



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI MILANO

LA STATALE

Geologia  
Insubrica

Rivista di Scienze  
della Terra

# IN UN POZZO DI SCIENZA

SEMINARIO  
SUGLI STUDI E LE RICERCHE  
DI ALFREDO BINI

Milano

3 maggio 2016

## ABSTRACTS



# IN UN POZZO DI SCIENZA

## SEMINARIO SUGLI STUDI E RICERCHE DI ALFREDO BINI

*Milano*  
*3 maggio 2016*

### ABSTRACTS



In un pozzo di scienza - Milano, 3 maggio 2016

Abstracts

*Pubblicato da:*

**Geologia**  
**Insubrica**  
Rivista di Scienze  
della Terra

ISSN 1420-9500

## **ORGANIZZAZIONE**

LUISA ZUCCOLI BINI introduce i 4 tempi del simposio

### ***Chairman***

YVES QUINIF, Dipartimento di Geologia e Geologia applicate, Università di Mons,  
Belgio

CHRISTIAN SCHLÜCTHER, Istituto di Geologia, Università di Berna, Svizzera

MAURO CREMASCHI, Dipartimento di Scienze della Terra "Ardito Desio", Università  
degli Studi di Milano, Italia

MARKUS FELBER, CGA – Consulenze Geologiche Ambientali S.A., Morbio Inferiore,  
Svizzera

**SEDE DEL SEMINARIO**

Università degli Studi di Milano  
Aula C03  
Via Mangiagalli 25  
Milano

**CONTATTI**

[inunpozzodiscienza@gmail.com](mailto:inunpozzodiscienza@gmail.com)

[http://www.geologiainsubrica.com/in\\_un\\_pozzo\\_di\\_scienza](http://www.geologiainsubrica.com/in_un_pozzo_di_scienza)

**IL SEMINARIO E' STATO RELIZZATO GRAZIE AL CONTRIBUTO DI:**

Dipartimento di Scienze della Terra "Ardito Desio" - Università degli Studi di Milano

CGA Consulenze Geologiche Ambientali SA - Morbio Inferiore

Ordine dei Geologi della Lombardia

Studio Geologico Tecnico Lecchese – Lecco

Fabio Baio Geologo – Consulenze geologiche

Biodata S.n.c. Laboratorio di analisi e ricerca - Cairate (VA)

Gruppo Grotte Milano

Speleo Club Orobico

## INDICE

	<i>Pagina</i>
<b>Presentazioni orali</b>	9
YVES QUINIF - <i>A life in Speleology and friendship: Alfredo Bini</i>	11
RICHARD MAIRE - <i>Evolution of french karstology since one century and current situation</i>	12
PHILIPPE AUDRA - <i>The role of "Maestro" in cave science</i>	13
PAOLA TOGNINI - <i>I processi speleogenetici delle grotte lombarde</i>	14
ANDREA MACONI - <i>Il rilievo delle grotte</i>	18
CHRISTIAN SCHLÜCHTER - <i>BINI et al. 2009: The Map of the Last Glacial Maximum in the Swiss Alps and the special situation in Insubria</i>	19
VALTER MAGGI - <i>Geologia glaciale nell'area del Lago d'Orta</i>	20
ALICE GHISELLI - <i>Rapporti tra morfologie e strutture nella genesi dei circhi glaciali tra il Passo San Marco e il Pizzo dei Tre Signori (Alpi Orobie Occidentali)</i>	22
IVO RIGAMONTI E ALESSANDRO UGGERI - <i>Evoluzione Olocenica dell'Alpe Veglia (VCO) nel contesto delle Alpi Centrali</i>	23
STEFANO TURRI - <i>Le grotte ghiacciaie. Un archivio di informazioni</i>	25
MAURO CREMASCHI, ANDREA ZERBONI - <i>La questione dell'apparato morenico del Garda alla luce delle recenti ricerche sul Torrion della Val Sorda</i>	26
LUISA ZUCCOLI BINI - <i>Unità geologiche e interpretazione di un paesaggio complesso: l'evoluzione della Valsassina a partire dal Miocene.</i>	27
ANDREA PICCIN E MARINA CREDALI - <i>Il ruolo della geologia del Quaternario nel Progetto CARG Lombardia</i>	29
CARLA FERLIGA - <i>L'anfiteatro glaciale dell'Alta Valle Seriana</i>	32

