



**COMUNE DI VERTOVA**  
PROVINCIA DI BERGAMO

**STUDIO GEOLOGICO AGGIORNAMENTO  
PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO  
VARIANTE 1**  
(CIG: ZC02B444/E)

**VALUTAZIONE DI DETTAGLIO DELLA  
CONOIDE DEI TORRENTI VALLE MASNA E  
VALLE DEGLI UCCELLI AI FINI DI UNA  
RIDELIMITAZIONE PAI-PGRA**

Ai sensi della d.g.r. 2616/2011 allegato 2 punto 2.2.4

**RELAZIONE GEOLOGICA**



**Studio  
Geoter**

**Studio Geoter di Sergio Santambrogio**  
sede legale: via Guido da Velate, n.2 20162 - MILANO  
sede operativa: via. Rossini, n.2 - 24020 - ARDESIO (BG)  
telefono/fax: +39 034633663 mobile: +39 3386314370  
e\_mail: studio.geoter@virgilio.it  
PEC: sergios63@epap.sicurezza postale.it



## Indice

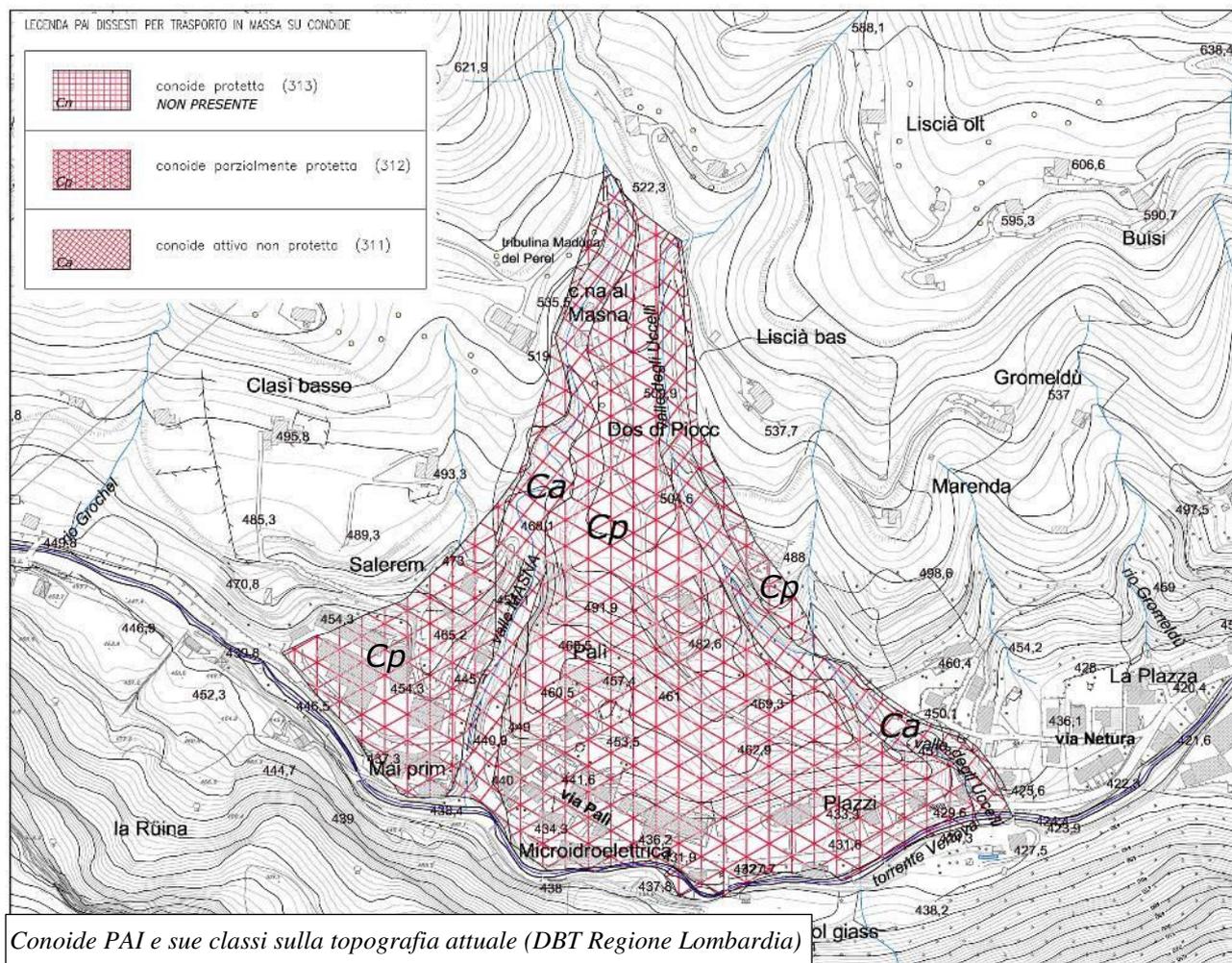
1. PREMESSA.....	1
2. ANALISI STORICA .....	4
3. ANALISI GEOLOGICA DEI BACINI IDROGRAFICI.....	11
4. CARTOGRAFIA DI DETTAGLIO DELL' AREA DI CONOIDE.....	22
5. PERICOLOSITA' DA CONOIDE.....	29



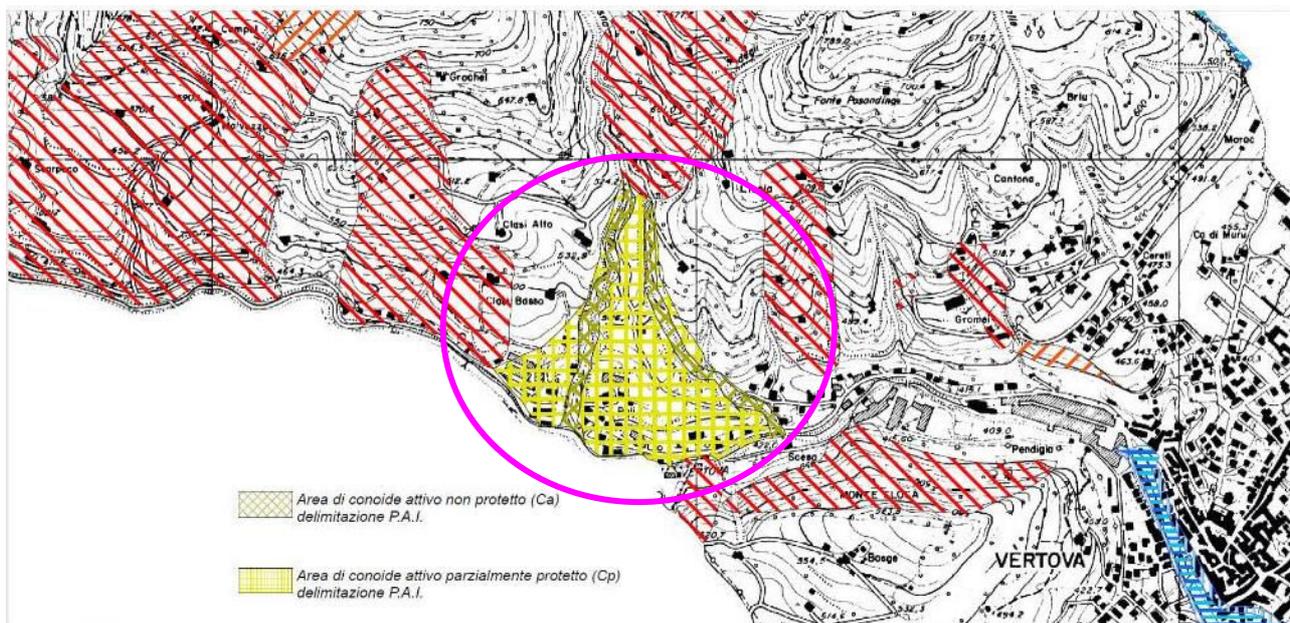
## 1. PREMESSA

Il comune di Vertova, nel corso dell'aggiornamento dello studio geologico per la variante del Piano di Governo del Territorio ha richiesto, anche a seguito delle normative vigenti, una serie di studi di per valutare nel dettaglio la pericolosità di alcune situazioni che risultano problematiche nei confronti della gestione del territorio quali le possibilità di esondazione del torrente Vertova, l'effettivo stato di attività di alcune frane del territorio Vertovese, e nel caso specifico di questa relazione la pericolosità per trasporto in massa su conoide dei torrenti valle Masna e valle degli Uccelli.

Tale conoide è ubicato sulla sponda idrografica sinistra della val Vertova in corrispondenza delle località Pali, Salerem, Plazzi, cascina Masna, Doss di Piocc ed alcune abitazioni di Liscia bas; inoltre, sempre secondo la perimetrazione attuale interessa anche aree di pertinenza del torrente Vertova come la zona di Mai Prim o della centrale idroelettrica della Microidroelettrica e la stessa strada della Val Vertova come risulta dall'immagine seguente e come è stata delimitata in occasione della redazione della Carta PAI redatta nel 2011 ed attualmente vigente.

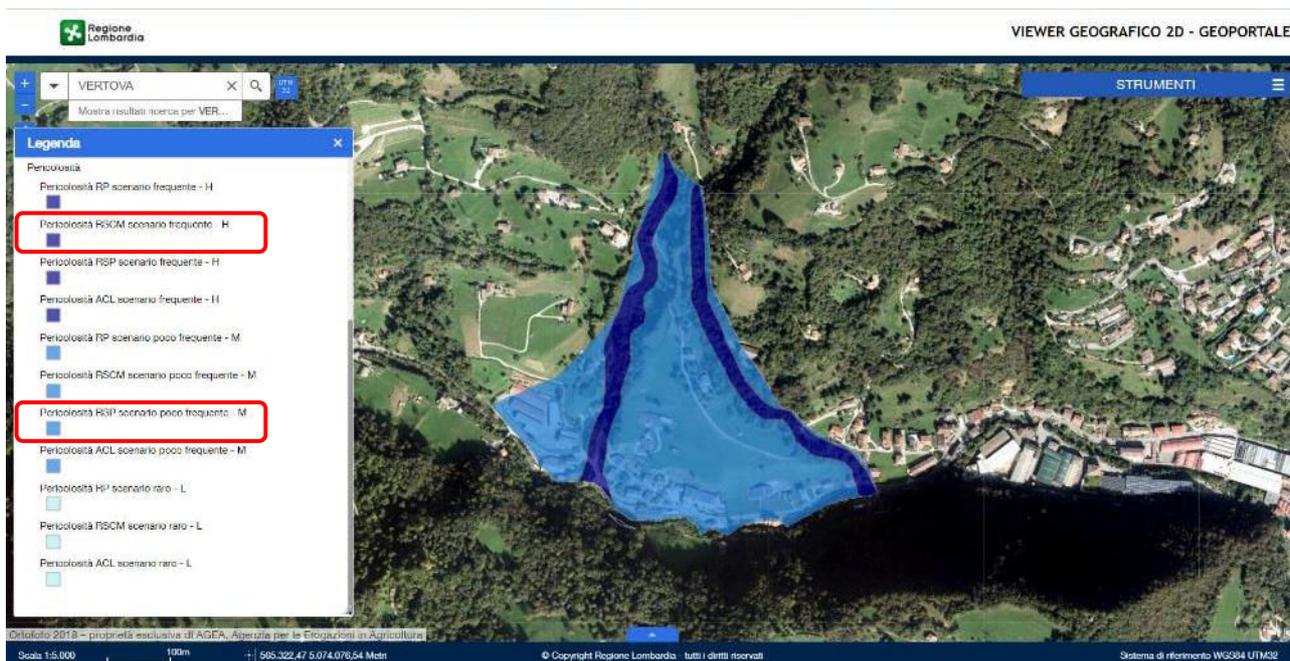


Già dalla sovrapposizione con la cartografia risulta evidente una non corretta perimetrazione soprattutto lungo i bordi poiché ci sono aree nella parte distale che superano la sponda destra del torrente Vertova e aree lungo i margini della conoide che con andamento irregolare secondo l'andamento della pendenza della carta stessa identificato dalle curve di livello.

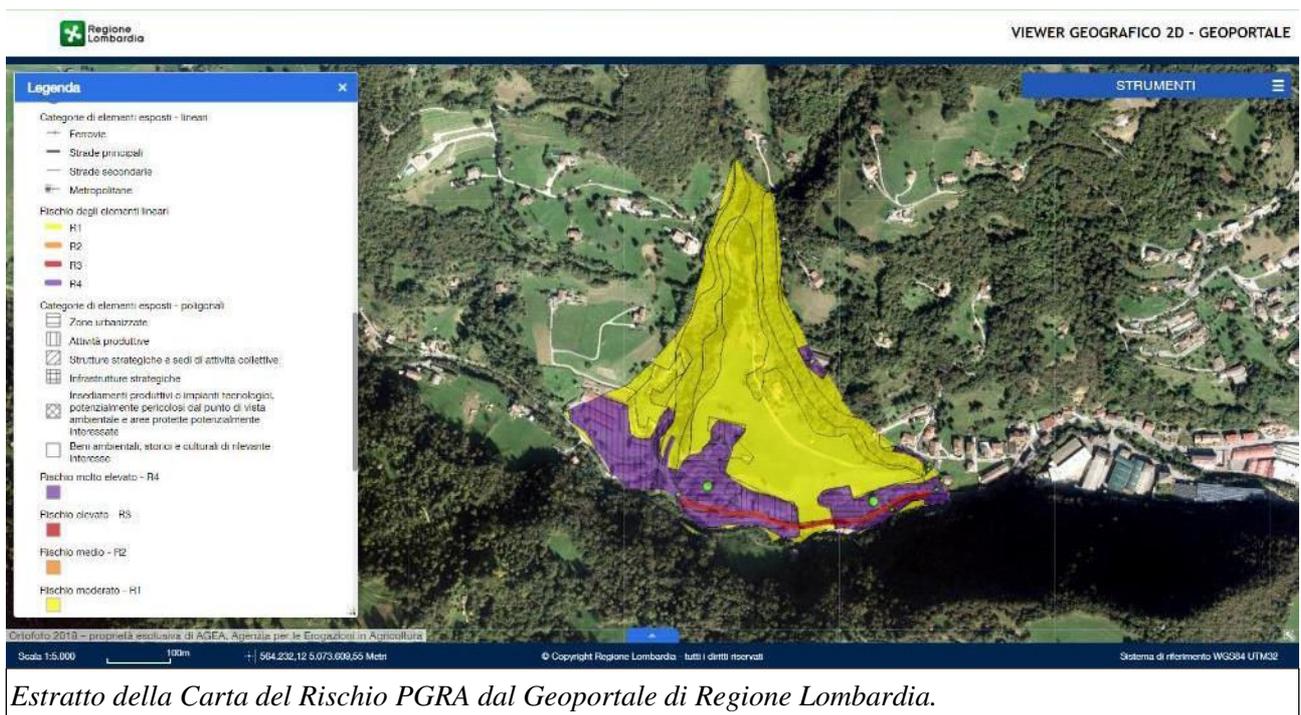
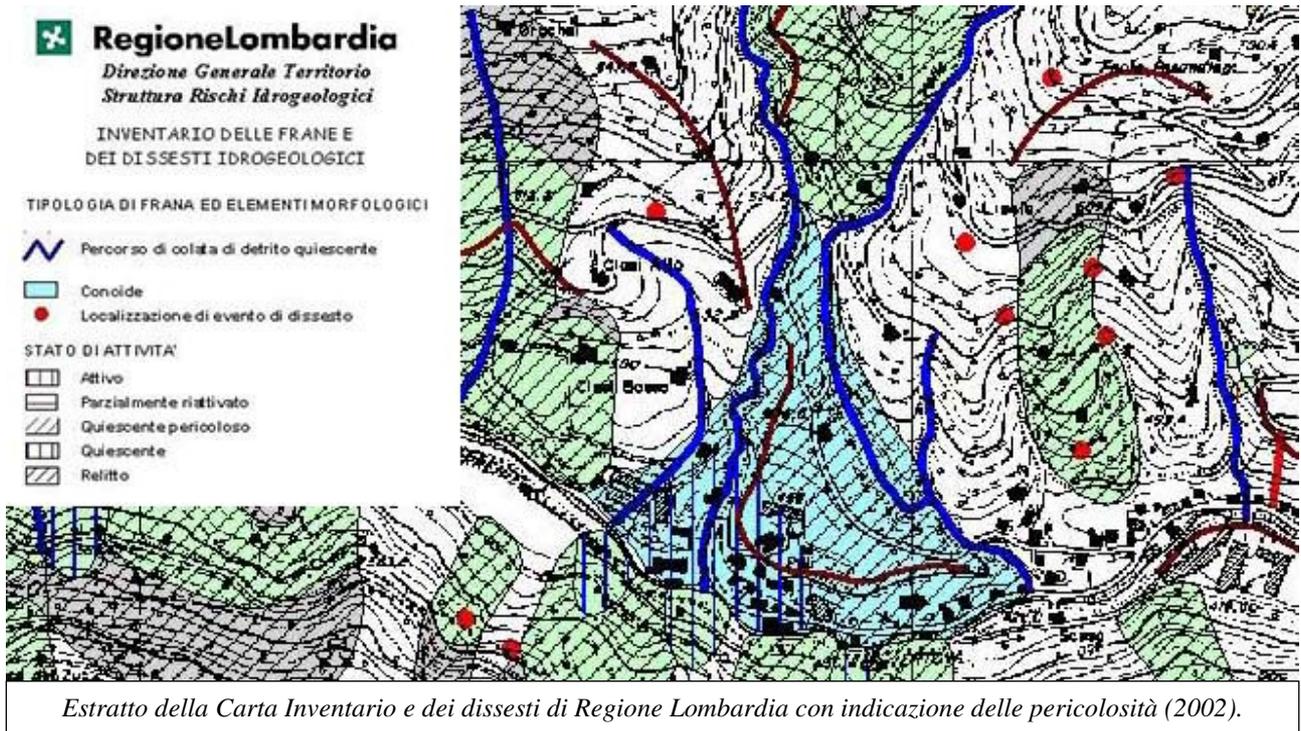


