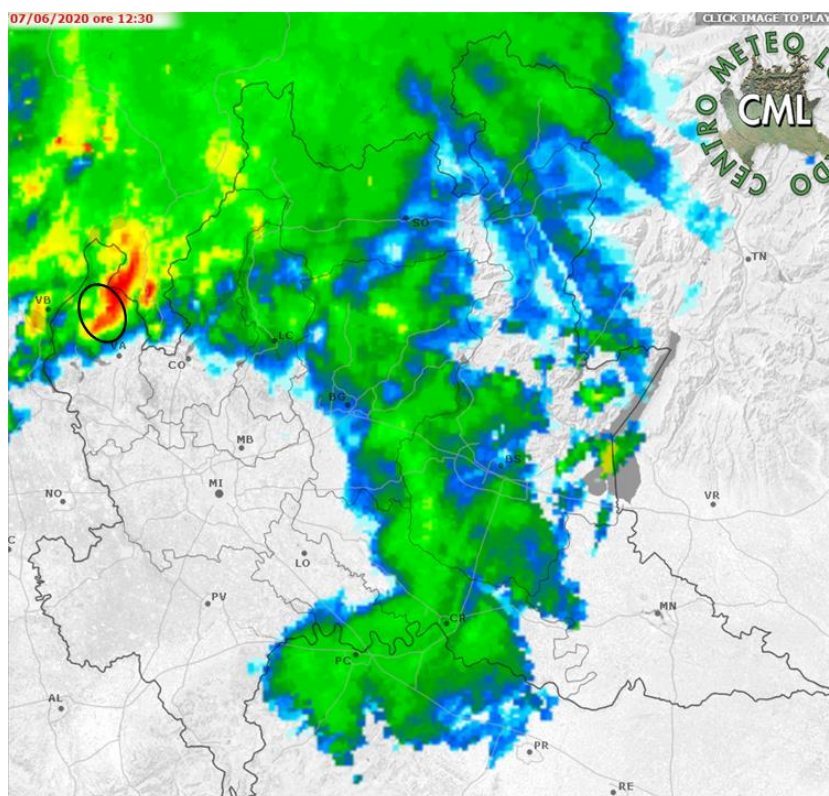
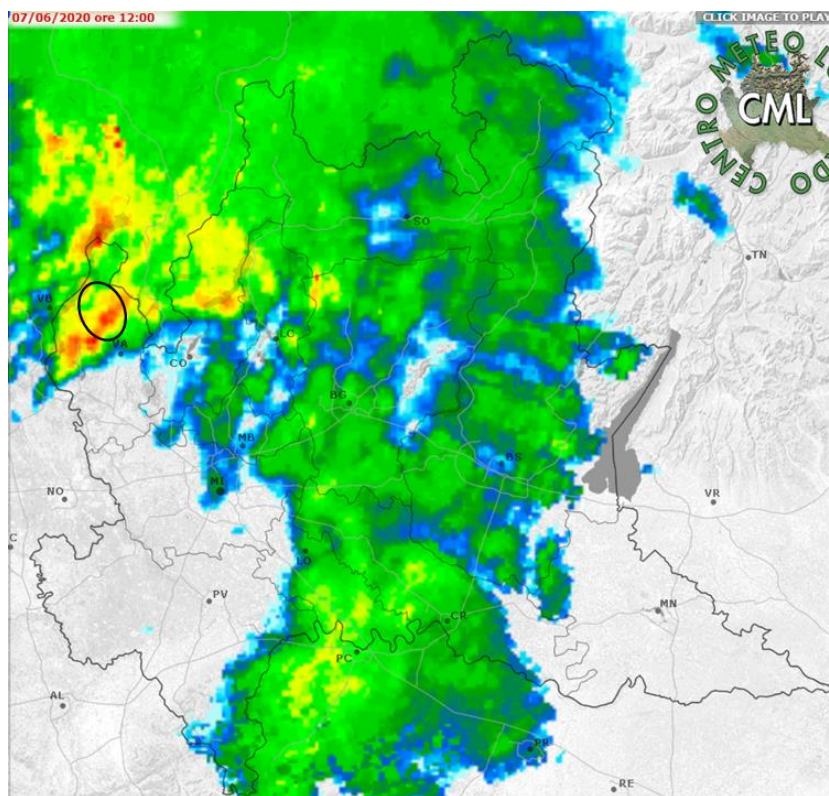
RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA



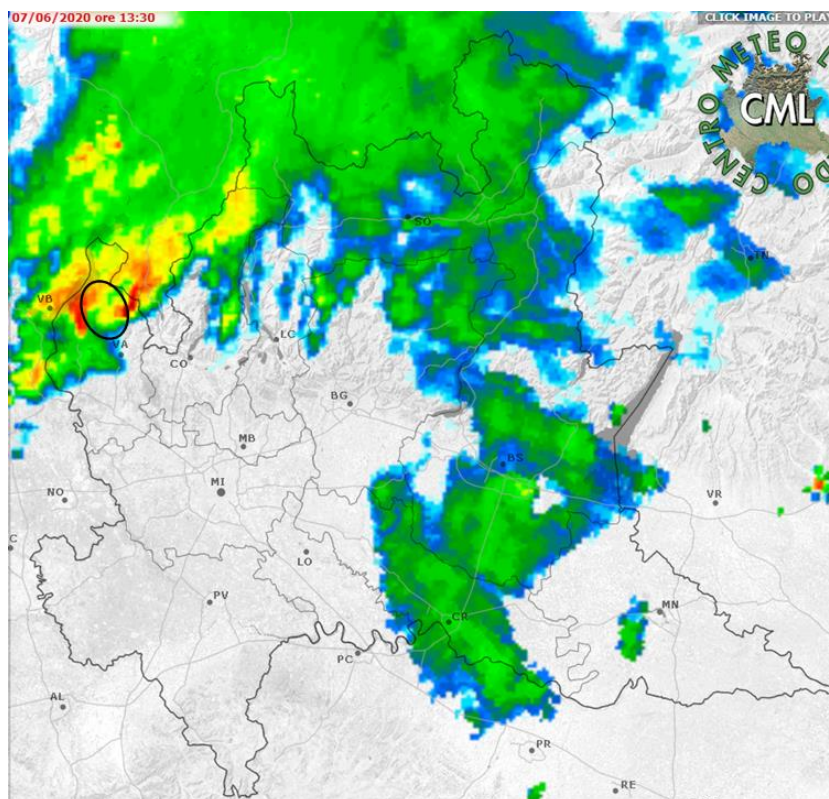
RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA



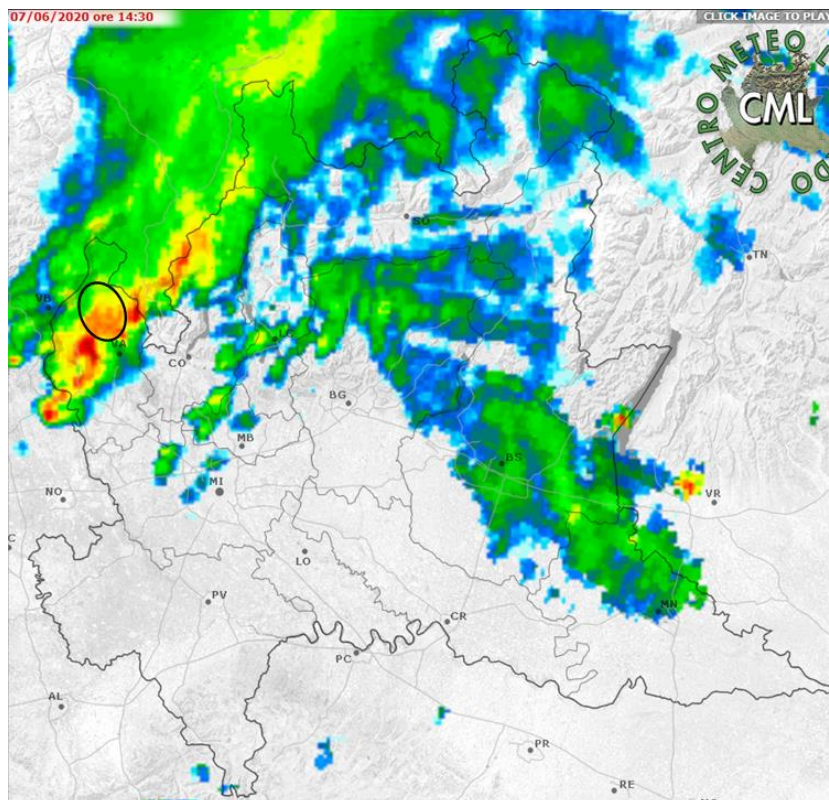
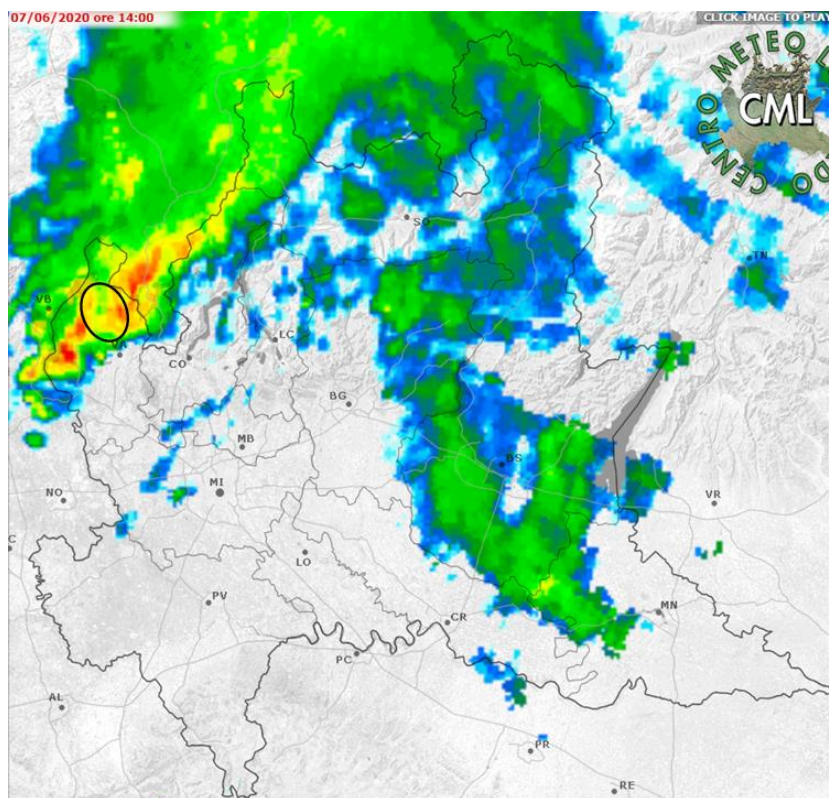
RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA



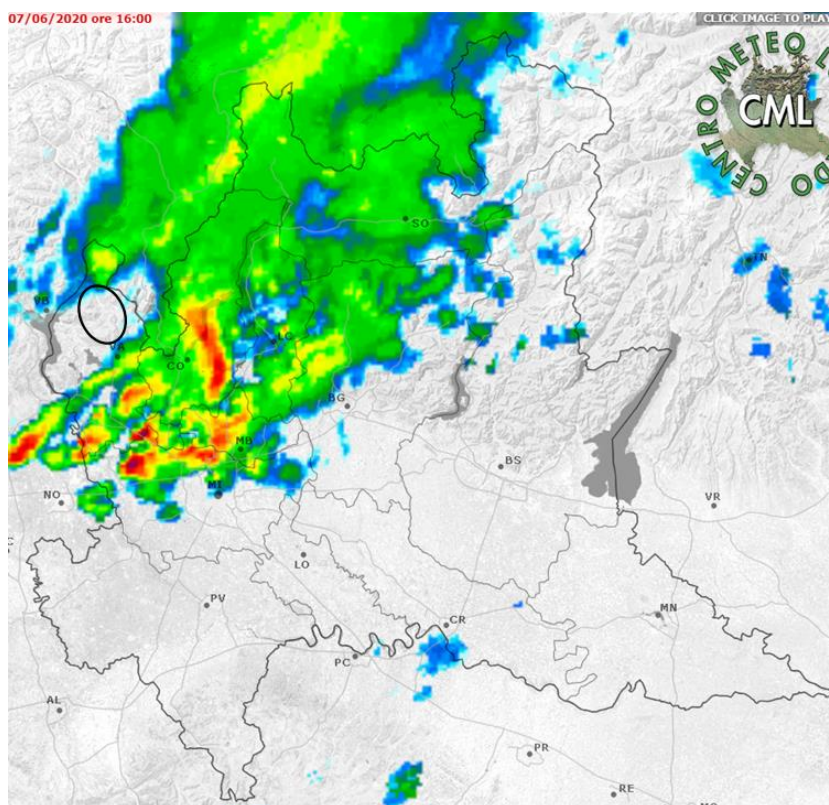
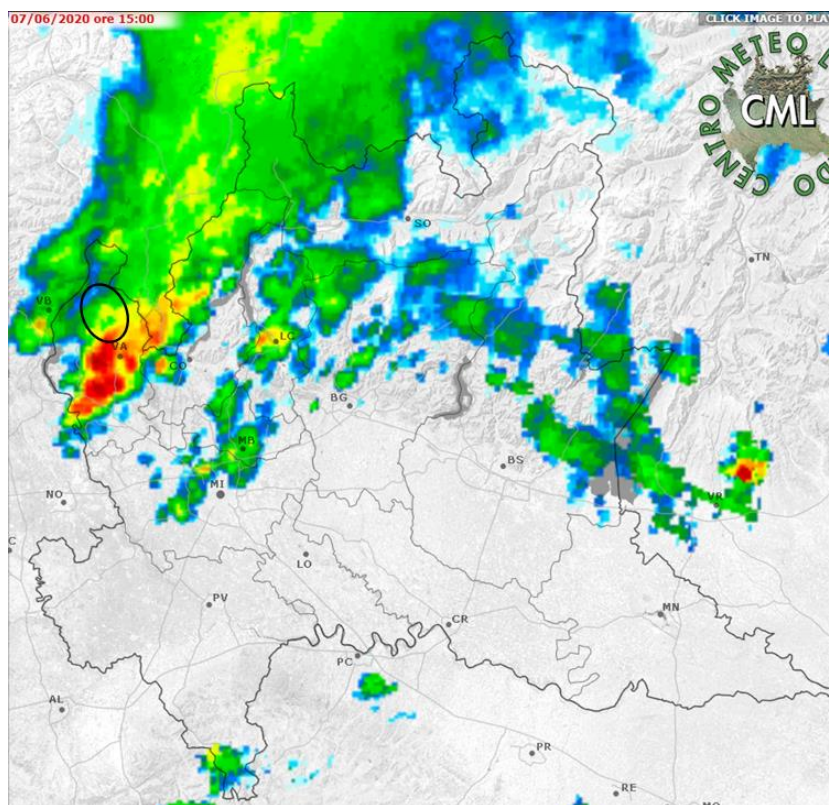
RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA



RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA



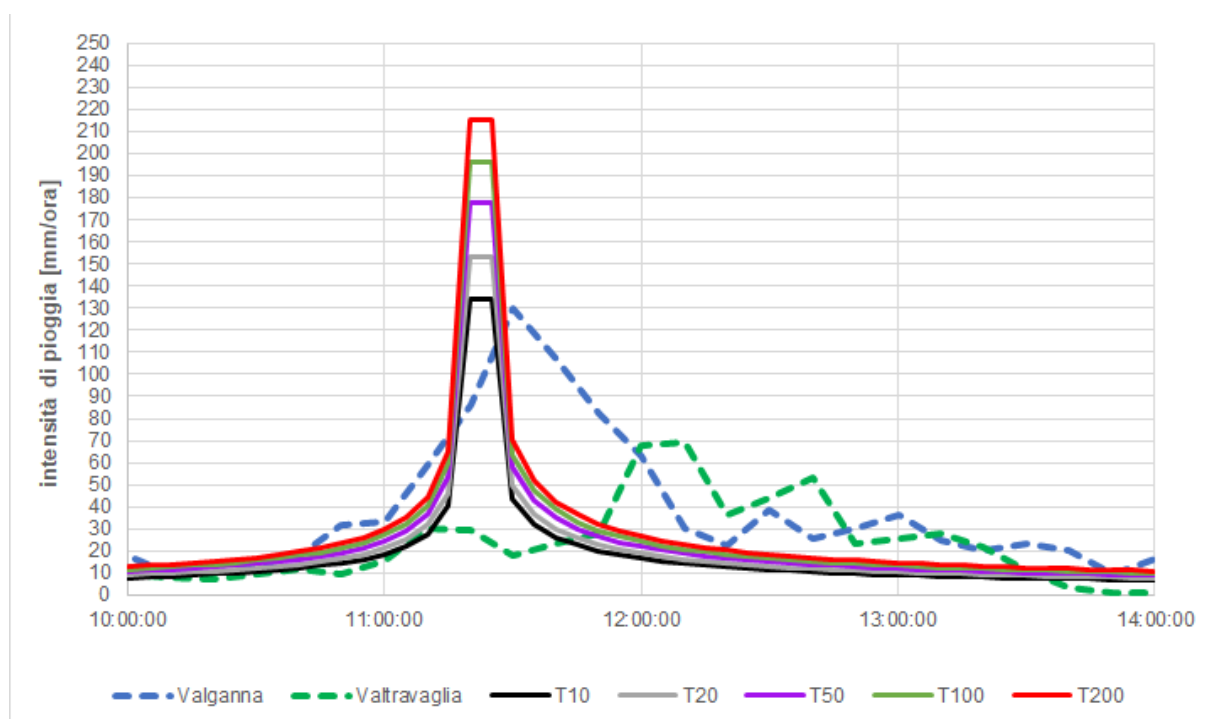
RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA



### RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

Nella successiva figura è rappresentato il confronto fra le intensità di pioggia dell'evento reale del 7/6/2020 e quelle dell'evento sintetico calcolato nell'ambito del presente studio attraverso l'applicazione delle curve di possibilità pluviometrica di ARPA e avendo considerato lo ietogramma Chicago (cfr. par. 3.1.3), da cui emerge che i valori di intensità massima sono paragonabili a quelle ottenute con un evento sintetico caratterizzato da un tempo di ritorno pari a circa 10 anni.

Il volume dell'evento reale è però maggiore rispetto a quello dell'evento sintetico, quindi nei tratti fluviali con insufficienze idrauliche il volume esondato durante l'evento reale è maggiore rispetto a quello associato all'evento sintetico caratterizzato dalla stessa intensità massima di precipitazione. Considerando tali aspetti, si ritiene che l'evento sintetico più rappresentativo per riprodurre il comportamento del Margorabbia e dei suoi affluenti durante l'evento di piena del 7/6/2020 sia quello caratterizzato da un tempo di ritorno pari a 20 anni.



**Figura 61: sovrapposizione tra le intensità di pioggia dell'evento reale del 7/6/2020 e le intensità dell'evento pluviometrico di riferimento calcolato nell'ambito del presente studio.**

## RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

### 3.2 ANALISI IDRAULICHE STATO DI FATTO

#### 3.2.1 Modellazione idraulica

Per analizzare il comportamento idraulico del T. Margorabbia e dei suoi principali affluenti (T. Gesone, T. Rancina, R. Boesio, R. Brivola, T. Grantorella, T. Valmartina, T. Valle Prada, è stato implementato un unico modello idraulico accoppiato bidimensionale – monodimensionale (cfr. Figura 62), a fondo fisso, con piogge lorde applicate all'intero bacino e perdite idrologiche valutate mediante coefficienti di afflusso differenziati per ciascun sottobacino. In particolare:

- l'intero bacino idrografico afferente ai corsi d'acqua oggetto di studio e i tratti di monte dei medesimi (dalla sorgente fino all'attraversamento dei centri abitati) sono rappresentati mediante modello bidimensionale basato sul DTM 5x5 della Regione Lombardia;
- i tratti di monte dei corsi d'acqua posti esternamente al DTM-Lidar effettuato nell'ambito del presente studio (cfr. par. 2.3) sono rappresentati mediante modello monodimensionale basato sulle sezioni topografiche rilevate (cfr. par. 2.4.1). Tali modelli sono posti all'interno del suddetto modello bidimensionale e sono con esso collegati idraulicamente lungo le linee di sponda (c'è scambio di portata tra i due modelli);
- i tratti dei corsi d'acqua posti all'interno dell'ambito territoriale coperto dal rilievo DTM-Lidar effettuato nell'ambito del presente studio (cfr. par. 2.3) sono rappresentati mediante modello bidimensionale.

Nella successiva Figura 63 sono rappresentati i tratti fluviali analizzati mediante modello monodimensionale o bidimensionale.

La modellazione idraulica è stata implementata mediante il programma di calcolo INFOWORKS 2D ICM di Innovyze.

Per quanto riguarda il modello bidimensionale, la superficie del dominio di calcolo è pari a 93 kmq e le celle di calcolo sono pari a circa 2'900'000, quindi si ha che la superficie media degli elementi di calcolo è pari a circa 30 mq (più piccola lungo i corsi d'acqua oggetto di studio e più grande lungo la restante parte del bacino idrografico).