CLAUDIO BUSSOLINI - <i>L'Anfiteatro Morenico del Verbanò: una Carta Geologica in evoluzione</i>	34
ANDREA STRINI - <i>Il Quaternario "pratico": esempi applicativi di una ricerca di Geologia del Quaternario a nord di Milano</i>	35
BARTOLOMEO VIGNA E CINZIA BANZATO - <i>Rapporti tra geologia, carsismo e idrogeologia nelle Alpi Liguri (Piemonte meridionale)</i>	37
MARKUS FELBER - <i>Dal pozzo di scienza</i>	38
ANDREA TINTORI - <i>I Geositi dell'Insubria, prove tecniche di un Geoparco</i>	40
FIAMMETTA LANG, CONCETTA ANDREACCHI - <i>I corsi di aggiornamento per i docenti delle scuole secondarie superiori</i>	42
DAMIANO MONTRASIO E ANDREA FERRARIO - <i>Progetto Tu.Pa.Ca.: un nuovo portale per la condivisione del Catasto Speleologico delle Grotte Lombarde</i>	43
ANDREA FERRARIO - <i>La divulgazione scientifica alla portata di tutti</i>	44
<b>Poster</b>	45
ALFREDO BINI, MARIANGELO BAIO, DONATA VIOLANTI, EDOARDO MARTINETTO - <i>Nuovi dati provenienti dai dintorni di San Colombano al Lambro e dalla Pianura Padana a est di Milano: analisi litostратigrafica, composizionale e micropaleontologica</i>	46
MARIANGELO BAIO, FABRIZIO PAVIA - <i>La sezione geologica applicata al rischio archeologico: alcuni casi in Lombardia e in Emilia</i>	48
ANDREA BRENNÀ, ANDREA ZERBONI, ALFREDO BINI - <i>Distribuzione e assetto stratigrafico dei depositi glaciali LGM nel settore Nord - orientale dell'Anfiteatro del Garda tra Bardolino, Lazise e la Valsorda (Verona)</i>	49
DAVIDE TANTARDINI, TIZIANA APUANI E ALFREDO BINI - <i>Relationships between DSGSDs and the last glaciation in Chiavenna Valley</i>	51
DAVIDE TANTARDINI, TIZIANA APUANI E ALFREDO BINI - <i>Map of the glacial phases and reconstruction of the LGM in Chiavenna Valley.</i>	52

- DAVIDE TANTARDINI, TIZIANA APUANI E ALFREDO BINI - *Map of the Quaternary deposits of Chiavenna Valley* 53
- ALICE GHISELLI, ROBERTO MARGHUTTI, MARZIO MERAZZI. E ANDREA STRINI - *Rilevamento geologico, geomorfologico e strutturale della Grotta di Collebianco (Guglionesi, CB): la speleologia nell'attività professionale* 54
- EMANUELE BERNARDI, SAMUEL CAMPANA, GRETA BONACINA, FILIPPO FORMOSO, ELENA RESEDA, LAURA STREPPAROLA, DAVIDE TANTARDINI, ANDREA ZERBONI, LUISA ZUCCOLI, ALFREDO BINI - *Forme e processi di alterazione sulle Prealpi e loro relazione con il glacialismo del Quaternario* 56
- MAURO MELE, MARTINA BRUNO, ALFREDO BINI, DAVIDE TANTARDINI E RICCARDO BERSEZIO - *La morfologia sepolta della confluenza tra Valchiavenna e Valtellina all'estremo nord del Lago di Como, ricostruita per mezzo della prospezione sismica passiva (HVSR)* 58
- ALICE STARO, DAVIDE TANTARDINI, ANDREA ZERBONI, FABIO FENAROLI, LUISA ZUCCOLI, ALFREDO BINI - *I depositi quaternari presso la falesia della Rocca di Manerba (Lago di Garda, BS)* 60

## PRESENTAZIONI ORALI



**A LIFE IN SPELEOLOGY AND FRIENDSHIP: ALFREDO BINI**

Yves Quinif

Service de Géologie fondamentale et appliquée, Université de Mons  
yves.quinif@umons.be.