Estratto della Carta PAI (tavola G05) dello studio geologico a supporto del PGT del comune di Vertova (dott. A. Gritti, dott. C. Localetti, 2013) con evidenziate le zone di conoide in legenda.

Tale rappresentazione che si ritrova tuttora anche sul Geoportale di Regione Lombardia nella cartografia PAI-PGRA, come in quella relativa alla direttiva alluvioni deve la sua origine dall'Inventario delle Frane e dei Dissesti Idrogeologici (Regione Lombardia, 2002) redatto sulla base di sola fotointerpretazione, senza che fosse stato effettuato un controllo sul terreno e cartografico dell'effettiva delimitazione della conoide non solo in quella sede, ma anche da parte degli estensori della cartografia PAI a livello comunale che si sono limitati ad una rimodulazione della pericolosità delle aree e non ad una corretta valutazione della morfologia, come già descritto anche in occasione dello Studio sulla perimetrazione delle frane quiescenti nel settore orientale del territorio Vertovese recentemente realizzato da Studio Geoter (2022).



Estratto della Carta di pericolosità PGRA dal Geoportale di Regione Lombardia.



Dalla Carta del Rischio connessa alla cartografia PGRA (Geoportale regione Lombardia) è evidente l'attribuzione di gran parte della parte distale della conoide così delineata in zona a rischio molto elevato (R4) per la presenza di edifici e strade.

Per la dgr X/6738 del 2017, laddove siano identificate aree a rischio R4, i comuni sono tenuti ad effettuare studi specifici di approfondimento per valutare l'effettiva pericolosità e il conseguente rischio aggiornando la Carta PAI che diviene Carta PAI-PGRA ed integrando la normativa per le aree allagabili non identificate dal PAI.

Questa necessità normativa deve esser in ogni caso temperata con l'effettiva delimitazione della conoide dal momento che a parte la rappresentazione dei margini della stessa forma, risulta ancor più problematica l'attribuzione alla conoide di tutta la superficie identificata perché in alcuni casi il "collettore" della valle Masna ha una profondità di oltre 35÷40 m rispetto alla superficie convessa della suddetta conoide e soprattutto perché gran parte della parte settentrionale è caratterizzata da roccia e/o da coltri eluvio colluviali senza alcun detrito attribuibile a una conoide o da terreni alluvionali molto grossolani con frequente alveo in roccia.

Alla luce di queste osservazioni preliminari per valutare la possibilità di una ripermimetrazione efficace della conoide è stato effettuato uno studio ai sensi della dgr 2616/2011 specifico per il dissesto per trasporto solido su conoide (allegato 2 punto 2.2.4) come d'altronde previsto anche dalla dgr X/6738 del 2017.

## 2. ANALISI STORICA

Come da procedura della dgr 2616/2011 sono stati ricercati eventi storici o segnalazioni, anche da persone intervistate, che indichino la possibile frequenza degli eventi ed una loro eventuale intensità. In particolare, sono stati consultati i seguenti documenti storici:

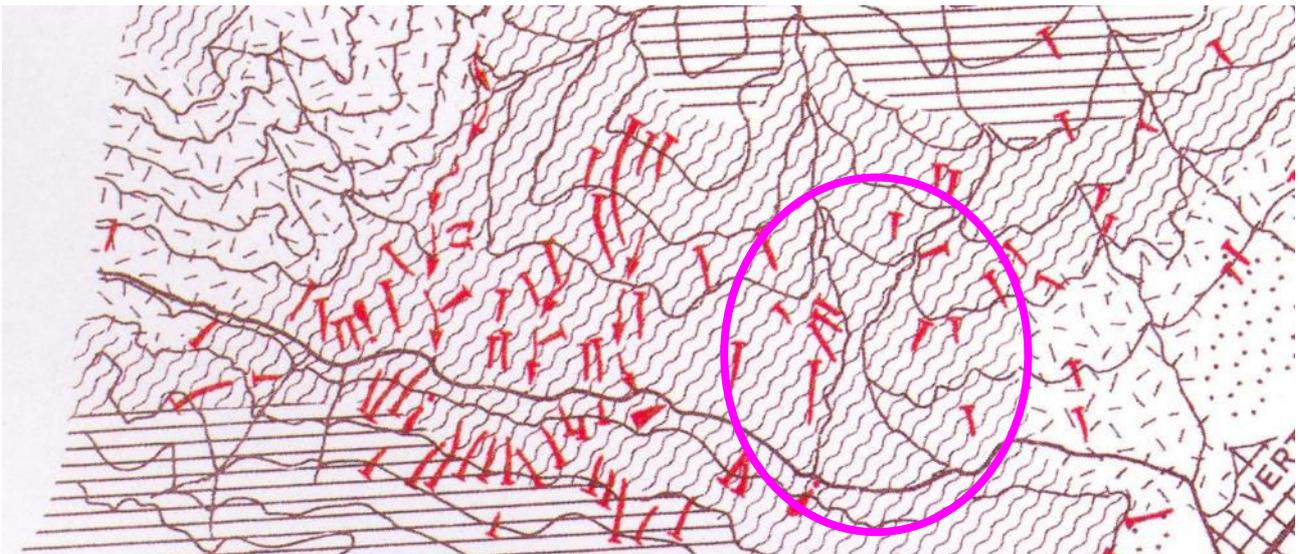
- *I dissesti prodotti dal nubifragio del 10 luglio 1972 nella Bassa Valle Seriana* - M. Govi e G. Mortara - in: *Eventi alluvionali e frane nell'Italia Settentrionale (periodo 1972-1974)*, CNR-IRPI, Torino 1983
- *Vertova Veneta (1427-1797)* – Franco Irranca, 2010
- *La valle Vertova* – Massimo Ferrari, Carlo Moroni, Gianbattista Moroni, Franco Irranca, Luisa Perani Irranca, Augusta Malferrari, 2002;
- *documentazione presente presso UTR di Bergamo anche in archivio;*
- *documentazione presso la Comunità Montana Valle Seriana;*
- *ortofoto da Geoportale Regione Lombardia*

**In nessun caso viene riportato un qualsiasi minimo evento di trasporto solido né per la valle Masna, né per la valle degli Uccelli.**

In particolare, nello studio di Govi -Mortara viene indicata la presenza di dissesti tipo soli slip di piccole dimensioni (smottamenti) sulle coltri eluvio colluviali, talvolta con evoluzione in colata, anche nella parte inferiore del bacino dei due torrenti, ma senza problematiche alle strutture o agli edifici, ma solo ai prati. Non vi sono invece fenomeni di trasporto solido (prevalentemente legname) che interessano invece la valle di Lacnè-Belò e in minor misura il rio Malvezza. Nemmeno nell'elenco dei dissesti avvenuti in precedenza nell'area Albino- Gazzaniga-Fiorano-Vertova-Cene e contenuto in tale studio sono indicati dissesti relativi alla valle Masna o alla valle degli Uccelli.

Le piene segnalate nel libro sulla val Vertova evidenziano solo danni del torrente Vertova prevalentemente nel centro storico del paese (via Foggeroli, via Pizzo, ponte San Carlo) nel XIX secolo, come riportato nello *Studio idraulico di alcuni settori del torrente Vertova per la definizione della pericolosità PAI-PGRA* (Studio Geoter con la collaborazione di SAI Progetti, 2022), ma non forniscono elementi per le valli Masna e Uccelli e nemmeno per danni lungo questo tratto del Vertova tra il I Maglio (Mai Prim) e la valle degli Uccelli-ponte Mistri. Sulla conoide, nella zona di Pali e di Salerem, vengono segnalati luoghi di asciugatura (ciodere) connessi a filande per panni (follatura) che mal si inseriscono in aree di dissesto data la cura dei luoghi necessaria per queste attività.

I dissesti reperiti presso UTR non forniscono segnalazioni di dissesti per trasporto solido lungo le aste dei due torrenti e nemmeno segnalazione di dissesti lungo i versanti delle due valli.



Mapa dei punti con dissesti nella carta allegata allo studio Govi Mortara indicato nella relazione. Le frecce che indicano trasporto solido (prevalentemente di legname) non interessano le valli Masna e degli Uccelli ( ), , ma la valle Lacnè e il rio Malvezza ( ).

ELENCO DOCUMENTI PRESSO UTR BERGAMO E/O COMUNE DI VERTOVA PER DISSESTI

Numero	data	luogo/località	Tipologia del fenomeno	Note	n.segnalazione UTR	mappe	foto
1	20/05/2013	a valle di via Cereti sopra torrente Vallorcio	evento franoso		2116		
2	ago-11	torrente Vertova sponda sx presso foce	cedimento muro di sostegno presso collettore fognario	di fronte a 3	1926		X
3	lug-11	torrente Vertova sponda dx presso foce	cedimento argine di sostegno sfioratore collettore fognario	di fronte a 2	1926		X
4	20/01/2011	via Cadelora	cedimento strada comunale via Cadelora in corrispondenza tombotto valle Cereti		1839	X	
5	26/06/2008	via V Martiri vicino ex porcellana e Il Maglio	caduta sassi da scarpata rocciosa su via V Martiri per sradicamento pianta	proprietà Guerini Gabriella, Paganassi Carlo e Paganassi Elio (segnalazione comunale)	1335		
6	18/08/2006	grotta di Pulesse strada val Vertova	frana di terriccio e fango con alberi su strada val Vertova per forti precipitazioni	segnalazione comunale	1126	X	X
7	01/05/2006	strada Val Vertova (generico)	caduta massi	gelo e disgelo	1093		
8	09/05/2006	strada Val vertova tra Malvezza e Lacnè	cedimento muro strada	evento accaduto 9 mesi prima con sostituzione muro	964	X	X
9	19/04/2004	torrente Vertova - Filatura Orobica ponte della Fabbrichetta	frana sponda destra Vertova		848	X	X
10	02/11/2000	Pegnat (Netura nome errato)	frana di scivolamento	in atto da molti anni in un settore più ampio con lesioni anche a opera di presa sorgente e caduta massi (segnalazione già effettuata nel 1996 con indicazione località Circomada - Campel)			X
11	02/07/1997	Rinciaquel	frana a causa di piogge nei giorni precedenti				X
12	08/06/1994	Pia di Merè (val Vertova confluenza Sterladecco)	caduta sassi da scarpata rocciosa				
13	02/07/1992	Castello (Castellone indicato erroneamente)	caduta massi	vedi relazione Daniele Ravagnani		X	X
14	gen-88	via V Martiri zona I Maglio	muro pericolante lungo strada Val vertova con evidente spanciamiento	fatto muro tirantato		X	
15	22/05/1994	strada Val Vertova - località Malvezza-Castellone	smottamento sede stradale	ubicazione non ben definita			
16		via V Martiri 6-8	dissesto parete rocciosa con demolizione blocchi da parte del Genio Civile	vedi relazioni Daniele Ravagnani			X
17	20/08/2012	nuova rotonda Vertova	Erosione spondale Senio		2001		
18	11/08/2005	strada val Vertova	cedimenti strada comunale a monte rio Vertova		1020		
19	30/01/2015	via V Martiri 6-8	rimobilizzazione blocco	Studio di fattibilità di lavori di consolidamento e messa in sicurezza della rupe in via V Martiri in Vertova - Geoter		X	X
20	01/04/2015	strada via Cereti	sink hole/ cedimento strada	INDAGINE GEOLOGICA SUL CEDIMENTO DELLA SEDE STRADALE DI VIA CERETI, IN VERTOVA, GeoTer, 2015		X	X
21	23/01/2017	via Convento	cedimento stradale	relazione di sopralluogo dott. geol. Sergio Santambrogio 24/01/2017		X	X
22	20/05/2017	via IV Novembre	frana ciglio sponda Vertova e strada	indagine geologica sulla ricostruzione di un tratto di muro di via IV Novembre - Vertova - Geoter		X	X
23	27-28/05/2018	strada Val Vertova	dissesti per erosione, danni a guadi	relazione di sopralluogo dott. geol. Sergio Santambrogio 01/06/2018		X	X
24	02/11/2018	strada per Cavera - Posanelli	cedimentomuro stradale e colata	relazione di sopralluogo dott. geol. Sergio Santambrogio 19/01/2018 e indagine geologica opere di manutenzione straordinaria e messa in sicurezza tratto di strada monte Cavera - vertova a seguito della frana del 2 Novembre 2018		X	X
25	02/05/2020	via IV Novembre	cedimento muro per erosione sponda Vertova	Messa in sicurezza muro via IV Novembre - Geoter		X	X
26	21/07/2019	strada Val Vertova - pozza di Caai	caduta massi	relazione di sopralluogo dott. geol. Sergio Santambrogio 24/07/2019		X	X

