

Nel territorio della provincia di Bergamo, sono presenti diversi gruppi montuosi collocabili nella fascia definita come "prealpina", che presentano una caratteristica particolare.



Fabio Gatti, Massimo Pozzo,
Maurizio Greppi
Associazione Progetto Sebino

SEBINO OCCIDENTALE

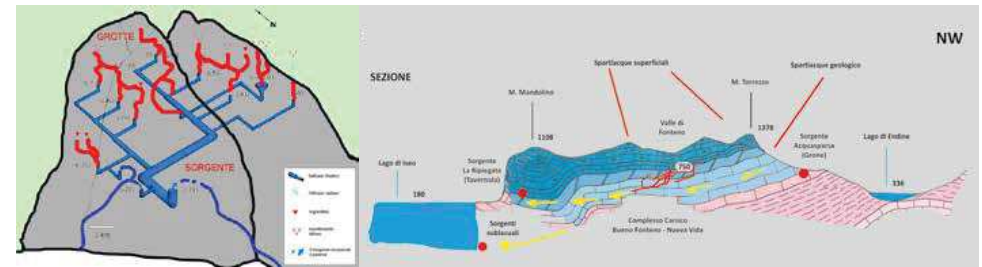
l'utilità di portare alla luce i "fiumi del buio"



Galleria di origine freatica
nel fondo dell'Abisso
Nueva vida

Si tratta di massicci che occupano aree geografiche molto vaste, e gran parte di queste sono composte interamente da rocce di natura sedimentaria. La composizione di tali rocce varia in funzione delle condizioni di formazione, e quindi si avranno rocce composte da sedimenti di natura chimica, organogena o clastica.

Le acque meteoriche generalmente scorrono lungo linee di deflusso superficiale in corsi d'acqua che possono avere caratteristiche fluviali o torrentizie, ma per far sì che queste vengano convogliate all'interno di un massiccio montuoso, e dare vita così a corsi d'acqua sotterranei, è necessario che le rocce su cui scorrono abbiano caratteristiche tali da essere facilmente "aggredite" e si verifichi quindi il fenomeno del carsismo (dissoluzione e precipitazione). Anche la fratturazione dovuta alla tettonica



Schema ipotetico di un circuito idraulico interno. Disegno M. Pozzo - Sebynica 2015

Sezione geologica ipotetica, con evidenziate le linee di deflusso e la distinzione geografica tra gli spartiacque superficiali e quelli geologici/interni.

(movimenti delle placche, terremoti, vulcanesimo ecc) è un elemento determinante, perché permette alle acque di penetrare più velocemente attraverso pertugi e fessure di dimensioni che possono variare da misure millimetriche a decametriche.

Il carsismo si verifica principalmente in rocce a matrice calcarea e dolomitica (origine organogena), ma anche in quelle composte da gessi e salgemma (le evaporiti, di origine chimica e poi residuale).

Le Prealpi Bergamasche sono quindi delle dorsali secondarie che dalle Alpi Orobie scendono fino alla pianura, e sono per la maggiore parte costituite da rocce calcaree o dolomitiche. E' evidente quindi che grandi masse di acqua vengano letteralmente assorbite al loro interno e poi restituite da risorgenze carsiche a quote molto più basse rispetto alle vette, regalando agli idrogeologi, ma soprattutto agli speleologi, svariati enigmi da risolvere circa il loro percorso sotterraneo.

In sostanza le montagne calcaree nascondono al loro interno dei veri e propri circuiti idraulici, in cui le acque transitano e vengono immagazzinate in falde acquifere molto estese e profonde, che in periodi di forte piovosità vengono restituite con portate che possono arrivare anche a decine di metri cubi al secondo, per poi tornare a misure medie decisamente più contenute.

