



Politecnico
di Torino



Il ruolo degli acquiferi carsici nell'evento alluvionale dell'ottobre 2020 (alte valli Tanaro, Corsaglia e Vermentagna)

Vigna Bartolomeo

DIATI – Politecnico di Torino

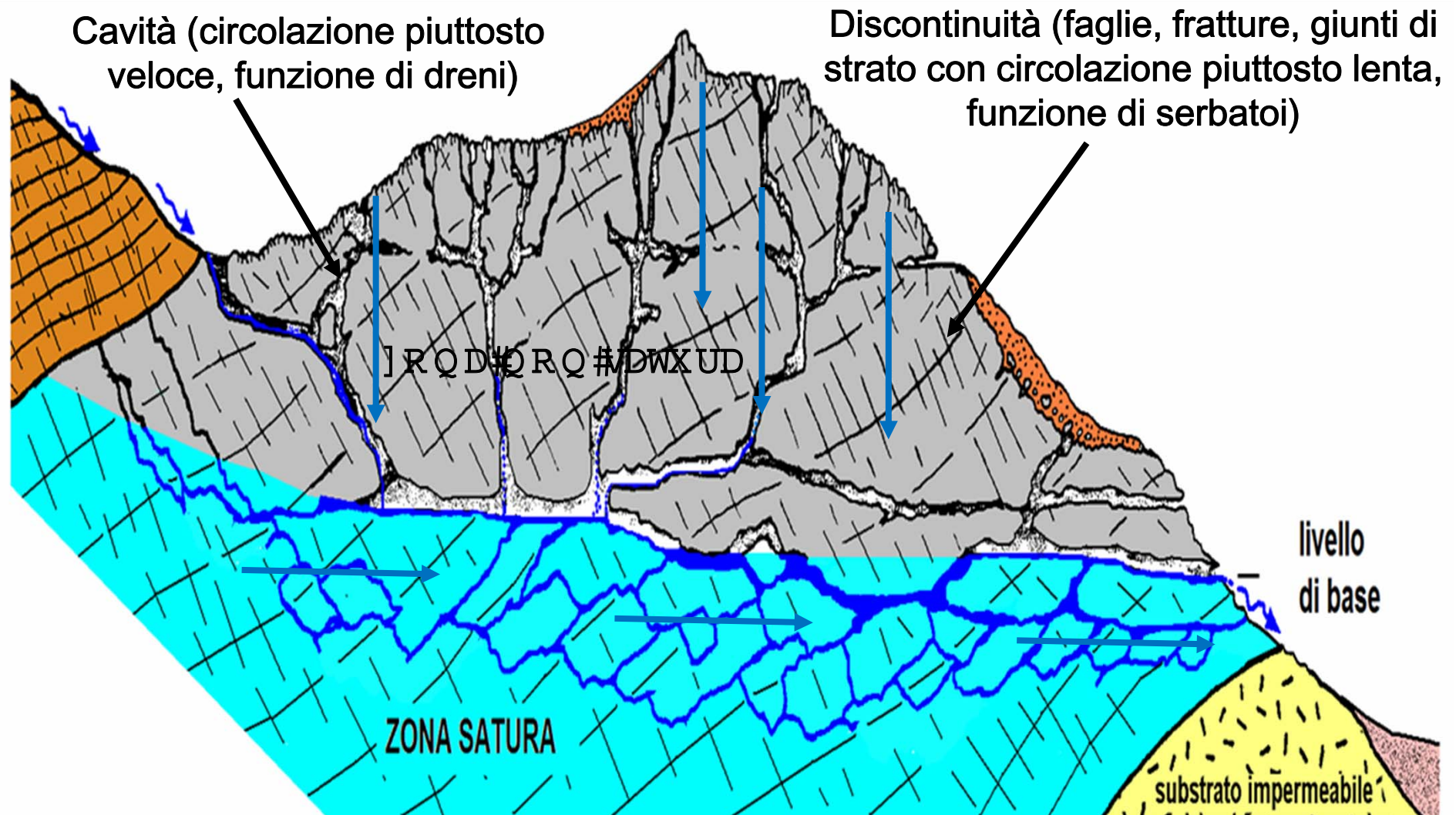
Workshop: «L'evento alluvionale del 2-3 ottobre 2020 in Piemonte»

Torino, 25 maggio 2022, Hotel Pacific Fortino

In seguito ad intensi apporti si pensa che negli acquiferi permeabili come gli acquiferi carsici le acque di precipitazione si infiltrano nell'ammasso roccioso e arrivano alle sorgenti in tempi molto più lunghi rispetto ai tempi di corrivazione delle acque superficiali. Ma è vero?



La circolazione idrica nelle rocce carbonatiche:



I pozzi semi-attivi costituiscono le principali vie di drenaggio della zona non satura



Scendendo in profondità la portata dei collettori aumenta progressivamente per l'apporto di numerosi affluenti



La zona satura è costituita da gallerie e fratture allagate soggette a notevoli variazioni dei livelli



Le gallerie «a pieno carico» della zona saura rappresentano le vie di drenaggio principali delle acque sotterranee.



Foto archivio SSI

Le gallerie della zona satura sono soggette a notevoli variazioni dei livelli idrici e costituiscono importanti serbatoi dell'acquifero che si allagano durante gli eventi di piena



La fratturazione dell'ammasso roccioso gioca un ruolo fondamentale per la circolazione delle acque sotterranee



L'apporto delle acque circolanti nelle fratture dell'ammasso roccioso garantisce il flusso verso le vie di drenaggio principali anche nei periodi in assenza di precipitazioni



Gli apporti secondari provenienti dalle discontinuità
confluiscono verso i collettori che funzionano da vie di
drenaggio preferenziale



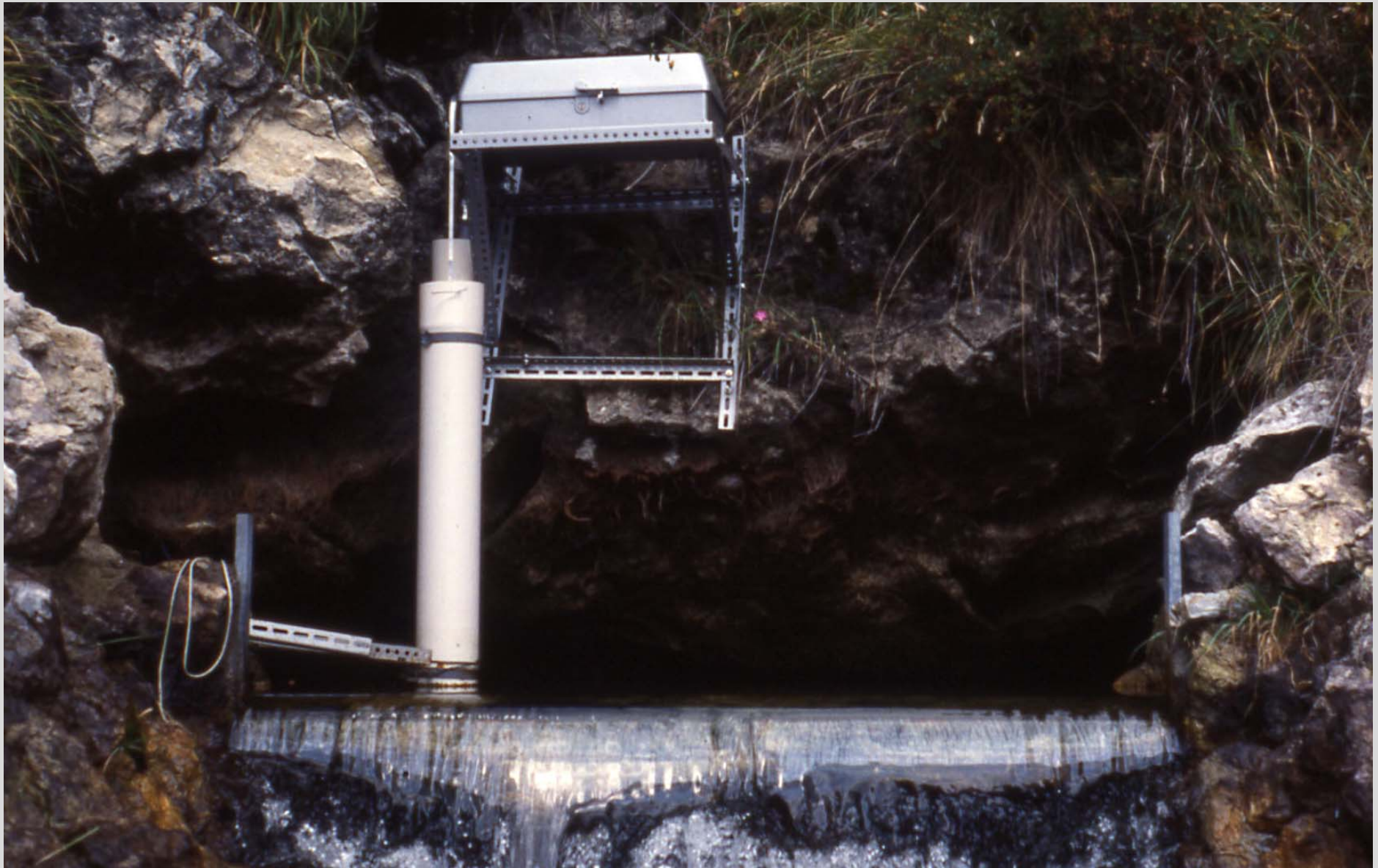
Le acque fuoriescono poi in superficie in corrispondenza di grandi sorgenti carsiche (Sorgente del Pis del Pesio)



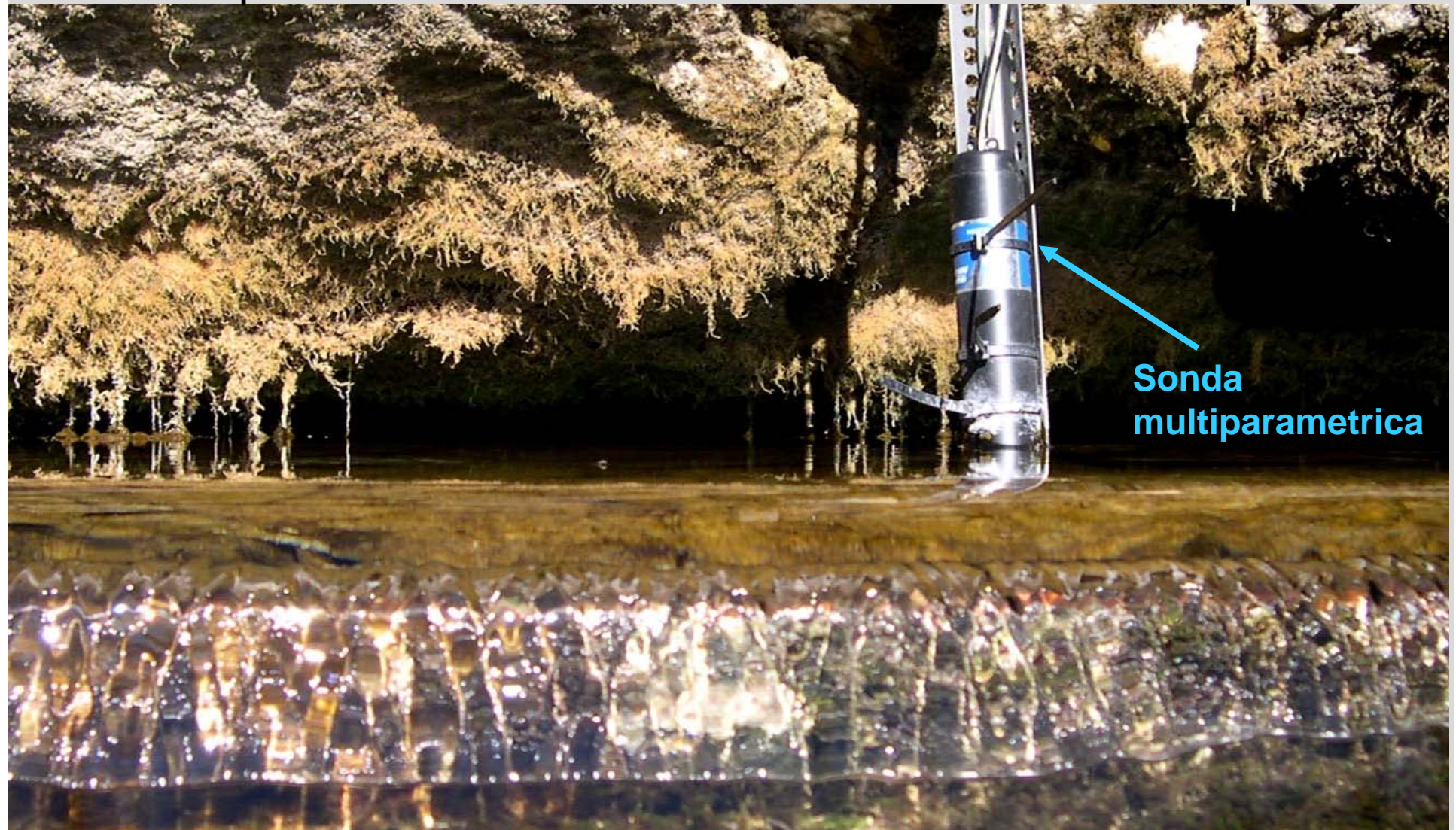
Studio degli acquiferi carsici eseguito dal DIATI: presso le sorgenti non captate ad uso idropotabile sono stati realizzati con l'aiuto degli speleologi degli stramazzi per misurare la portata



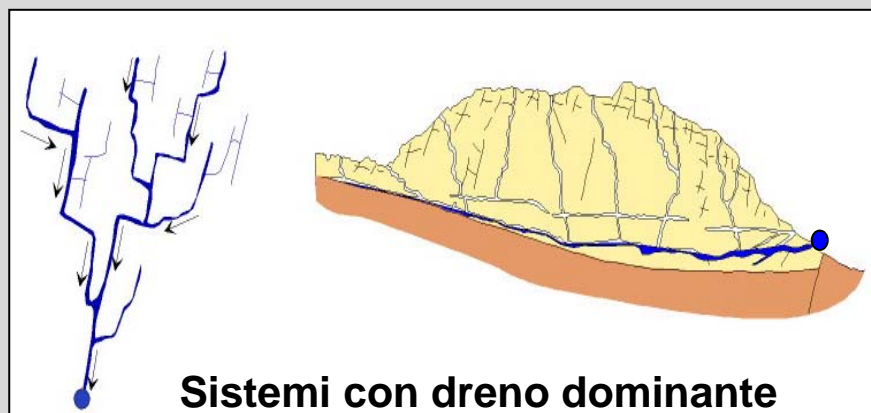
Lo stramazzo realizzato alla Sorgente Fuse nel 1986, con il vecchio sistema di misura (idrometrografo a galleggiante)



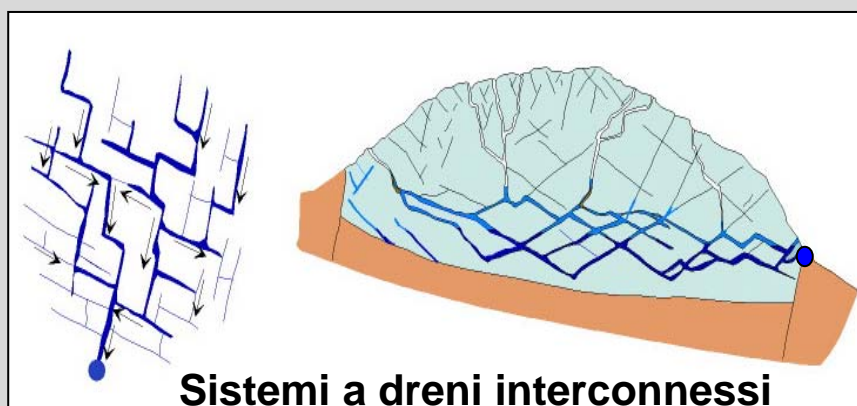
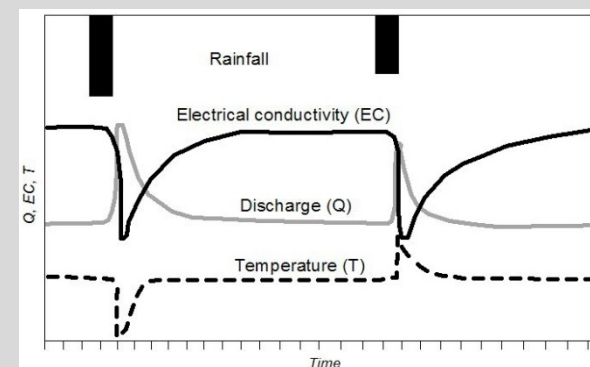
In oltre 10 sorgenti carsiche (captate e non captate) sono state installate a partire dal 2003 delle sonde multiparametriche per acquisizione oraria di livello, temperatura e conducibilità elettrica delle acque



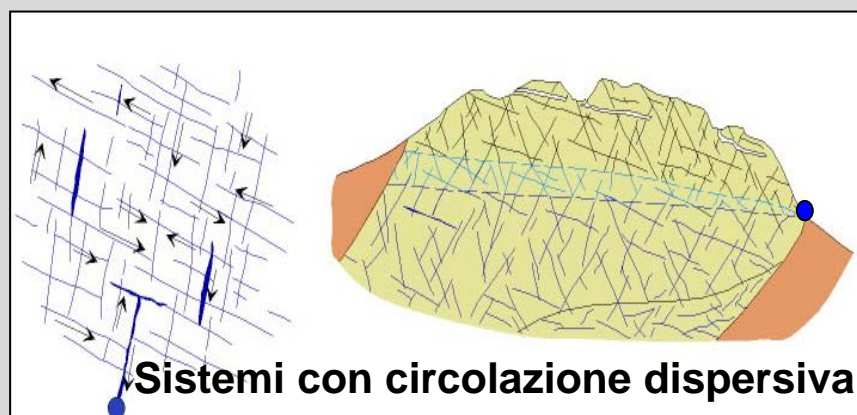
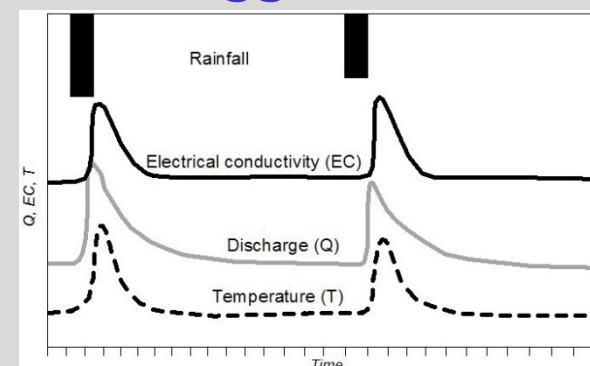
Differenti tipologia di acquiferi in rocce carbonatiche