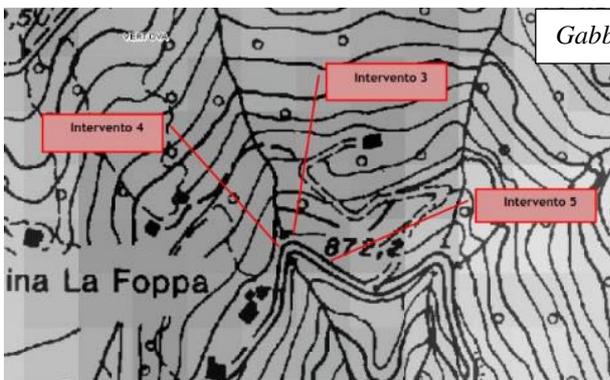
ELENCO RELAZIONI PRESSO COMUNE DI VERTOVA PER DISSESTI ANTECEDENTI IL 2015

Numero	data	luogo/località	Tipologia del fenomeno	Note	n.segnalazione UTR	mappe	foto
1	08/09/1989	via V Martiri 6-8	STUDIO GEOLOGICO DEL DISSESTO DELLA MASSA ROCCIOSA SITUATA IN VIA CINQUE MARTIRI, VERTOVA	Daniele Ravagnani		X	X
2	19/03/1990	via V Martiri 6-8	PROGETTO DEI LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA DELLA PARETE ROCCIOSA UBICATA IN VIA CINQUE MARTIRI	Daniele Ravagnani		X	X
3	16/07/1992	località Castello	FRANA IN LOCALITÀ 'CASTELLONE' - COMUNE DI VERTOVA	Daniele Ravagnani		X	X

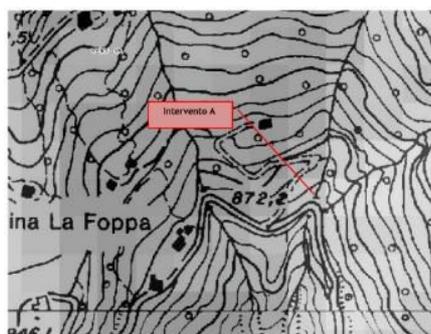
Per quanto riguarda la documentazione presente nella comunità valle Seriana si evidenziano interventi di sistemazione a monte della strada per Cavlera presso gli impluvi delle due valli connessi prevalentemente agli intagli stradali non adeguatamente sorretti, piuttosto che a dissesti torrentizi (tra l'altro è evidente come la valle Masna nel suo tratto superiore si biforca nella valle Cugnai a NO e nella val Masna a NE); in ogni caso si tratta di dissesti oggetto di interventi puntuali segnalati anche nella cartografia del PGT che non hanno alcun riflesso sulla capacità di trasporto solido della conoide.



*Interventi presso Albe sulla valle degli Uccelli (giugno 2014)*



*Gabbioni e grate camera (intervento 3 e 4) presso valle Cugnai*



*Soglia in massi ancorati a monte dell'attraversamento stradale della valle Masna (giugno 2014)*

Le interviste locali di persone frequentatrici e conoscenti del territorio, come anche degli amministratori, hanno evidenziato la sola presenza di esondazione dell'acqua del torrente Masna in corrispondenza del ponte di via 5 Martiri presso la foce della valle nel torrente Vertova, che interessa un breve tratto di strada rientrando nell'alveo del torrente Vertova una ventina di metri a valle della confluenza; la stessa cosa non è stata segnalata per la valle degli Uccelli, ma in funzione dello studio idraulico precedentemente citato nella zona del ponte Mistri poco a valle della confluenza del Vertova con la valle degli Uccelli è possibile affermare una analoga situazione di sola esondazione.

L'esame delle ortofoto disponibili sul Geoportale di Regione Lombardia dal 1954 (VOLO GAI) al 2018 (AGEA) che fra l'altro erano state utilizzate anche per l'individuazione dei dissesti di questo tipo e di quelli franosi per la realizzazione della *Carta Inventario e dei dissesti di Regione Lombardia con indicazione delle pericolosità* (Regione Lombardia, 2002) non mostrano attività geomorfologiche di alcun tipo nella sequenza fotografica, se non l'urbanizzazione avvenuta tra la fine degli anni '50 e la metà degli anni '70 con gli insediamenti industriali presso Salerem e quelli residenziali/artigianali presso via Palì.



La zona bianca apparentemente in erosione presso la sponda destra della valle Masna nell'ortofoto del 1954 (vedi a lato) in corrispondenza della parte più occidentale di via Pali è il risultato degli scavi realizzati per le prime costruzioni agricole/artigianali della zona e non per una qualsiasi forma di dissesto.

L'ortofoto del 1975 (vedi sotto a destra) evidenzia la costruzione della strada che da Doss di Pioc sale verso Clasi alto con il fronte di sbancamento di monte e i riporti a valle della strada, anche nei pressi della cascina Masna e dell'attraversamento della valle Masna.

L'ortofoto del 1975 che riguarda tutta l'area della ipotetica conoide (vedi raffronto foto aeree nella pagina precedente) evidenzia come nelle località citate in precedenza adibite ad asciugatura dei panni (ciodere) siano stati realizzati insediamenti industriali (autotrasporti Andrioletti, Aeroplastik e successivamente Aluminium O.M.C.I. presso Salerem; capannone cascina Pali e edifici artigianali all'inizio di via Pali). Tali edifici non sono stati in alcun modo interessati dai dissesti tipo soil slip diffusi avvenuti nel 1972 (vedi studio Govi-Mortara precedentemente citato).



Alla conclusione di questo paragrafo, le indagini storiche non evidenziano eventi di trasporto in massa che abbiano interessato singolarmente o complessivamente le due aste torrentizie; da ciò emerge che ci si trova di fronte per lo meno ad una forma di conoide relitta o completamente protetta (Cn) se non in corrispondenza delle aste torrentizie (Ca) e non a forme parzialmente protette (Cp). In ogni caso l'analisi geologica di bacino e di dettaglio dell'area interessata dalla conoide attualmente indicata permetterà di definire se tale forma sia una conoide oppure il risultato di altri processi morfogenetici.

# Carta geologica della successione norico-giurassica delle Alpi Meridionali a nord di Bergamo

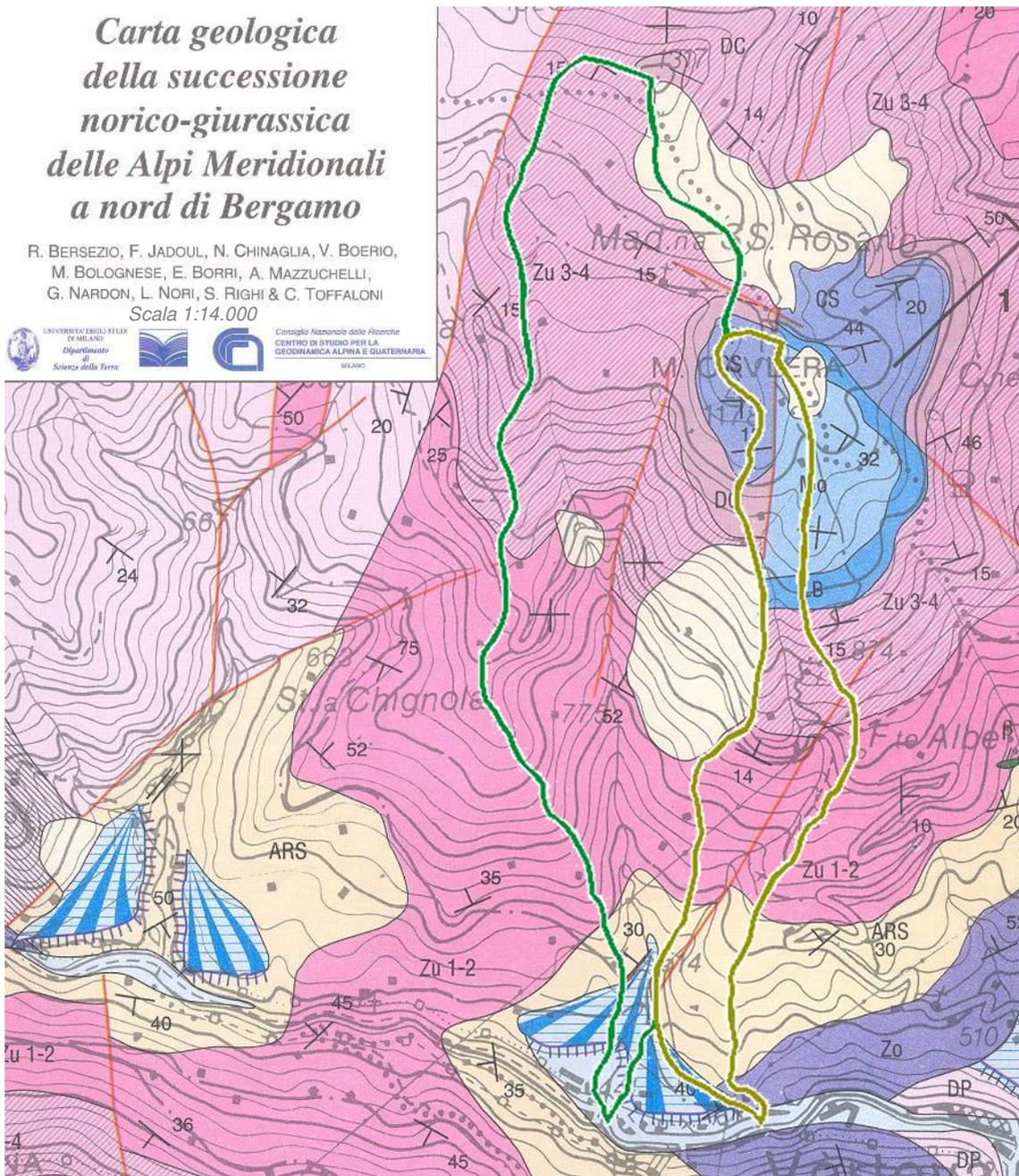
R. BERSEZIO, F. JADOU, N. CHINAGLIA, V. BOERIO,  
M. BOLOGNESE, E. BORRI, A. MAZZUCHELLI,  
G. NARDON, L. NORI, S. RIGHI & C. TOFFALONI  
Scala 1:14.000



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI MILANO  
Dipartimento  
di Scienze della Terra

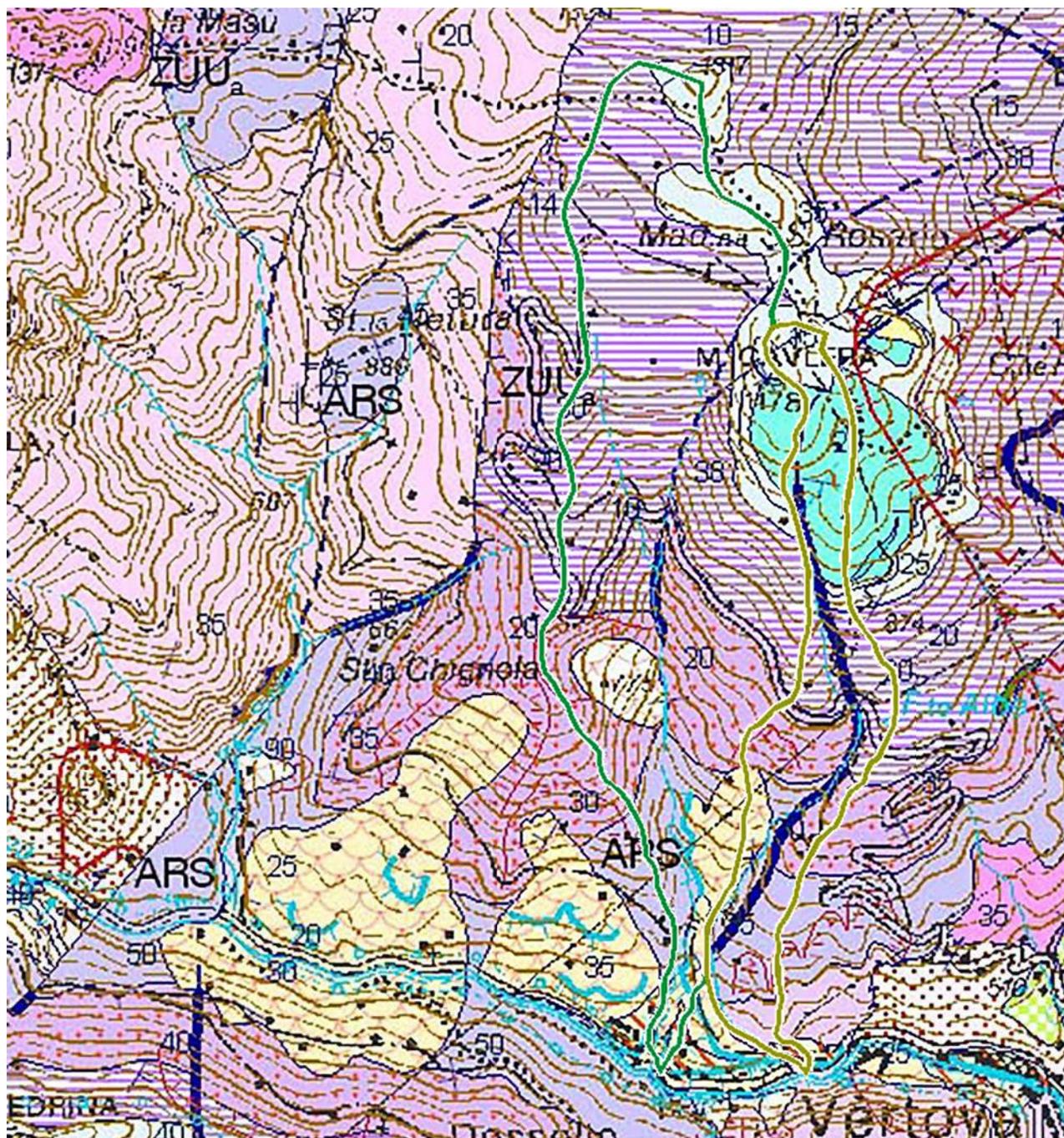


Consiglio Nazionale delle Ricerche  
CENTRO DI STUDIO PER LA  
GEODINAMICA ALPINA E QUATERNARIA  
MILANO



-  Depositi di versante indifferenziati:  
a) conoide di detrito b) frana
-  Sedimenti alluvionali recenti (Olocene).  
a) Conoide; b) orlo di terrazzo.
-  Sedimenti alluvionali più antichi.  
a) Conoide
-  Forami porfirritici del Paleocene - Eocene
- Lower-Middle Jurassic syn-rift carbonate wedges**
-  Mo  
CALCARE DI MOLTRASIO (Mo).  
Calcarei marnosi grigio scuri con selci nere e stumps.  
Sinemurian
-  LB  
megabreccia (LB).  
Calcarei massicci e stratificati grigi e nocciola; corpi di breccia.  
Lias p.p.
-  CS  
Hettangian open platform and shelf carbonates  
CALCARE DI SEDRINA (CS).  
Calcarei fossiliferi grigi e calcari marnosi con selce, grigio scuri.  
a) livello guida selcifero ad ooliti e crinoidi. Hettangian.