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

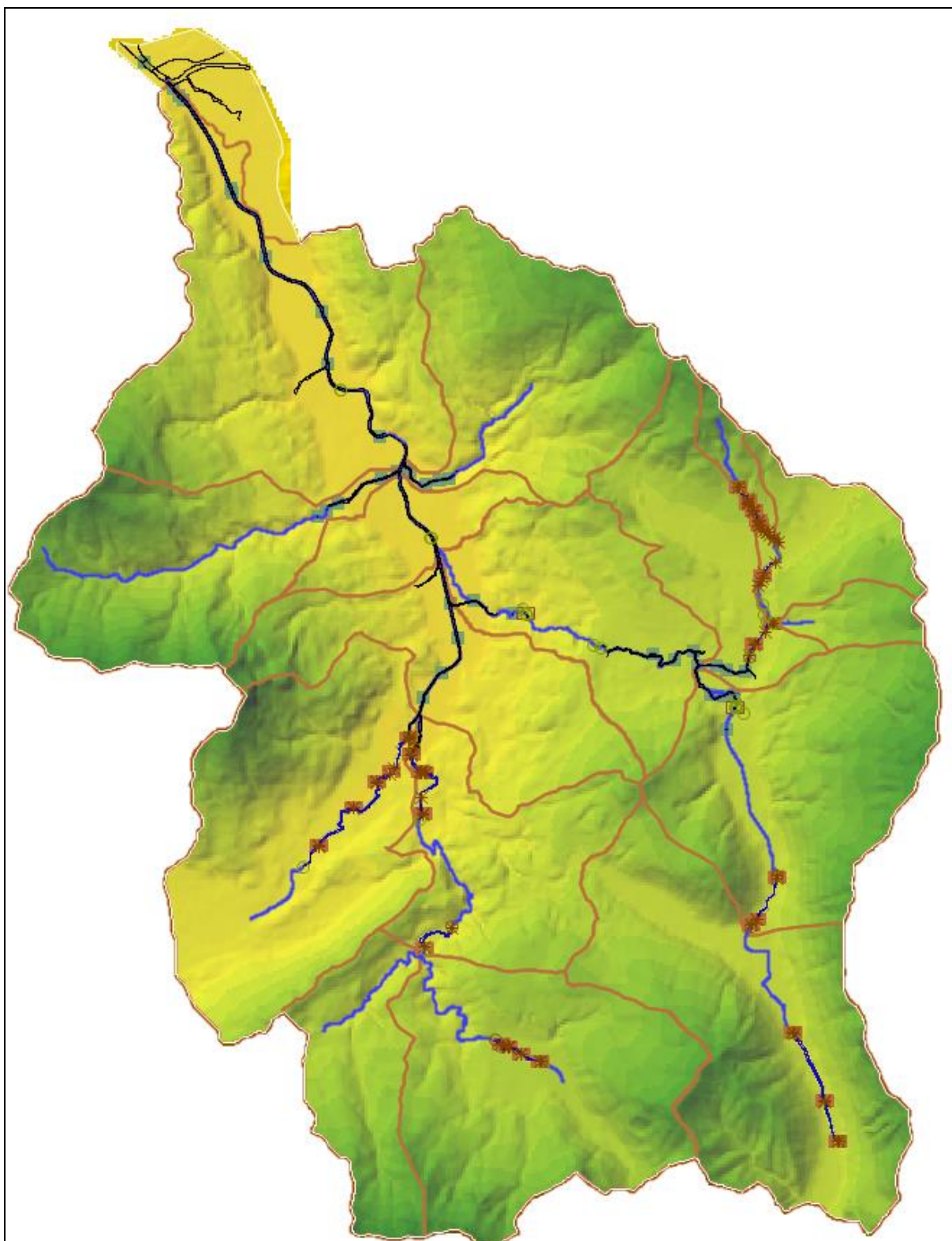


Figura 62: estensione modello accoppiato bidimensionale - monodimensionale.

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

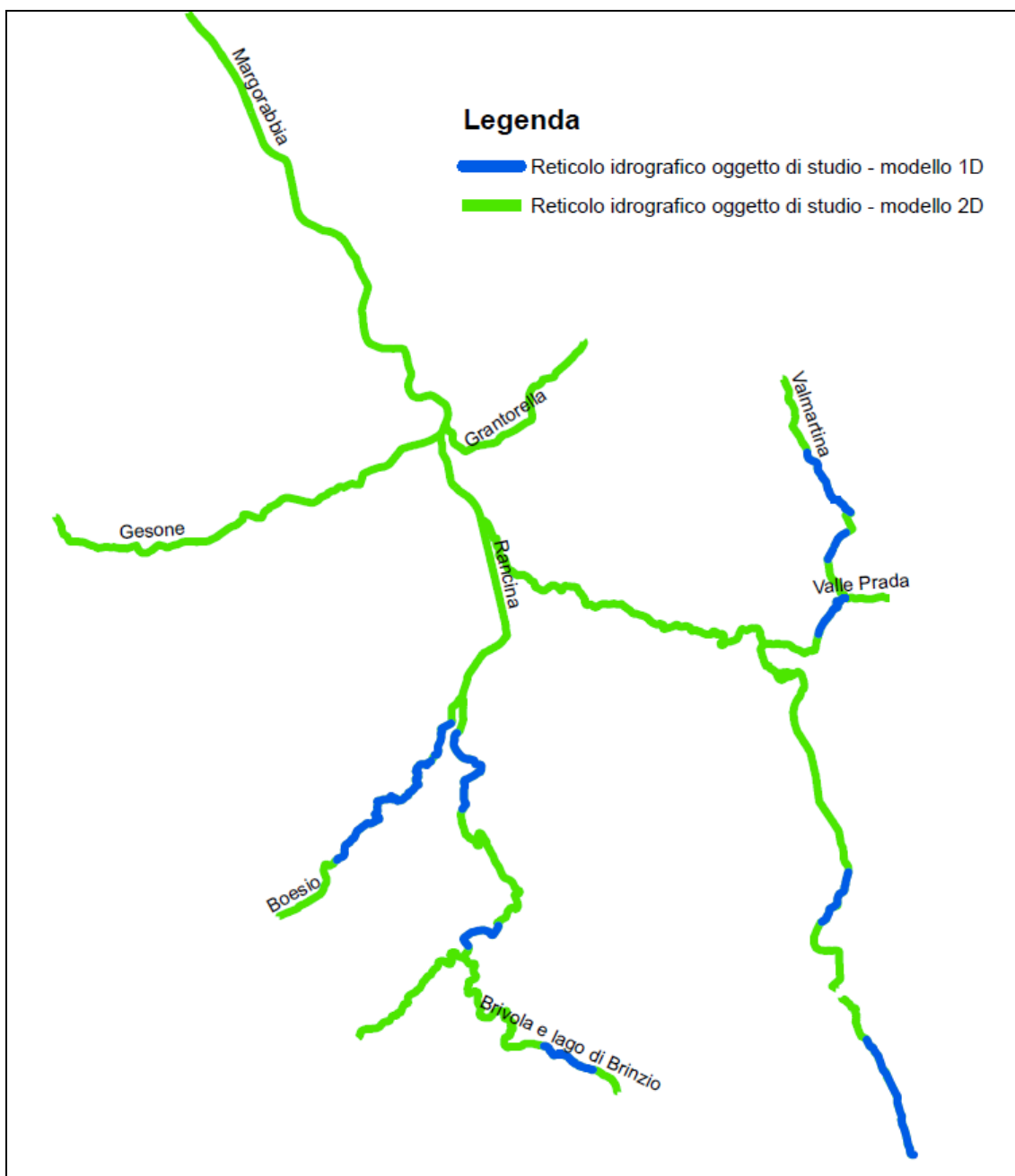


Figura 63: Distinzione tratti di corso d'acqua analizzati con modello monodimensionale o bidimensionale.