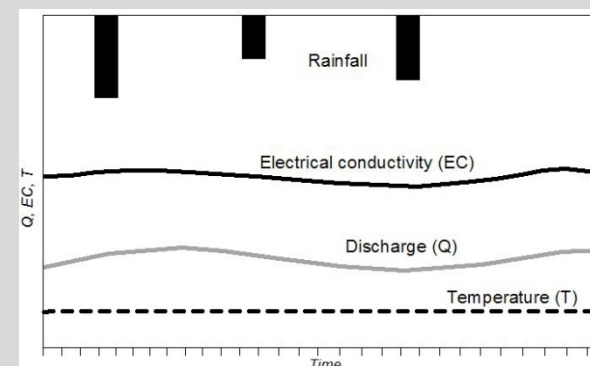
Sostituzione



Pistonaggio



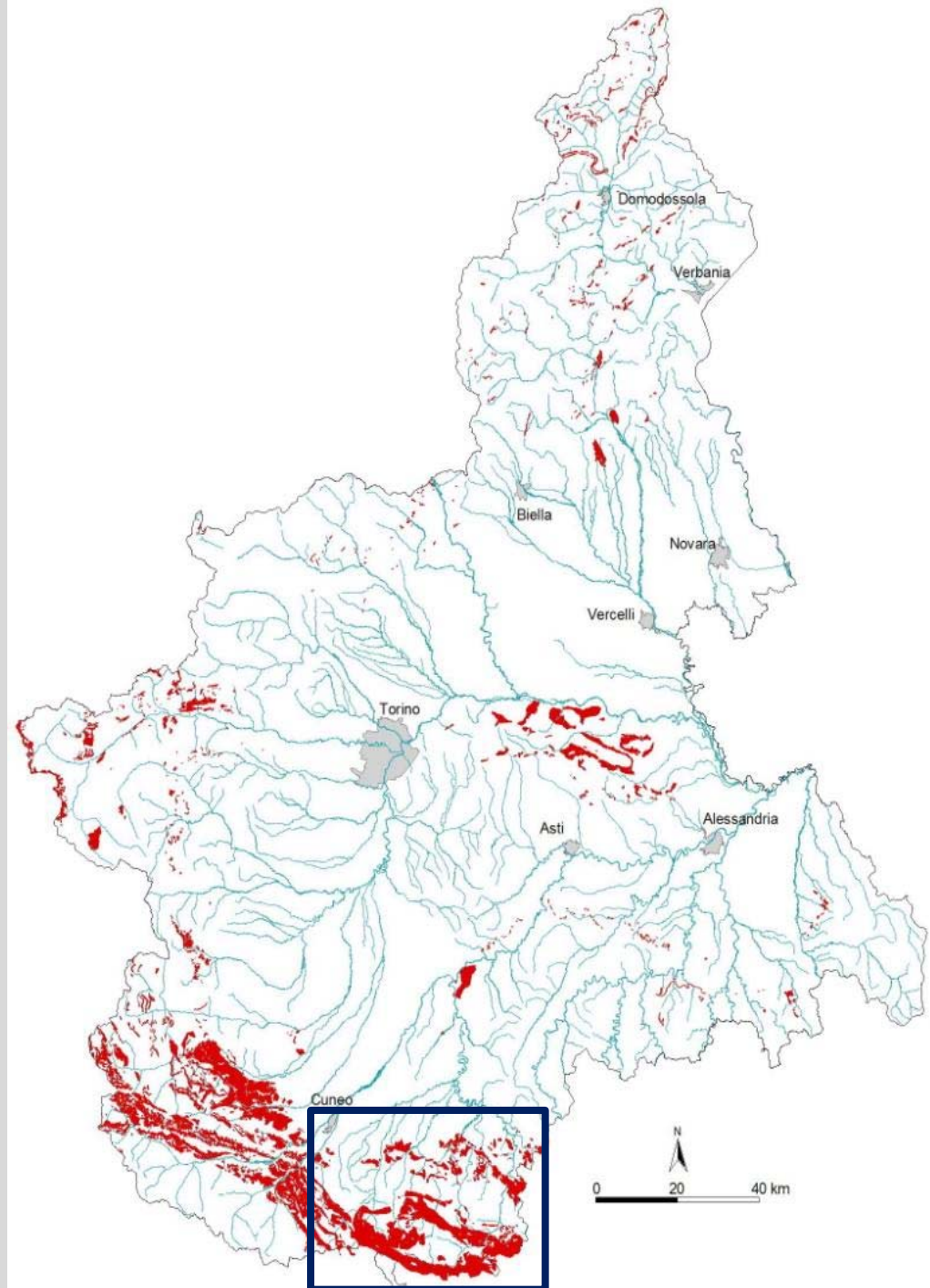
Omogeneizzazione



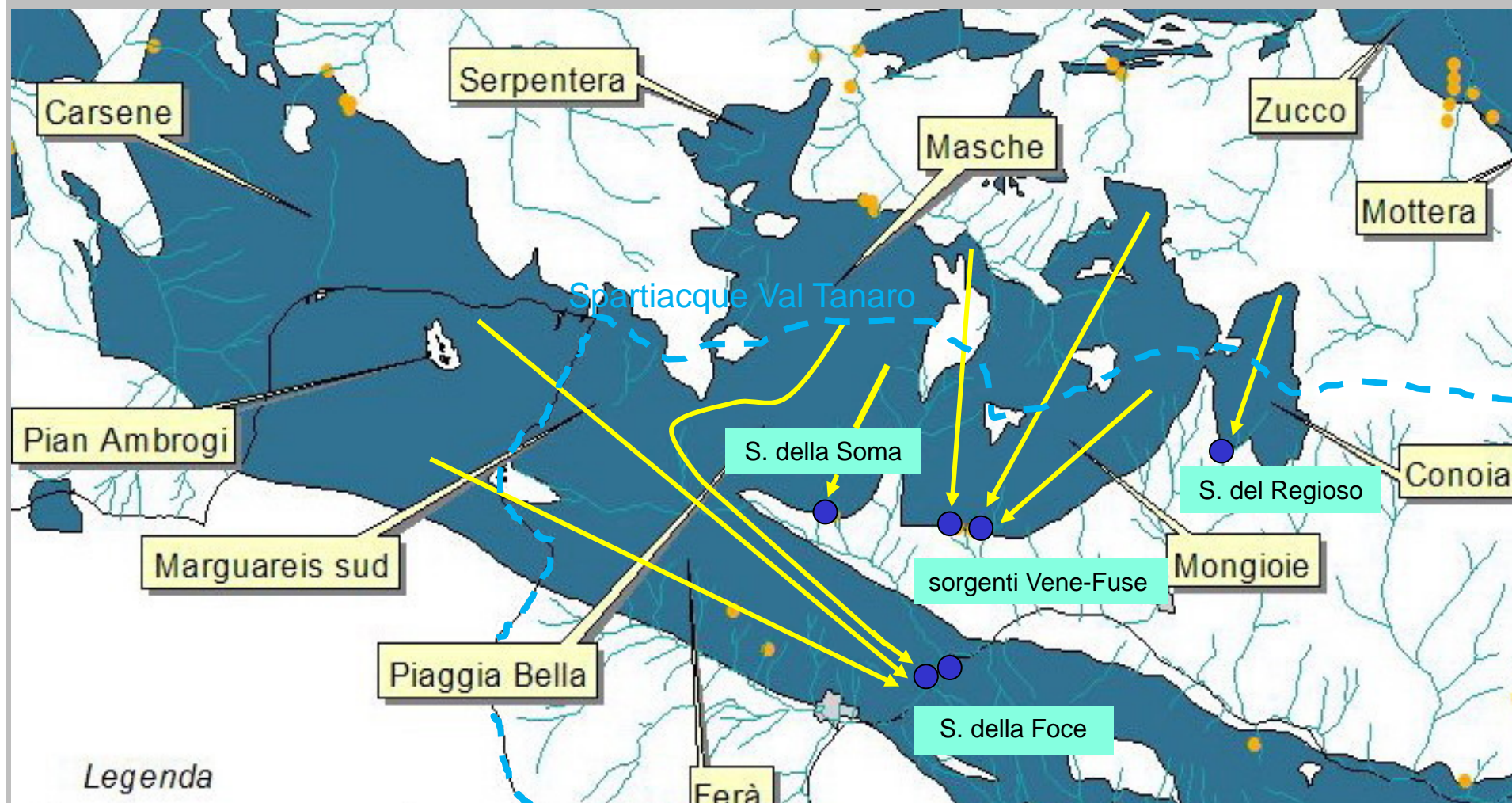
Le aree carsiche del territorio piemontese

Quasi il 3.25% del territorio è costituito da rocce carbonatiche ed evaporitiche, per una superficie totale di 825 km².

Nel Piemonte meridionale le aree carsiche sono piuttosto estese



Le aree carsiche nell'alto bacino del Tanaro, sorgenti e collegamenti accertati con traccianti



La Gola delle Fascette dove si trova il fronte sorgivo della Foce:
principale zona di emergenza che alimenta il fiume Tanaro



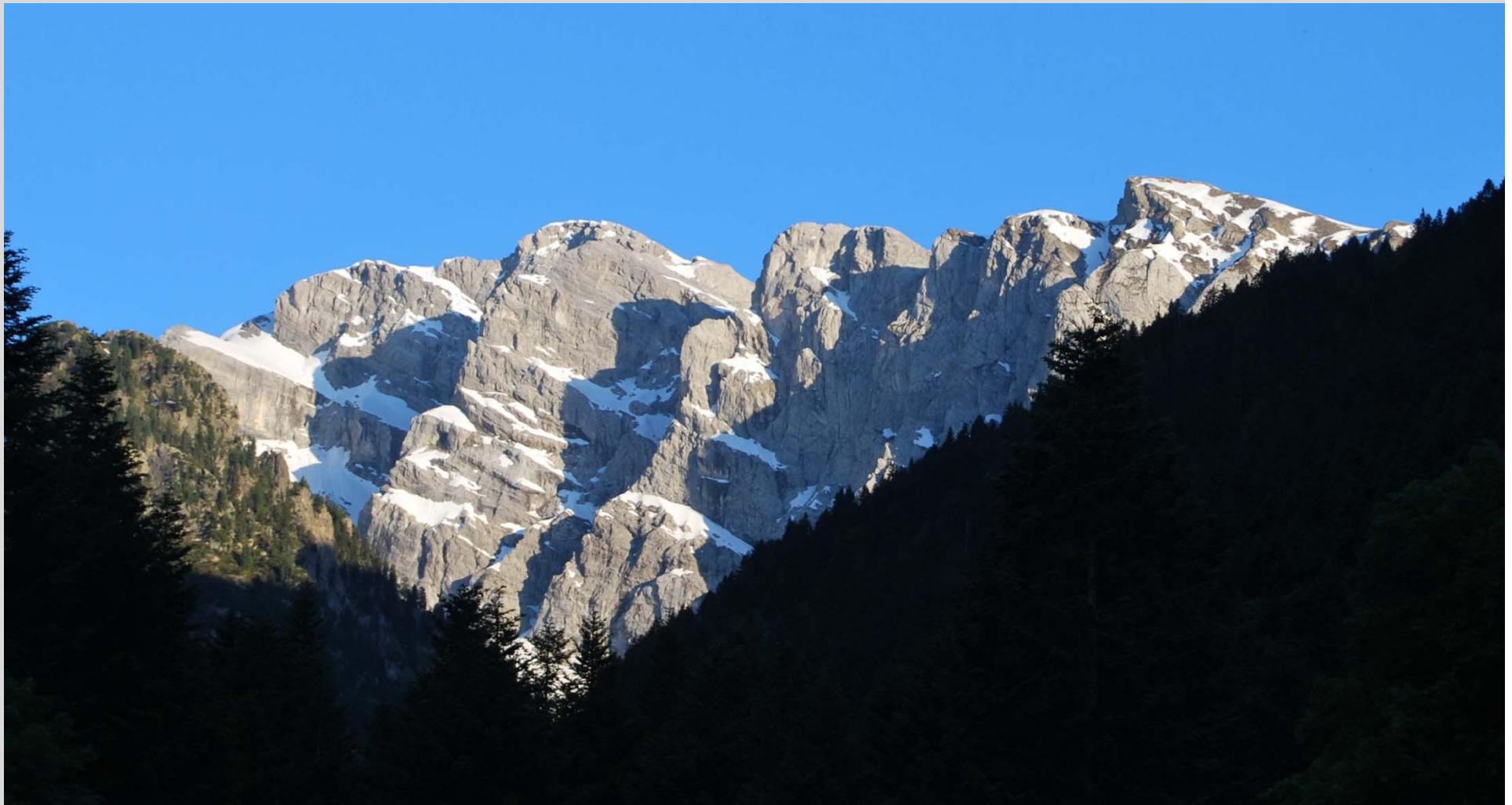
La sorgente di troppo-pieno del Garbo della Foce



La sorgente di troppopieno del Garb della Foce in piena



Le aree di alimentazione di queste sorgenti comprendono zone presenti anche in altre vallate: il versante Nord del Marguareis, in Valle Pesio, alimenta le sorgenti della Foce



La Conca di Piaggia Bella, importante area di alimentazione delle sorgenti della Foce



Topographic map of the area around Lago di Mosera, showing the course of the Mosera river and its tributaries. A dashed blue line with arrows indicates the flow direction from the source (Sorgente Foce) in the upper right towards the lake. The map includes contour lines, elevation points, and labels for various locations like Cima Pata, Cima di Perleto, and Cima del Caplet. A scale bar at the bottom left shows 300 and 600 meters.

Sorgente Foce

300 600 m

la Foce, inquadramento geografico dell'area.

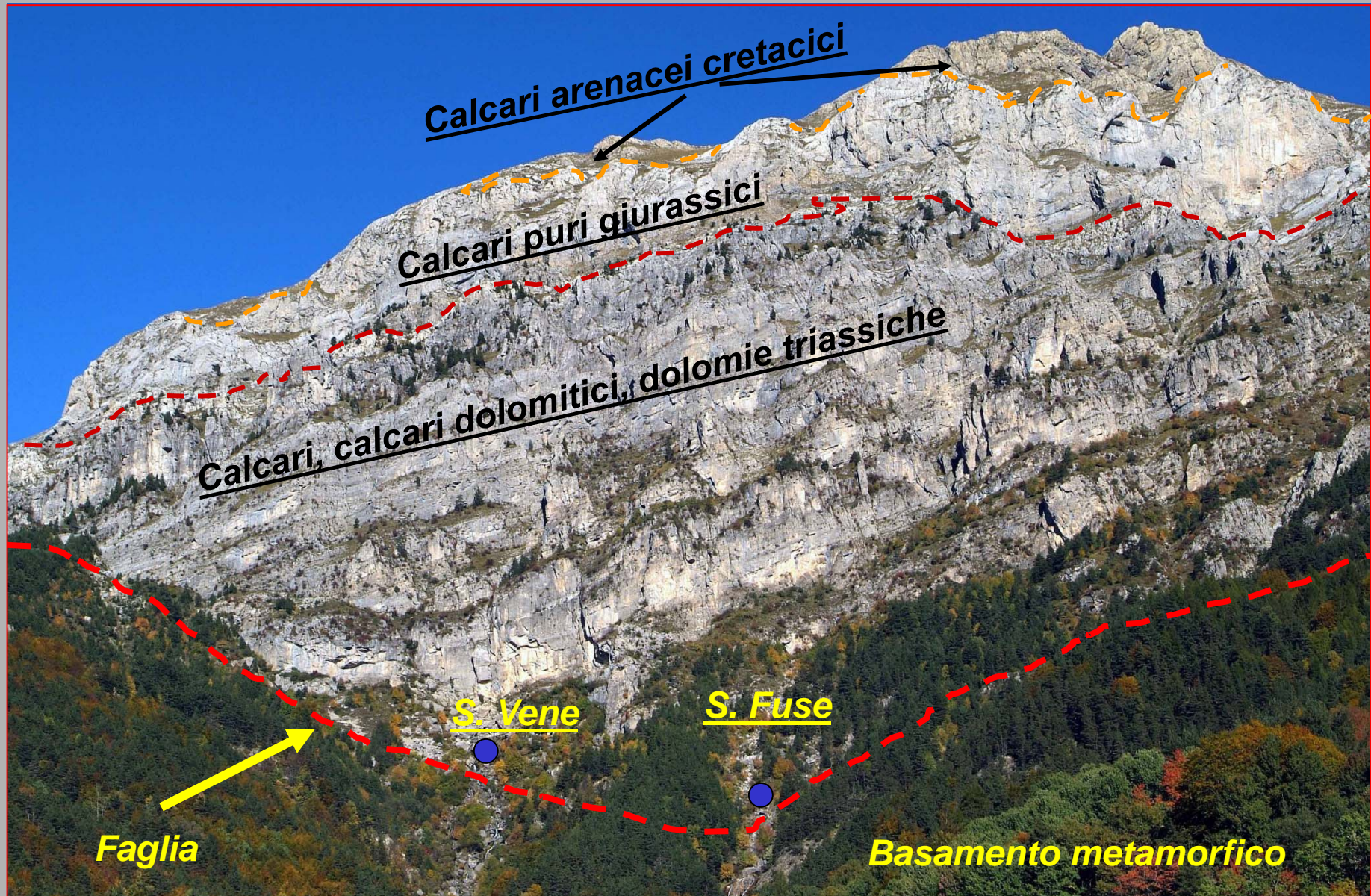
L'inghiottitoio della Carsena di Piaggia Bella



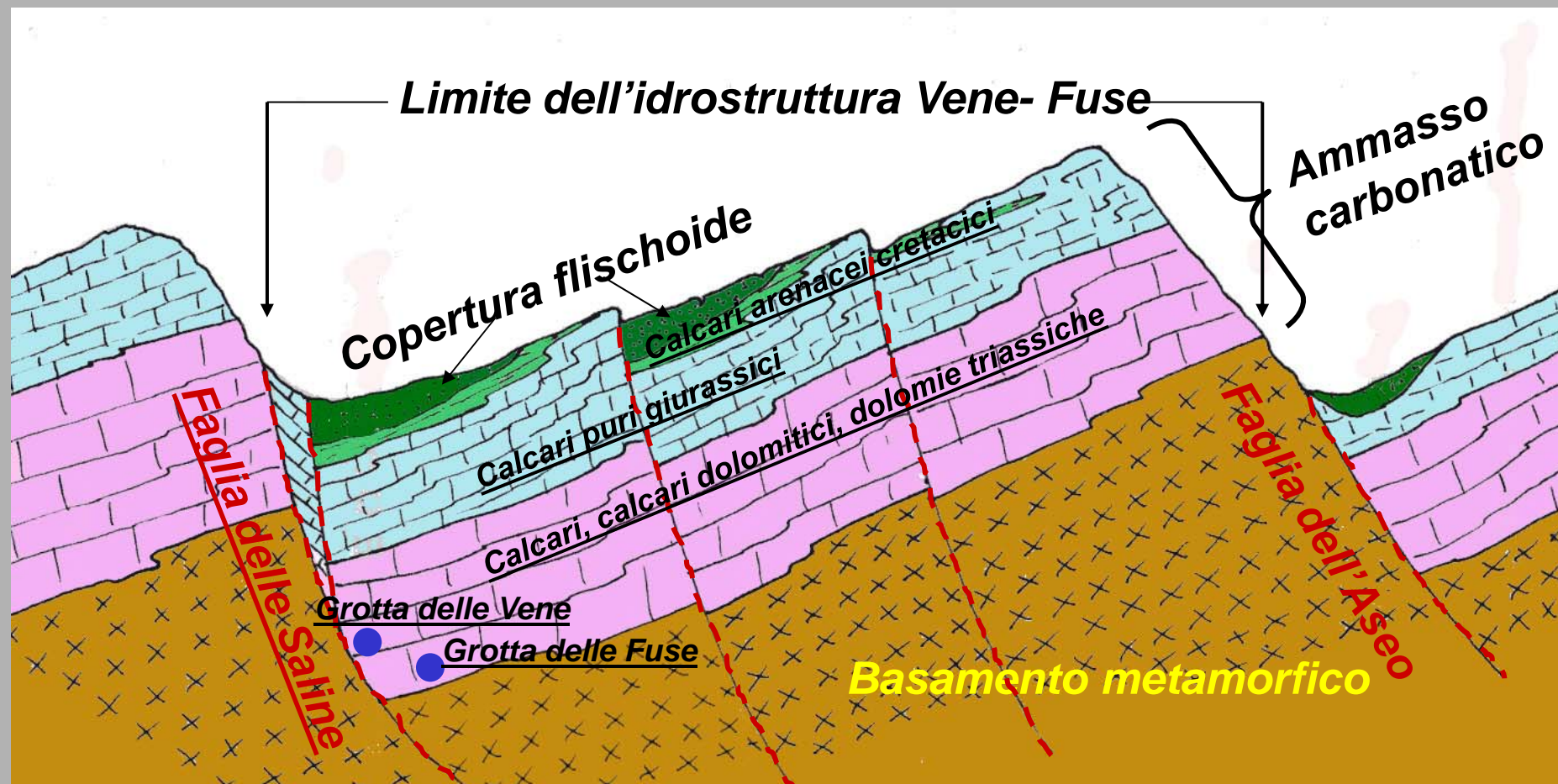
Le acque di infiltrazione si spostano velocemente nei
condotti carsici