- Upper Norian - Rhaetian shallow water units**
-  DC  
DOLOMIA A CONCHIODONI (DC).  
Calcarei micritici e coltici grigi e dolomie.  
Hettangian p.p. - Rhaetian p.p.
-  Zu 3-4  
Zu 1-2  
CALCARE D ZU (Zu 1-2: lower member; Zu 3-4: upper members).  
Alternanze cicliche di marne grigio scure e nere e calcari grigi.  
Rhaetian - Late Norian
-  ARS  
ARGILLITE DI RIVA DI SOLT (ARS).  
Argillite grigio scure e nere associate a calcari micritici  
e bioclastici. Late Norian
- Norian platform carbonates and intraplatform basinal limestones**
-  Zo  
CALCARE DI ZORZINO (Zo).  
Calcarei micritici grigio scuri ben stratificati, calcareniti  
torbolicche e argillite nere. Middle Norian
-  DZ  
DOLOMIA OMIF ZONATE (DZ).  
Dolareniti e dolosiltiti grigie e stratificazione media e spessa  
(facies di pendio). Middle Norian
-  Br  
Breccia (Br).  
Breccie e megabreccie dolomitiche e calcaree, poligeniche  
(facies di pendio superiore). Middle Norian
-  DP  
DOLOMIA PRINCIPALE (DP).  
Dolomie grigie massicce o a stratificazione spessa (facies di  
marginale di piattaforma e piattaforma interna). Early - Middle Norian



- GR GRUPPO DI PRATO GRANDE  
Diamettoni massivi con clasti spigolosi;  
alterazione variabile. PLEISTOCENE
- MOT CALCARE DI MOLTRASIO  
Calcarei micritici grigio-scuro o neri. Nella parte basale lenti  
di paraconglomerati e calcareniti ("Breccie Liassiche", MOT.).  
SINEMURIANO
- MOT<sub>1</sub> CALCARE DI SEDRINA  
Calcarei grigi micritici e peloidali.  
HETTANGIANO MEDIO - SUPERIORE
- SED
- ALZ FORMAZIONE DELL'ALBENZA  
Calcarei nocciola - grigio chiaro e calcari dolomitici  
HETTANGIANO INFERIORE
- ZUU<sub>1</sub> CALCARE DI ZU  
Litozona superiore (ZUU<sub>1</sub>): alternanze cicliche di calcari  
grigi, calcareniti, calcari marnosi e mame scure; più  
raramente argillite nere.
- ZUU<sub>2</sub> Litozona inferiore (ZUU<sub>2</sub>): alternanze cicliche di mame  
argillose, calcari marnosi e calcari grigi fini laminati, RETICO

- ARS ARGILLITE DI RIVA DI SOLTÒ  
Argillite e marni argillose nere, laminate o fogliettate.  
NORICO SUPERIORE
- GRUPPO DELL'ARALTA
- ZOR CALCARE DI ZORZINO  
Calcolititi grigio-scure in strati planari  
NORICO MEDIO
- DZN DOLOMIE ZONATE  
Sono distinte cartograficamente breccie  
carbonatiche poligeniche ("Breccie di pendio", DZN.)  
NORICO MEDIO
- DZN
- DPR DOLOMIA PRINCIPALE  
Facies di piattaforma marginale (DPR);  
NORICO INFERIORE-MEDIO
- DPR Dolomie stratificate ciclotemiche peridali  
(facies tipica, DPR); NORICO INFERIORE-MEDIO
- DPR<sub>1</sub> Membro inferiore (DPR); CARNICO SUPERIORE - NORICO
- DPR<sub>2</sub>

- a1 Deposito di frana
- Orlo di terrazzo
- Orlo di scarpata di frana
- Trincea di deformazione gravitativa profonda di versante
- Traccia di superficie di distacco gravitativo
- Cordone morenico terminale o laterale
- Zona cataclastica
- Conoide alluvionale e da debris flow

Estratto Foglio 077  
Clusone CARG

Scala 1:14.000

### 3. ANALISI GEOLOGICA DEI BACINI IDROGRAFICI

Per la descrizione geologica/litologica dei bacini della Val Masna e della Valle degli Uccelli (Osei in dialetto) sono state utilizzate le più recenti carte geologiche della letteratura scientifica (*Geological Map of the Norian – Jurassic succession of Southern Alps north of Bergamo - Carta geologica della successione norico-giurassica delle Alpi Meridionali a nord di Bergamo - scala 1:25.000 – R.BERSEZIO, F. JADOUL, N. CHINAGLIA ET AL., 1996; Carta geologica d'Italia – foglio n.77 CLUSONE – scala 1:50.000 - A cura di F.JADOUL, F. BERRA, A. BINI, C.FERLIGA, D. MAZZOCOLA, L. PAPANI, A. PICCIN, R. ROSSI, S. ROSSI, G.L. TROMBETTA – 2012*).

Da tali mappe risulta evidente, come dalla Carta della Provincia di Bergamo (Forcella, 2000), che i bacini della valle Masna e della valle degli Uccelli sono prevalentemente impostati in roccia appartenente al Calcarea di Zu e solo nella parte terminale delle due valli è presente l'Argillite di Riva di Solto più erodibile. Alla sommità del bacino idrografico della valle degli Uccelli e per una area marginale anche del bacino della valle Masna sono presenti anche rocce giurassiche carbonatiche o calcareo-selciferi della successione condensata lombarda (Calcarea di Moltrasio e Calcarea di Sadrina).

L'assetto strutturale di tale rocce è prevalentemente caratterizzato da rocce con strati suborizzontali nella parte alta del bacino, come si può osservare lungo la strada per Cavlera o per la zona di Dasla, o disposte a reggipoggio con inclinazione variabile tra 30 e 50 gradi nella parte a quote inferiori e quindi in condizioni di generale stabilità dell'ammasso roccioso che infatti mostra piccoli dissesti quasi esclusivamente in corrispondenza degli intagli stradali che come detto in precedenza sono stati oggetto di interventi di sistemazione puntuale da parte della Comunità Montana valle Seriana negli ultimi decenni.



*I bacini delle valli Masna e Uccelli con roccia in strati suborizzontali nella parte media-alta*

Solo nella parte terminale dei bacini vengono segnalati depositi superficiali appartenenti in parte a coltri detritiche ed in parte a sedimentazione fluviale o di conoide di limitata estensione. Tra l'altro si osservi come su entrambe le cartografie presenti nelle pagine precedenti vi siano simboli di terrazzi che sono più facilmente attribuibili a sedimentazione fluviale e/o fluvio-glaciale piuttosto che a sedimentazione di conoide e che la conoide è limitata a zone molto arretrate rispetto alla valle Vertova soprattutto nella zona di Salerem e di Pali riconoscendone almeno in parte l'origine fluviale e/o fluvio-glaciale.

Ad ulteriore conferma della situazione geologica e geomorfologica è stato ulteriormente definito lo studio geologico all'interno di questi bacini in occasione dei rilievi per l'aggiornamento del PGT riportando nelle figure seguenti in scala 1:10000 i risultati di tali rilevamenti con specifico riferimento alla situazione dei due bacini idrografici oggetto di studio. Le ridotte dimensioni dei bacini permettono di ridurre in formato A3 la cartografia in scala 1:10.000 senza dover produrre tavole.

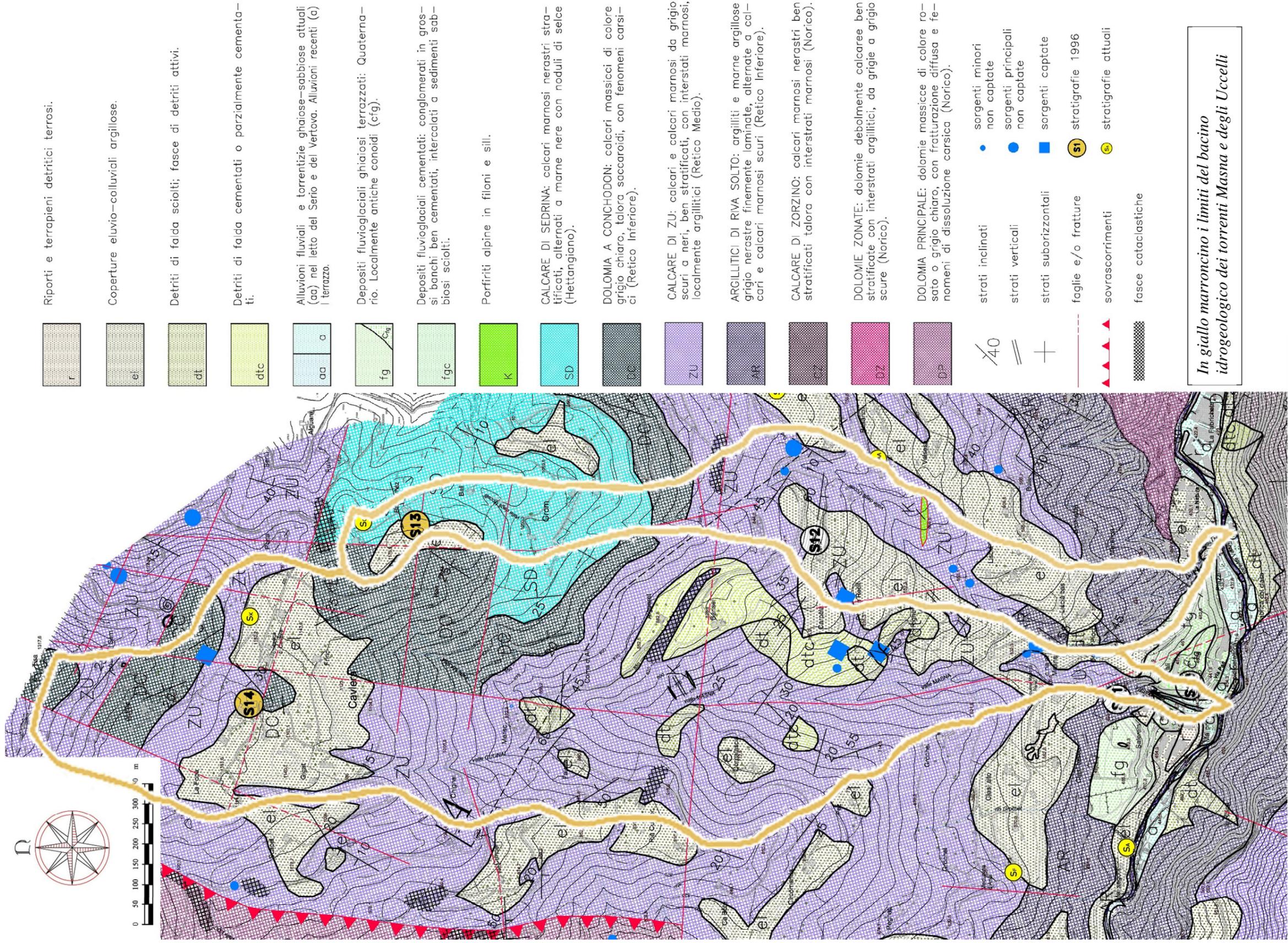
Nella Carta litologica oltre alla conferma delle formazioni rocciose presenti, viene caratterizzato un assetto strutturale più articolato per la presenza di faglie che solo in parte erano presenti nella cartografia descritta precedentemente. In particolare come segnalato anche all'interno dello studio per le frane quiescenti per la revisione del quadro PAI del comune di Vertova ( ) vi è un intreccio di faglie grossomodo NS o NNE-SSO ed E-W con queste ultime che tagliano le precedenti strutture. A quest'ultima faglia sono associati terreni detritici cementati o parzialmente cementati diffusi nella zona di Alguaret e Barisei, come anche a valle di Cornalascia connessi anche a venute sorgentizie all'interno del Calcere di Zu o meglio al passaggio tra la parte più calcareo marnosa e quella più marnoso argillitica di questa formazione. Tali strutture guidano anche emergenze idriche al di fuori del bacino di queste due valli.

Rispetto all'ubiquitaria diffusione degli ammassi rocciosi vengono dettagliate in modo accurato le coltri superficiali distinguendo coltri eluvio-colluviali di limitato spessore (0,2÷1 m) diffuse soprattutto in corrispondenza delle aree prative di Cavlera, ma anche lungo fasce di crinali che separano valli principali o impluvi tributari come nei pressi di Cuncer, del crinale tra la valle Masna e quella degli Uccelli e tra quest'ultima e le vallecole più a Est.

Oltre ai detriti cementati prima citati vi sono anche aree di detrito di falda parzialmente vegetato o completamente inerbito limitate a settori isolati tra Falecc e Merisc, ma presenti anche presso Righens o Cornalascia.

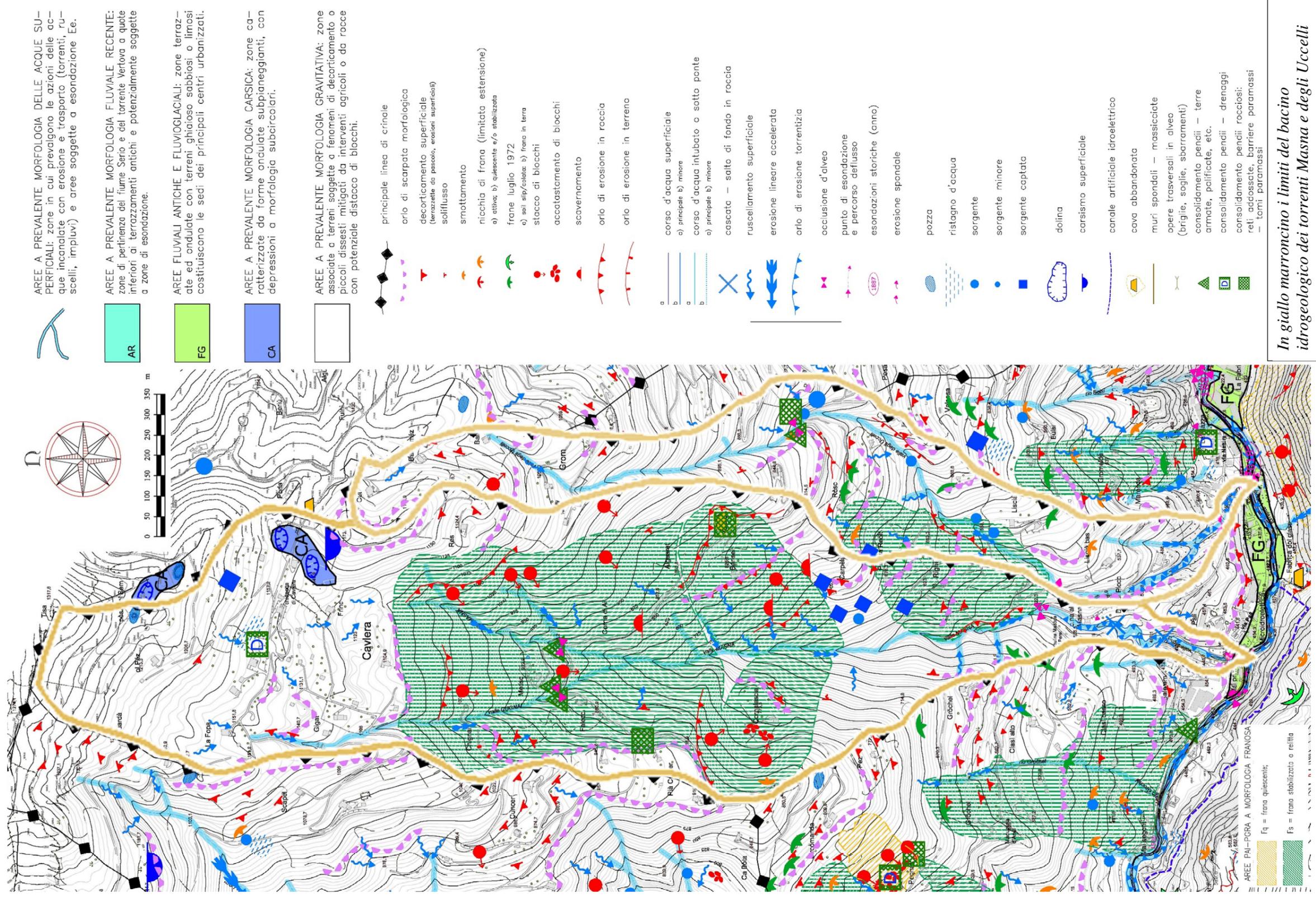
Nella zona di chiusura dei due bacini presso la confluenza con il torrente Vertova innanzitutto si distinguono terreni alluvionali attuali lungo il torrente Vertova alternati a tratti dove nell'alveo affiorano le Argilliti di Riva di Solto o le altre formazioni Noriche e ai margini dell'alveo soprattutto in sinistra idrografica terreni alluvionali antichi e/o fluvio-glaciali pianeggianti o debolmente inclinati verso E che isolano qualsiasi corpo di conoide dalla zona del torrente Vertova. Terreni pianeggianti di natura fluvio-glaciale sono diffusi anche a quote più elevate in corrispondenza di Clasi basso come anche nei pressi di Doss del Piocc che secondo descrizione morfologica PAI rientrano invece in ambito di conoide. In entrambe le zone si notano affioramenti rocciosi, che emergono dalle superfici pianeggianti o che delimitano le profonde scarpate soprattutto della valle Masna talvolta con la presenza di cascate all'interno della Val Masna e in minor misura della valle degli Uccelli (vedi tavola 1).