This paper constitutes a personal vision of the carrier of Alfredo Bini, concerning the karstology. After his first period of sportive speleology, like a true scientist, Alfredo begins by geomorphological studies. He began a worldwide specialist in underground micromorphology. He studies the karstic areas around the Como Lake. But, quickly, he develops his speleological science to the application in regional geology, for example by his participation in the Mediterranean Messinian crisis, in relation with the distribution of the karstic phenomena of the Lario region. During and after his thesis in geology, his target is the underground deposits. He works in the applications of underground deposits on paleoclimates and sismotectonics events. With those underground fillings, he brings elements to the reconstitution of palaeoenvironments, particularly in the alpine context. He becomes a specialist of the micromorphology of the detrital deposits, in particular using thin plates. The last great subject was the ghost-rock karstification. With his students, he proves that the karst of Lario comes essentially from ghost-rock. His last study in Valle Imagna is very rich in consequences on the regional and general geological and geomorphological evolution: digging of the valleys, altitudinal position of resurgences, karstogenesis.

## **EVOLUTION OF FRENCH KARSTOLOGY SINCE ONE CENTURY AND CURRENT SITUATION**

Richard Maire

UMR 5319 Passage, CNRS-Université de Bordeaux Montaigne

In France, karst studies have not escaped the scientific specialization movement from the beginning of XX° century (Weber, 1919). After the founding of modern speleology by E. A. Martel (1888), we observe two main scientific trends: the physical geography (geomorphology) on which we will insist and the trend of hydrogeologists, sedimentologists and quaternarists. The serbian geomorphologist J. Cvijić invented the paradigm of karst (thesis 1893) and influences strongly the French school of Geography represented by E. De Martonne, including the thesis of G. Chabot (1927) on the Jura, P. Marres on Great Causses (1935) and P. Fenelon on the Perigord (1951). The latter describes the phenomenon of "ghost rock," but he can not explain this phenomenon. After 1945-50, Davis's theory is abandoned in favor of climatic geomorphology (De Martonne, J. Tricart, P. Birot, A. Cailleux, M. Derruau) which orientates the french karstology, particularly with the thesis of J. Corbel (NW Europa, 1957) J. Demangeot (Abruzzo, 1965) and J. Nicod (Provence, 1967). In 1971, the creation of the karstology team of Aix-en-Provence (1971-1998) by Jean Nicod plays a fundamental role in the development of climatic karstology and the speleo-karstology integrating the study of the underground deposits (R. Maire, J. Rodet, J.-J. Delannoy, Ph. Audra, F. Hoblea, S. Jaillet). With the help of the belgian Y. Quinif in the 1980s, stalagmites are used as chronological and paleoclimatic tools (D. Genty, Y. Perrette). Recently, the 2000's saw the development of "ghost rock » studies under the influence of belgian works (Y. Quinif, A. Vergari) and italian works (A. Bini, P. Tognini), and also the development of geoarchaeology (Lab. Edytem : scanner laser 3D), complex taphonomy in ghost rock caves (L. Bruxelles), and research on hypokarst (Ph. Audra), etc. But today the race for funding (decline of public research), the race in search of excellence and bibliometric criteria destroyed the freedom of research with a decrease of doctorate thesis and researchers, and the risk of a decline of scientific discoveries.

## **THE ROLE OF "MAESTRO" IN CAVE SCIENCE**

Philippe Audra

Department of HydroInformatic and Water Engineering, Polytech Nice – Sophia

Cave exploration led first to the detailed analysis of cave features and sediments, from which Alfredo Bini produced accurate reviews of these indicators. With a growing knowledge, then complex cave and karst histories were proposed, at the scale of massifs and regions. Finally he offers in-depth concepts about cave and karst, regarding the role of the Messinian Salinity Crisis, the glaciations, tectonic and climate, crisis and stability, ghost weathering. Beyond this magistral academic contribution, all remember his encyclopedic knowledge, his didactic attitude, and above all his warm friendship and his grinning face.

## I PROCESSI SPELEOGENETICI DELLE GROTTRE LOMBARDE

Paola Tognini

Gruppo Grotte Milano CAI-SEM; Società Speleologica Italiana; Federazione Speleologica Lombarda  
via Santuario Inferiore, 33/D – 23890 Barzago (LC), paolatognini@iol.it

La visione della morfogenesi come una sequenza di fasi successive, distinte nel tempo (secondo il concetto di Davis) è difficile da eradicare, tuttavia le ricerche sulle grotte lombarde hanno contribuito significativamente ad affermare quello che è ora uno dei principi base dei moderni concetti speleogenetici: la carsificazione è un processo continuo nel tempo e i sistemi carsici sono antichi, hanno iniziato a formarsi durante le prime fasi di emersione della regione (e in alcuni casi mostrano tracce di processi di carsificazione ancora più antichi), si sono sviluppati ed evoluti durante l'orogenesi alpina, condizionati e controllati, di pari passo, dalla strutturazione tettonica, dall'evoluzione fisiografica, morfologica, climatica e paleoambientale regionale. Dall'osservazione delle morfologie e dei depositi relativi ai diversi processi speleogenetici riconosciuti nelle grotte lombarde (in particolare della zona lariana e varesina) derivano alcune considerazioni fondamentali:

- la speleogenesi non è ascrivibile a un unico processo, ma è la conseguenza di diversi processi che si succedono nel tempo, che possono anche agire contemporaneamente, e la cui intensità è variabile nel tempo. L'endocarso è quindi un sistema complesso e dinamico, che si evolve continuamente all'evolversi dei fattori che ne controllano i processi;

- la genesi e l'evoluzione dell'endocarso sono strettamente controllate dalla storia geologica, paleoclimatica, paleoambientale e morfologica della regione, e sono ad esse contemporanee: per comprendere la formazione e la strutturazione dei sistemi carsici è quindi necessario inquadrali in un contesto regionale, tenendo conto di tutti i fattori che ne hanno condizionato la formazione e l'evoluzione. Fondamentale è comprendere che questi fattori di controllo sulla carsificazione non sono immutabili nel tempo, ma si evolvono continuamente, controllando, di volta in volta, i diversi processi speleogenetici o di riempimento delle cavità;

- essendo le grotte un ambiente fortemente conservativo, l'endocarso rappresenta un prezioso archivio di dati per la ricostruzione dell'evoluzione regionale. Tuttavia, questi dati sono conservati in modo discontinuo: raramente un'unica grotta contiene i record completi dalle prime fasi speleogenetiche fino ad oggi. Per poter ricostruire la storia di una grotta, è quindi necessario comparare e correlare dati raccolti in diverse grotte della regione.

Le grotte lombarde sono pertanto state oggetto di un'analisi globale, che ha preso in considerazione la geometria dei sistemi carsici, le morfologie relative ai diversi processi speleogenetici e la loro distribuzione, la posizione e le caratteristiche degli speleotemi, integrandole con datazioni isotopiche e comparando poi tutti i dati con l'evoluzione regionale. Questo nuovo approccio, di cui il Prof. Bini è stato uno dei precursori in Italia, ha così permesso di ricostruire i principali processi speleogenetici delle grotte lombarde

e, attraverso la correlazione con la storia tettonica, paleogeografica e paleoclimatica regionale, ha consentito di integrare i dati di superficie, soprattutto per quanto riguarda la storia più recente, dal Miocene in avanti.

The idea of the evolution of a region, and of its related endokarst, as a sequence of distinct-in-time phases (as by Davis at the end of the 18th century) is hard to die, but Prof. Bini researches on caves in Lombardy effectively contributed to assert some of the modern concepts in speleogenesis: karstification is a continuous-in-time process and karst systems are old, they began to form during the first emersion phases of the region (and sometime they exhibit traces of even older karst processes), they were developed and evolved during the Alpine orogenesis, strictly controlled by the contemporary regional tectonic, morphological, topographic, climatic and paleoenvironmental evolution.

From the analysis of forms and deposits related to the different speleogenetic processes spotted in the Lombardy caves (especially in the Como Lake and Varese Provinces) some important observations can be derived:

- speleogenesis is not due to one single process, but it is the consequence of different processes following one another in time, or that can be active simultaneously, and whose intensity and effectiveness are variable in time. Endokarst is therefore a complex and dynamic system, continuously evolving following the evolution of the karst-controlling factors;
- endokarst genesis and evolution are strictly controlled by the regional geological, paleoclimatic, paleoenvironmental and morphological history: to understand karst systems formation and structure it is thus mandatory to place them in a regional context, keeping into consideration all the controlling factors and processes.

It is basic to understand that these factors controlling karstification are not unchanging in time, but they continuously evolve, controlling both speleogenesis and cave filling with deposits and speleothems. Endokarst reaction to surface evolution is however slower, so that normally caves are not in equilibrium with the present day surface conditions;

- caves are a very protective environment, so that endokarst is a very precious data archive for reconstructing regional evolution. These data are yet preserved discontinuously: very seldom one single cave contains a complete record of its own history, from the very first speleogenetic phase to present situation. For understanding cave history it is therefore essential to compare and to correlate different data collected in different caves of the study area.