Le sorgenti delle Vene-Fuse ubicate nel punto più basso della idrostruttura



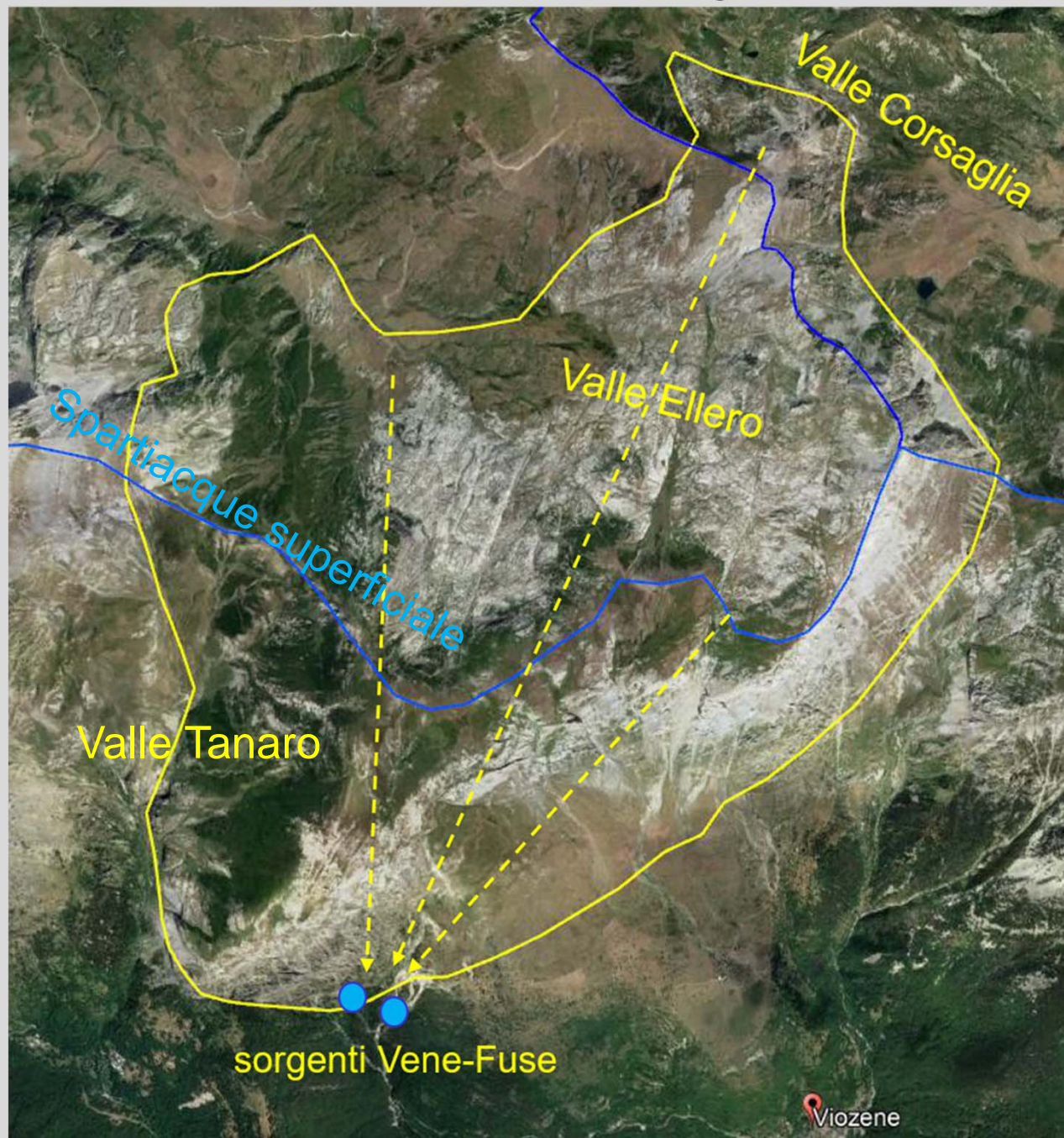
Sezione schematica della zona di emergenza delle sorgenti Vene-Fuse. Le sorgenti in genere si trovano nella parte più bassa della idrostruttura



La Sorgente delle Fuse (alta valle Tanaro) dotata di una
"bocca a stramazzo" realizzata nel 1986



L'area di alimentazione delle sorgenti Vene-Fuse



La sorgente delle Fuse viene alimentata da un sistema molto carsificato sia in superficie che in profondità



Una grande depressione nel massiccio del M.Mongioie in valle Ellero



Estese superfici di «carso nudo» facilitano l'infiltrazione delle acque di pioggia o di fusione nivale

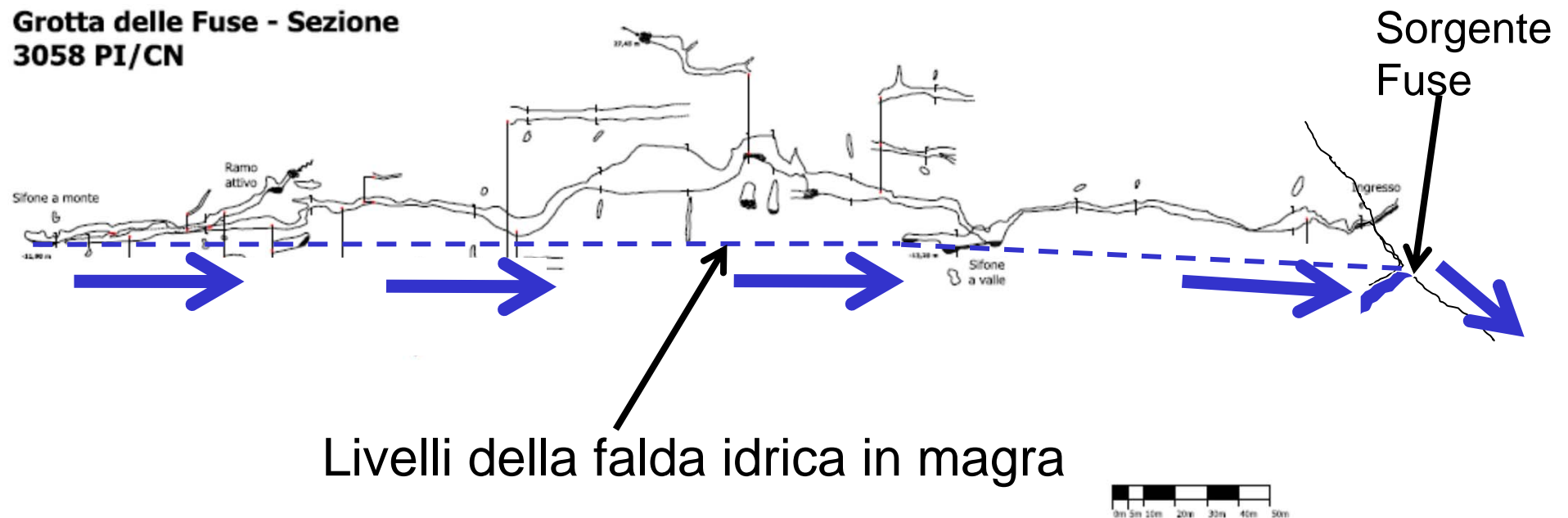


Nella zona sovrastante la sorgente è presente la Grotta delle Fuse che funziona da sorgente di troppo-pieno



Andamento dei livelli idrici del collettore nella Grotta delle Fuse nei periodi con portata ordinaria

Grotta delle Fuse - Sezione 3058 PI/CN



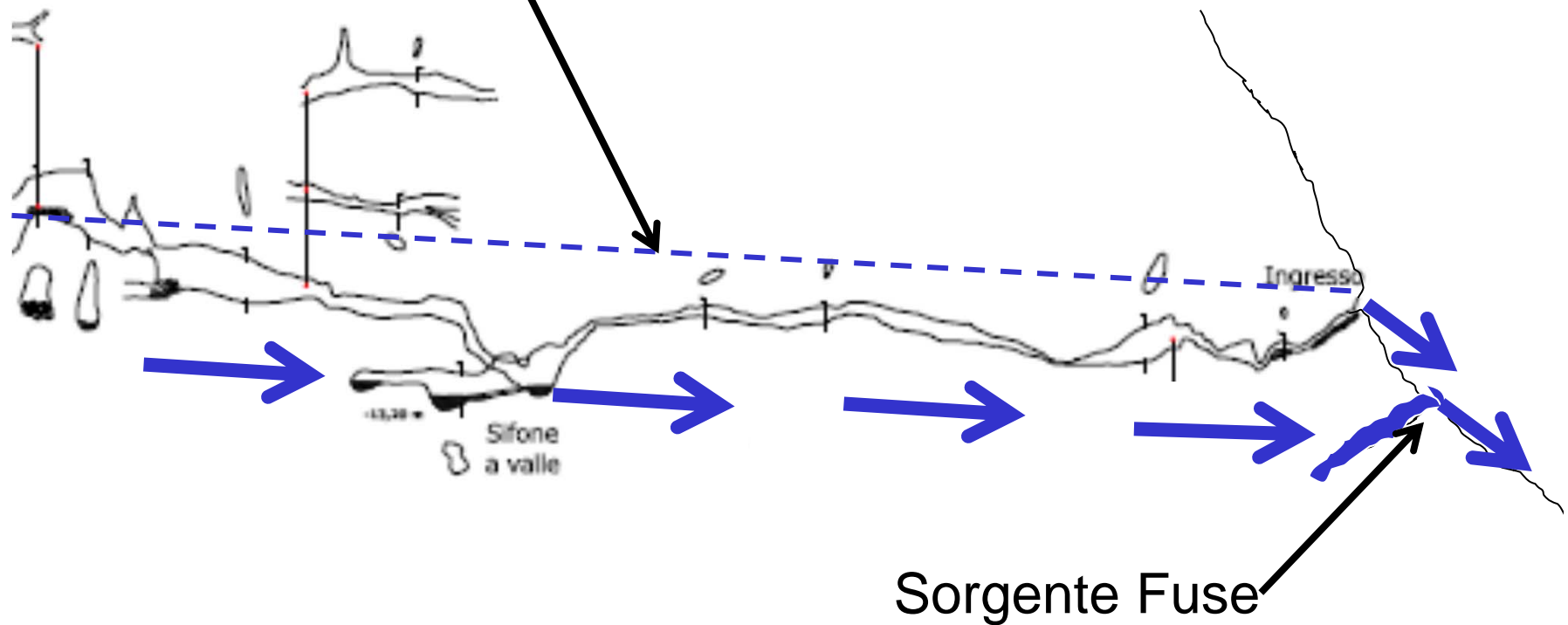
La Grotta delle Fuse con il collettore in magra



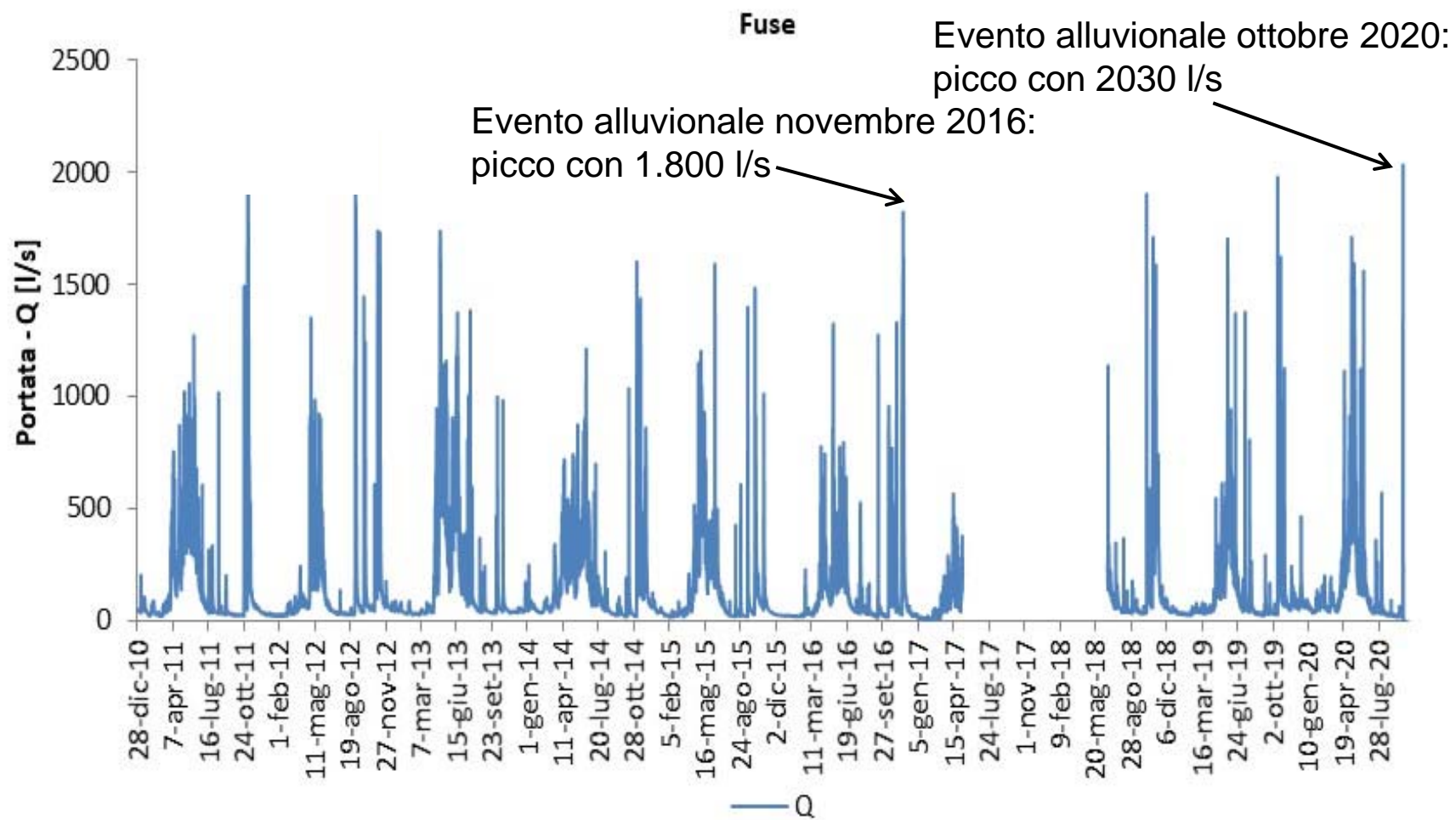
Nei periodi di piena eccezionale i livelli idrici del collettore risalgono di diversi metri: si attivano le gallerie alte, l'ingresso della grotta e altri fori carsici.

Questo flusso idrico non viene misurato

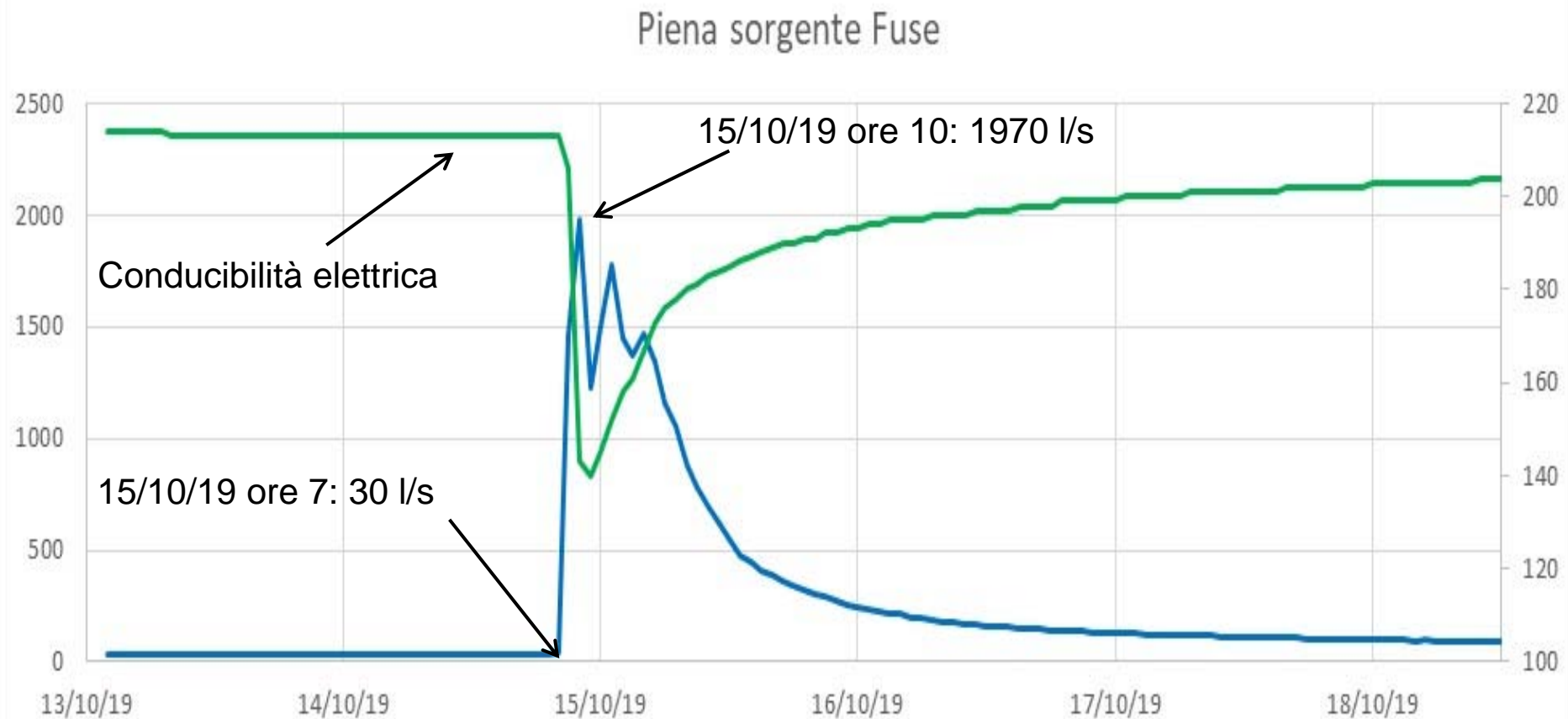
Livello della falda idrica durante una piena eccezionale



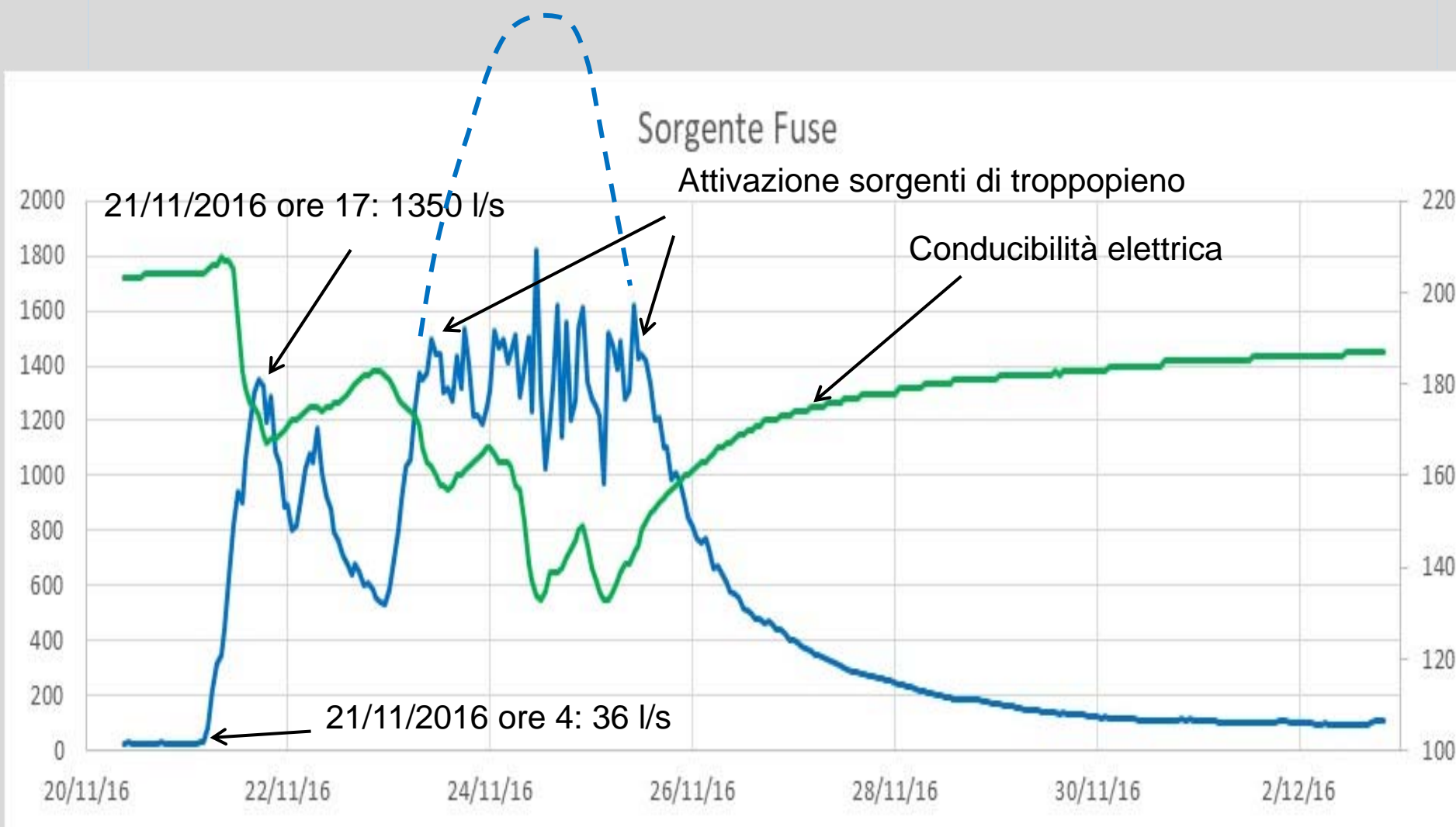
Andamento 2010-2020 della portata della Sorgente Fuse:
risposte annuali strettamente legate agli apporti con magre molto
pronunciate nel periodo invernale e tardo estivo e piene
significative in seguito a piogge e fusione nivale