Questa situazione di discontinuità presenta diversi problemi per quanto riguarda l'utilizzo e lo sfruttamento di tale patrimonio, perché è legata alle condizioni climatiche, e quindi non è possibile avere certezze costanti. Negli ultimi decenni però, visto

l'aumentare dell'inquinamento atmosferico, dei suoli, dei ghiacciai, dei laghi e dei fiumi, e di conseguenza anche delle falde acquifere di pianura, è nata l'esigenza da parte di enti quali ad esempio la Regione, le Provincie, i Comuni e le società di gestione delle acque, di mappare e delimitare gli imbriferi ed eventuali spartiacque delle aree carsiche, e considerare le relative falde acquifere presenti come importanti riserve strategiche per il futuro.

Nota dolente legata a tali riserve è la loro estrema vulnerabilità, perché se l'assorbimento è legato alle precipitazioni meteoriche e il drenaggio di queste è molto rapido in gallerie a "regime vadoso" dove lo scorrimento avviene a "pelo libero", non si verifica nessun tipo di filtraggio naturale. In poche parole, qualsiasi sversamento di sostanze inquinanti o nocive su un territorio carsico, penetra nel massiccio e viene trasportato assieme ai corsi d'acqua interni dalle aree di assorbimento a quelle di risorgenza, anche a molti chilometri di distanza, invadendo inesorabilmente reticoli con sviluppi di qualsiasi misura ed estensione.

Un'altra difficoltà nell'operazione di mappatura di un territorio carsico, è la delimitazione degli spartiacque interni, che generalmente non coincidono con quelli esterni. I bacini imbriferi, facilmente individuabili con semplici conoscenze geologiche e geografiche in formazioni rocciose impermeabili, nel caso di aree calcaree non collimano (a causa della direzione e dell'inclinazione della stratificazione oltre a barriere naturali come pieghe, faglie e fratture), cambiando completamente le conoscenze dell'idrografia interna, e causando scarse possibilità di intervento in caso di emergenze o problemi legati all'incolumità della po-



polazione. Un esempio semplice può essere lo scoppio di una cisterna contenente olii dannosi che si infiltrano nella falda acquifera: non essendo note le dinamiche dei percorsi sotterranei e quindi le tempistiche di restituzione, non è possibile intervenire con misure di sicurezza per tempo su eventuali acquedotti.

Di conseguenza, se non si prevede un'azione di controllo, prevenzione e tutela nelle aree superficiali di assorbimento ipotizzate, con monitoraggio e analisi continue delle acque delle risorgenze, studi approfonditi e mappature dei percorsi dei fiumi sotterranei, il rischio di compromettere inesorabilmente la purezza e quindi l'utilità di tali riserve è sempre più incombente.

Il Sebino Occidentale, è dislocato nelle Prealpi Bergamasche Orientali e secondo la SOIUSA (Suddivisione Orografica Internazionale Unificata del Sistema Alpino) è compreso nel Gruppo del Monte Torrezzo (quota massima 1378 metri).

Al suo interno sono state individuate oltre duecento risorgenze carsiche, tra cui almeno una ventina di queste presenta portate considerevoli, e l'approvvigionamento idrico mediante captazioni ad uso idropo-

tabile dell'area è legato esclusivamente all'utilizzo di acque provenienti da sorgenti con tali caratteristiche.

A partire dal 2006, l'associazione di speleologi denominata Progetto Sebino, svolge un'intensa attività di ricerca speleologica che ha portato al ritrovamento di circa 150 cavità, e alla mappatura di un reticolo carsico percorso attualmente per circa 35 chilometri tra condotte e gallerie, ma si ipotizza che lo sviluppo totale di queste possa superare tranquillamente i 120 chilometri di estensione e collegamenti sotterranei, dando conferma al fatto che "là sotto" esista un vero e proprio universo sotterraneo ancora da svelare.

La scoperta di due abissi di grande sviluppo (Bueno Fonteno e Nueva Vida) nella Valle di Fonteno e la loro successiva giunzione in un unico reticolo drenante, dà luogo ad un sistema di gallerie, forre, canyon, saloni e pozzi, che misura attualmente trentuno chilometri (Aprile 2016).