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

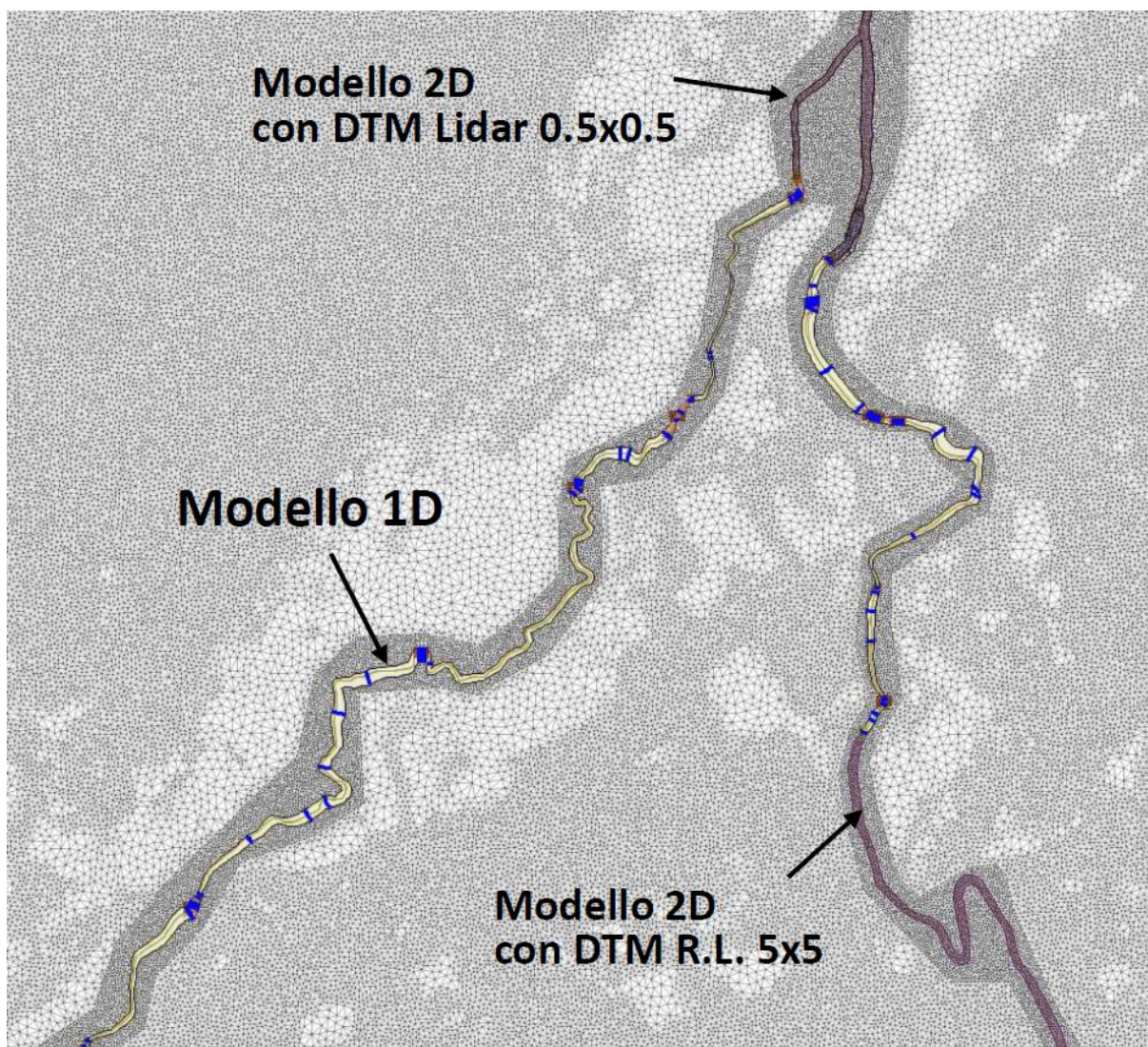


Figura 64: Stralcio di modello bidimensionale – monodimensionale accoppiato.

Nel modello bidimensionale - monodimensionale sono state inserite le opere di difesa presenti (argini e muri arginali) e le opere interferenti (ponti), desunte dai rilievi effettuati in campo (DTM-Lidar e sezioni topografiche).

Attraverso tale modello sono state effettuate le simulazioni per diversi valori del tempo di ritorno (10, 20, 50, 100, 200 e 500 anni) applicando su tutto il bacino gli ietogrammi di pioggia lorda definiti nel par. 3.1.3.

La depurazione delle perdite idrologiche per infiltrazione è calcolata dal modello mediante l'applicazione del metodo percentuale avendo attribuito all'area di ciascun sottobacino il coefficiente di deflusso riportato nel precedente par. 3.1.4.

### RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

Le portate lungo i diversi tratti di corso d'acqua si ottengono come risultato del modello idraulico bidimensionale-monodimensionale accoppiato.

Nel modello è stato inserito, oltre al tratto terminale del F. Tresa a valle della confluenza del Margorabbia, anche un tratto a monte di tale confluenza, per un'estensione longitudinale pari a circa 1 km.

La portata di piena del F. Tresa a monte della confluenza con il Margorabbia è stata posta pari a 205 m<sup>3</sup>/s, che, come definito dalla Confederazione Svizzera ed in particolare dal *Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC - Ufficio federale dell'ambiente UFAM*, corrisponde ad un tempo di ritorno pari a 30 anni alla sezione di Ponte Tresa (sup. bacino idrografico pari a 609 kmq). Siccome il bacino del Tresa a monte della confluenza con il Margorabbia è pari a 674 kmq, si è assunto lo stesso valore di portata al colmo calcolato a Ponte Tresa.

La condizione al contorno di valle del modello, posta in corrispondenza della sezione terminale e rappresentata dallo sbocco del Tresa nel Lago Maggiore, è stata posta pari al livello idrometrico del lago relativo ad un tempo di ritorno pari a 15 anni, cioè 196.66 m s.m. (valore desunto dall'*Allegato 4 - Ambito territoriale ACL - metodologia per la perimetrazione delle aree allagabili lacuali con dati di riferimento per le tre piene* delle Disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di Gestione del Rischio 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).

Come parametri di scabrezza si sono assunti per l'alveo valore del coefficiente di Strickler compresi tra 25 e 30 m<sup>1/3</sup>/s, mentre per le aree esterne all'alveo inciso, valide soprattutto per le aree dell'intero bacino idrografico è stato utilizzato un valore pari a 10 m<sup>1/3</sup>/s.

#### 3.2.2 Risultati analisi idrauliche

In relazione a quanto descritto nel precedente paragrafo sono state condotte le simulazioni idrauliche relative allo stato di fatto, relative ai seguenti valori del tempo di ritorno T=10, 20, 50, 100, 200, 500 anni.

Si segnala che i risultati relativi all'evento caratterizzato da un tempo di ritorno pari a 20 anni

### RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

dovrebbero essere rappresentativi di quanto accaduto durante l'evento di piena del 7/6/2020.

Alla presente relazione sono allegate delle cartografie con riportati i risultati del modello idraulico in termini di tiranti idrici e di velocità della corrente e le conseguenti mappe delle aree allagabili. In tali ultime cartografie sono state classificate due distinte tipologie di aree:

1. aree allagabili del Margorabbia e dei suoi affluenti principali oggetto del presente studio di dettaglio (T. Gesone, T. Rancina, R. Boesio, R. Brivola, T. Grantorella, T. Valmartina, T. Valle Prada);
2. aree allagabili relative ad altro reticolo idrografico presente all'interno del bacino e diverso dal precedente, posto nell'intorno dei suddetti corsi d'acqua, che occorre approfondire nell'ambito di ulteriori studi di dettaglio, in quanto per tali ambiti non si è potuto disporre di informazioni topografiche di dettaglio ma si è utilizzato solo il DTM 5x5 m della Regione Lombardia.

Per tutti i dettagli delle aree interessate da esondazioni per i diversi valori del tempo di ritorno considerato si rimanda alle cartografie allegate alla presente relazione, in particolare:

IDR01 – Risultati modello idraulico bidimensionale – T=10 anni - tiranti

IDR02 – Risultati modello idraulico bidimensionale – T=20 anni – tiranti

IDR03 – Risultati modello idraulico bidimensionale – T=50 anni - tiranti

IDR04 – Risultati modello idraulico bidimensionale – T=100 anni - tiranti

IDR05 – Risultati modello idraulico bidimensionale – T=200 anni - tiranti

IDR06 – Risultati modello idraulico bidimensionale – T=500 anni - tiranti

IDR07 – Risultati modello idraulico bidimensionale – T=10 anni - velocità

IDR08 – Risultati modello idraulico bidimensionale – T=20 anni – velocità

IDR09 – Risultati modello idraulico bidimensionale – T=50 anni - velocità

IDR10 – Risultati modello idraulico bidimensionale – T=100 anni - velocità

IDR11 – Risultati modello idraulico bidimensionale – T=200 anni - velocità

IDR12 – Risultati modello idraulico bidimensionale – T=500 anni - velocità

IDR13 – Aree allagabili – T=10 anni

IDR14 – Aree allagabili – T=20 anni

IDR15 – Aree allagabili – T=50 anni

IDR16 – Aree allagabili – T=100 anni

IDR17 – Aree allagabili – T=200 anni

IDR18 – Aree allagabili – T=500 anni

### RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

#### I DR19 – Proposta mappe PGRA

Per quanto riguarda la proposta di definizione delle mappe del PGRA, gli scenari di pericolosità sono stati definiti considerate le seguenti aree allagabili:

- Pericolosità – scenario frequente (H): aree allagabili per tempo di ritorno pari a 10 anni;
- Pericolosità – scenario poco frequente (M): aree allagabili per tempo di ritorno pari a 100 anni;
- Pericolosità – scenario raro (L): aree allagabili per tempo di ritorno pari a 500 anni.