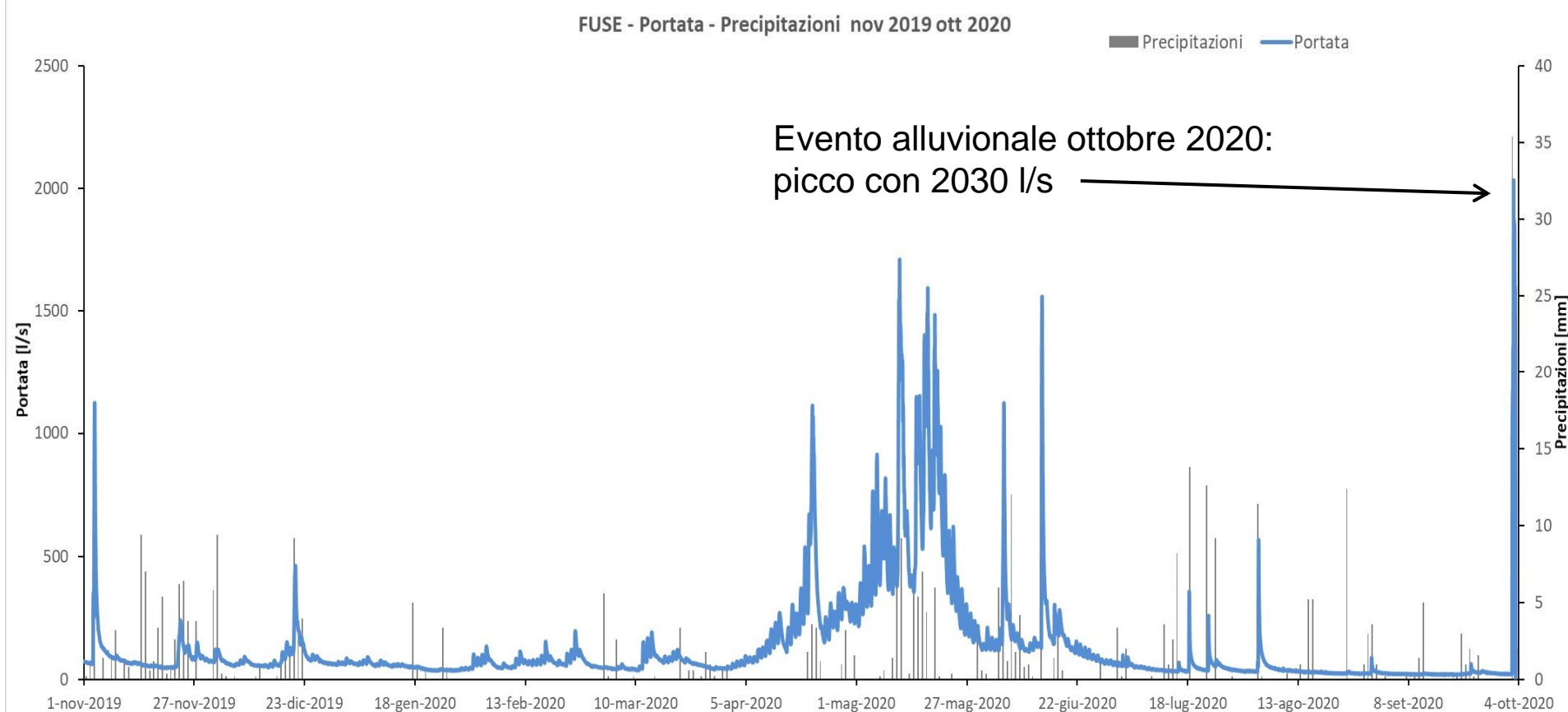
Tipica risposta della sorgente Fuse in seguito ad una intensa precipitazione: incremento molto rapido della portata mentre la mineralizzazione (conducibilità elettrica) crolla per l'arrivo alla sorgente delle acque di neoinfiltrazione



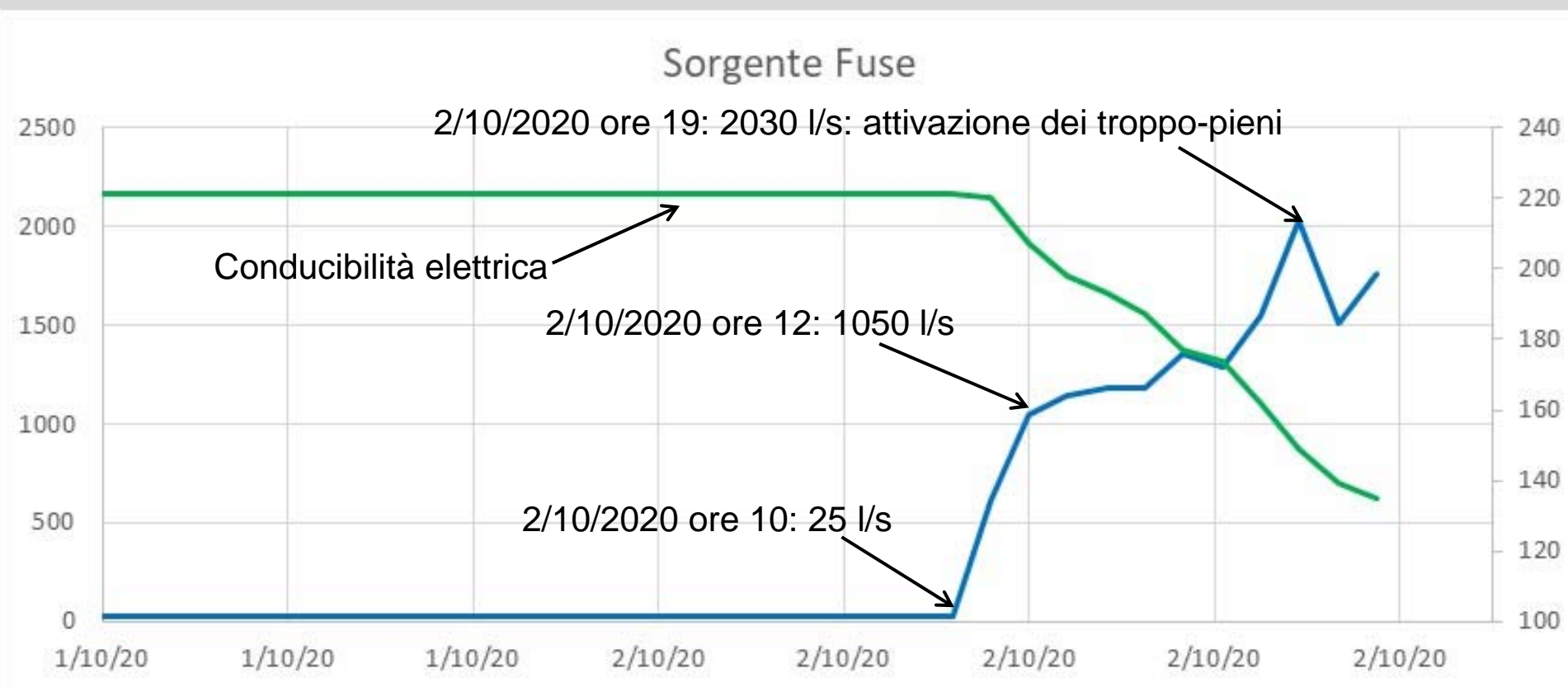
Situazione durante l'evento alluvionale del 2016: con il notevole incremento dei livelli si attivano le sorgenti di troppo-pieno ma non è possibile monitorare la loro portata



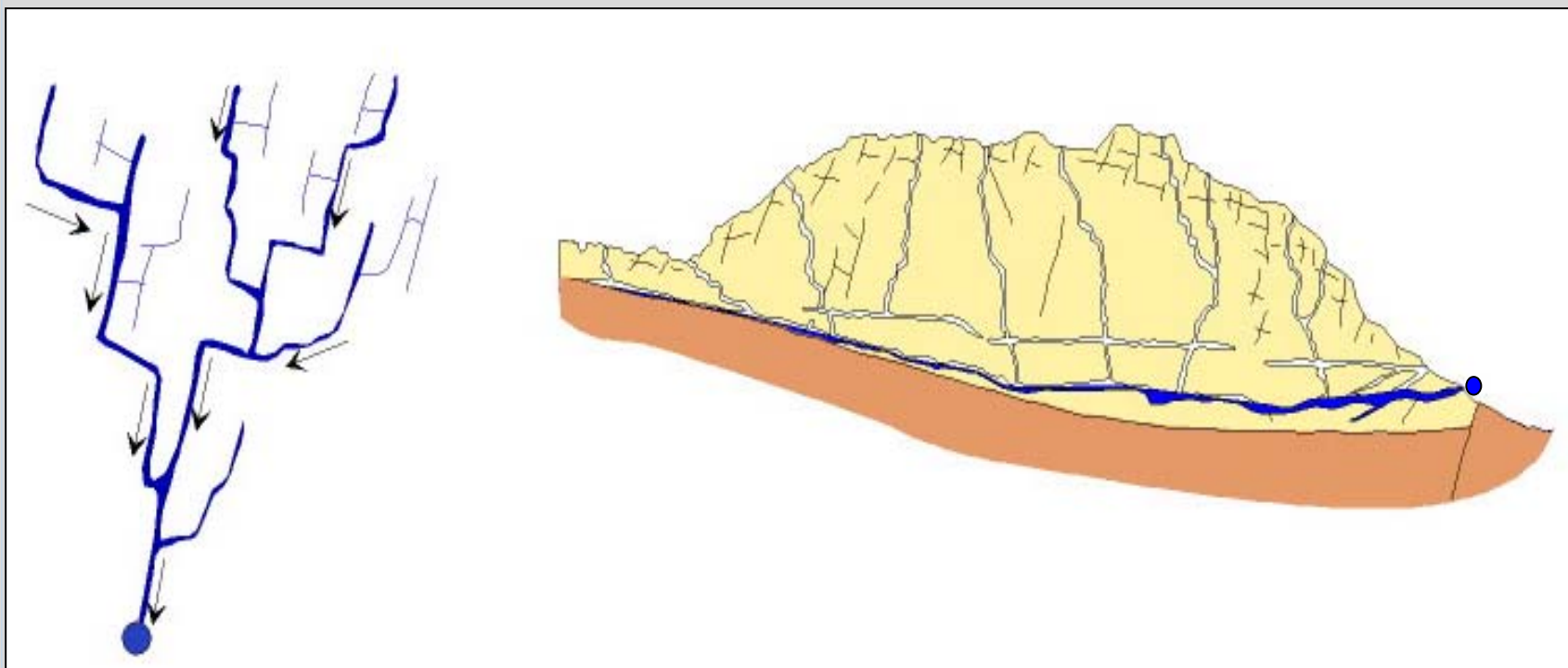
Andamento della portata e delle precipitazioni da novembre 2019 a ottobre 2020 quando la violenza del flusso idrico della piena del 2 ottobre ha deformato la staffa della sonda multiparametrica



Dettaglio della piena del 2 ottobre fino ad interruzione dei dati: alle ore 19 la portata superava i 2000 l/s

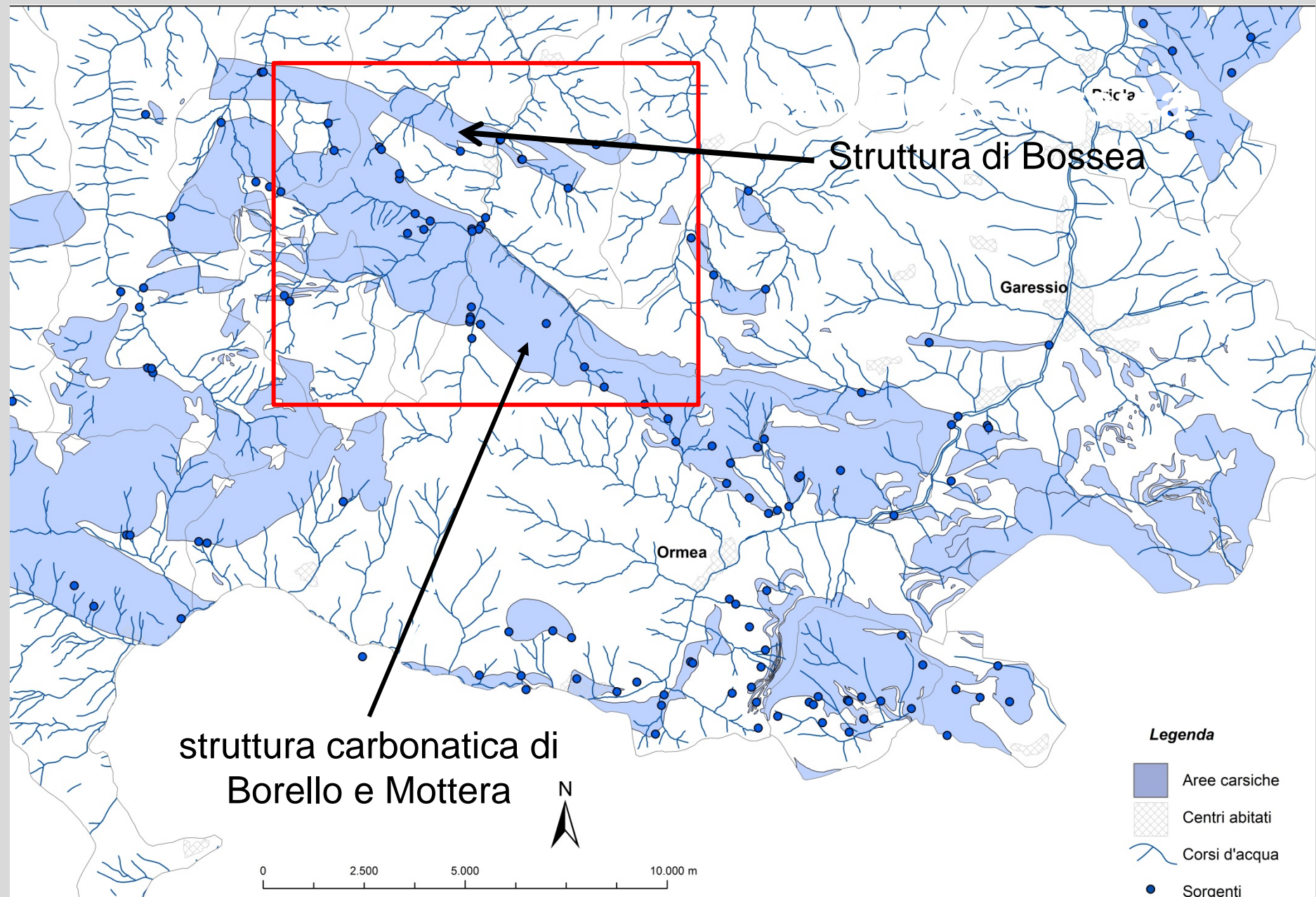


Tutte le grandi sorgenti del bacino dell'alto Tanaro che funzionano con «sistemi a dreno dominante» nell'evento di ottobre 2020 si sono attivate in tempi molto brevi e con flussi molto elevati contribuendo pesantemente alle portate del fiume Tanaro che a Garessio ha raggiunto il picco di piena alle ore 0 del 3 ottobre

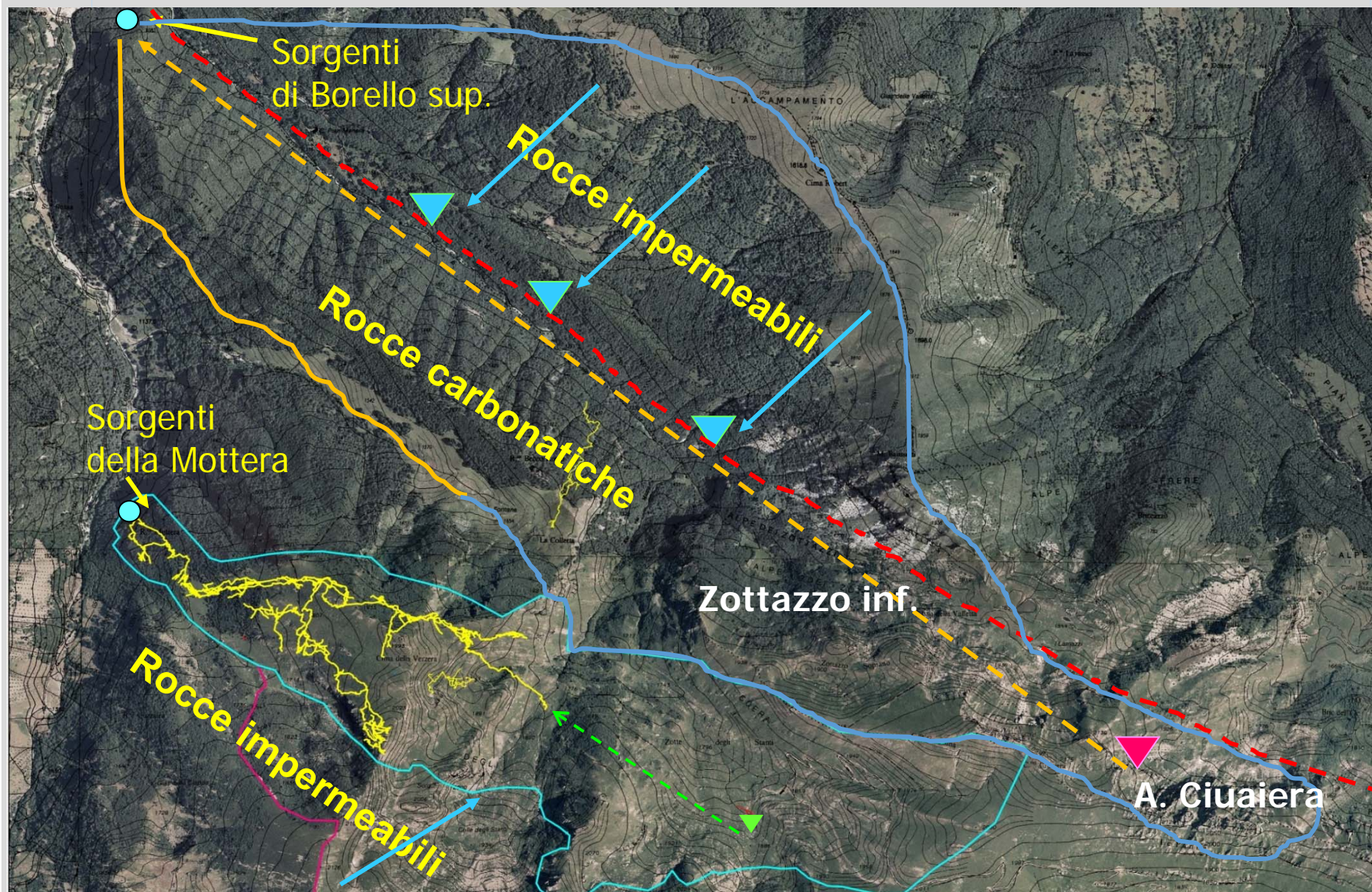


Sistema con dreno dominante

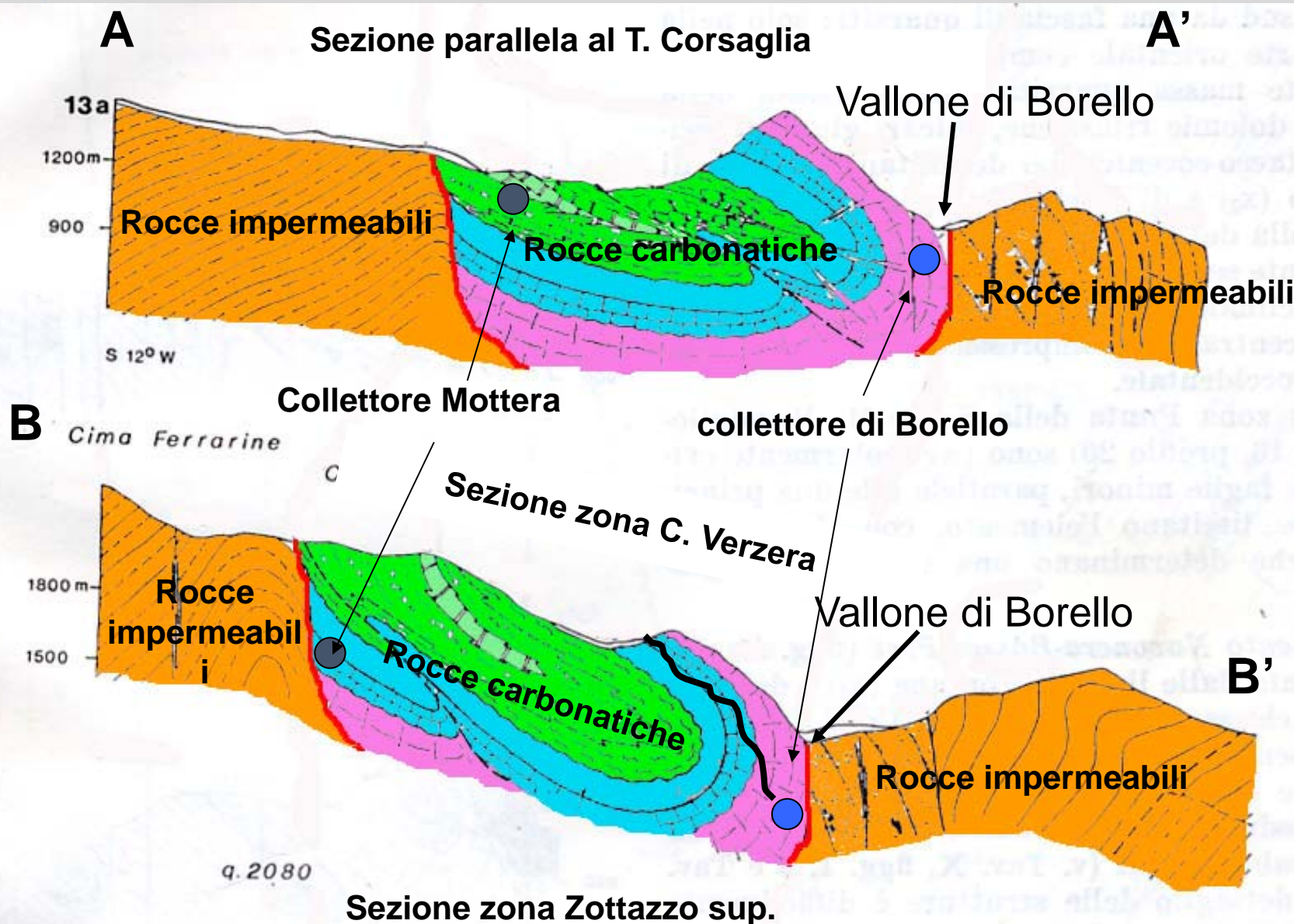
Principali strutture carsiche della alta valle Corsaglia