Le dimensioni e le morfologie del carsismo interno sono letteralmente fuori dell'ordinario non solo rispetto a quanto presente nel territorio provinciale, ma anche regionale e nazionale: dentro le montagne del Sebino Occidentale ci sono decine e decine di per-

corsi fluviali che drenano grosse quantità di acqua verso sorgenti non ancora certe, ipoteticamente dislocate ai limiti di un'area carsica stimata oltre 90 km quadrati. Il dislivello potenziale tocca i 1200 metri, ma può aumentare considerata la presenza di sicure fuoriuscite sublacuali. Il Lago di Endine nasce proprio da queste ultime, mentre nel Lago d'Iseo, studi sulla fotogrammetria hanno reso visibili a circa 100 metri di profondità, diverse conoidi che indicano proprio la presenza di sorgenti sublacuali.

Un primo obiettivo di ricerca è stato centrato nel 2010, con il tracciamento pilota "Progetto Sebino: test con traccianti", effettuato nell'ambito del "Progetto Integrato" e denominato "Osservatorio delle aree carsiche lombarde", ben descritto nel primo numero di questa rivista. In quella occasione si è accertato il collegamento idrologico tra l'Abisso Bueno Fonteno e la risorgenza Milesi (La Ripiegata), presso Tavernola Bergamasca, frazione Bianca, a circa 9 km di distanza dalla Valle di Fonteno. Ma i dubbi legati allo sviluppo generale e a collegamenti con altre risorgenze, come l'Acquasparsa di Grono (non monitorata a sufficienza per limiti tecnici legati al progetto pilota), o quella del Rino di Predore, sono ancora tanti.

In quella occasione i tempi di restituzione delle acque sono stati di circa un mese e mezzo: questa informazione permette quindi di fare valutazioni in caso di emergenza sulle tempistiche di intervento da attuare per bloccare l'erogazione di rifornimenti idrici a Tavernola Bergamasca nel caso la Valle di Fonteno subisse azioni di inquinamento anche in una singola valletta.

Larco di tempo riscontrato in

Corso d'acqua nelle zone prossime alla falda a 600 metri di profondità nell'Abisso Bueno Fonteno.

Figura sotto: la mappa dell'area carsica del Sebino Occidentale, con le linee di drenaggio sicure e ipotizzate dei principali corsi d'acqua sotterranei. Disegno: M. Pozzo e F. Gatti - 2013





La risorgenza carsica dell'Acqua Sparsa nel Comune di Grone durante una piena.

questo caso però, non può essere considerato un dato certo e definitivo. Infatti i fenomeni di pistonaggio idraulico in conseguenza di piene, innalzamenti dei livelli piezometrici nelle falde o altri fattori, potrebbero restringere o allungare anche significativamente i tempi di restituzione.

Tale dato è quindi sicuramente utile, ma non sufficiente: occorrerebbe predisporre un nuovo studio più articolato e strutturato in grado di garantire un monitoraggio su lassi di tempo ben più lunghi (3-5 anni).

Insieme dei dati storici che ne deriverebbe potrebbe restituire informazioni ben più attendibili e certe.

La conoscenza dei percorsi sotterranei diventa anche utile nel momento in cui si rendono necessarie opere edili in superficie o costruzione di strade e trafori che potrebbero involontariamente andare a tranciare importanti corsi d'acqua. Non è una novità che in zona Sebino (Portirone, Lovere, Pisogne, Iseo) i lavori di realizzazione di tunnel sulla litoranea siano stati bloccati da improvvise venute d'acqua deviate

o intercettate da scavi sotterranei. La conseguenza è lampante, sia di natura economica nel prosieguo dei lavori, che di natura di ordine pubblico (blocco del traffico e di captazioni idropotabili). Ma l'emergenza più importante rimane comunque legata alla presenza di numerosi acquedotti che alimentano la maggior parte delle reti domestiche locali.