Sulla base delle osservazioni litologiche e delle coltri superficiali è evidente che la conoide sinora indicata come coalescente tra le valli Masna e Uccelli non ha affatto queste dimensioni e come l'estensione della conoide debba essere decisamente ridimensionata.



*In giallo marroncino i limiti del bacino idrogeologico dei torrenti Masna e degli Uccelli*

Carta litologica del bacino delle valli Masna e Uccelli scala 1:10.000  
 (Estratto dallo studio geologico a supporto del PGT di Vertova, Studio Geoter, 2022)

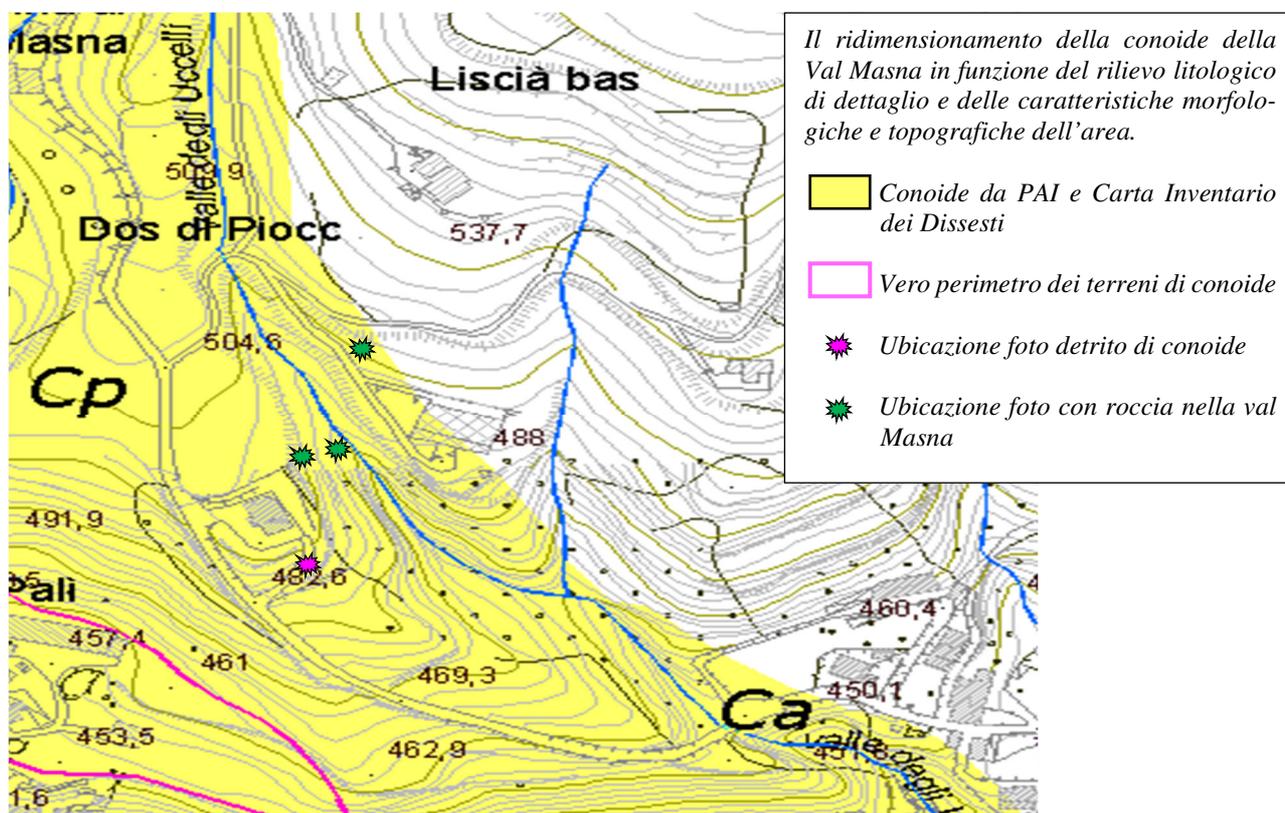


In giallo marroncino i limiti del bacino idrogeologico dei torrenti Masna e degli Uccelli

Carta geomorfologica del bacino delle valli Masna e Uccelli scala 1:10.000  
 (Estratto dallo studio geologico a supporto del PGT di Vertova, Studio Geoter, 2022)

Gli unici terreni attribuibili a conoidi e costituiti da abbondanti frammenti spigolosi calcarei senza una distinguibile stratificazione all'interno sono stati rinvenuti lungo la sponda sinistra della val Masna, a Nord della strada di accesso a Pali da via 5 Martiri. Si tratta di un affioramento di circa una trentina di metri in corrispondenza di un tracciolino per la pulizia del bosco in corrispondenza di una forma che per lo meno in sinistra idrografica del torrente Masna lascia presumere, ma non determinare con assoluta sicurezza la presenza di una conoide che non può in alcun modo essere riattivata viste le altezze della scarpata di oltre venti metri e a seguito dell'assenza di qualsiasi fenomeno indicato storicamente.

In destra idrografica del torrente Masna, per questioni di analogo assetto morfologico anche una modesta zona attorno a Salerem è identificata con tali litologie, qui è ancor più evidente che gli affioramenti rocciosi sono diffusi non solo lungo la sponda alta del torrente Masna, ma anche lungo parte del tratto di strada a tornanti che sale a Clasi basso come lungo la scarpata a monte della strada di accesso a Salerem.





*Affioramenti e forra in roccia nel tratto a meandri fortemente incassato della valle Masna (a, b, c) e affioramenti anche a monte della strada per Salerem sulla scarpata ove era indicata la conoide (d).*



Per quanto riguarda la valle degli Uccelli (valle Osei) il fondo è praticamente quasi sempre roccioso come si vede nel tratto terminale presso la confluenza con il torrente Vertova, ma anche lungo le scarpate della strada per Liscià bas. Qui non sono presenti terreni detritici come nella bassa val Masna, ma solo blocchi dispersi di natura fluvioglaciale erosi nel letto del torrente soprattutto nel tratto a monte del ponte per Liscià bas verso le cascate Righens.



*Affioramenti rocciosi presso il ciglio di scarpata della valle degli Uccelli all'altezza del Doss di Piocc e lungo la strada per Liscià bas*



*Affioramenti rocciosi il ponte tombotto di via Netura in valle degli Uccelli a poche decine di metri dalla confluenza con in torrente Vertova e a Nord del ponte per Liscia bas con limitati detriti alluvionali su fondo e sponde rocciose.*

**L'assenza di terreni alluvionali consistenti, come anche di fenomeni erosivi particolarmente significativi lungo tutto l'alveo permette di escludere la presenza di una qualsiasi forma di conoide attuale connessa alla valle degli Uccelli.**

Oltre al rilievo geologico è stato condotto anche un rilievo geomorfologico in scala 1:5000 restituito poi in scala 1:10000 nello studio geologico a supporto del PGT di cui anche in questo caso si ripropone un estratto.

Nella tavola sono indicati con specifiche campiture le aree a prevalente morfologia delle alluvioni attuali o di quelle recenti/fluvioglaciali, così come quelle di pertinenza delle acque superficiali, mentre le morfostrutture connesse all'assetto strutturale e/o gravitativo (prevalentemente associate a cadute massi o a piccoli smottamenti) sono prive di campitura anche perché frequentemente interconnesse.

Per quanto riguarda i simboli indicati nella cartografia quelli di natura gravitativa nei due bacini idrografici sono prevalentemente associati all'ammasso roccioso (*orlo di scarpata morfologica, orlo di erosione in roccia, caduta massi e accumulo blocchi, scavernamento delle coltri detritiche*), mentre molto meno diffusi, e limitati soprattutto a dissesti minori, sono quelli che riguardano il terreno superficiale (*decorticamento, soliflusso, smottamento, nicchia di frana quiescente, soil slip e mud flow connessi al nubifragio del 10 luglio 1972*) tanto che la maggior parte non rientrano nei bacini idrografici delle valli Masna e Uccelli o sono limitati a zone caratterizzate da coltri eluvio colluviali su argilliti.

Con campiture, ma a livello di simboli sono indicate anche le aree in frana PAI che, come risultato dall'indagine di dettaglio per la valutazione di questi dissesti, è possibile ricondurre a dissesti stabilizzati e/o meglio relitti in cui non sussistono più le condizioni climatiche di innesco dei fenomeni. Questo studio ha determinato un notevole decremento della pericolosità del bacino della valle Masna maggiormente interessata da questi dissesti.

I fenomeni connessi a processi erosivi o di allagamento per lo scorrimento delle acque superficiali sono concentrati lungo le aste torrentizie. Solo nelle aste principali vi è *erosione accelerata*, mentre le aste tributarie dei due bacini così come le parti con depressioni della zona di Cavlera sono prevalentemente caratterizzate da *ruscellamento*. Il probabile approfondimento del torrente Vertova

connesso alla erosione delle grandi aree terrazzate lungo la val Seriana nel suo settore mediano (come avvenuto anche per il terrazzo di Casnigo sul versante sinistro della valle) ha permesso una reincisione delle aste tributarie del Vertova tra cui anche la val Masna e la valle degli Uccelli che dopo una prima diminuzione della pendenza nelle zone a Nord della cascina Masna e nella zona dei prati di Righens hanno approfondito il loro solco torrentizio con la creazione di *orli di erosione fluviotorrentizia* all'interno principalmente delle Argilliti di Riva di Solto o della litozona inferiore del Calcere di Zu a maggior componente argillitico-marnosa.

A tali fenomeni naturali si sovraimpongono le potenziali occlusioni d'alveo create con gli attraversamenti stradali lungo i vari torrenti.

La valle Masna e la sua diramazione nella parte alta del bacino valle Cugnai sono contraddistinte da più attraversamenti: quelli alle quote superiori interessano la strada per Cavlera ed a parte le sistemazioni fatte dalla Comunità Montata ed indicate in precedenza che riguardano problemi di stabilità della scarpata stradale e non di erosione torrentizia e non hanno subito sinora (le strade sono in esercizio da metà degli anni '60) occlusioni e problemi di esondazioni. In ogni caso la possibilità di intasamento dei tombotti in corrispondenza di quegli attraversamenti, connessa ad eventuale trasporto di legname, permetterebbe sì la fuoriuscita di acqua sulla strada, ma anche la sua reimmissione immediatamente a valle della strada stessa data la pendenza della strada.



*tratti intubati lungo la strada per Cavlera presso Cavlera: A) valle Cugnai lungo strada per Cavlera, B) valle Masna lungo la strada per Cavlera; C) e D) ingresso e uscita tombotto presso Gigat all'inizio della valle Cugnai*



Nella bassa valle Masna ci sono invece due attraversamenti con caratteristiche diverse:

- l'attraversamento di via Netura con un tombotto di dimensioni metriche a modesta inclinazione potrebbe in caso di trasporto di legname ostruirsi e determinare lo scorrimento di acqua lungo via Netura sino poco a valle della cascina Masna per poi ritornare in alveo a causa della forte contropendenza della strada verso Sud (o dell'avvallamento di quel punto) che quindi potrebbe essere soggetta ad esondazione con problematiche per l'area sottostante, ma per un fenomeno di tipo torrentizio e non di trasporto solido in massa;

- l'attraversamento di via 5 Martiri presso la foce della Val Masna alla confluenza con il torrente Vertova ha invece subito negli anni problemi come segnalato da alcuni abitanti e dall'amministrazione; anche in questo caso si tratta di esondazione per sbarramento del ponte a causa di legname trasportato e non per inghiaimento della luce del ponte in parte ristretta per la presenza di una soglia immediatamente a monte della strada. Anche in questo caso quindi più che parlare di fenomeno connesso a trasporto solido e quindi a conoide si tratta di esondazione per deflusso superficiale. Lo stesso viene dimostrato con il calcolo della portata di massima piena del torrente Masna con l'apporto anche della concentrazione solida che risulta essere nullo o addirittura negativo a causa della bassissima inclinazione dell'alveo come viene riportato nella descrizione di dettaglio della conoide.



tombotto sulla valle Masna lungo via Netura (E) e la strada per Netura su cui può esondare il torrente (F)



ponte in via 5 Martiri: ingresso, con soglia (G); uscita a valle della strada con lato strada esondabile (H)

Per quanto riguarda la valle degli Uccelli i tombotti stradali nella parte alta del bacino (zona Albe) anche se possono essere superati dalle acque del torrente, non hanno conseguenze per il rapido reinserimento del deflusso in alveo a causa delle pendenze stradali. La stessa situazione avviene per i due ponti/tombotti nella zona di Liscia bas dove soprattutto quello più a monte ha dimensione irrisorie.