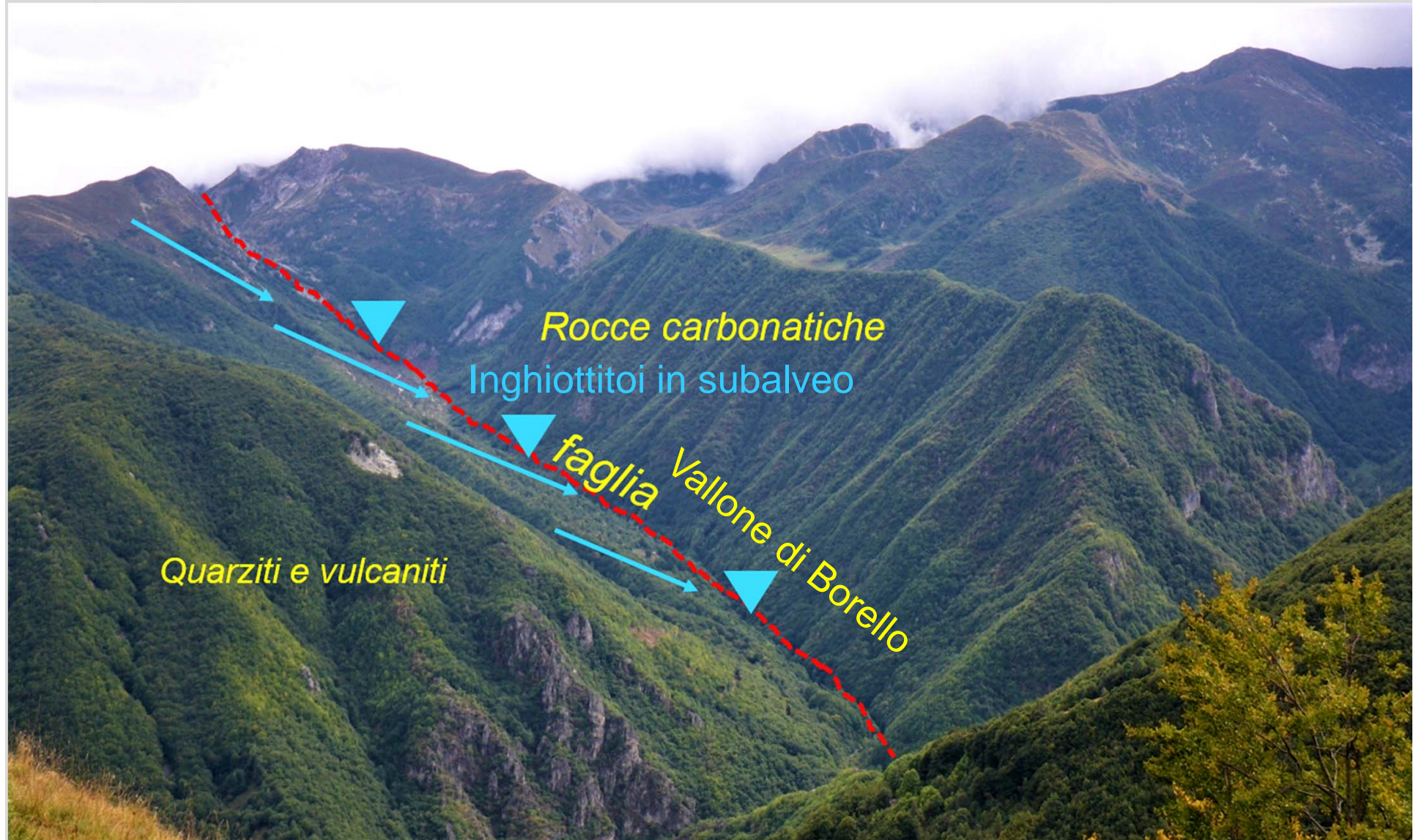
La struttura carbonatica dei sistemi di Borello e Mottera è lateralmente confinata dalle rocce impermeabili



Sezioni schematiche ortogonali alla struttura carbonatica tra il T. Corsaglia e Zottazzo



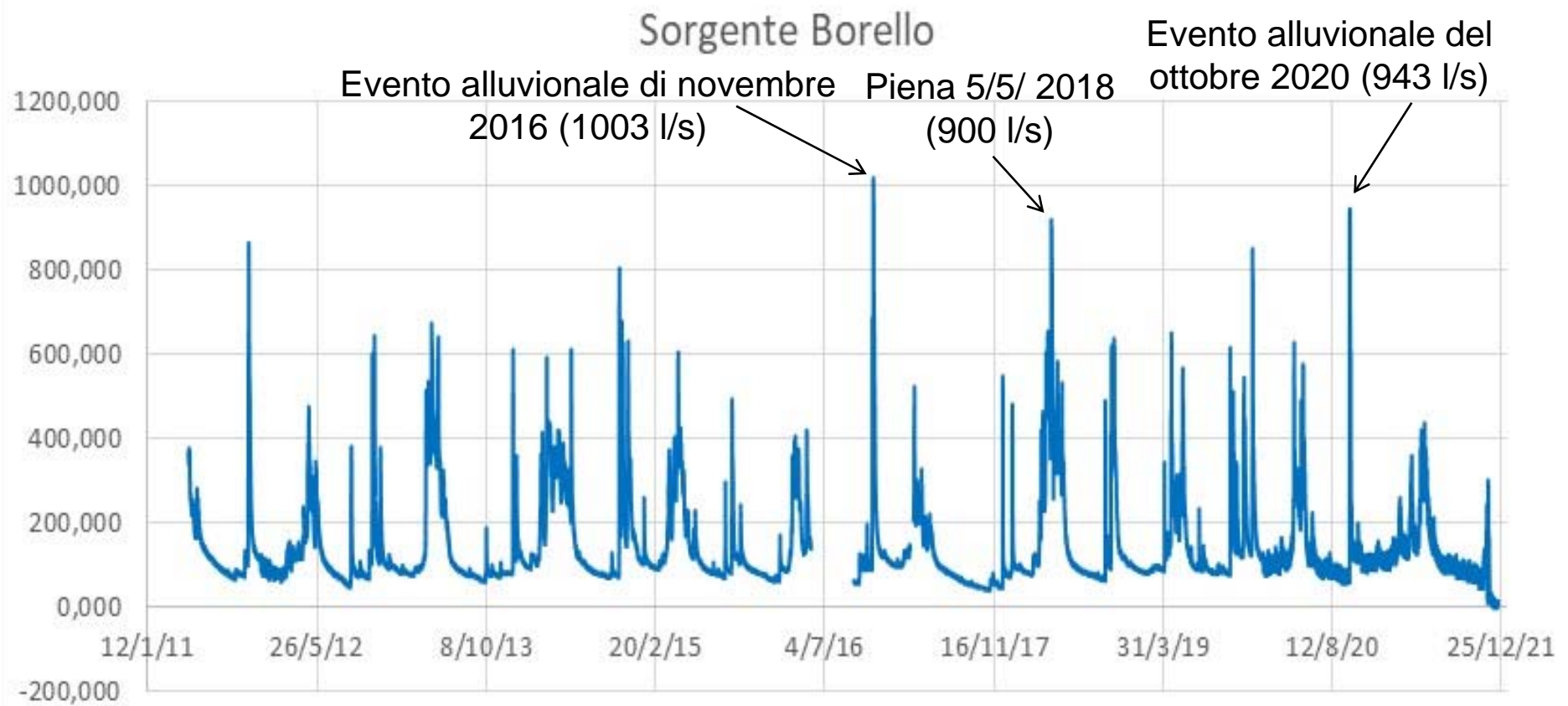
L'area di assorbimento della sorgente di Borello comprende la struttura carbonatica ed un'ampia zona di rocce impermeabili con piccoli corsi d'acqua che confluiscono nel vallone principale



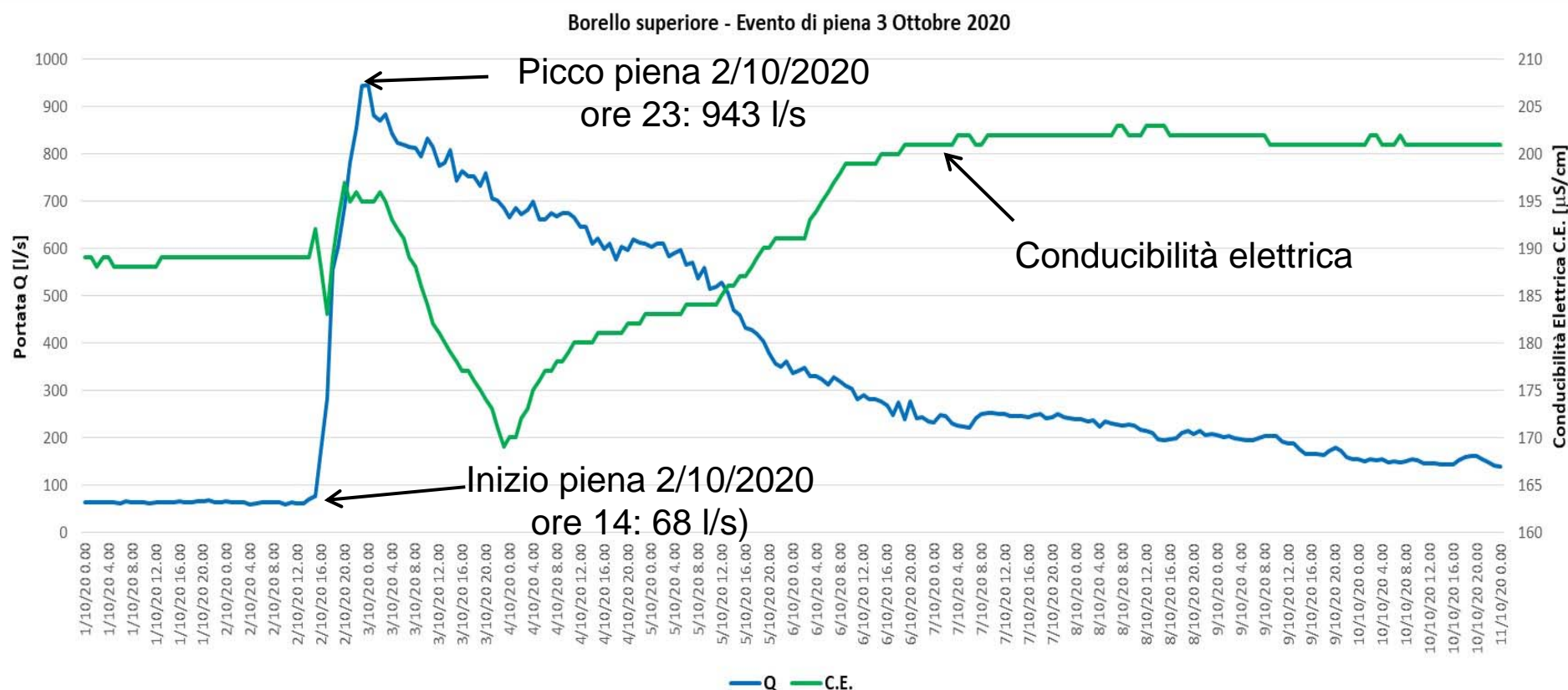
Nel settore più basso della struttura è presente la Sorgente di Borello Superiore captata dall'acquedotto ALAC



Andamento delle portate della sorgente di Borello tra il 2012 e dicembre 2021. I principali eventi alluvionali (novembre 2016 e ottobre 2020) presentano portate di poco superiori alle piene ordinarie primaverili o autunnali



Andamento della portata della sorgente di Borello nell'evento di Ottobre 2020: a causa delle violente precipitazioni solo una parte delle acque si sono infiltrate nell'acquifero mentre una notevole aliquota è ruscellata nel vallone di Borello. La conducibilità elettrica aumenta nella prima parte per fenomeni di pistonaggio



Il vallone assorbente di Borello prima dell'evento alluvionale dell'ottobre 2020



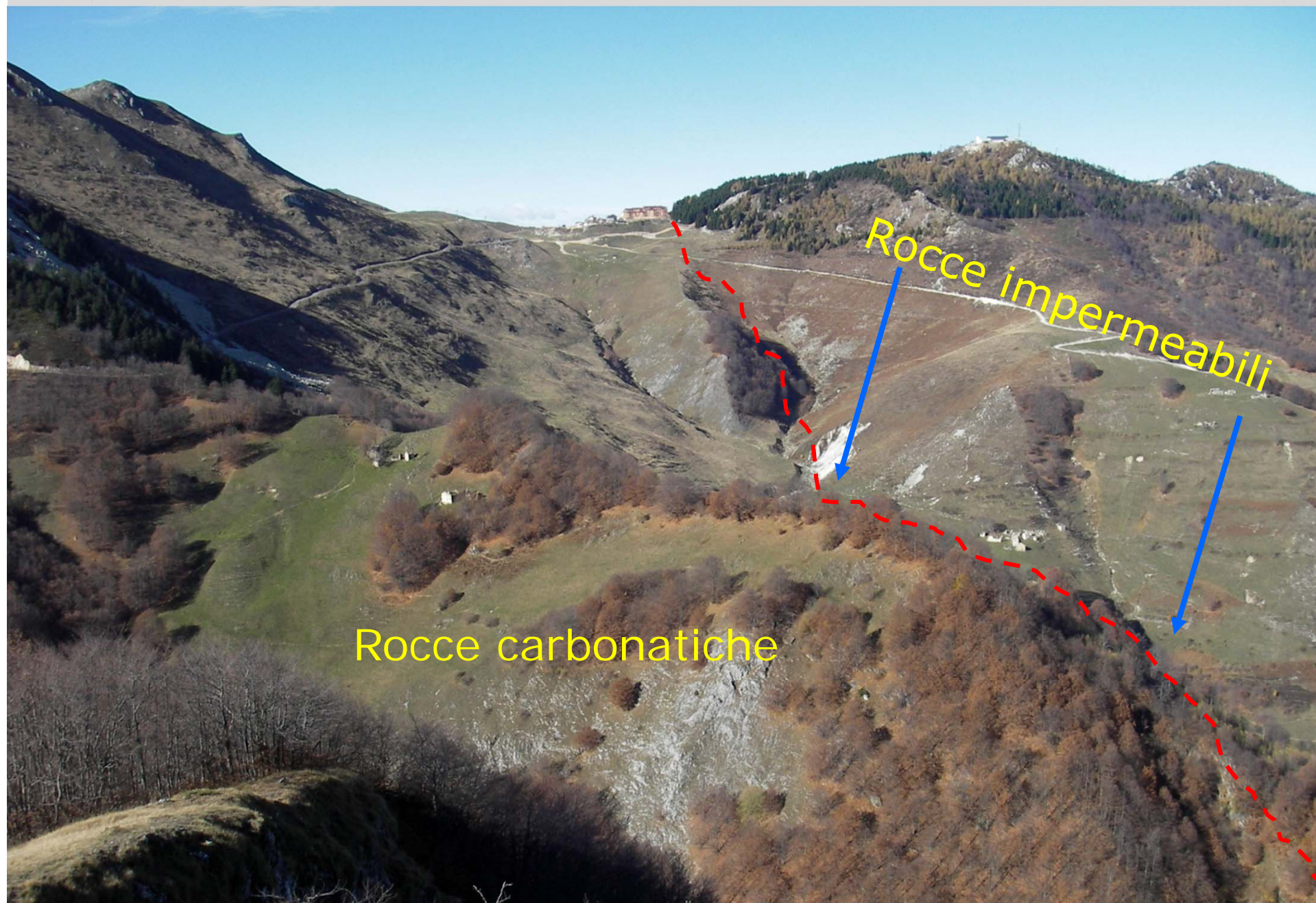
Il Vallone assorbente di Borello dopo l'evento alluvionale dell'ottobre 2020, stravolto dalle acque di ruscellamento superficiale



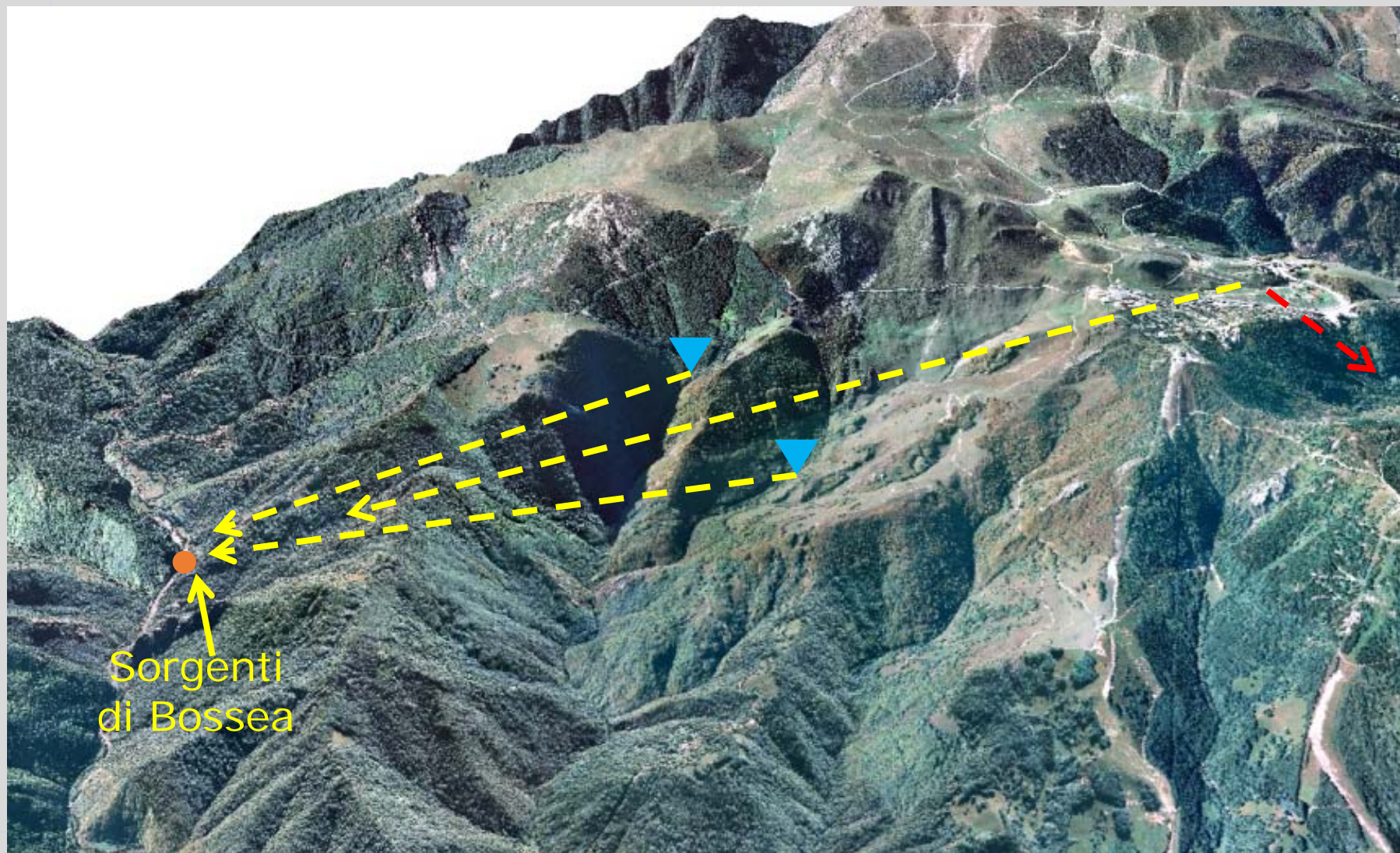
Vista prospettica della struttura di Bossea