Attorno all'area del Sebino Occidentale, sono presenti tre grosse risorgenze, molto distanti tra loro e con ostacoli geologici che fanno supporre la presenza di tre complessi carsici molto articolati, con linee drenanti ben definite, legati a spartiacque geografici non collimanti con quelli sotterranei. L'ipotesi dei 120 km di sviluppo è dovuta al fatto che in un carsismo così sviluppato, non sia da escludere un collegamento tra i vari sistemi, forse non dal punto di vista idrologico, ma aereo, e si può supporre che esista tra cunicoli posti in regioni sotterranee ai margini dei sistemi, non più percorse da corsi d'acqua e quindi fossili o molto antiche. Dalla lettura delle carte geologiche si evince

infatti che le linee di drenaggio principale, e i possibili complessi carsici principali in parte ipotizzati, sono tre, collocate in corrispondenza delle tre sinclinali più evidenti:

1. Settore Valle del Diavolo-M.Ballerino-M.di Grone verso sorgente Acqua Sparsa
2. Settore M. Torrezzo - Valle di Fonteno-M.Boario-M.Creò verso sinclinale di Tavernola;
3. Settore M. Bronzone-Colle Camblino verso Rino di Predore o Bianica e Punta del Corno.

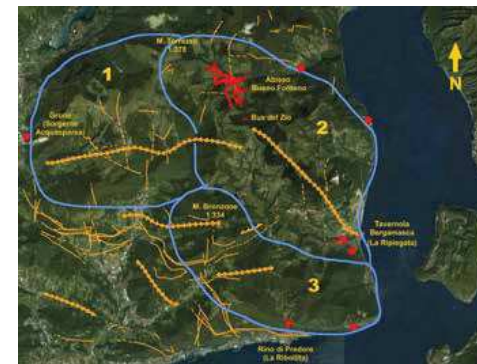
Per saperne di più su questi percorsi, è perciò determinante ricavarne una mappatura, cercando di decifrare il funzionamento del circuito idraulico custodito al suo interno mettendo assieme ogni tipo di conoscenza legata alla geologia locale e ai movimenti strutturali (pieghe e faglie) che hanno interessato le masse rocciose presenti.

Il bacino idrogeologico dell'area a livello teorico è abbastanza ben delineabile:

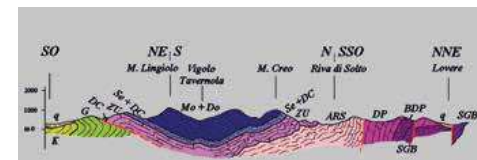
- verso Sud, è delimitato dal Sovrascorrimento del M. Bronzone, che appartiene ad una serie di pieghe anticlinali, sovente rovesciate, e pieghe - faglie, costituendo il limite inferiore dell'idrostruttura del Sebino Occidentale;
- verso Nord, è delimitato dall'affioramento delle Argilliti di Riva di Solto, che costituiscono il livello basale impermeabile dell'idrostruttura.

Tra questi due limiti l'area è caratterizzata da una potente sequenza di calcari estremamente carsificabili (Calcare di Domaro, Calcare di Moltrasio, Calcare di Sedrina, Dolomia a Conchodon) con inclinazione tra i 10° - 15°, che si estende dal Lago d'Iseo a quello di Endine.

Dal punto di vista strutturale, il bacino è caratterizzato da un assetto strutturale sinclinale a grande scala. In particolare, si delineano due importanti pieghe sinclinali a scala chilometrica, il cui ruolo è fondamentale per la circolazione idrica sotterranea: una, con asse NW-SE, che dirige le acque verso Est, in corrispondenza del nucleo della sinclinale principale, a Tavernola Bergamasca (unico dato certo sulla direzione di drenaggio delle acque della Valle di Fonteno e del sistema carsico di Buono Fonteno), l'altra, con asse grossomodo E-W, che convoglia le acque sotterranee verso Ovest, verso la Sorgente Acquasparza (Grone - Valcavallina): interessante è la presenza nel lembo più a sud dell'area di un residuo di piega anticlinale erosa sul Colle Camblino, che, insieme al sovrascorrimento del M. Bronzone, ne complica lo studio dal punto di vista idrogeologico, rimettendo



I tre settori geografici con relativi sistemi carsici ipotizzati nell'area di studio. (Base Ortofoto tratta da servizio WMS Regione Lombardia).