*tratto intubato valle degli Uccelli presso Albe: ingresso a monte (A), strada a valle con eventuale reinserimento dell'acqua che fuoriesce (B)*



*tratti intubati valle degli Uccelli presso Liscia bas: tombotto più a monte (C), tombotto con terrapieno (D)*

Anche il tombotto di attraversamento di via Netura può mostrare caratteristiche simili, ma in questo caso una eventuale esondazione oltre a rientrare nell'alveo a valle della strada potrebbe in parte percorrere via Netura come ruscellamento per il quale sono state in ogni caso predisposte griglie di raccolta dell'acqua piovana che può scorrere sulla sede stradale. Si tratta di un caso di possibile allagamento della strada legato non solo a questo fenomeno che viene trattato anche nell'ambito del Documento Semplificato del Rischio Idraulico Comunale.



*tratti intubati valle degli Uccelli lungo via Netura: ingresso da monte (E) e particolare (F)*

Anche il ponte di attraversamento di via 5 Martiri, come mostrato anche nello studio idraulico effettuato per alcuni punti della valle Vertova può subire lo scavalcamento da parte delle acque torrentizie, ma senza le caratteristiche di trasporto solido lungo conoide.



ponete sulla valle degli Uccelli in via V Martiri: G) ingresso da monte, H) uscita a valle della strada dove la possibile esondazione si interseca con quella del torrente Vertova

Tra gli altri simboli di tipo geomorfologico quelli connessi a venute a giorno di acqua (*sorgenti, sorgenti captate o ristagni d'acqua*) sono limitati a zone poco estese e le sorgenti sono caratterizzate da portate molto basse. Le uniche che una volta venivano captate ad uso idropotabile per l'acquedotto comunale (sorgenti a valle di Barisei in valle Masna) non sono più utilizzate a causa della loro scarsa qualità organolettica anche per la presenza di numerose attività zootecniche nell'ambito delle zone di rispetto. In ogni caso si tratta di sorgenti con portate limitate a pochi litri al secondo. Altre sorgenti sono captate ad uso privato da singole cascine prive di servizi acquedottistici.

Gli unici ristagni d'acqua si verificavano invece nella zona del Santuario di Cavlera e per tale motivo sono stati realizzati sistemi di drenaggio superficiale, mentre le pozze sono diffuse nella medesima area a servizio dell'attività zootecnica.

Entrambe i bacini, anche a causa delle formazioni rocciose presenti, sono scarsamente condizionati dal carsismo (*doline, carsismo superficiale*) anche se lo stesso trova un suo sviluppo nella zona di Cavlera e alla sommità del bacino della valle Masna per le litologie carbonatiche e la stratificazione suborizzontale.

L'attività antropica per la realizzazione della strada per Cavlera ha visto negli anni '60÷'70 l'apertura di una cava di prestito nel detrito parzialmente cementato immediatamente a Sud di Alguaret, ma la limitata estensione dell'attività estrattiva ha solo generato un orlo di scarpata in roccia in erosione con possibilità di distacco di sassi e blocchi contrastata da un livellamento con superficie pianeggiante ai piedi dell'attività dismessa e da un cordolo/vallo. In ogni caso tale attività non ha influenza nei confronti del trasporto torrentizio. Altre attività di messa in sicurezza sono già state menzionate in occasione delle segnalazioni di dissesti, ma non hanno pertinenza specifica nei confronti del trasporto solido o torrentizio (opere di sostegno di scarpate, drenaggi opere di difesa da caduta massi). Solo la realizzazione di difese spondali che sono estremamente ridotte e limitate a qualche gabbionata nel tratto terminale della valle Masna ha una connessione con l'attività di deflusso della corrente.

#### 4. CARTOGRAFIA DI DETTAGLIO DELL'AREA DI CONOIDE

Tutte le indicazioni litologiche e geomorfologiche precedentemente descritte per il bacino dei torrenti val Masna e Uccelli sono riportate in dettaglio anche per l'area di studio della conoide definita nella tavola 1 dove viene riportata per chiarezza sia la posizione della conoide attualmente definita dallo studio della Carta Inventario delle Frane e dei Dissesti successivamente ripresa acriticamente nella Cartografia PAI dai precedenti redattori dello studio geologico a supporto del PGT, connessa a trasporto solido avvenuto in un regime climatico differente ed in differenti condizioni di livello di base del torrente Vertova, sia l'effettiva collocazione e ubicazione della forma e dei terreni che potrebbero essere attribuiti a seguito del rilievo di dettaglio alla morfologia di conoide.

Oltre alla diffusa distribuzione di affioramenti rocciosi e coltri eluvio-colluviali che nulla hanno a che fare con una forma di conoide, ma solo con la degradazione superficiale dell'ammasso roccioso e che permettono di escludere gran parte dell'area precedentemente indicata come conoide è importante per la definizione dell'area da attribuire alla conoide segnalare che:

- a) la valle degli Uccelli ha quasi esclusivamente sede in roccia o in materiale fluvioglaciale rimaneggiato; le sponde della valle non mostrano alcuna evidenza di depositi attribuibili a conoide, ma solo l'incisione torrentizia eventualmente interrotta da opere di attraversamento originariamente per mulattiere e successivamente per la sede di strade bianche o di via Netura per raggiungere le varie cascate tuttora presenti o le stesse ristrutturare per utilizzo come seconde case o abitazioni;
- b) la valle degli Uccelli non ha quindi alcuna forma di conoide connessa ad essa anche in ragione delle esigue dimensioni del bacino (0,45 km<sup>2</sup>) e dell'assenza di significative aree di possibile alimentazione del trasporto solido;
- c) le due valli (Masna e Uccelli) sono nettamente separate non da una dorsale di terreno, ma da affioramenti rocciosi all'interno del Calcare di Zu al contatto con le Argilliti di Riva di Solto e quindi in ogni caso non sarebbe possibile definire la conoide coalescente attualmente, ma al limite riconoscere una forma relitta, che però non esiste per la valle degli Uccelli per quanto detto in precedenza; a tale proposito si noti anche che gran parte della forma attribuita in precedenza alla conoide connessa alla valle Uccelli in sponda destra del torrente non ha alcun deposito di tipo conoide, ma solo scarsi terreni eluviali e numerosi affioramenti di roccia;
- d) la valle Masna ha in corrispondenza del collettore indicato nella definizione della precedente attribuzione della conoide non un andamento rettilineo, ma un percorso meandriforme che nulla a che fare con una forma di conoide e che quindi esclude di per se la forma nelle dimensioni areali indicate in precedenza;
- e) non solo il collettore non ha andamento rettilineo, ma è caratterizzato anche da salti in roccia di altezza tale da permettere la formazione di cascate di qualche metro di altezza all'interno della sede rocciosa dell'alveo, morfologia anche questa quantomeno inusuale all'interno del collettore di una conoide, se non per quelli regimati con briglie;
- f) l'alveo della valle Masna è fortemente approfondito rispetto alla topografia a lato delle sponde, approfondimento già visibile nella zona del ponte di via Netura che viene accentuato sempre più sino alla zona di Palì, indice anche questo del fatto che la forma di conoide qualora esistente sarebbe relitta e sicuramente non più riattivabile in corrispondenza della conoide indicata sinora;
- g) i soli terreni di conoide (detrito spigoloso grossolano anche in matrice limo sabbiosa) sono quelli in sponda sinistra del torrente Masna in corrispondenza del dosso che separa tale valle dalla conca in cui è collocata l'attività zootecnica della cascina Palì; sul versante opposto non

sono stati rinvenuti questi terreni, ma affioramenti rocciosi ricoperti dalla coltre eluvio colluviale;

- h) questi terreni detritici potrebbero essere attribuiti non solo a conoide, ma anche a detriti di falda dell'acclive scarpata in sponda sinistra idrografica della val Masna;
- i) infatti, poco più a valle, prima della curva di accesso alla cascina Palì o a via Palì dalla zona occidentale, sono state realizzate delle gabbionate a sostegno della scarpata dove è evidente, come mostrato dalle foto dello studio effettuato a supporto della realizzazione di quell'intervento (Morettini Rosanna - *Manutenzione straordinaria muro di contenimento e realizzazione gabbionate in via Palì nel comune di Vertova - Relazione geologica* – DOTT. GEOL. A. POLONI, 2016), che ci si trova di fronte a terreni fluvioglaciali con ciottoli calcarei subarrotondati di natura calcareo dolomitica (non appartenenti al bacino del Masna, ma a quello dell'alta val Vertova) con matrice limo-sabbiosa, analoghi ai sedimenti osservati lungo le sponde del Vertova non interessate da muri e difese spondali.



*A) terreni attribuibili a conoide, ma anche a detrito di falda per l'assenza di qualsiasi struttura deposizionale collocati presso un tracciolino di servizio al taglio bosco; B) terreni di natura calcareo dolomitica in matrice limo-sabbiosa simili ai depositi alluvionali antichi/fluvioglaciali presenti sulle sponde del torrente Vertova ed ubicati presso i gabbioni a sostegno della scarpata prima della curva che si innesta alla parte occidentale di via Palì*

La delimitazione della nuova conoide da definirsi relitta perché non più raggiungibile da eventi di trasporto solido è quindi in ogni caso dubbia, ma in via prudenziale essa è stata definita come tale sia sulla sponda sinistra della valle Masna dove effettivamente sono stati osservati terreni attribuibili a quell'azione morfogenetica, sia per una porzione minore in sponda destra presso Salerem dove la conoide viene attribuita in ragione della morfologia topografica che ha subito modificazioni antropiche (realizzazione di strade e di piazzali) che possono avere obliterato la precedente morfologia.

In ragione di questi elementi litologici, morfologici e strutturali l'alveo del torrente della valle degli Uccelli non è connesso a nessuna morfologia di conoide; l'alveo della valle Masna è stato probabilmente caratterizzato da una forma di conoide ormai completamente relitta a causa dell'incisione del torrente. Il collettore attuale che non ha più funzione di conoide, ma solo di torrente con possibile divagazione delle acque in corrispondenza della confluenza con il torrente Vertova anche a causa del ponte di via 5 Martiri e delle opere di regimazione ad esso connesse.

Questo fatto è anche avvalorato da ulteriori aspetti morfologici ed idraulici. La valutazione del materiale trasportabile nel bacino è estremamente ridotta perché l'alveo è prevalentemente caratterizzato da fondo in roccia, come anche i versanti, senza fenomeni franosi significativi; tra

questi ultimi si possono annoverare prevalentemente distacchi di blocchi da alcune pareti, ma non dissesti connessi a detriti.

La portata di picco della colata valutata con le formule di Armanini (1996) a causa della modesta inclinazione dell'alveo nella zona della conoide (prudenzialmente valutato in 5,93°, in ragione della conoide definita dalla nuova ripermetrazione, ma decisamente inferiore nella parte di raccordo con il torrente Vertova, 2,86°, dove si hanno le uniche informazioni di deflusso che fuoriesce dall'alveo), porta a determinare portate di colata inferiori alla portata liquida, cioè a escludere portate di tipo debris flow, ma a determinare deflussi di piena con trasporto di fondo (analogia situazione si verifica per la valle degli Uccelli dove l'angolo di inclinazione dell'alveo nel tratto terminale è analogo al tratto terminale della valle Masna e pari a 3°).

VALLE MASNA A CONOIDE			VALLE MASNA A PONTE VIA 5 MARTIRI			VALLE DEGLI UCCELLI		
angolo di inclinazione alveo $\alpha < 20^\circ$			angolo di inclinazione alveo $\alpha < 20^\circ$			angolo di inclinazione alveo $\alpha < 20^\circ$		
AUTORE	PARAMETRI		AUTORE	PARAMETRI		AUTORE	PARAMETRI	
Anselmo 1985	area del bacino (km <sup>2</sup> ) S	1.4228	Anselmo 1985	area del bacino (km <sup>2</sup> ) S	1.4228	Anselmo 1985	area del bacino (km <sup>2</sup> ) S	0.452
	portata specifica liquida (m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> ) q	7.39745		portata specifica liquida (m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> ) q	7.39745		portata specifica liquida (m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> ) q	7.63
Armanini, 1996	densità dell'acqua $\rho$ (t/m <sup>3</sup> )	1	Armanini, 1996	densità dell'acqua $\rho$ (t/m <sup>3</sup> )	1	Armanini, 1996	densità dell'acqua $\rho$ (t/m <sup>3</sup> )	1
	densità fase solida $\rho_s$ (t/m <sup>3</sup> )	2.65		densità fase solida $\rho_s$ (t/m <sup>3</sup> )	2.65		densità fase solida $\rho_s$ (t/m <sup>3</sup> )	2.75
	angolo di inclinazione alveo $\alpha$	5.93		angolo di inclinazione alveo $\alpha$	2.86		angolo di inclinazione alveo $\alpha$	3
	angolo di attrito interno fase solida $\varphi$	32		angolo di attrito interno fase solida $\varphi$	32		angolo di attrito interno fase solida $\varphi$	32.00
	concentrazione della colata $C_{df}$	-0.12		concentrazione della colata $C_{df}$	-0.05		concentrazione della colata $C_{df}$	-0.05
	$C^* = 0.65 - 0.75$	0.65		$C^* = 0.65 - 0.75$	0.65		$C^* = 0.65 - 0.75$	0.65
	portata massima liquida $Q_l$	10.53		portata massima liquida $Q_l$	10.53		portata massima liquida $Q_l$	3.45
	portata massima della colata $Q_{df}$	8.88		portata massima della colata $Q_{df}$	9.74		portata massima della colata $Q_{df}$	3.19
	portata colata > portata liquida	NO		portata colata > portata liquida	NO		portata colata > portata liquida	NO

Tabelle per la stima della portata di piena di colate detritiche

In ogni caso è stata compilata, per quanto possibile la scheda conoide come richiesto dalle modalità dell'allegato 2 che viene riportata in allegato. In tale scheda, date le caratteristiche della conoide, è stato possibile compilare solo la prima parte in maniera corretta con i dati morfometrici della conoide e del bacino e le dimensioni del materiale in alveo e delle possibili divagazioni del collettore, anche se non si tratta di collettore di conoide, ma solo di torrente tanto che nelle caratteristiche del canale attivo della conoide tutti i tratti vengono indicati come incisi per la forma identificata proprio perché non si tratta di canale attivo, ma di solco torrentizio vero e proprio.

Per quanto riguarda le opere presenti sulla conoide, i suoi punti critici e le indicazioni di intervento, come anche per gli eventi storici non è stato redatto nulla perché, per la forma di conoide definita, nessun elemento di questa parte della scheda è compilabile in ragione delle caratteristiche sinora definite. All'esterno della forma presso la confluenza con il torrente Vertova gli unici punti critici sono il ponte di attraversamento di via 5 Martiri, a valle della conoide definita, e il ponte di via Netura, completamente a monte della nuova perimetrazione della conoide.

Anche per quanto riguarda le valutazioni della magnitudo del trasporto solido è possibile osservare tramite le relazioni proposte dall'allegato 2 che i valori possono variare da 1300 m<sup>3</sup> a quasi 100000 m<sup>3</sup>. Tali valori devono comunque essere valutati come una stima del trasporto di materiale di fondo con sedimentazione presso la foce del torrente allo sbocco nel torrente Vertova. I valori più realistici sono definiti dalle relazioni proposte specificatamente per la Regione Lombardia (Crosta, Ceriani, Frattini, Quattrini, 2000) o al limite per il territorio alpino centro orientale (D'Agostino et al. 1996) in cui i valori massimi sono compresi tra 1300 e 2000 m<sup>3</sup>, valori pur apprezzabili, ma molto bassi se si considerano i normali contributi delle conoidi alpine. Una modesta vasca di sedimentazione immediatamente a monte del ponte di via 5 Martiri ed una presso l'attraversamento di via Netura, opportunamente progettate potrebbero portare alla completa mitigazione del trasporto solido, in questo caso rappresentato prevalentemente da trasporto di fondo come evidenzerebbe uno studio secondo la classificazione di Aulitzky.