L'area di alimentazione della struttura carbonatica di Bossea



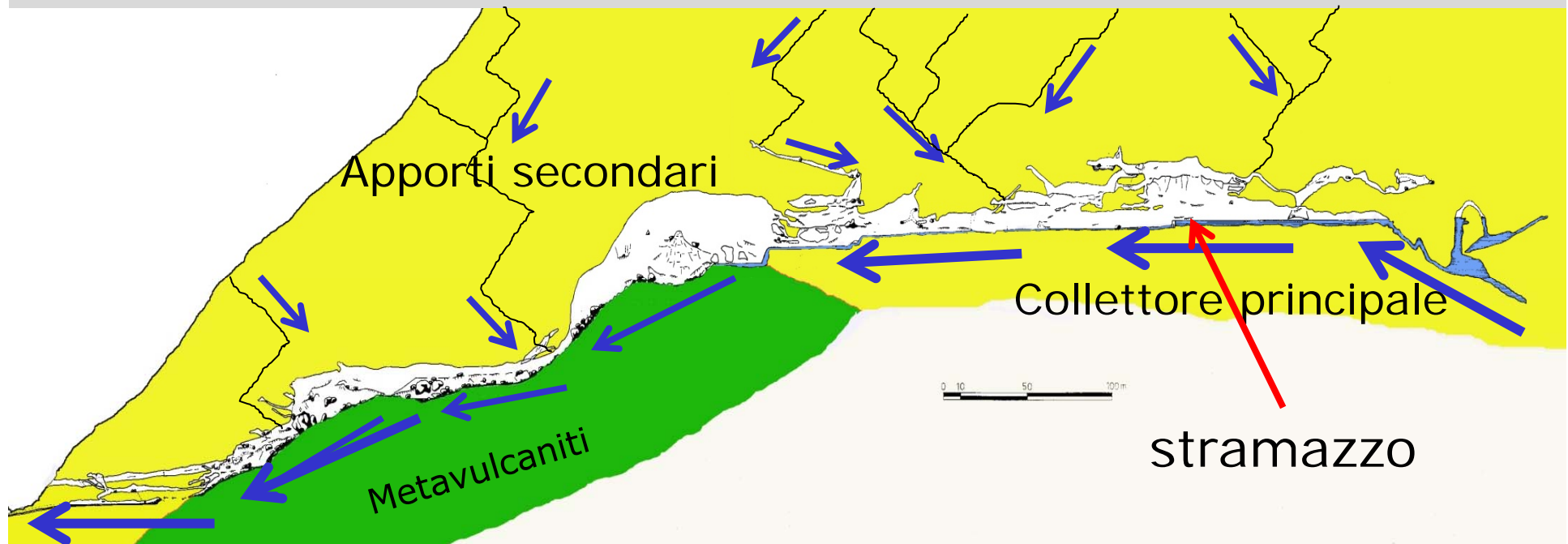
La morfologia dell'area di alimentazione del Sistema di Bossea è caratterizzata da numerosi valloni assorbenti. Le frecce indicano i collegamenti accertati con traccianti



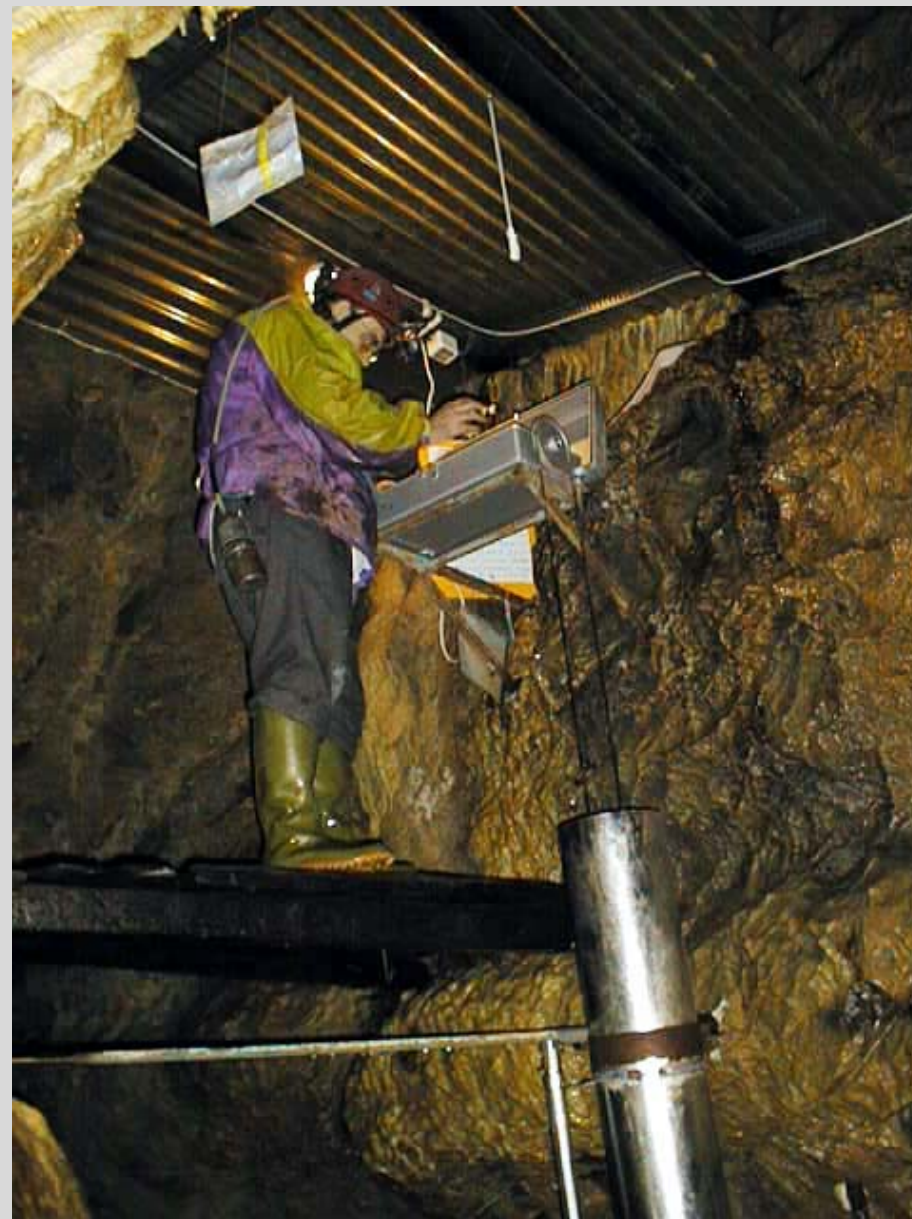
All'interno della Grotta di Bossea è presente un importante collettore alimentato in parte da un ammasso roccioso fratturato



La Grotta di Bossea presenta una situazione ideale per gli studi sul funzionamento degli acquiferi in rocce carbonatiche essendo attraversata da un collettore principale che riceve numerosi apporti secondari legati alla circolazione delle acque nel reticolo delle fratture poco carsificate.



Nel 1982 è stato installato misuratore di livello idrico a galleggiante presso uno stramazzo del collettore di Bossea

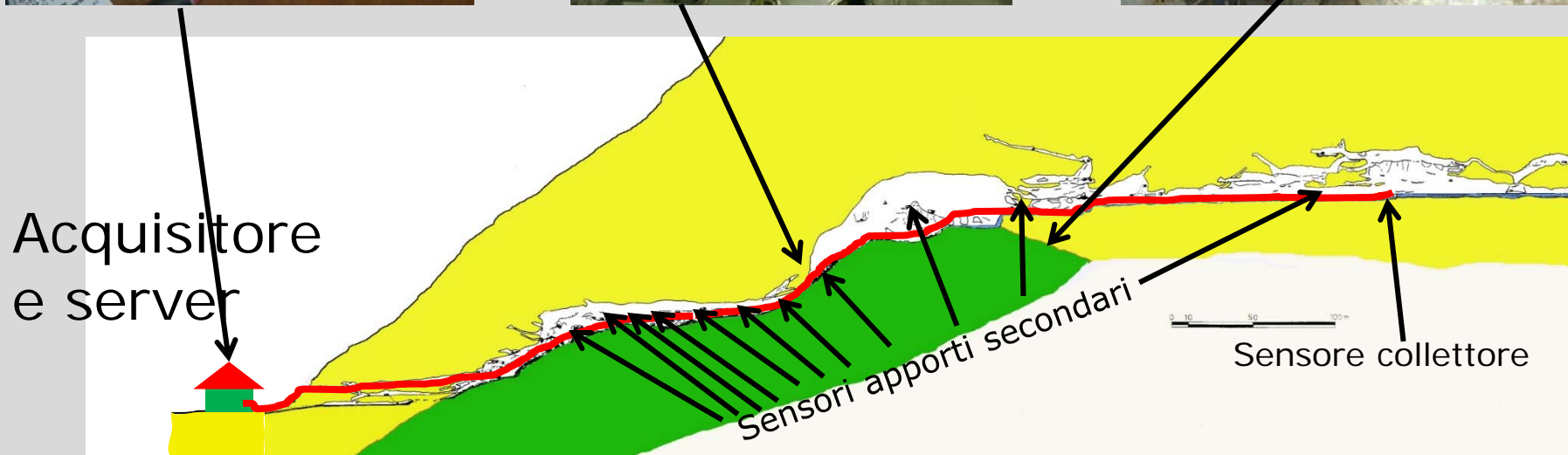


Sono monitorati anche tutti gli apporti secondari (circolazione in frattura) che alimentano il collettore

Bocca a stramazzo

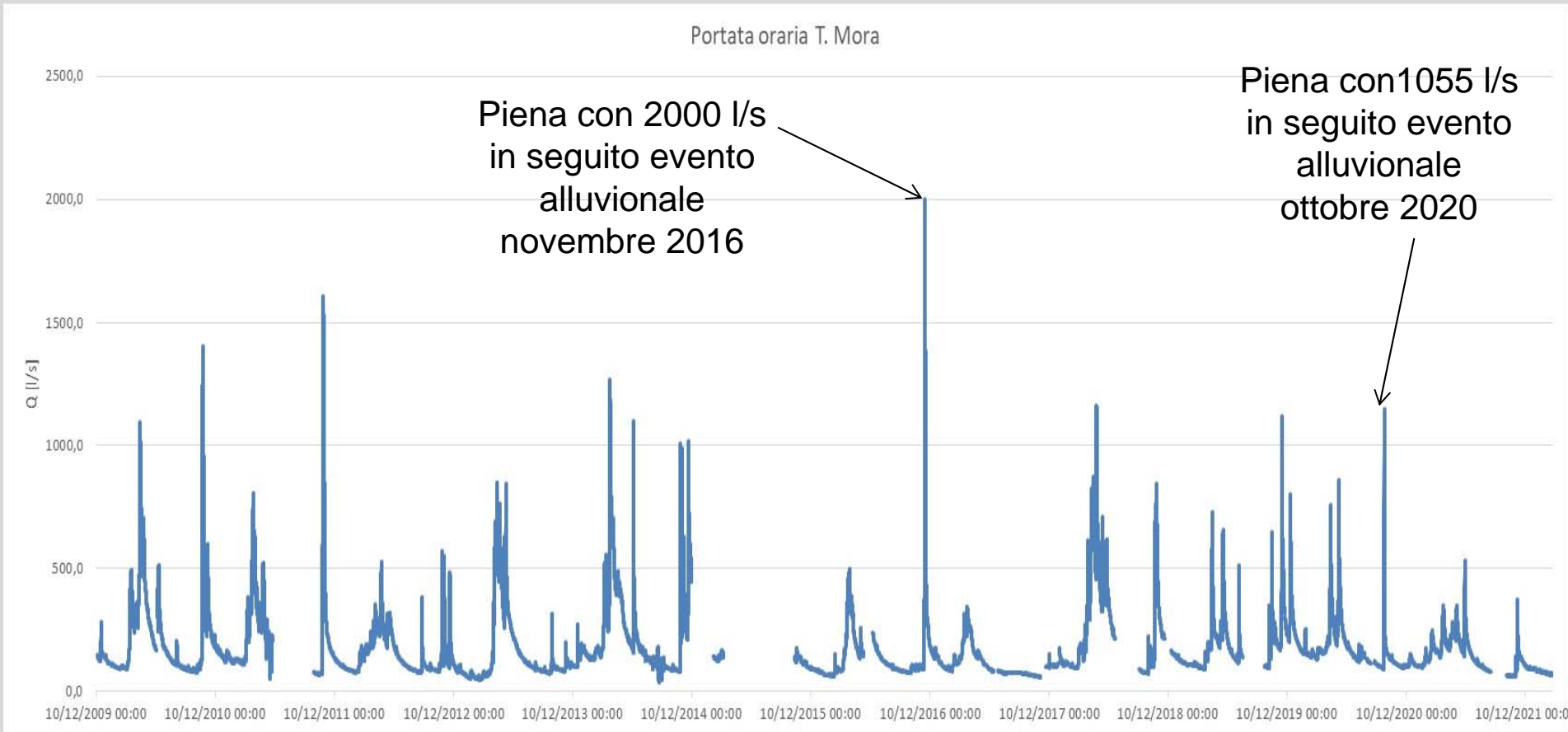


Il sistema di monitoraggio in tempo reale installato ora a Bossea

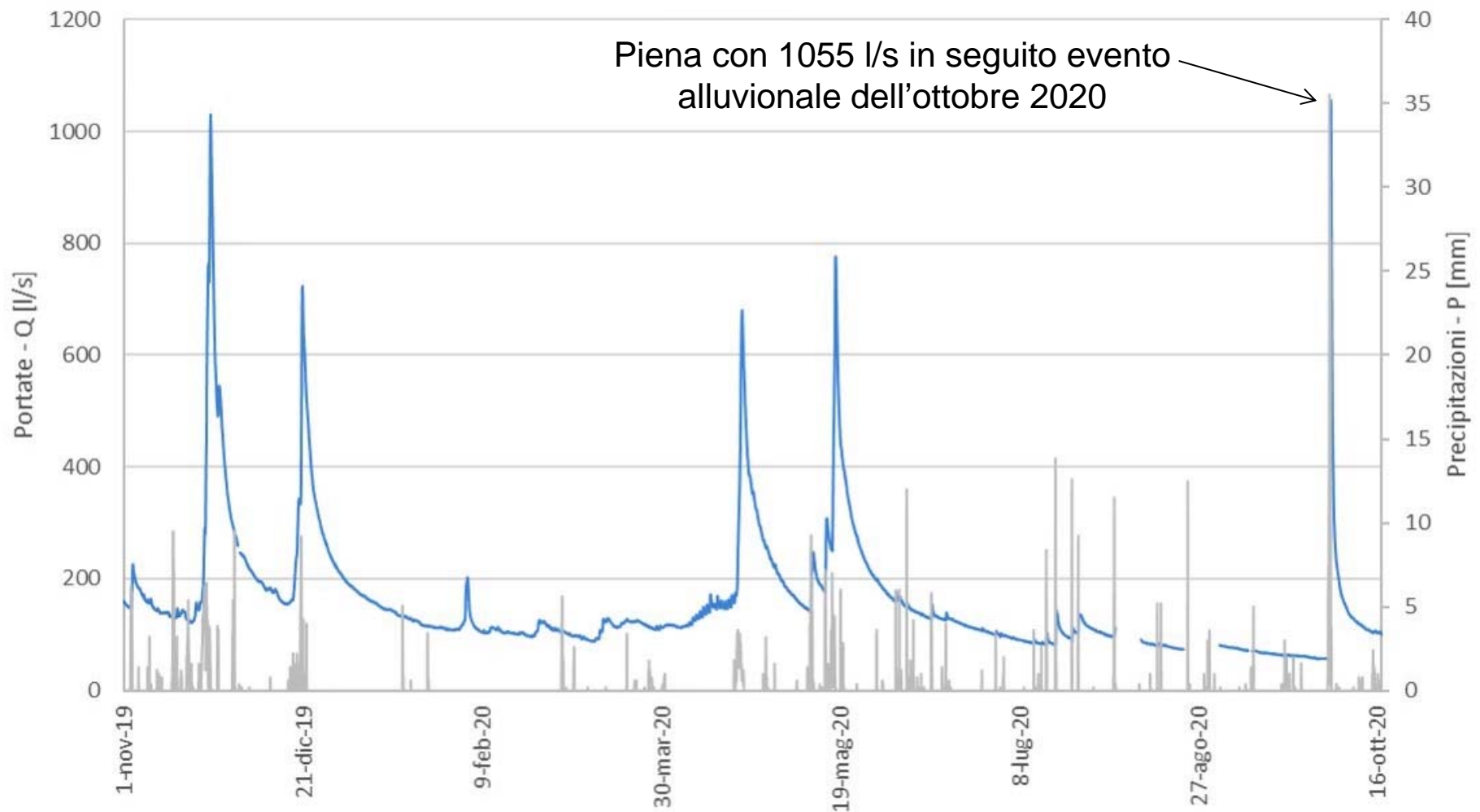


cavo segnale di 1200 m

Andamento 2009-marzo 2022 della portata del collettore di Bossea. Il valore della portata massima registrata in seguito all'evento alluvionale di ottobre 2020 è stato inferiore a diverse piene ordinarie



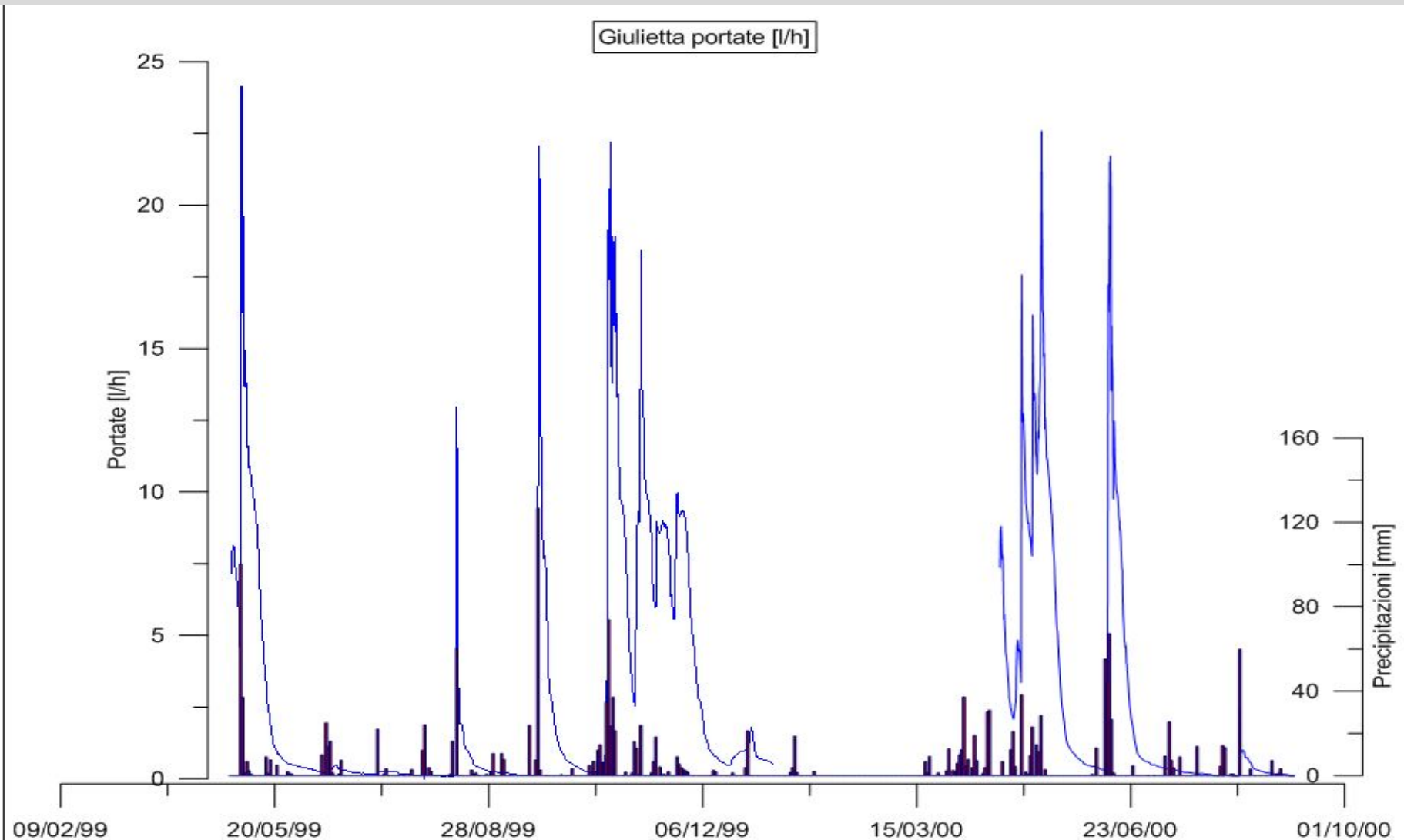
Andamento della portata del collettore di Bossea tra novembre 2019 e novembre 2020. La portata legata all'evento alluvionale di ottobre è molto simile ad altre piene ordinarie: solo una minima parte delle acque di precipitazione si infiltra nell'ammasso roccioso