Caves in Lombardy have thus been the object of a global and complete analysis, taking into consideration:

- cave systems geometry and arrangement and their relation with geological structure;
- morphologies related to the different cave-creating processes and their geographical and altitude distribution;
- speleothems position and characteristics;

integrating field data with isotopic dating methods, and finally comparing all data and records with the regional evolution.

Lombard endokarst exhibits several examples of cave systems not in equilibrium with the present topography. A keen analysis on morphology and speleothems points out:

- a paleokarst phase during episodic raising above sea level of the Esino Formation carbonate platform during Ladinian (i.e.: Northern Grigna);
- ancient hypogene processes, both related to tectonic phases during Alpine orogenesis (Val Malenco, SO, Northern Grigna, LC, possibly dating back to Oligocene) and to active local faults (M. Tremezzo, Alpe del Vicerè, CO, with possible mixing of hypogene and meteoric water);
- pseudoendokarstic processes due to very deep pedogenetic processes under a hot humid tropical climate (i.e. Mt. Bisbino, Valle Imagna) producing weathered rocks of "fantôme de roche" type, evolving into peculiar features both at surface ("karst-like" corridors and pinnacles) and underground (pseudoendokarst). Soil formation under hot humid climate is recognized over large areas in Lombardy, not only on carbonate parent material, and the process is likely to have been being continuous from uplift above sea level (early Miocene) till late Pliocene climate worsening predating the Quaternary Ice Age;
- "classical" karst features, whose evolution is related to topographic and climatic evolution, and is controlled by base level changing (neo-late Alpine tectonic uplift, Messinian entrenchment, Pliocene marine transgression).

Most endokarst features are not in equilibrium with the present situation, such as:

- galleries formed in the water filled zone are observed at different altitudes, much higher than the present base level (i.e.: 1.200-1.400 m above the p.b.l. in the Pian del Tivano System, 1.800-2.000 m in the Northern Grigna System, 900 m in the Campo dei Fiori System): they are different in age and related to different base level altitudes, which were continuously evolving while karst was evolving as a consequence;
- cave passages are often too large with respect to the present catchment areas: the hydrogeological basins in the past should have been much larger, related to large pre-Messinian plateaux (Pian del Tivano, Northern Grigna, Campo dei Fiori, ...);
- endokarst is cut by younger valleys and erosion surfaces (i.e.: by glacial scouring), resulting in a fragmentation of the original cave systems into smaller sub-systems;
- most cave systems in the Lake of Como surroundings have their main springs below the present lake level (Pian del Tivano, Grigna), karst features being observed below lake level and complex networks of drowned galleries being explored some tenths of meter deep;
- some springs are burden under younger sedimentary cover (i.e.: Campo dei Fiori main springs, covered with late Pliocene-Quaternary deposits);
- some caves contain sediments brought into by rivers, which are not consistent with any river possibly flowing into caves in the present topographic situation, containing grain of rocks which have been presently completely eroded away (Campo dei Fiori: Grotta di Fontana Marella);

- cave passages and speleothems are deformed by late-Alpine tectonics (early Pliocene, early Pleistocene (i.e.: Campo dei Fiori, M. Bisbino);
- speleothems radiometric dating often shows ages older than the method limit (350 ka) and even older than 1.5 Ma( $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ ). Some deposits are engulfed into sediments related with climate changing and glacial advance, so they must predate. A recent cosmogenic isotope dating proved cave sediments to be 7,2-2,6 Ma years old.

Prof. Bini was a forerunner and a pioneer in this kind of scientific approach in Italy: the results of his over 30 years research, together with his collaborators and students, allowed to understand and retrace the main speleogenetic processes which created caves in Lombardy (mainly in the Southern Alps) and the main climatic and environmental changes that filled caves with speleothems: the correlation of endokarst history with the regional tectonic, paleogeographic, morphologic and paleoclimatic evolution allowed surface data to be enriched with very important points, especially as far as the most recent geological history (from Miocene on) is concerned.

Very important observations have been thus enlightened, for instance, on hypogene speleogenesis relation with tectonic setting during Alpine orogenesis, tectonic uplifting of the region, pre-Messinian topographic situation, valleys evolution, Messinian entrenchment and the origin and evolution of Southern Alps lakes, deep weathering processes in tropical climate, climatic changing turning environment conditions from biostasis to rexistasis, the role of glaciations in modeling both landscape and endokarst. These results have been obtained by the very good co-operation of Prof. Bini with Lombardy cavers, whom he helped a lot to train and to achieve a scientific "eye" on karst and caves.