AUTORI	PARAMETRI	VALORE PARAMETRO	MAGNITUDO (m <sup>3</sup> )	
<i>verifica lungo l'alveo valle Masna</i>				
Bottino Crivellari Mandrone 1996 $M=21241 \cdot Ab^{0,28}$	area del bacino (km <sup>2</sup> ) Ab	1.4228	23445	
Crosta, Ceriani, Frattini, Quattrini 2000 $M=K \cdot Ab \cdot Mb^{0,8} \cdot Scl\_c \cdot IF^2 \cdot 1000$	bed load e debris flood $K=3$ , debris flow $K=5,4$	3	2210	
	area del bacino (km <sup>2</sup> ) Ab	1.4228		
	indice di Melton $Mb=(Hmax-Hmin)/Ab^{0,5}$	0.74		
	pendenza del collettore sul conoide $Scl\_c$ (%)	5.93		
	indice di frana IF	3		
D'Agostino et al. 1996 $M1=39 \cdot Ab \cdot Scl^{1,5} \cdot IG \cdot IT^{-0,3}$ $M2=36 \cdot Ab \cdot Scl^{1,5} \cdot IG \cdot (1+CS)^{-1}$	area del bacino (km <sup>2</sup> ) Ab	1.4228	1603	M1
	pendenza asta principale $Scl$ (%)	5.93	1345	M2
	indice dei litotipi costituenti il bacino IG	2		
	indice di trasporto IT	1		
	coeff. di sistemazione CS	0.1		
Hampel 1977 $M=150 \cdot Ab \cdot (Sc-3)^{2,3}$	area del bacino (km <sup>2</sup> ) Ab, per aree <10 km <sup>2</sup>	1.4228	2529	
	pendenza del conoide $Sc$ (%)	5.93		
Marchi e Tecca 1996 $M=70000 \cdot Ab$	area del bacino (km <sup>2</sup> ) Ab, per aree <10 km <sup>2</sup>	1.4228	99596	
Rickenmann e Zimmerman 1997 $M=(110-2,5 \cdot Sc) \cdot Lcl$	pendenza del conoide $Sc$ (%)	5.93	12849	
	lunghezza dell'alveo sul conoide $Lcl$ (m)	135		
Takei 1984 $M=13600 \cdot Ab^{0,61}$	area del bacino (km <sup>2</sup> ) Ab	1.4228	23994	

La classificazione di Aulitzky (1980) permetterebbe di determinare valori inferiori a 1,6 per la risposta agli indici relativi alla zonazione dell'attività della conoide (1,17) e compresi tra 1,9 e 2,7 (2.0) per le risposte relative alla prevedibilità dell'attività torrentizia. Determinando quindi basse condizioni di pericolosità.

I valori di piena calcolati con la formula di Anselmo raggiungono valori di poco superiori a 10 m<sup>3</sup>/s valore che date le caratteristiche dell'alveo non sono sicuramente contenuti nella sezione della valle Masna proprio in corrispondenza dell'area dell'attraversamento del ponte di via 5 Martiri ed anche per un tratto di circa 20 m verso monte.

<b>AULITZKY 1980</b>			
<b>Zonazione della pericolosità in conoide</b>		VALORE	PUNTEGGIO
1	DIMENSIONE MASSIMA (D) DEL MATERIALE TRASPORTATO EROSO DI RECENTE	$D < 0.01 \text{ m}^3$	1
2	MASSIMO SPESSORE DEL SINGOLO STRATO DI DEPOSITI RICONOSCIBILI (L), DIFFERENZIATO DALL'ORIZZONTE UMIFERO O DA UNO STRATO CON DIFFERENTE STRUTTURA	$L < 0.1 \text{ m}$	1
3	PENDENZA DEL CONO DI DEIEZIONE (P) in percentuale	$2\% < p < 7\%$	2
4	ATTUALE COPERTURA VEGETALE DOMINANTE	Assenza di trincee di massi, terrazzamenti e minor presenza di materiale sassoso nel suolo	1
5	ANDAMENTO DEL TERRENO NELLE AREE DEL CONOIDE A CAUSA DELL'EROSIONE	Superfici molto elevate sull'incisione torrentizia non raggiungibili dall'eventuale colata	1
6	CONDIZIONI DI DEFLUSSO NELL'AREA DEL CONOIDE ALLUVIONALE NEL CASO DI DIFFICOLTÀ AL DEFLUSSO CAUSATA DALLE OPERE, ECC.	Canale ben formato nella parte superiore che può facilmente fare scorrere la colata	1
		<b>INDICE 1 AULITZKY</b>	<b>1.17</b>
<b>PUNTEGGIO</b>		<b>PERICOLOSITÀ</b>	
$> 2.6$		PERICOLOSITÀ ELEVATA (ZONA ROSSA)	
$2.6 + 1.6$		PERICOLOSITÀ MEDIA (ZONA GIALLA) Insedimenti limitati	
$< 1.6$		<b>PERICOLOSITÀ BASSA (ZONA VERDE)</b>	
Zona non indagata		(ZONA BIANCA)	
<b>Attività torrentizia prevedibile</b>		VALORE	PUNTEGGIO
7	EVENTUALI CATASTROFI PROVOCATE DA COLATE DI FANGO E DA FENOMENI DI PIENA	Solo danni materiali in prossimità del torrente	1
8	L'ATTENDIBILE QUANTITÀ MASSIMA GIORNALIERA DI PRECIPITAZIONE AMMONTA A (CONSIDERANDO L'ALTEZZA MEDIA DELL'INTERO BACINO E UNA LUNGA SERIE DI ANNI)	tra 100 e 150 mm o tra 1.0 e 1.5 mm/min per più di un'ora	2
9	POSIZIONE E POTENZIALE QUANTITÀ DEL MATERIALE ASPORTABILE DAI FOCOLAI DI EROSIONE ALL'INTERNO DELLE VALLI	Le aree fonte di detriti asportabili più prossime alla valle si trovano solo a monte del corso medio, che si presenta pianeggiante e che può servire da deposito definitivo o provvisorio senza il pericolo di ostruzione a valle; oppure la massa più grande di materiale caso di un avvenimento (evento naturale) potrebbe essere asportabile dalla zona nel caso di evento naturale tra 1000 e 10000 mc	2
10	COMPONENTE IN LEGNAME PRESENTE NELLA COLATA DI FANGO O NELLA PIENA	Nel caso di una catastrofe possono essere convogliati nella colata di fango (o nella piena) solamente pezzi di ceppaie o tronchi di lunghezza limitata	2
11	CAPACITÀ DI ASSORBIMENTO DELL'ACQUA ED ERODIBILITÀ DELLE ROCCE E DEL TERRENO NEL BACINO IDROGRAFICO	Rocce fessurate oppure sabbia contenente ghiaia o una certa quantità di ciottoli ma priva di argilla e limo moderatamente permeabili	2
		<b>INDICE 2 AULITZKY</b>	<b>1.80</b>
<b>PUNTEGGIO</b>		<b>TIPOLOGIA DI TRASPORTO</b>	
$> 2.7$		Colata di fango	
$2.7 + 1.9$		Trasporto di tipo ghiaioso	
$< 1.9$		Piena torrentizia	

Un rilievo speditivo effettuato ha infatti permesso di determinare le possibili divagazioni del tratto terminale del torrente l'unico di cui si abbiano appunto notizie storiche di esondazione del torrente.

VERIFICHE IDRAULICHE VALLE MASNA PRESSO PONTE VIA 5 MARTIRI												
SEZIONE	POSIZIONE DA PONTE (m)	PORTATA 100 anni mc/s	Larghezza alveo m	incl sponda SX °	incl sponda DX °	incl sponda equivalente	altezza sponda SX (m)	altezza sponda DX (m)	incl alveo °	H max piena (m)	FRANCO (m)	ENTRO SPONDE
1	25.95	10	2.55	45	42	45	0.9	2.29	>3	0.735	0.17	SI
2	20.85	10	2.09	47	43	45	1.53	2.43	>3	0.814	0.72	SI
3	16.1	10	2.18	25	45	35	0.52	2.7	>3	0.75	-0.23	NO
4	11.1	10	2.01	41	39	40	0.15	0.36	>3	0.67	-0.52	NO
5	6	10	1.33	33	25	29	0.47	1.30	2.66	0.99	-0.52	NO
6	3.4	10	3.36	33	87	60	0.7	1.30	0.5	0.94	-0.24	NO

*N.B. i valori calcolati di H max piena sono riferiti alle sezioni effettive e non all'altezza della sezione equivalente a causa dell'esondazione*

Select the channel type  
 Trapezoidal  Circular  Ushaped

**SEZIONE 1**

Flowrate, m<sup>3</sup>/s: 10  
 Width, m: 2.55  
 Manning's N: 0.035  
 Bottom slope: 0.05  
 Side slope: 1

Depth, m: 0.735  
 Velocity, m/s: 4.141  
 Area, m<sup>2</sup>: 2.415  
 Wetted perimeter, m: 4.629  
 Hydraulic radius, m: 0.522

Select the channel type  
 Trapezoidal  Circular  Ushaped

**SEZIONE 2**

Flowrate, m<sup>3</sup>/s: 10  
 Width, m: 2.09  
 Manning's N: 0.035  
 Bottom slope: 0.05  
 Side slope: 1

Depth, m: 0.814  
 Velocity, m/s: 4.228  
 Area, m<sup>2</sup>: 2.365  
 Wetted perimeter, m: 4.393  
 Hydraulic radius, m: 0.538

Select the channel type  
 Trapezoidal  Circular  Ushaped

**SEZIONE 3**

Flowrate, m<sup>3</sup>/s: 10  
 Width, m: 2.18  
 Manning's N: 0.035  
 Bottom slope: 0.05  
 Side slope: 0.7

Depth, m: 0.842  
 Velocity, m/s: 4.291  
 Area, m<sup>2</sup>: 2.331  
 Wetted perimeter, m: 4.235  
 Hydraulic radius, m: 0.550

Select the channel type  
 Trapezoidal  Circular  Ushaped

**SEZIONE 4**

Flowrate, m<sup>3</sup>/s: 10  
 Width, m: 2.01  
 Manning's N: 0.035  
 Bottom slope: 0.05  
 Side slope: 0.84

Depth, m: 0.855  
 Velocity, m/s: 4.288  
 Area, m<sup>2</sup>: 2.332  
 Wetted perimeter, m: 4.243  
 Hydraulic radius, m: 0.550

Select the channel type  
 Trapezoidal  Circular  Ushaped

**SEZIONE 5**

Flowrate, m<sup>3</sup>/s: 10  
 Width, m: 1.33  
 Manning's N: 0.035  
 Bottom slope: 0.045  
 Side slope: 0.55

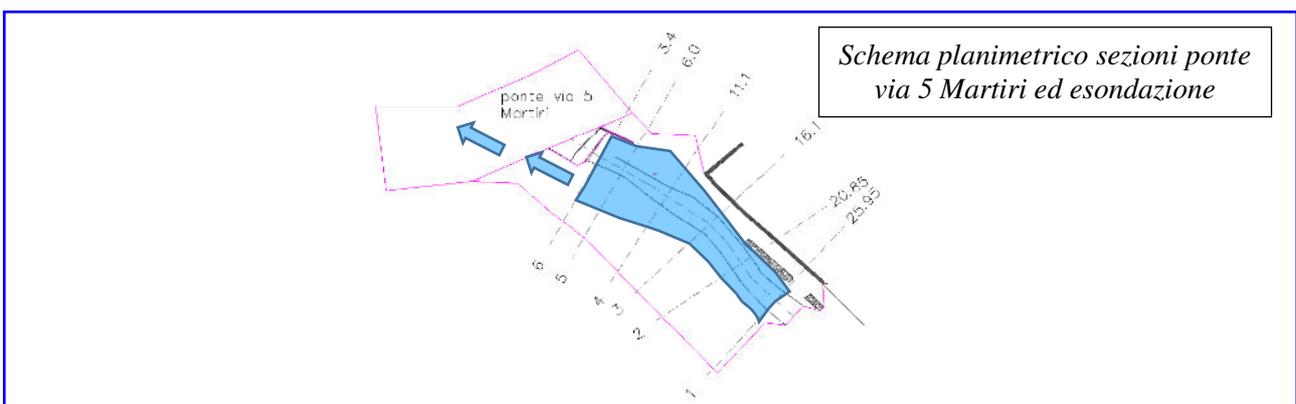
Depth, m: 1.190  
 Velocity, m/s: 4.234  
 Area, m<sup>2</sup>: 2.362  
 Wetted perimeter, m: 4.047  
 Hydraulic radius, m: 0.584