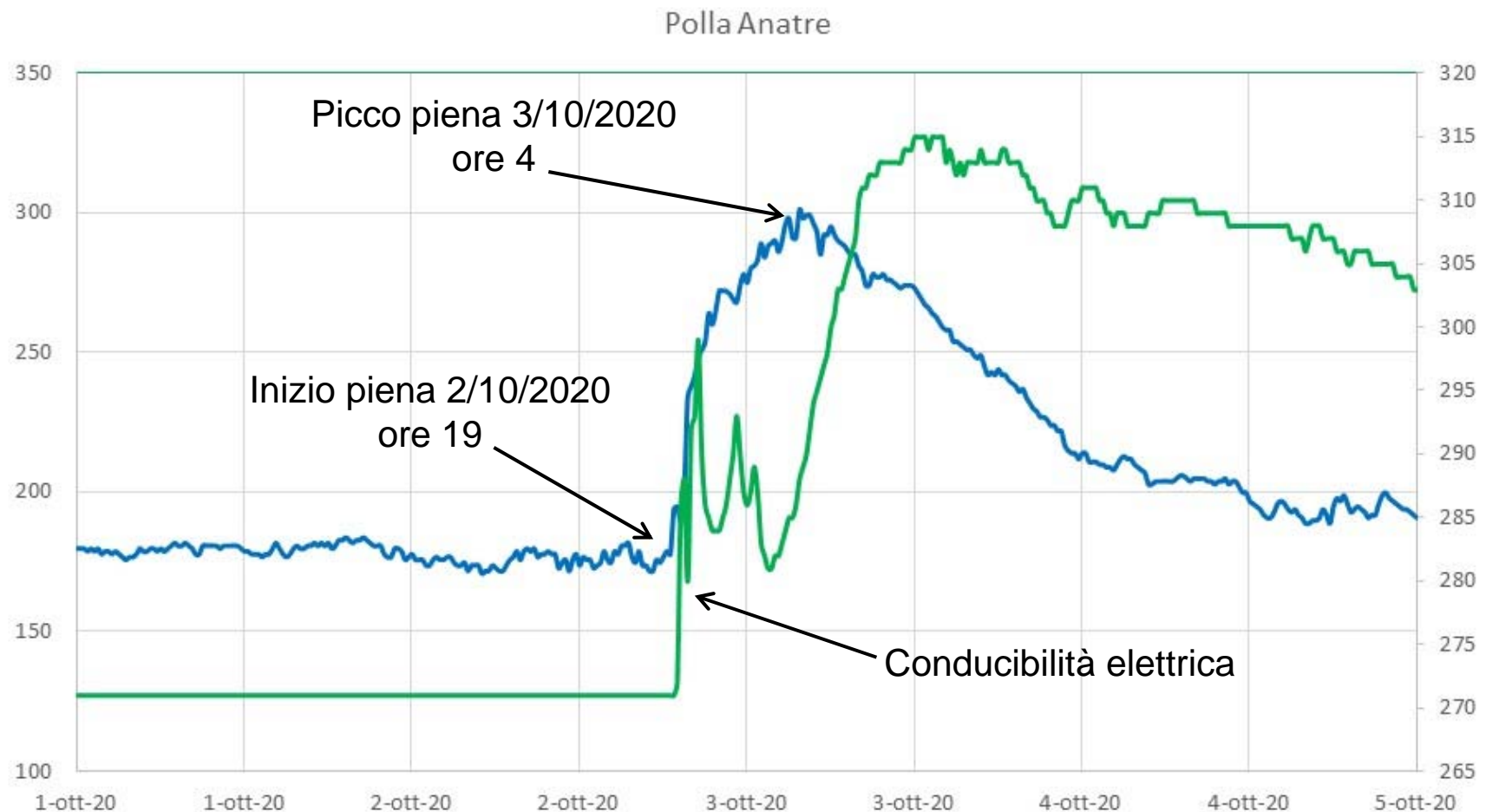
Misure di portate molto ridotte provenienti dalla rete delle microfratture vengono eseguite con dei pluviografi



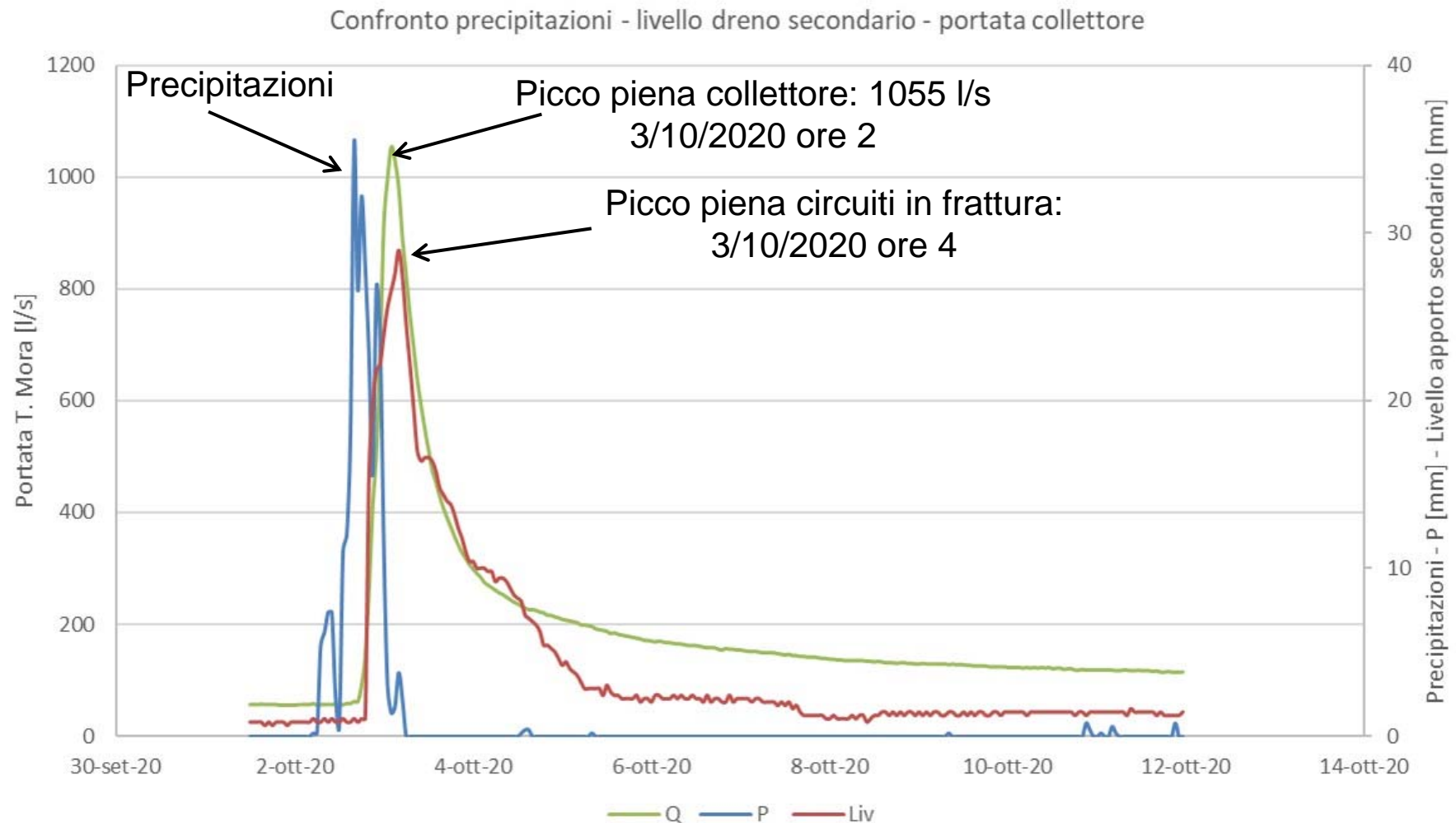
L'andamento annuale delle portate delle microfratture evidenzia per molti punti di monitoraggio una notevole variazione del flusso direttamente collegato con le precipitazioni



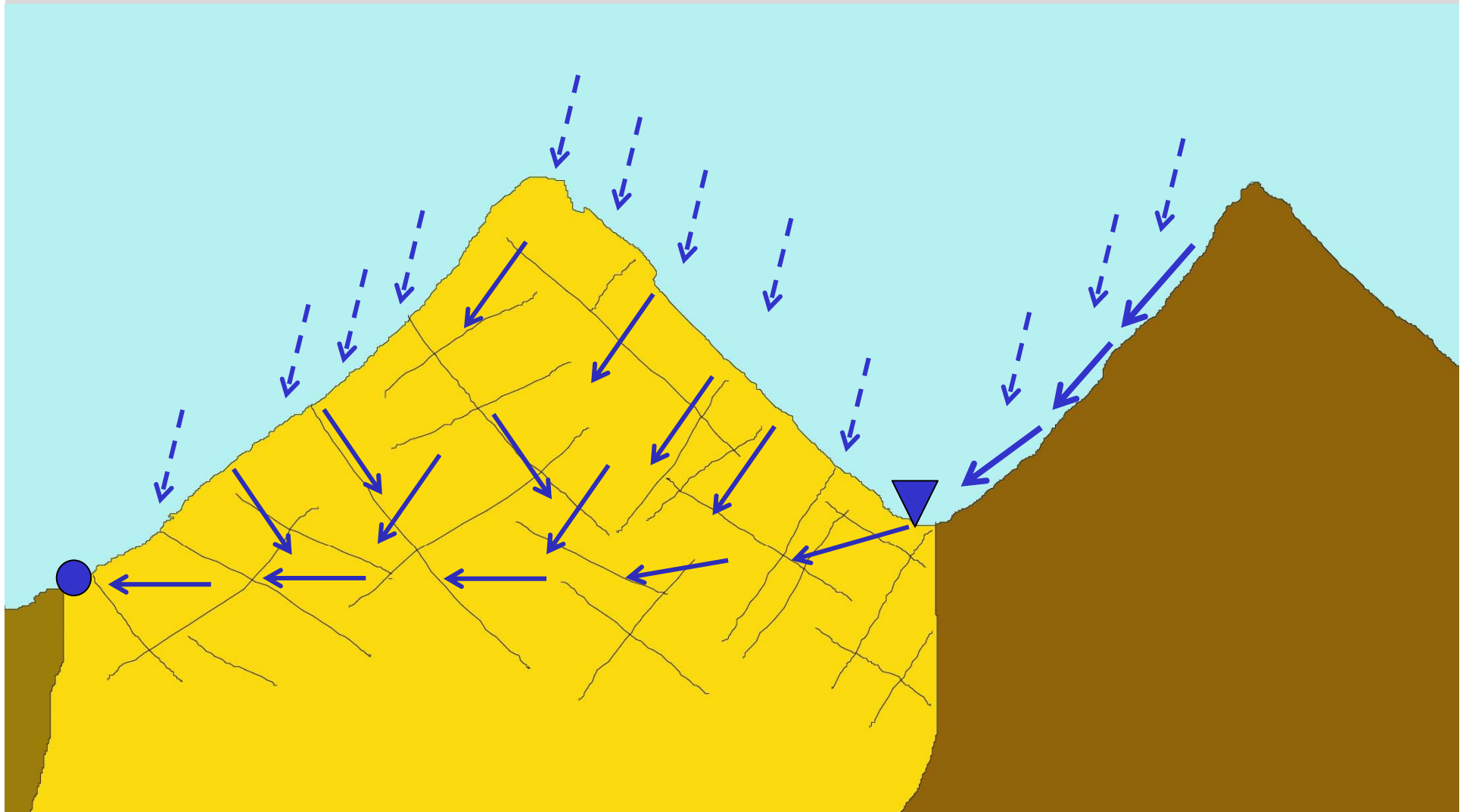
Andamento dei livelli e della conducibilità elettrica delle acque di un apporto da frattura denominato Polla delle Anatre durante l'evento alluvionale mostra rapidi incrementi della portata e della mineralizzazione delle acque legato ai fenomeni di pistonaggio (onde di pressione)



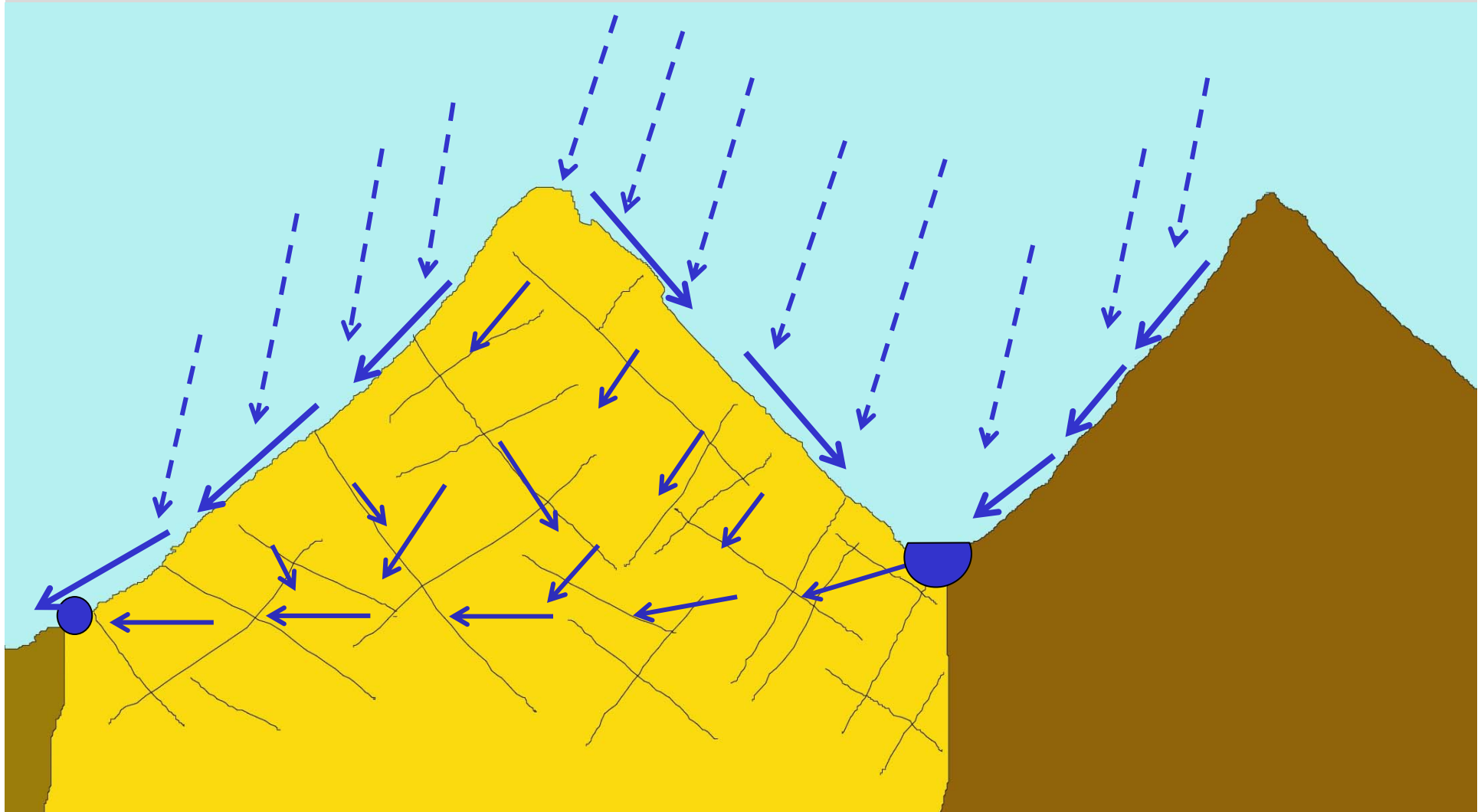
Andamento delle precipitazioni, delle portate del collettore di Bossea e di un apporto da frattura durante l'evento alluvionale di ottobre 2020 legato prevalentemente ai fenomeni di pistonaggio



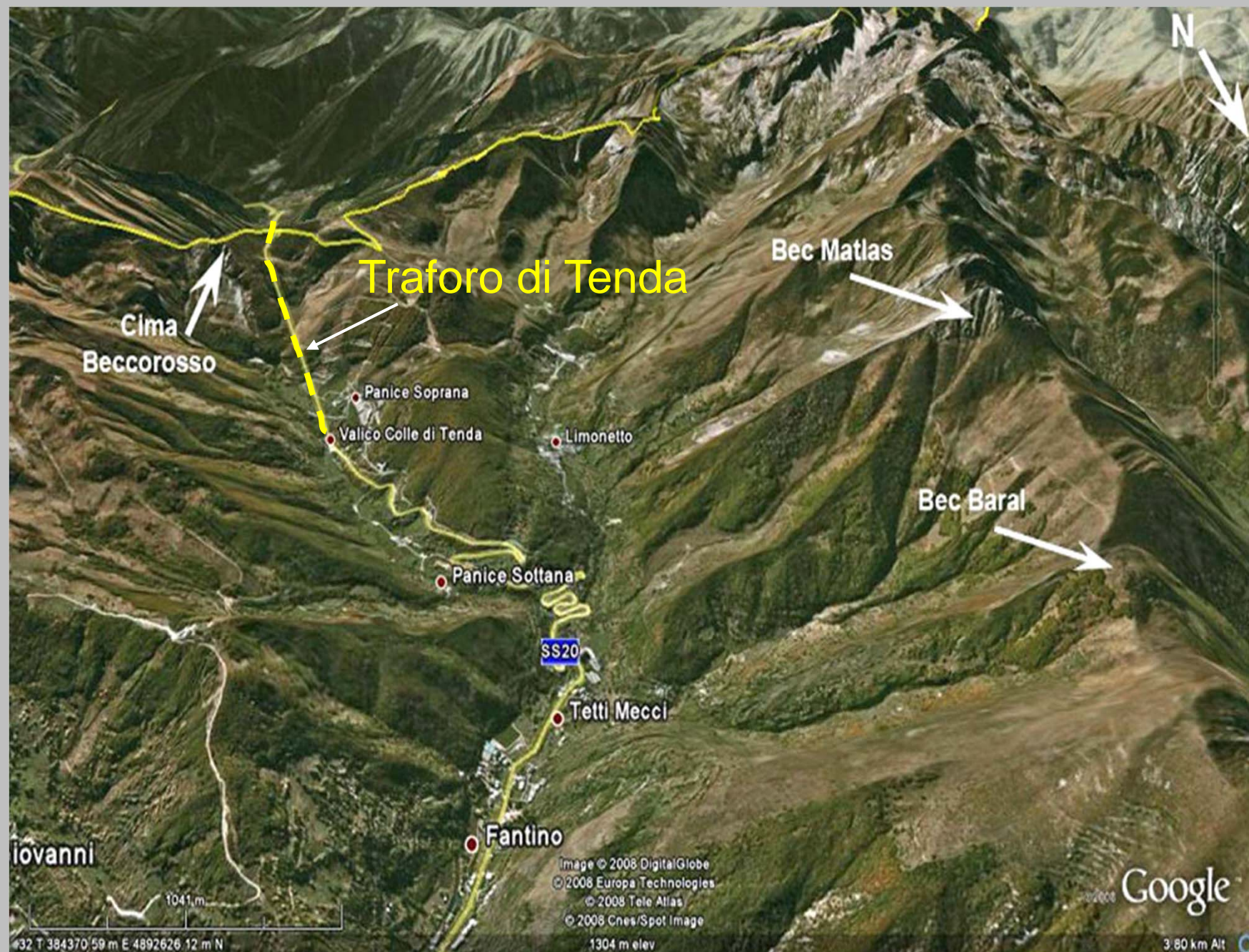
Situazione della circolazione idrica superficiale e
sotterranea con precipitazioni ordinarie nella zona alta
val Corsaglia: le acque di si infiltrano nell'ammasso
roccioso