Oltre alle suddette cartografie vengono forniti, in formato raster a maglia 2x2 m, i risultati del modello bidimensionale esteso a tutto il bacino relativi a tiranti idrici (espressi in m), livelli di piena (espressi in m s.m.) e velocità (espressi in m/s), per tutti i valori del tempo di ritorno considerati nello studio.

Dall'analisi dei risultati della modellazione idraulica emerge che le principali criticità idrauliche si verificano:

- lungo il tratto vallivo del fiume Margorabbia, dove si verificano esondazioni che interessano diversi ambiti urbanizzati nei comuni di Grantola, Mesenzana, Montegrino Valtravaglia, Germignaga e Luino;
- lungo il T. Gesone, dove si verificano esondazioni che interessano diversi ambiti urbanizzati nel Comune di Mesenzana;
- lungo il T. Grantorella, dove si verificano esondazioni che interessano diversi ambiti urbanizzati nel Comune di Grantola.

Altre criticità si verificano lungo il T. Valmartina, nei comuni di Cugliate Fiabasco e Marchirolo, e lungo il tratto pedecollinare del Margorabbia nei comuni di Cunardo e di Ferrera di Varese (in corrispondenza del bacino dell'impianto idroelettrico).

Come emerge anche dalle schede dei manufatti di attraversamento allegate al presente studio (elaborato "TOPAA - Abaco schede attraversamenti"), a cui si rimanda per i dettagli relativi a ciascun manufatto, molti ponti risultano inadeguati ed incompatibili al passaggio della piena e inducono innalzamenti dei livelli idrici a monte, contribuendo alla formazione delle esondazioni.

Analoghe valutazioni di compatibilità sono effettuate anche per gli scarichi delle reti fognarie e di drenaggio urbano, i cui risultati sono riportati nell'elaborato "TOPAS – Abaco schede scarichi".

## RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

### 4. QUADRO DEGLI INTERVENTI

#### 4.1 INTERVENTI IDRAULICI

In relazione alle criticità idrauliche emerse nella fase valutativa e riportate nel capitolo precedente, sono stati individuati gli interventi strutturali finalizzati alla riduzione della pericolosità idraulica e alla mitigazione del rischio di esondazione nelle zone a maggiore vulnerabilità.

Il tempo di ritorno di riferimento per la definizione degli interventi è stata assunta pari a 100 anni.

In generale, gli interventi individuati sono costituiti essenzialmente da tre tipologie:

- Adeguamento di opere di difesa esistenti (argini in terra e muri arginali): tali interventi sono previsti laddove sono presenti opere di difesa che, in relazione agli esiti delle analisi idrologico-idrauliche effettuate nell'ambito del presente studio, non sono in grado di contenere, con adeguati franchi di sicurezza, i livelli della piena centennale.
- Realizzazione di nuove opere di contenimento dei livelli di piena (argini in terra e muri arginali): tali interventi sono previsti nei tratti in cui non sono presenti opere di difesa ma, in relazione agli esiti delle analisi idrologico-idrauliche effettuate nell'ambito del presente studio, le sponde del corso d'acqua non sono in grado di contenere, con adeguati franchi di sicurezza, i livelli della piena centennale. In alcuni casi tali opere non sono localizzate lungo la sponda del corso d'acqua, ma lungo il limite esterno di aree golenali interessate da allagamenti compatibili con l'attuale uso del suolo, in modo da evitare che tale esondazione si propaghi verso aree urbanizzate limitrofe da proteggere.
- Adeguamento di manufatti di attraversamento: nei casi in cui i manufatti di attraversamento del corso d'acqua risultano inadeguati e incompatibili e inducono incrementi dei livelli di piena verso monte, contribuendo all'esondazione in aree vulnerabili meritevoli di protezione, si prevede la necessità di adeguamento degli stessi. L'intervento di adeguamento dovrà essere progettato dai proprietari dell'infrastruttura, rispettando la normativa di riferimento (NTC-2018), la quale definisce che la quota di intradosso del manufatto deve avere un franco di sicurezza rispetto alla piena duecentennale pari ad almeno 1,5 m.

Si evidenzia che nelle zone in cui gli allagamenti allo stato attuale interessano aree a minor

### RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

vulnerabilità (ambiti agricoli, aree naturali, con assenza di urbanizzazione o con presenza di edifici sparsi), non sono state previste opere di contenimento, lasciando quindi alla piena la possibilità di espandersi e di laminarsi naturalmente.

La definizione delle opere, delle loro caratteristiche dimensionali e degli effetti che le stesse hanno sulla dinamiche dell'evento di piena di riferimento è stata effettuata con l'ausilio del modello idrologico-idraulico bidimensionale descritto nel capitolo precedente. In pratica è stato implementato un unico modello relativo all'assetto di progetto, pertanto ogni opera è stata definita tenendo conto degli effetti di tutte le altre.

Allegata alla presente relazione vi è una cartografia, elaborato "IDR20 - assetto di progetto - opere e aree allagabili  $T = 100$  anni", in cui sono riportati gli interventi idraulici proposti per l'assetto di progetto e le aree di allagamento residue, che tengono conto dell'effetto di tali interventi. Inoltre, nell'elaborato "INT01 - Schede interventi prioritari" sono riportati alcuni elementi caratteristici degli interventi prioritari, mentre nell'elaborato "INT02 - Schede interventi manufatti attraversamento" sono riportati gli interventi di adeguamento dei manufatti di attraversamento incompatibili con il deflusso della piena. Infine, nell'elaborato "INT03 - Planimetria generale degli interventi" sono riportati tutti gli interventi previsti nel presente studio di bacino, sia quelli a carattere idraulico lungo i principali corsi d'acqua, sia le sistemazioni idraulico forestali sui versanti boscati e nelle zone di dissesto

Di seguito si riporta, sotto forma tabellare, l'elenco degli interventi previsti e riportati nei suddetti allegati, dei quali vengono fornite le seguenti informazioni: nome corso d'acqua, comune interessato, tipologia di intervento, principali caratteristiche dimensionali dell'intervento (lunghezza, altezza media, altezza massima), coordinata nel sistema di riferimento WGS84-UTM32 del punto medio dell'intervento, livello di priorità dell'intervento, codice della scheda di approfondimento per gli interventi prioritari.

Nell'ambito delle schede degli interventi prioritari sono riportate altre informazioni, tra cui anche il costo di massima dell'investimento (lavori più somme a disposizione), la sezione tipologica dell'intervento e il livello di priorità (1: alta priorità, 2: media priorità).

Si segnala che nell'ambito del presente studio non sono stati individuati gli interventi lungo l'asta del T. Valmartina, in quanto tale assetto è già stato individuato nell'ambito dello "Studio idrologico-idraulico del bacino del T. Valmartina e studio di fattibilità delle opere e interventi di mitigazione del rischio idraulico" (Studio Telò – My Fly 2021) e alcuni

*RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA*

interventi in esso previsti sono già progettati a livello esecutivo (2022) e in fase di realizzazione. Le analisi idrologico-idrauliche condotte nel presente studio sono sostanzialmente coerenti con quanto definito nello studio suddetto e pertanto non è stato necessario effettuare nessun aggiornamento dell'assetto di progetto.