Select the channel type  
 Trapezoidal  Circular  Ushaped

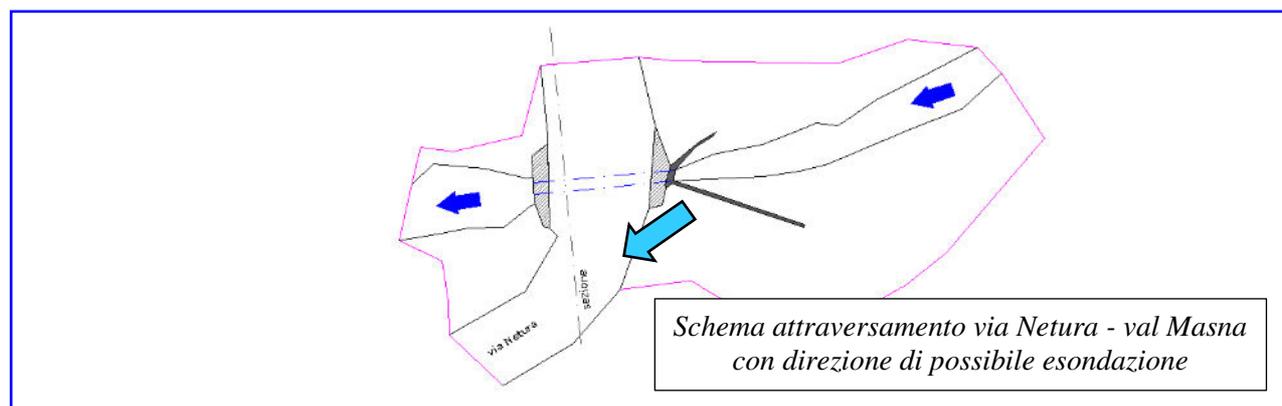
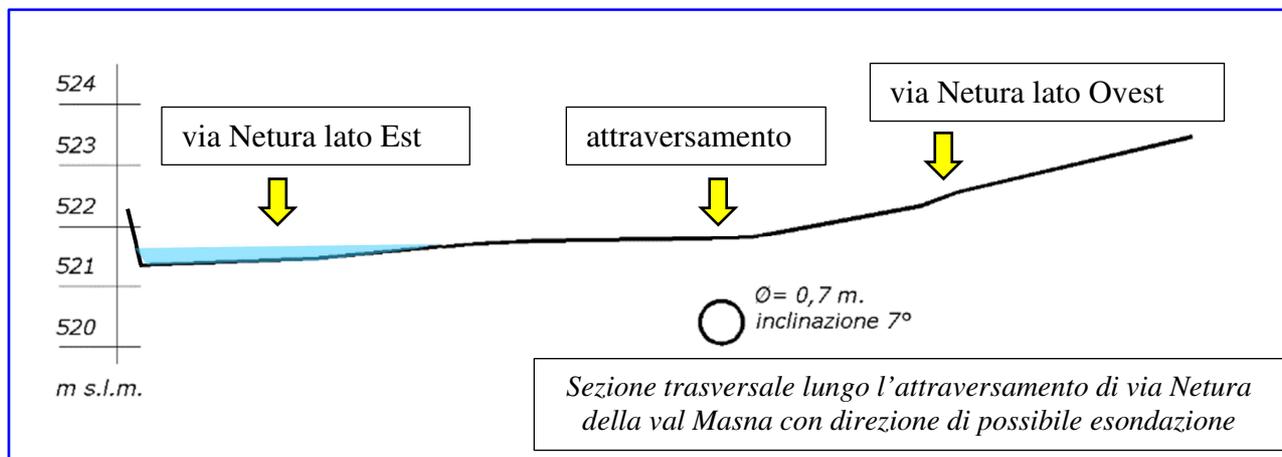
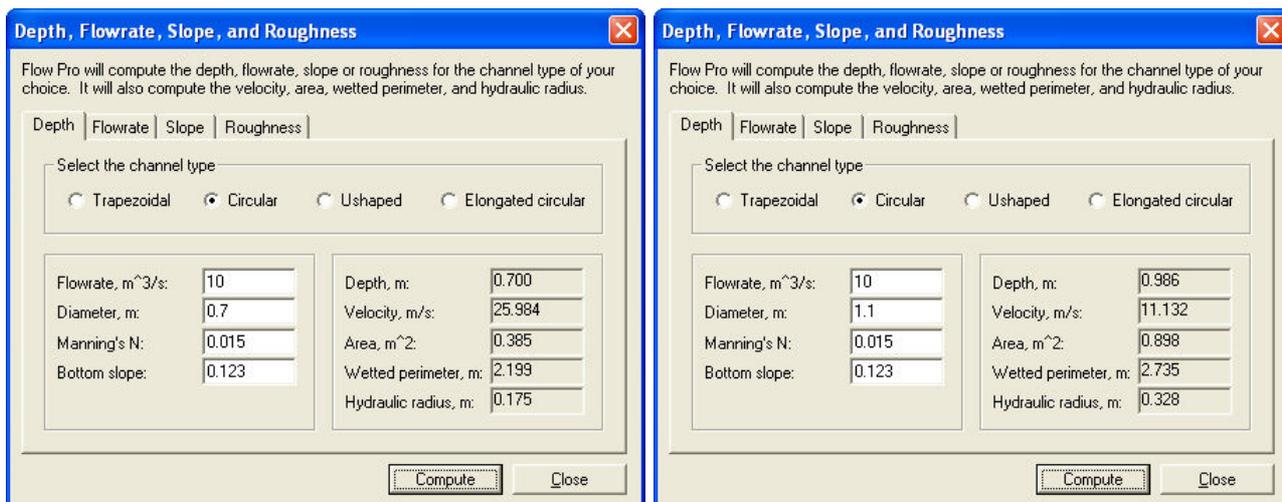
**SEZIONE 6**

Flowrate, m<sup>3</sup>/s: 10  
 Width, m: 3.30  
 Manning's N: 0.035  
 Bottom slope: 0.008  
 Side slope: 1.73

Depth, m: 0.998  
 Velocity, m/s: 1.993  
 Area, m<sup>2</sup>: 5.019  
 Wetted perimeter, m: 7.290  
 Hydraulic radius, m: 0.688



Verifiche analoghe sono state condotte anche in corrispondenza dell'attraversamento di via Netura della val Masna dove la pendenza della strada già indica la direzione di deflusso in sinistra idrografica che può poi coinvolgere la via Netura sino nei pressi della cascina val Masna dove l'esondazione rientra obbligatoriamente in alveo a causa delle pendenze stradali. La verifica della sezione del tratto tombinato del diametro di 0,7 m con una inclinazione di 7° (12.3%) valuta possibile il transito solo per velocità inaccettabili (26 m/s). Solo con un diametro superiore al metro (almeno 1,1 m) della tubazione con quelle inclinazioni si può raggiungere il deflusso regolare all'interno del tubo, senza considerare però gli effetti di invaso a monte e di possibile fuoriuscita di parte dell'acqua lungo la strada.



## 5. PERICOLOSITA' DA CONOIDE

La pericolosità della zona è stata valutata in base ai parametri geologici raccolti, secondo i metodi definiti da Regione Lombardia in “*Procedure per la valutazione e la zonazione della pericolosità e del rischio da frana in Regione Lombardia*”. In particolare, per la pericolosità dovuta al trasporto in massa vengono individuate le seguenti classi:

- Pericolosità molto alta (H5): comprende l'alveo attuale con le sue pertinenze ed eventuali paleoalvei riattivabili in caso di piena e, eccezionalmente, porzioni di conoide. *Nel caso della conoide valle Masna tale attribuzione non esiste perché la forma è relitta tanto che nella cartografia è stata associata la pericolosità per esondazione che ha caratteri simili, ma diverse indicazioni.*

- Pericolosità alta (H4): area con alta probabilità di essere interessata da fenomeni di trasporto in massa e/o di trasporto solido, con deposizione di ingenti quantità di materiale solido e con danneggiamento di opere e manufatti. *Anche questa classe non è attribuibile a nessuna area della conoide val Masna.*

- Pericolosità media (H3): area interessata nel passato da eventi alluvionali documentati su basi storiche; area con moderata probabilità di essere esposta a fenomeni alluvionali (esondazione). *Anche questa classe non è inserita nella valutazione della pericolosità della conoide val Masna.*

- Pericolosità bassa (H2): area mai interessata nel passato da fenomeni alluvionali documentati su base storica o area protetta da opere di difesa idraulica, ritenute idonee anche in caso di eventi estremi, con basse probabilità di essere interessata da fenomeni di dissesto. *Anche questa classe non è inserita nella valutazione della pericolosità della conoide val Masna.*

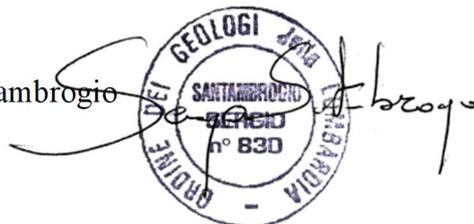
- Pericolosità molto bassa (H1): area che per caratteristiche morfologiche ha basse o nulle probabilità di essere interessata da fenomeni di dissesto. **A questa classe è stata attribuita tutta la conoide relitta della valle Masna.**

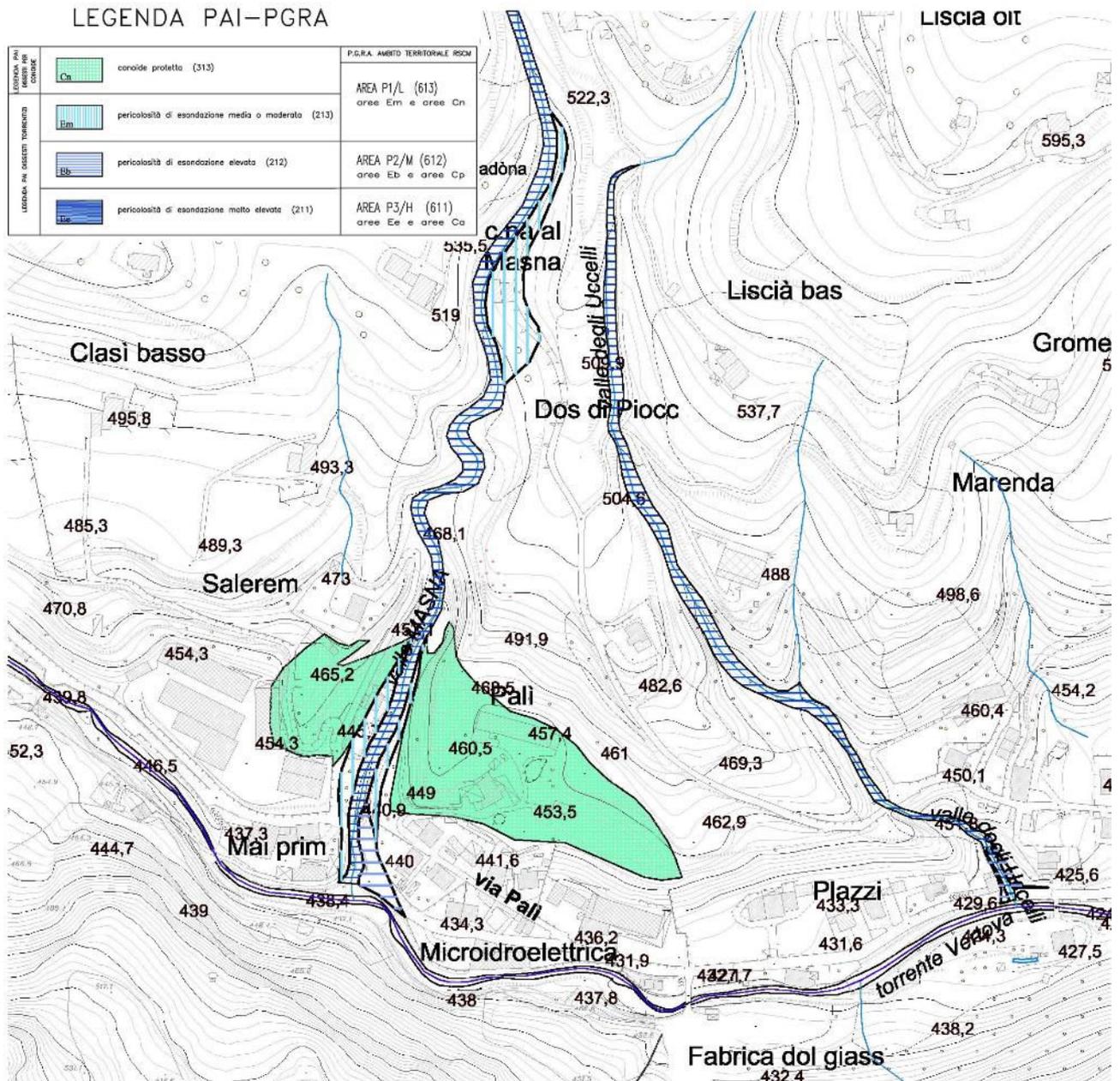
La pericolosità per esondazione evidenzia invece settori a pericolosità molto elevata (H4) in corrispondenza dell'alveo, settori a pericolosità elevata (H3) presso la confluenza con il torrente Vertova in corrispondenza di un tratto di via 5 Martiri e pericolosità media (H2) in un settore in cui potrebbe esondare acqua da tombotto di via Netura sino a cascina Masna e nei settori marginali del tratto terminale del corso d'acqua.

**Studio Geoter**

dott. geol. Sergio Santambrogio

Ardesio, ottobre 2022





ALLEGATI: scheda conoide valle Masna

TAVOLE: tavola 1 Carta geologica e geomorfologica di dettaglio della conoide, scala 1:2.000;  
 tavola 2 Carta della pericolosità PAI-PGRA

## Scheda conoidi

Id conoide		Data compilazione	05/09/2022	Rilevatore	Sergio Santambrogio
Nome località	Valle Masna - valle degli Uccelli	Nome torrente	Val Masna		
Comuni	Vertova	Provincia	BG		
C.T.R.	C4d4-C4d5				

### Dati morfometrici della conoide

Superficie (km2)	0.0174	Larghezza max (m)	290
Volume (m3)	113100	Pendenza media (%)	5.93
Quota massima (m slm)	448	Pendenza media alveo (%)	5.93
Quota minima (m slm)	440	Lunghezza alveo (m)	135
Lunghezza max (m)	135	Indice di Melton	0.06

### Dati morfometrici del bacino

Superficie (km2)	1.4228	Pendenza media alveo princip.(%)	42.93
Quota minima (m slm)	437	Lunghezza tot. rete idrografica(km)	4.10
Quota massima (m slm)	1317	Densità di drenaggio (km/km2)	2.88
Lunghezza alveo principale (km)	2.05	Indice di Melton	0.74

		FOTO				
<b>Dimensione max del materiale (m3)</b>	apice	0.005		<b>Presunta migrazione del canale attivo</b>		
	zona mediana	0.002				
	zona distale	0.001		<b>NESSUNA</b>	sin-centro	sin-dx
				dx-centro	centro-dx	centro-sin
<b>Sviluppo del collettore rispetto all'apice</b>		bisettrice	<b>Dinamica dell'alveo</b>			
		destra				
		sinistra	Apice Mediana Distale		approfondimento	
<b>Caratteristiche della soglia</b>		in roccia	X	X	X	equilibrio
		in materiale incoerente	innalzamento			
		mista				
<b>Presenza di uno o più paleovalvei</b>		si	<b>Caratteristiche dell'apice</b>			
		no				
			Pendenza tratto a valle (%)		0.10	

### Caratteristiche del canale attivo sul conoide

	FOTO	Apice	FOTO	Zona mediana	FOTO	Zona distale
canale poco inciso						
canale inciso		X		X		X
canale pensile						
canale pensile per intervento antropico						
canale regimato con opere di difesa						
torrente canalizzato e/o impermeabilizzato						
alveo tombinato						
canale assente						

Opere presenti sulla conoide		E	= efficiente
		I	=inefficiente
Briglia	quota (m)		
Soglia	quota (m)		
Traversa	quota (m)		
Repellente	quota (m)		
Argini	quota (m)		
	lunghezza(m)		
	lunghezza(m)		
Difese spondali	quota (m)		
	lunghezza(m)		
	lunghezza(m)		
Selciato di fondo	quota (m)		
	lunghezza(m)		
	lunghezza(m)		
Scogliere	quota (m)		
	lunghezza(m)		
	lunghezza(m)		
Tombinatura	quota (m)		
	lunghezza(m)		
	lunghezza(m)		
Vasca d'espans. (m3)			

Punti critici sul conoide			
Ponti, attraversamenti	FOTO	quota	
		1	
		2	
		3	
		4	
Briglie e/o opere idrauliche che interferiscono con i deflussi	FOTO	quota	
		1	
		2	
		3	
		4	
Sezioni obbligate, sezioni ristrette, curve.		quota	
		1	
		2	
		3	
		4	
Possibili superamenti di argine		quota	
		1	
		2	
		3	
		4	
Possibili rotture di argine		quota	
		1	
		2	
		3	
		4	
<b>Note</b>			

Indicazioni di intervento			
Gabbionate		Muri di protezione	
Pulizia alveo		Impermeabilizz. dell'alveo	
Tombinature		Briglie	
Soglie		Difese spondali/argini	
Repellenti		Sistemazione frane in atto	
		Delocaliz. infrastrutture	
		Demolizioni	
		Rilevati	
		Briglie selettive	
		Scogliere	
		Vasche di espansione	