## **IL RILIEVO DELLE GROTTE**

Andrea Maconi

Gruppo Grotte Milano CAI-SEM; Società Speleologica Italiana; Federazione Speleologica Lombarda, INGRIGNAI, via Amedeo d'Aosta, 5 – 20129 Milano, andrea.maconi@fastwebnet.it

La speleologia, anche se spesso vista come un'attività fine a sé stessa e scorrelata dalla scienza, in realtà può essere praticata anche con uno spirito scientifico che permette la raccolta di dati non direttamente rilevabili dall'esterno.

Una delle attività principali della speleologia "scientifica" è l'effettuazione di misure che consentano la ricostruzione tridimensionale dell'andamento della grotta all'interno della montagna.

Gli strumenti utilizzati per l'effettuazione di misure sono piuttosto rudimentali rispetto a quelli attualmente utilizzati nella topografia esterna, ma devono garantire, oltre alla precisione delle letture, anche un peso ragionevole e robustezza nel confronto di urti. Nello stesso tempo, alcuni degli strumenti utilizzati in altri ambiti della topografia (esempio GPS) sono totalmente inutilizzabili nel sottosuolo.

Nell'ambito del rilievo di una grotta si inizia dunque con l'effettuazione di misure di distanza, di inclinazione e di orientamento rispetto al Nord dei diversi ambienti che costituiscono le cavità. Con tali misure, effettuate a partire da punti successivi, si ricostruisce dunque una poligonale. Attorno a quest'ultima viene poi rappresentato il rilievo vero e proprio della grotta, cioè il disegno che consente di descrivere elementi di dettaglio della cavità quali concrezioni, flussi d'acqua o d'aria etc.. Analogamente ai disegni tecnici, anche i rilievi delle grotte constano di piante e sezioni.

Questi dati consentono di capire l'andamento delle grotte all'interno della montagna e dunque di poter meglio comprendere ad esempio interrelazioni tra dissesti in superficie e presenza di vuoti sotterranei o ad esempio per studiare più nel dettaglio la circolazione idrica del sottosuolo e determinare meglio il bacino di alimentazione delle sorgenti.

Alfredo Bini è stato uno dei principali speleologi "scienziati" che hanno studiato importanti realtà del sottosuolo lombardo, come ad esempio la Grigna e il Pian del Tivano, che attualmente rappresentano due dei più complessi sistemi carsici d'Italia. È proprio grazie alla sua passione che sono stati raccolti tantissimi dati che sono serviti e serviranno ancora nel futuro per aumentare il grado di conoscenza del sottosuolo lombardo.

**BINI ET AL. 2009: THE MAP OF THE LAST GLACIAL MAXIMUM IN THE SWISS ALPS AND THE SPECIAL SITUATION IN INSUBRIA.**

Christian Schlüchter

Istituto di Geologia. Università di Berna.

To commemorate the LGM map of Switzerland is, above all, to bring back and treasure memories of a friend: memories of Alfredo Bini. Without him the LGM map would never have been published. My contribution to the Symposium is nothing else but a thank-you to Alfredo. The LGM-map has produced insight into several new aspects of the glacier configuration in the Swiss Alps during the last glaciation: (1) the existence of ice domes and high plateaus (Engiadina, Surselva, Goms and Zermatt) related to Föhn-controlled precipitation; (2) a local ice cap in the High Jura; (3) a local small glacier system of the Napf and (4) a new configuration of the outlet glaciers from the inner alpine ice to the southern alpine foreland in Insubria. - Especially, the configuration of the insubrian glaciers is under debate and the question has to be answered how the "new geometry", as it is on the map, can be explained. With the build-up of the huge masses of ice in the centers of Föhn precipitation it is evident, that its immediate result is an important mass turnover through the southern valleys. The result are long, slim and fast moving glaciers which drained the southern part of the accumulation areas and of the ice domes. The apparent disharmony in glacier configuration in the northern and southern alpine forelands is, therefore, a direct consequence of the paleocirculation during the build-up phase of the LGM alpine ice. A similar situation with important precipitation and fast moving glaciers with corresponding mass turnover are the glaciers of the west coast of the South Island of New Zealand (e.g. Fox Glacier, Franz Josef Glacier)

## **GEOLOGIA GLACIALE DELL'AREA DEL LAGO D'ORTA**

Valter Maggi

DISAT- UNIMIB, Piazza della Scienza 1, 2016 Milano

La morfogenesi glaciale della valle del Lago d'Orta è legata in particolare all'azione del Ghiacciaio della Val d'Ossola durante le fasi glaciali pleistoceniche. A differenza degli altri grandi laghi sudalpini, questo presenta un emissario che scorre verso nord, il fiume Strona, che confluisce nel Fiume Toce all'altezza di Gravellona Toce. In effetti, nella parte sud del lago è presente una soglia in roccia, posizionata a circa 70 m sopra il livello attuale (290 m slm).