Sezione geologica della parte più orientale della struttura, che, come la precedente, evidenzia il sovrascorrimento che fa da base all'idrostruttura, a Sud, la base impermeabile e non carsificabile costituita dalle Argilliti di Riva di Solto a Nord, e la struttura sinclinale, complicata da pieghe minori (ridisegnato da Paola Tognini 2012 - tratto da Guide Geologiche Regionali, Vol. 1, 1990): q: depositi quaternari; K: formazioni cretatiche; G: formazioni del Giurassico medio-superiore; Mo + Do: Calcare di Domaro e Calcare di Moltrasio; Se + DC: Dolomia a Conchodon e Calcare di Sedrina; Zu: Calcare di Zu; ARS: Argilliti di Riva di Solto; DP e BDP: Dolomia Principale e Breccie della DP; SGB: Formazione di San Giovanni Bianco.



La sinclinale di Tavernola Bergamasca, con asse immergente verso Est (con la traccia del piano assiale in giallo), e la sinclinale di Grone, con asse immergente verso Ovest (con traccia del piano assiale in blu)



La struttura della piega vista dal lago: il nucleo della piega è in corrispondenza della valle di Tavernola Bergamasca questa struttura fa ipotizzare la presenza di sorgenti al di sotto del livello del lago.

ipoteticamente in gioco anche il settore di Predore, in cui ci sono risorgenze a regime vauclosiano (Rino di Predore: La Ribollita), che, trovandosi a Sud della sinclinale di Tavernola, potrebbero anche essere spiegate come travasi di troppo pieno del sistema Buono Fonteno - Nueva Vida.

La speleologia attuale rivolta allo studio di grandi aree carsiche, ottiene risultati certi attraverso il metodo dei tracciamenti delle acque, per avere un'idea

la risorgenza carsica del Torrente Rino di Predore

del percorso delle stesse dalle zone di assorbimento a quelle di restituzione, e con lo studio dei flussi delle correnti d'aria sotterranee, che negli ultimi anni ha aperto orizzonti sotterranei esplorativi immensi.

I tracciamenti di acqua e aria, sono fondamentali nella lettura di un quadro generale sotterraneo, o anche per decifrare singoli reticoli, vie di collegamento tra regioni interne, soprattutto se molto sviluppati come quello di Buono Fonteno e Nueva Vida. Fondamentale è anche l'aiuto delle nuove tecnologie, che permettono di riprodurre in 3D territorio e topografie interne, dando visioni d'insieme effettive e non più solo mentali.

Nell'inverno del 2013 e in quello del 2015, Progetto Sebino ha organizzato assieme alla Federazione Speleologica Lombarda, due workshop che trattavano una materia molto singolare e ancora poco conosciuta: la Meteorologia Ipogea per la ricerca speleologica (Meteo Hypo 1 e 2). Mentre si affrontavano le tematiche con illustri specialisti, si effettuano due test di tracciamento odoroso proprio nell'area carsica del Sebino Occidentale. Il tracciante viene immesso nei due grandi abissi, mentre vengono monitorati diversi ingressi di cavità posizionate lungo le creste attorno alla Valle di Fonteno, e anche oltre il limite geografico del bacino (Monte Torrezzo). I risultati daranno risposte aspettate, ma anche informazioni solo follemente ipotizzate, che hanno allargato notevolmente i limiti esplorativi e gli obiettivi di ricerca. Da tale quadro d'insieme emerge chiaramente che, vista l'eccezionalità del fenomeno, i dati ad oggi raccolti ed in nostro possesso, seppur numerosi, sono ben lontani dal poter descrivere esaustivamente il quadro idrologico dell'area. L'obiettivo di avere realmente delle riserve strategiche che possano assicurare un futuro ancora ricco di acqua bevibile, e di preservare e tutelare il patrimonio idrico custodito all'interno di estese e profonde aree carsiche come quella del Sebino Occidentale, connesse con numerose sorgenti poste anche a distanza di chilometri dalle presunte aree di assorbimento, e' raggiungibile ma è necessario attuare studi approfonditi adeguatamente strutturati e supportati anche a livello istituzionale. Solo in questo modo sarà possibile restituire una dettagliata mappatura dei corsi d'acqua sotterranei, portando su carta, e quindi alla luce i fantomatici "fiumi del buio".