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

N	CORSO D'ACQUA	COMUNE	TIPOLOGIA INTERVENTO	LUNGHEZZA	ALTEZZA MEDIA	ALTEZZA MASSIMA	COORD. X WGS84-UTM32	COORD. Y WGS84-UTM32	PRIORITA' INTERVENTO	SCHEDA INTERVENTO PRIORITARIO
1	MARGORABBIA	CUNARDO	Adeguamento opera esistente di contenimento dei livelli di piena	200	1.2	1.7	485400	5086480	-	-
2	MARGORABBIA	FERRERA DI VARESE	Adeguamento opera esistente di contenimento dei livelli di piena	80	0.8	1.0	483527	5086900	-	-
3	MARGORABBIA	GRANTOLA	Nuova opera di difesa di contenimento dei livelli di piena	430	1.0	2.0	482080	5088530	2	MA-01
4	MARGORABBIA	MESENZANA	Nuova opera di difesa di contenimento dei livelli di piena	200	2.2	3.5	481888	5088940	2	MA-02
5	MARGORABBIA	MESENZANA	Adeguamento opera esistente di contenimento dei livelli di piena	160	1.1	2.2	481774	5089040	2	MA-03
6	MARGORABBIA	MONTEGRINO VALTRAVAGLIA	Adeguamento opera esistente di contenimento dei livelli di piena	400	2.0	3.0	481729	5089110	2	MA-04
7	MARGORABBIA	MESENZANA	Nuova opera di difesa di contenimento dei livelli di piena	830	2.0	2.5	481660	5089420	1	MA-05
8	MARGORABBIA	MONTEGRINO VALTRAVAGLIA	Nuova opera di difesa di contenimento dei livelli di piena	180	2.0	3.0	481325	5089750	2	MA-07

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

N	CORSO D'ACQUA	COMUNE	TIPOLOGIA INTERVENTO	LUNGHEZZA	ALTEZZA MEDIA	ALTEZZA MASSIMA	COORD. X WGS84-UTM32	COORD. Y WGS84-UTM32	PRIORITA' INTERVENTO	SCHEDA INTERVENTO PRIORITARIO
9	MARGORABBA	MESENZANA	Nuova opera di difesa di contenimento dei livelli di piena	340	1.1	1.8	481225	5089700	2	MA-06
10	MARGORABBA	BRISSAGO VALTRAVAGLIA, MONTEGRINO VALTRAVAGLIA	Adeguamento opera esistente di contenimento dei livelli di piena	900	1.2	2.1	481173	5090400	1	MA-08
11	MARGORABBA	MONTEGRINO VALTRAVAGLIA	Adeguamento opera esistente di contenimento dei livelli di piena	200	1.3	1.5	481176	5090460	-	-
12	MARGORABBA	LUINO, GERMIGNAGA	Adeguamento opera esistente di contenimento dei livelli di piena	1500	1.0	1.7	480418	5091430	1	MA-09
13	MARGORABBA	GERMIGNAGA	Adeguamento opera esistente di contenimento dei livelli di piena	1115	0.8	1.3	479789	5092620	1	MA-11
14	MARGORABBA	GERMIGNAGA	Nuova opera di difesa di contenimento dei livelli di piena	800	1.1	1.6	479871	5092380	1	MA-10
15	MARGORABBA	GERMIGNAGA	Adeguamento opera esistente di contenimento dei livelli di piena	190	0.8	1.0	479635	5092820	2	MA-12
16	MARGORABBA	GERMIGNAGA	Nuova opera di difesa di contenimento dei livelli di piena	450	0.8	1.3	479444	5093070	2	MA-13

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

N	CORSO D'ACQUA	COMUNE	TIPOLOGIA INTERVENTO	LUNGHEZZA	ALTEZZA MEDIA	ALTEZZA MASSIMA	COORD. X WGS84-UTM32	COORD. Y WGS84-UTM32	PRIORITA' INTERVENTO	SCHEDA INTERVENTO PRIORITARIO
17	MARGORABIA	GERMIGNAGA	Nuova opera di difesa di contenimento dei livelli di piena	50	1.5	1.8	479449	5093110	1	MA-14
18	MARGORABIA	LUINO	Adeguamento opera esistente di contenimento dei livelli di piena	130	2.0	2.0	479389	5093170	1	MA-15
19	GRANTORELLA	GRANTOLA, MONTEGRINO VALTRAVAGLIA	Adeguamento opera esistente di contenimento dei livelli di piena	790	1.3	2.0	482334	5088450	1	GR-01
20	GRANTORELLA	GRANTOLA	Adeguamento opera esistente di contenimento dei livelli di piena	650	1.8	3.0	482402	5088490	1	GR-01
21	GESONE	MESENZANA	Nuova opera di difesa di contenimento dei livelli di piena	45	1.5	3.0	481190	5088150	1	GE-01
22	GESONE	MESENZANA	Nuova opera di difesa di contenimento dei livelli di piena	30	1.0	1.5	481309	5088230	1	GE-01
23	GESONE	MESENZANA	Nuova opera di difesa di contenimento dei livelli di piena	245	1.1	2.0	481555	5088380	1	GE-02
24	GESONE	MESENZANA	Nuova opera di difesa di contenimento dei livelli di piena	70	2.5	4.0	481660	5088530	2	GE-03
25	GESONE	MESENZANA	Nuova opera di difesa di contenimento dei livelli	180	1.3	2.4	481765	5088520	2	GE-03

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

N	CORSO D'ACQUA	COMUNE	TIPOLOGIA INTERVENTO	LUNGHEZZA	ALTEZZA MEDIA	ALTEZZA MASSIMA	COORD. X WGS84-UTM32	COORD. Y WGS84-UTM32	PRIORITA' INTERVENTO	SCHEDA INTERVENTO PRIORITARIO
			di piena							
26	GESONE	MESENZANA	Adeguamento opera esistente di contenimento dei livelli di piena	70	1.2	1.7	481762	5088510	2	GE-04
27	GESONE	MESENZANA	Nuova opera di difesa di contenimento dei livelli di piena	15	4.0	4.0	481793	5088510	2	GE-04
28	GESONE	MESENZANA	Nuova opera di difesa di contenimento dei livelli di piena	65	2.4	2.5	481825	5088530	2	GE-04
29	LUINO	TRESA	Adeguamento opera esistente di contenimento dei livelli di piena	160	0.9	2.0	479410	5093280	-	-
30	LUINO	TRESA	Adeguamento opera esistente di contenimento dei livelli di piena	207	0.8	2.0	479417	5093340	-	-

### RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

Tra gli interventi a cui è attribuito un maggior livello di priorità, definito pari a 1 nella suddetta tabella, di seguito viene indicata una proposta di sequenza temporale di ulteriore priorità di realizzazione da considerare nella richiesta di finanziamenti. Tale sequenza tiene conto di diversi aspetti tra cui: la correlazione tra i diversi interventi, gli effetti che gli interventi di monte possono indurre nei tratti di valle, la presenza di interventi recenti già realizzati nelle zone in cui risultano necessari ulteriori interventi.

La proposta è la seguente:

1. F. Margorabbia, intervento MA-14 e MA-15
2. F. Margorabbia, intervento MA-08
3. F. Margorabbia, intervento MA-05
4. F. Margorabbia, intervento MA-10
5. F. Margorabbia, intervento MA-09
6. F. Margorabbia, intervento MA-11
7. T. Grantorella, intervento GR-01
8. T. Gesone, intervento GE-02
9. T. Gesone, intervento GE-01

Come già affermato in precedenza, nell'assetto di progetto sono stati considerati anche i necessari interventi di adeguamento dei manufatti di attraversamento incompatibili con il deflusso della piena. Di seguito si riporta, in forma tabellare, l'elenco dei ponti che sono stati tolti dal modello idraulico bidimensionale (il ponte una volta adeguato non influisce più sul deflusso della piena).