La stratigrafia Quaternaria proposta prevede l'esistenza di 3 unità sintemiche, di cui una Olocenica e 2 del Pleistocene. La mancanza di datazioni non permette un'attribuzione cronostratigrafica sicura, ma è stato possibile definire una cronologia relativa, anche se ancora con definizioni locali. L'unità più recente, ascrivibile al Sintema del Po presenta sedimenti fluviali, lacustri e di versante di origine postglaciale olocenici e sono distribuiti prevalentemente negli impluvi sul fondo e sulle sponde del lago e vanno a costituire i conoidi alluvionali/delta conoidi allo sbocco delle valli che entrano nel lago. L'Unità di Gozzano (Pleistocene Superiore), raccoglie i depositi glaciali, fluviali/fluvioglaciali, lacustri/glaciolacustri e di versante legati all'Ultimo Massimo Glaciale e successivo ritiro. Questi depositi potrebbero essere inseriti nel Sistema di Cantù, anche e a tutt'ora non è stata evidenziata nessuna continuità con i depositi del vicino Lago Maggiore, dove la stratigrafia presenta una formalizzazione più avanzata. Questa unità presenta una serie di cordoni morenici e di terrazzi glaciali localizzati sui versanti del lago, alcuni depositi lacustri e delle piane fluvioglaciali. La complessa topografia della zona permette ricostruzioni attendibili solamente nella zona frontale tra Gozzano e San Maurizio d'Opaglio, dove i cordoni delle UMG e delle prime fasi di ritiro sono ben visibili. Nella parte settentrionale del Lago si osservano cordone morenici a circa 800 m di quota, che scendono fino a circa 360 m nella zona frontale di Gozzano. La presenza di alcuni depositi di conoide alluvionale lungo le sponde posizionati tra i 360 ed i 400 m di quota, oltre alla soglia presente a sud presso Gozzano, permette di ipotizzare, durante le fasi di ritiro del ghiacciaio, un livello del lago circa 70 m più alto di quello attuale, almeno fino a che il ghiacciaio non abbia superato la soglia di Gravellona Toce. A partire dall'UMG fino a tutta la fase di high stand del lago hanno funzionato una serie di scaricatori glaciali/piane fluvioglaciali che hanno costruito la zona pianeggiante a partire da San Maurizio d'Opaglio/Gozzano in direzione di Borgomanero.

Il Supersintema di Bolzano Novarese, Pleistocene medio, presenta depositi glaciali, lacustri, fluviali/fluvioglaciali ed eolici che presentano una forte alterazione, posizionati all'esterno del Sintema di Gozzano. Il cordone morenico della Malpensata ad est di Gozzano presenta sulla superficie una copertura di materiale fine, prevalentemente silt, di probabile origine loessica, come anche sulla cresta della Cascina Zenchi a 400 m di quota. Tra Pagno e Bugnate, sono presenti dei cordoni morenici che hanno creato un possibile sbarramento con depositi lacustri (oggi fortemente antropizzati).

La presenza di materiale glaciale sparso, con massi erratici lungo il versante del Monte Rello a oltre 500 m di quota suggerirebbe un'altra unità con rango di Supersistema, ma le scarse evidenze non permettono nessuna considerazione stratigrafica se non una posizione più elevata dei ghiacciai del Lago d'Orta.

## **RAPPORTI TRA MORFOLOGIE E STRUTTURE NELLA GENESI DEI CIRCHI GLACIALI TRA IL PASSO SAN MARCO E IL PIZZO DEI TRE SIGNORI (ALPI OROBIE OCCIDENTALI)**

Alice Ghiselli<sup>1</sup>, Alfredo Bini

<sup>1</sup>geol. Alice Ghiselli – [alice.ghiselli@gmail.com](mailto:alice.ghiselli@gmail.com)

Osservando l'andamento delle creste in zone di alta montagna, alla testata delle valli, ci si accorge della frequente presenza di forme arrotondate che delimitano depressioni dal fondo circa pianeggiante. Queste forme sono chiamate "circhi glaciali" in quanto la loro origine è sempre stata considerata strettamente legata all'attività dei ghiacciai. A partire dalla seconda metà del diciannovesimo secolo, vari autori hanno elaborato diverse ipotesi nel tentativo di spiegare la genesi e l'evoluzione dei circhi. Pur attribuendo diversa importanza ai vari processi, la maggior parte delle teorie riconosce nel movimento dei ghiacciai l'azione principale.