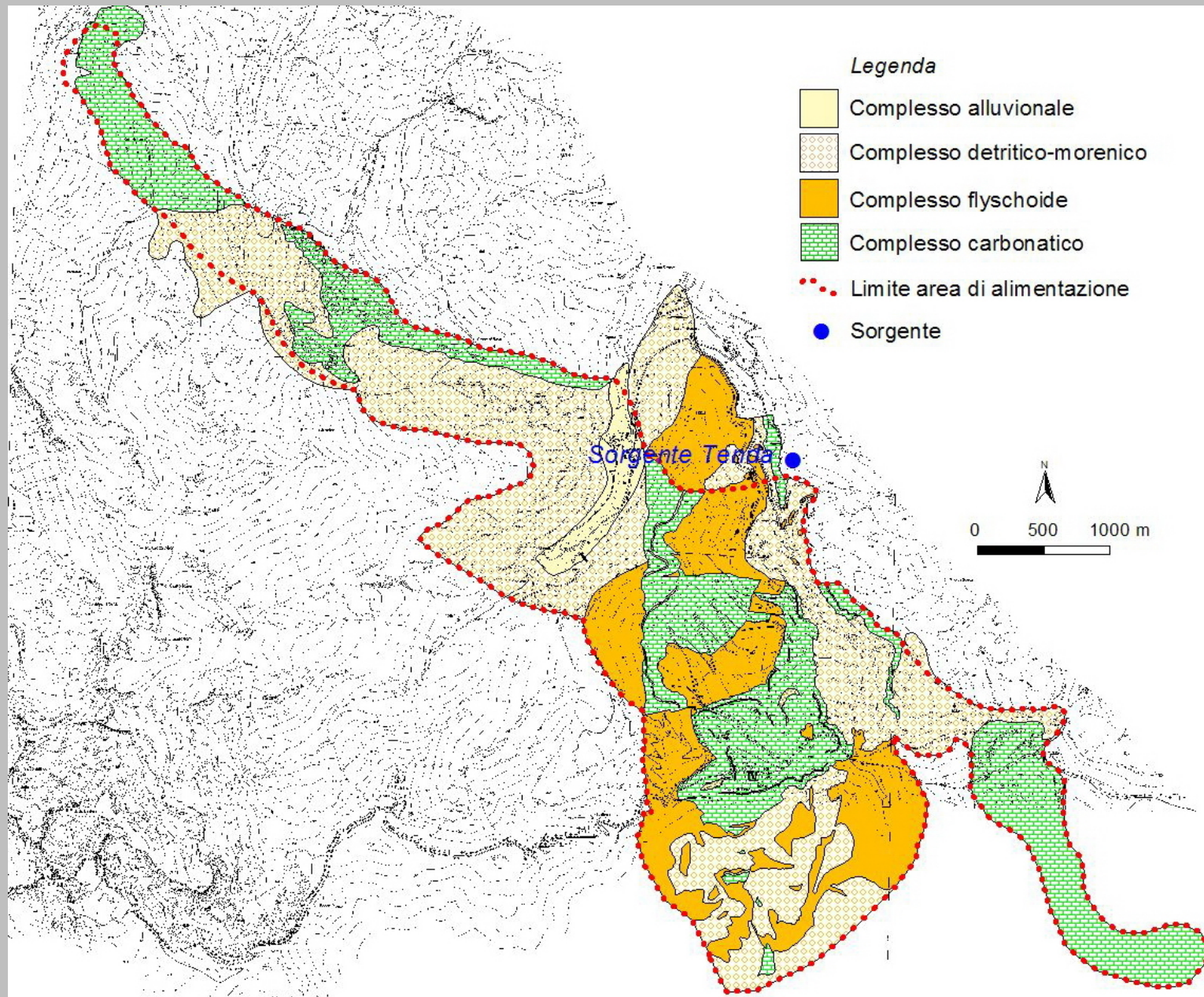
Situazione della circolazione idrica superficiale e
sotterranea con precipitazioni eccezionali nella zona alta
val Corsaglia : infiltrazione limitata e notevole
ruscellamento superficiale delle acque



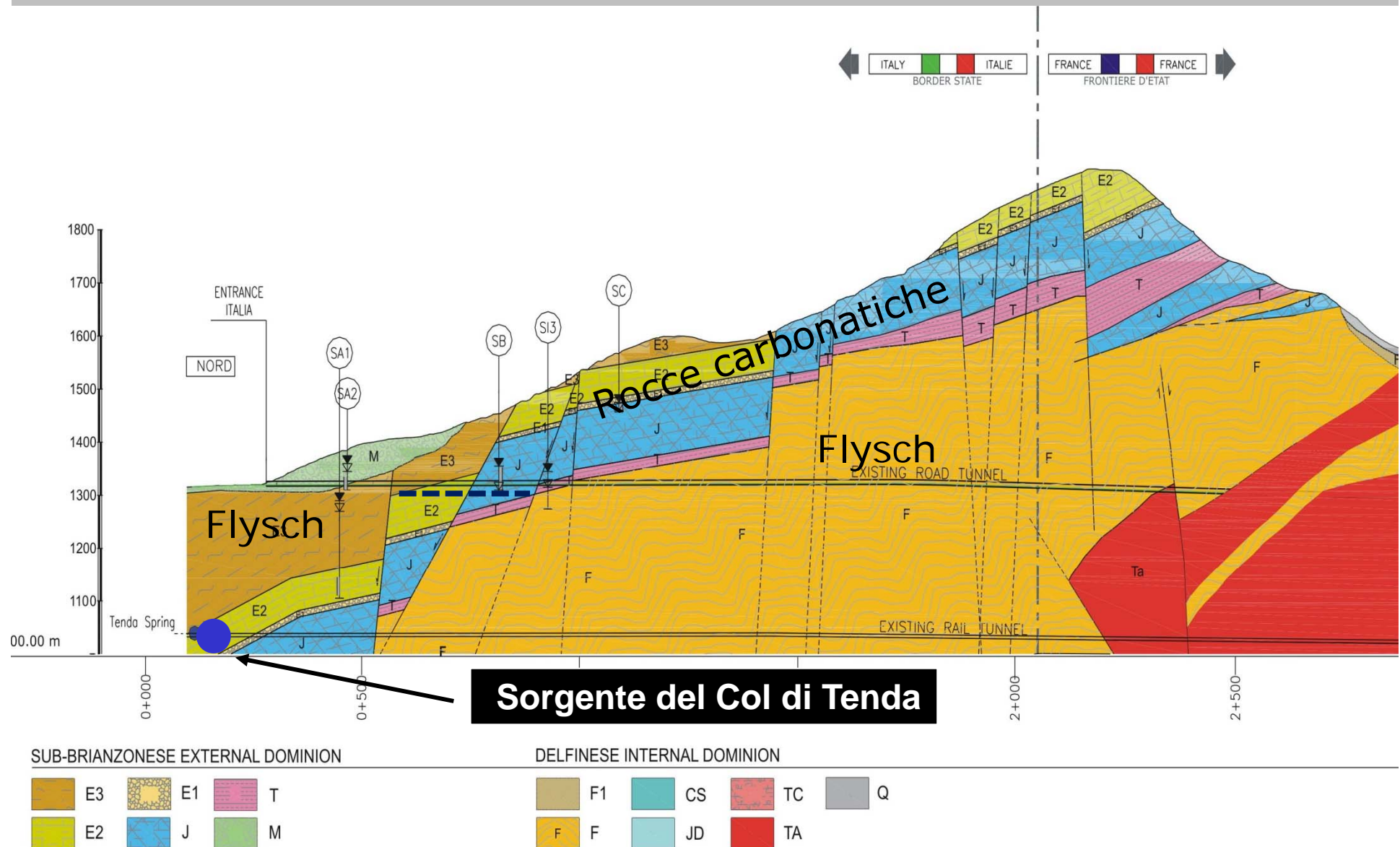
L'area di alimentazione della Sorgente del Col di Tenda



AREA DI ALIMENTAZIONE DELLA SORGENTE DEL COLLE DI TENDA



Sezione della struttura idrogeologica che alimenta la sorgente del Colle di Tenda: le rocce carbonatiche sono microfratturate e con carsificazione molto ridotta



Morfologia dell'area di alimentazione della Sorgente del Colle di Tenda: ripidi versanti ed assenza di carsismo



Sorgente del Colle di Tenda (alta valle Vermentagna): la captazione (costituita da una galleria drenante) si trova all'interno della galleria ferroviaria. Le venute idriche sono in corrispondenza di diverse decine di fratture poco carsificate



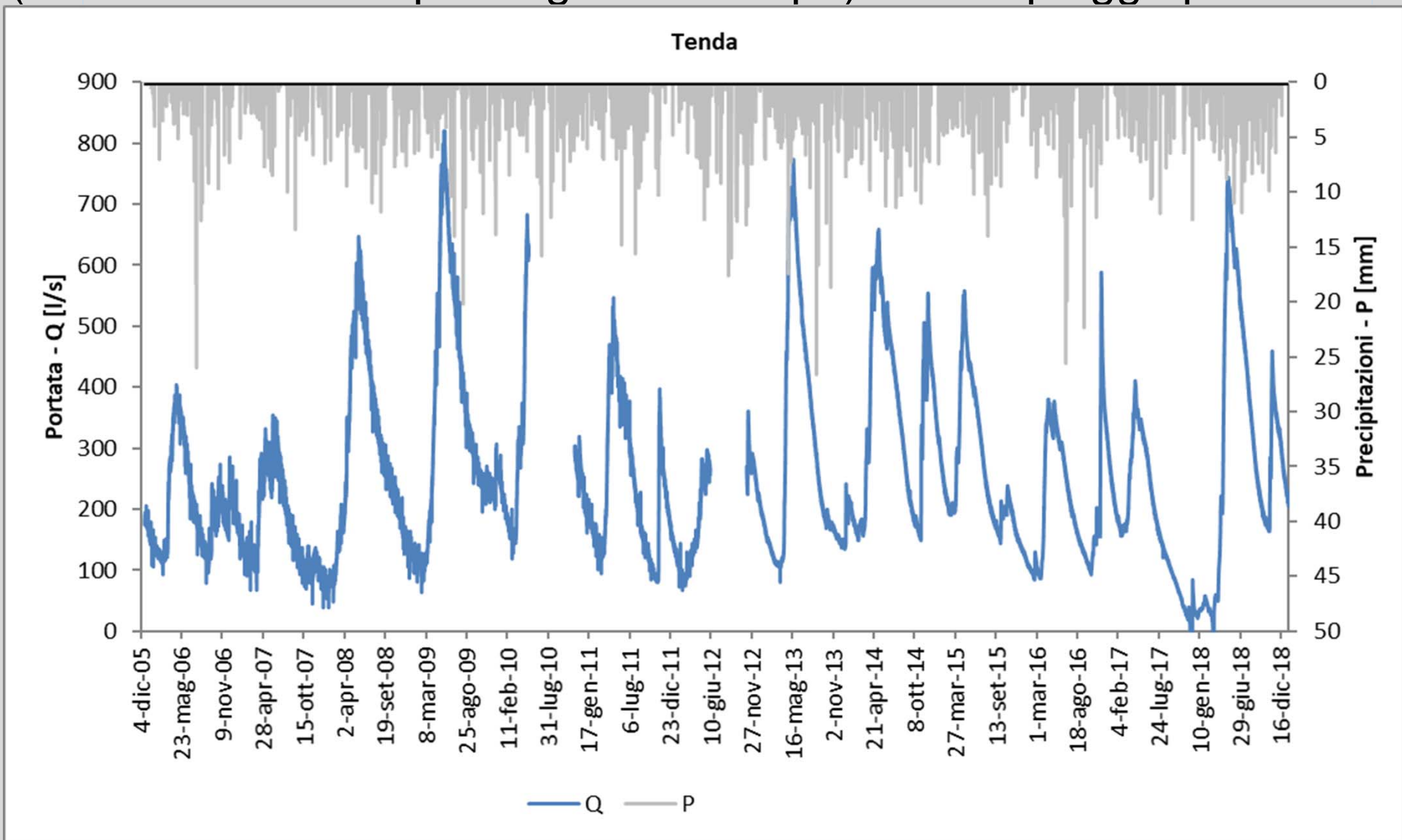
L'ammasso roccioso è piuttosto fratturato con una carsificazione molto ridotta



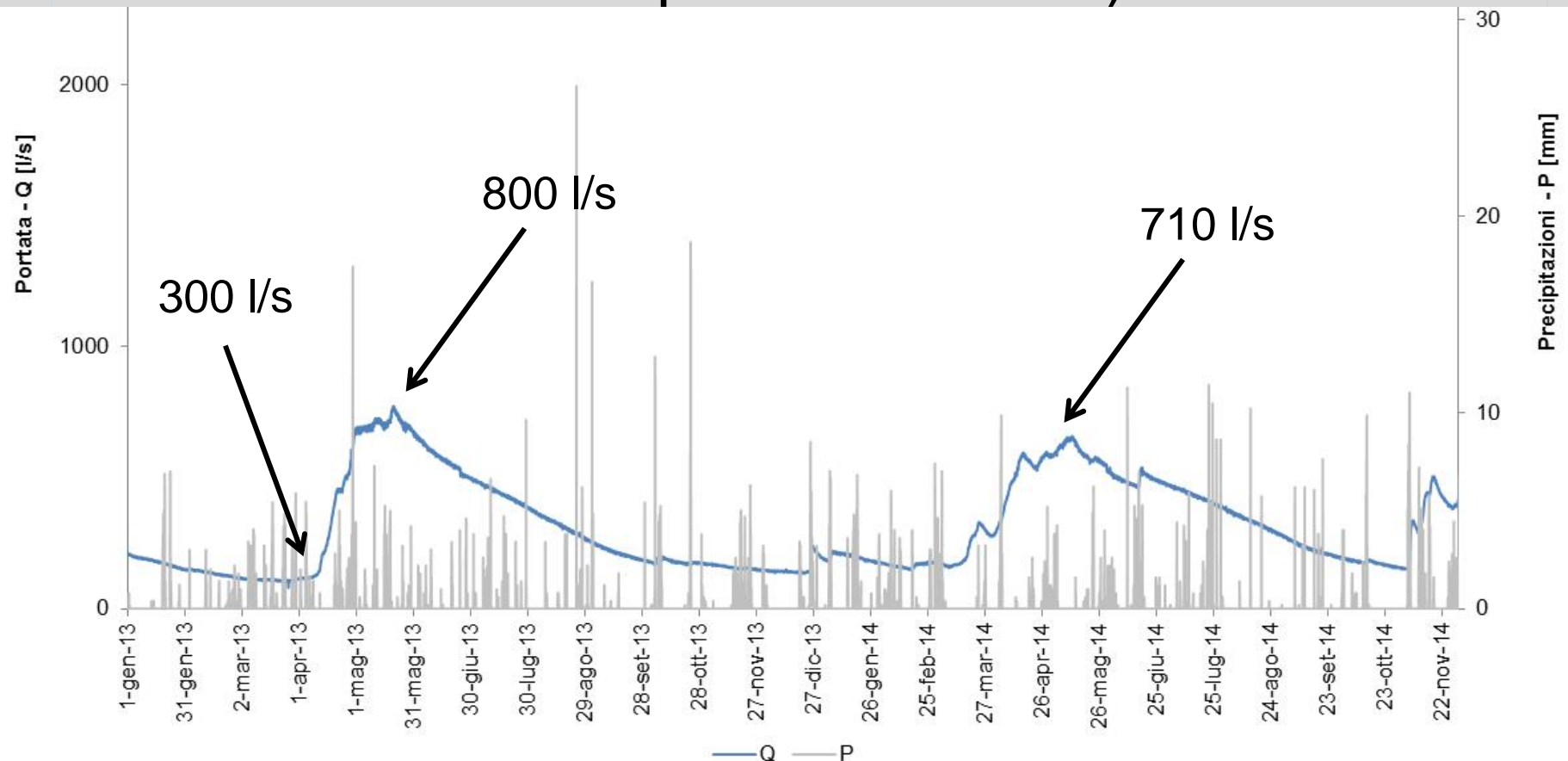
Le acque sono poi raccolte in una vasca di calma dotata di bocca a stramazzo dove è installato un *data logger*



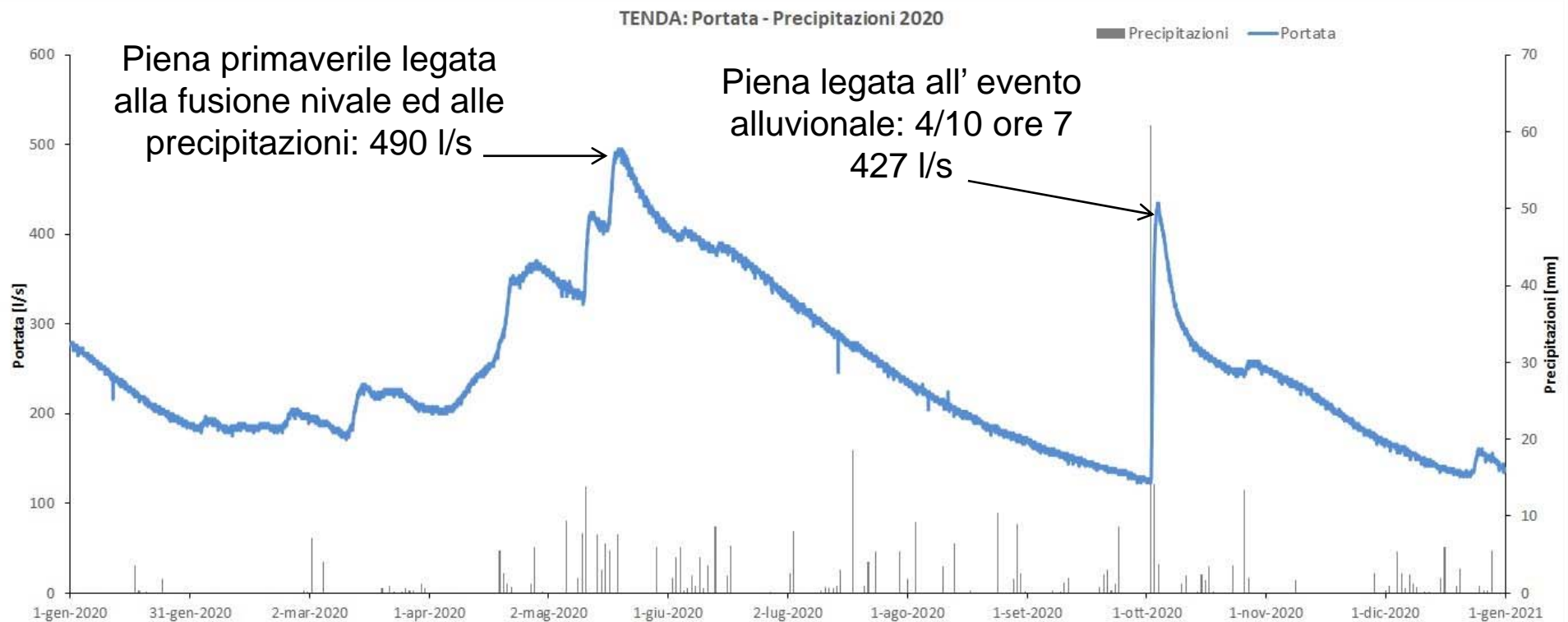
Andamento della portata della Sorgente del Colle di Tenda tra il 2006 ed il 2018. I valori massimi (ca. 800 l/s) vengono registrati nel mese di maggio in seguito ai processi di fusione nivale (modesti ma molto prolungati nel tempo) ed alle piogge primaverili



Andamento tra gennaio 2013 e dicembre 2014 della portata della Sorgente di Tenda: non sono presenti evidenti relazioni tra le precipitazioni e la portata a causa della bassa permeabilità delle rocce carbonatiche (circolazione molto lenta prevalente in fratture poco carsificate)



Andamento della portata della Sorgente del Colle di Tenda nell'anno 2020 con la piena legata all'evento alluvionale del mese di ottobre (oltre 500 mm nell'arco di 24 ore): la notevole aliquota dell'acqua non si è infiltrata nell'ammasso carbonatico ed è ruscellata in superficie raggiungendo il corso d'acqua principale (nel Vermenagna picco di piena il 2/10 alle ore 18.30)



Conclusioni

Dai dati di monitoraggio delle sorgenti alimentate da acquiferi carsici è stato possibile raccogliere una serie di informazioni legate agli eventi alluvionali:

- Nei sistemi altamente carsificati come quelli presenti nell'alto bacino del Tanaro le sorgenti presentano risposte molto rapide e flussi elevati che contribuiscono ad alimentare la portata del corso d'acqua principale
- Nei sistemi con una carsificazione non elevata (alta valle Corsaglia) ed una circolazione in frattura (alta valle Vermentagna) gli intensi apporti che si verificano durante un evento alluvionale vengono solo in parte assorbiti dall'ammasso roccioso: le acque ruscellano in superficie e vanno ad alimentare la portata dei corsi d'acqua principali