N	CORSO D'ACQUA	COMUNE	PONTE	ID_OPERA	X_COORD	Y_COORD
1	Fiume Margorabbia	Germignaga, Luino	passerella pedonale di collegamento tra via G. Verdi e SS394	VA008_007	479413	5093120
2	Fiume Margorabbia	Germignaga	ponte stradale di collegamento tra via G. Verdi e SS394	VA008_011	479460	5093080
3	Fiume Margorabbia	Germignaga	passerella pedonale collegamento tra via G. Verdi e pista ciclopeditone	VA008_024	480052	5091970

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

4	Fiume Margorabbia	Montegrino Valtravaglia	ponte stradale via dei Martiri – loc. Cucco	VA008_034	481129	5090540
5	Fiume Margorabbia	Brissago Valtravaglia Montegrino Valtravaglia	ponte stradale di collegamento tra via Brissago e via Riviera	VA008_049	481196	5089910
6	Fiume Margorabbia	Mesenzana Montegrino Valtravaglia	ponte stradale via Molino d'Anna	VA008_063	481813	5089050
7	Torrente Grantorella	Grantola	ponte stradale via Prà delle Vigne	VA009_005	482192	5088620
8	Torrente Grantorella	Grantola	ponte stradale via Beverina	VA009_019	482385	5088470
9	Torrente Grantorella	Grantola	ponte stradale di collegamento tra via Curtatone e via S. Fermo	VA009_034	482540	5088520
10	Torrente Grantorella	Grantola	ponte stradale via del Mulino	VA009_040	482658	5088540
11	Torrente Gesone	Mesenzana	ponte stradale SS394	VA026_016	481316	5088250
12	Torrente Gesone	Mesenzana	ponte stradale di collegamento tra via S. Martino e via Mazzini	VA026_003	481847	5088540

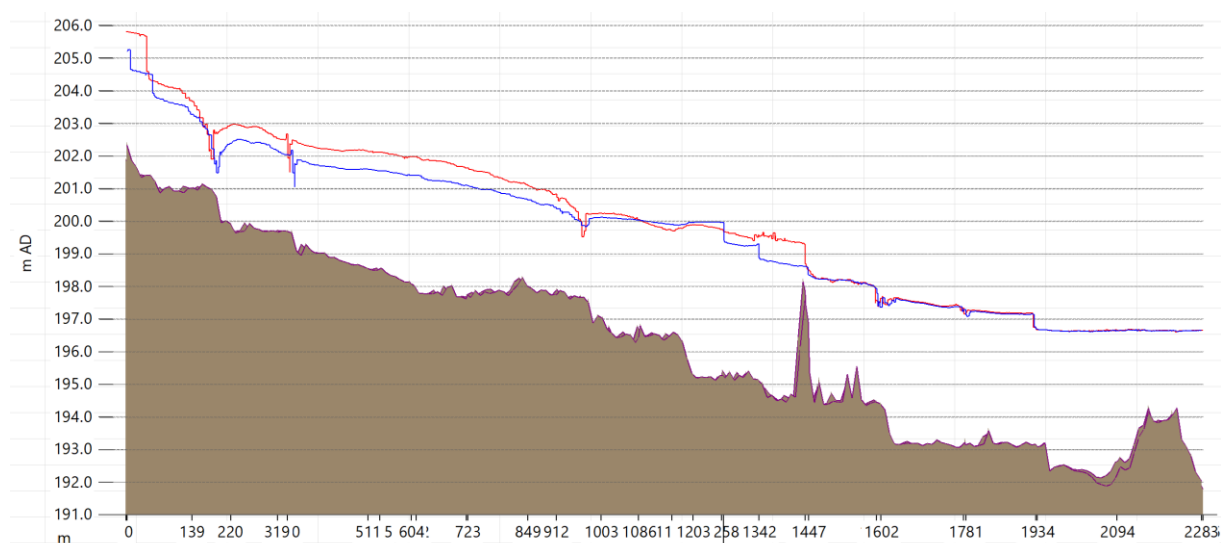
Si evidenzia che gli interventi previsti, contribuendo alla riduzione delle esondazioni lungo i corsi d'acqua Gesone, Grantorella e Margorabbia, inducono un incremento delle portate all'interno degli alvei dei corsi d'acqua rispetto allo stato attuale. Ad esempio:

- la portata centennale del Gesone in corrispondenza della confluenza nel Margorabbia, al netto delle esondazioni, è pari nell'assetto attuale a circa 65 m<sup>3</sup>/s mentre nell'assetto di progetto tale valore è pari a 75 m<sup>3</sup>/s;
- la portata centennale del Grantorella in corrispondenza della confluenza nel Margorabbia, al netto delle esondazioni, è pari nell'assetto attuale a circa 35 m<sup>3</sup>/s mentre nell'assetto di progetto tale valore è pari a 95 m<sup>3</sup>/s;
- la portata centennale del Margorabbia a valle delle confluenze del Gesone e del Grantorella (in corrispondenza del ponte per via Molino d'Anna a Mesenzana), al netto delle esondazioni, è pari nell'assetto attuale a circa 165 m<sup>3</sup>/s mentre nell'assetto di progetto tale valore è pari a 250 m<sup>3</sup>/s;

### RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

- la portata centennale del Margorabbia in corrispondenza del ponte di Germignaga che collega la SS394 con via G. Verdi, al netto delle esondazioni, è pari nell'assetto attuale a circa  $155 \text{ m}^3/\text{s}$  mentre nell'assetto di progetto tale valore è pari a  $210 \text{ m}^3/\text{s}$ ;
- a monte della confluenza del Margorabbia nel Tresa la portata al colmo centennale nell'assetto attuale, al netto delle esondazioni, è pari a circa  $135 \text{ m}^3/\text{s}$  mentre nell'assetto di progetto tale valore è pari a  $235 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Di seguito, con riferimento al tratto terminale del fiume Margorabbia e al Tresa fino alla foce, si riporta il confronto fra il profilo idrico nello stato attuale (colore blu) e nell'assetto di progetto (colore rosso), da cui si osserva che la differenza massima tra i due è pari a solo 1 m, anche perché nell'assetto di progetto non sono presenti alcuni manufatti di attraversamento che nello stato attuale inducono effetti di innalzamento dei livelli e rigurgiti verso monte. Inoltre anche la condizione al contorno di valle, rappresentata dal livello del Lago Maggiore, identico per le due simulazioni, comporta a smorzare le differenze, soprattutto nel tratto terminale del Tresa.



**Figura 65: Tratto terminale Margorabbia e Tresa fino alla foce – confronto fra profilo della piena centennale nello stato attuale (linea blu) e nell'assetto di progetto (linea rossa).**

I suddetti incrementi di portata sono stati considerati nel dimensionamento degli interventi previsti nell'assetto di progetto.

Si sottolinea che:

- tutte le aree esondabili a monte delle confluenze con i torrenti Gesone e Grantorella sono

### RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

state mantenute allagabili anche nell'assetto di progetto;

- le aree esondabili a valle delle suddette confluenze sono diminuite nell'assetto di progetto rispetto allo stato attuale a seguito dell'obiettivo di mitigazione del rischio di esondazione nelle zone a maggiore vulnerabilità; comunque anche in questo tratto sono state mantenute allagabili le aree compatibili con l'esondazione.

Tali aree contribuiscono a ridurre la portata defluente verso valle rispetto a quella derivante dalla sommatoria dei contributi dei diversi sottobacini afferenti, senza però riuscire a mantenere i valori di portata presenti nell'assetto attuale, che però sono associati alla presenza di molteplici allagamenti in aree vulnerabili.

#### 4.2 INTERVENTI FORESTALI

Per quanto riguarda gli interventi di tipo forestale si rimanda ai contenuti della relazione botanica, parte integrante del presente studio.

*RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA*

Milano, giugno 2024

ETATEC STUDIO PAOLETTI s.r.l.

Dott. Ing. Stefano Croci

BLU PROGETTI s.r.l.

Dott. Ing. Massimo Sartorelli

Dott. For. Enrico Pozzi

Dott. Geol. Elena Nostrani