Questo lavoro è un tentativo di capire se e come le strutture preesistenti all'azione glaciale controllino la genesi e l'evoluzione di tali morfologie. A tale scopo si è scelta una zona delle Orobie Occidentali, appartenente al crinale che divide il versante valtellinese da quello brembano, compresa tra il Passo San Marco e il Pizzo dei Tre Signori, nella quale sono state analizzate dodici aree occupate da circhi al fine di definire in dettaglio il rapporto tra le forme e le strutture sia alla macroscala che alla mesoscala. Oltre al rilievo geologico e geomorfologico di dettaglio è stata condotta un'analisi dei dati strutturali che ha portato alla definizione di sei fasi deformative: tre pre-alpine e tre alpine.

L'elaborazione dei dati strutturali e geomorfologici di terreno, unita a valutazioni qualitative sull'effettiva azione dei ghiacciai, permettono di identificare una stretta relazione tra le strutture e le morfologie dei circhi. Grazie a tali considerazioni, è possibile elaborare un modello di genesi per questi circhi. Le depressioni sono state inizialmente prodotte dai processi tettonici, agenti durante l'orogenesi alpina, e, in seguito, accentuate dall'erosione delle acque e dalla dinamica di versante. Successivamente tali depressioni hanno permesso la formazione dei ghiacciai di circo. Questi ultimi hanno esercitato, poi, una semplice azione di raccolta e sgombero del detrito precedentemente prodotto. Dopo l'ultima fase glaciale l'unico fenomeno attivo è la dinamica di versante che, direttamente controllata dalle strutture preesistenti, ha contribuito a modellare le aree di circo così come oggi le vediamo.

## **EVOLUZIONE OLOCENICA DELL'ALPE VEGLIA (VCO) NEL CONTESTO DELLE ALPI CENTRALI**

Ivo Rigamonti e Alessandro Uggeri

Idrogea servizi – Varese

L'Alpe Veglia si trova in Val d'Ossola, provincia VCO, Alpi Centrali. Si tratta di una piana montana, sviluppata a circa 1900 m di quota, circondata da montagne con massima elevazione raggiunta dal M.Leone (3552 m). La piana è stata interessata da popolamento preistorico, ritenuto principalmente di età mesolitica.

Essa è stata oggetto di uno studio multidisciplinare che si è articolato nelle seguenti attività:

- raccolta ed analisi delle stratigrafie di una decina di sondaggi profondi (fino ad un centinaio di metri) eseguite in passato da ENEL
- esecuzione di 1 sondaggio a carotaggio continuo spinto fino a 110 m e di 20 microsondaggi.
- esecuzione di 2 sezioni sismiche profonde

L'indagine geofisica rivela che al di sotto della piana del Veglia il substrato forma una depressione, con una profondità massima di 120 m, d'origine tettonica (Veglia Fault Zone). Nella depressione si accumulano circa 40 m di depositi glaciali s.l. di presunta età tardo Pleistocenica. Il limite superiore dell'unità è irregolare, con tratti sommitali da subpianeggianti a convessi e approfondimenti che ricalcano l'andamento della rete idrografica attuale. All'aggradazione segue una marcata fase erosionale, che incide la piana per almeno 40 m, marcata da un sottile livello di ghiaie.

Seguono depositi lacustri siltosi, sabbiosi e, in subordine, argillosi, da laminati a massivi. Sedimentologia e palinologia indicano che la deposizione è avvenuta in una fase di forte arretramento delle fronti glaciali, in un contesto vegetazionale di foresta aperta in via di affermazione: si verifica una colonizzazione delle sponde, dapprima da parte di piante pioniere (Betula, Larix) e quindi di Pino Cembro, in foreste aperte.

Il passaggio estremamente rapido da sedimentazione fluviale a lacustre suggerisce la messa in posto istantanea di uno sbarramento, legato a dissesti di versante che hanno interessato il fianco destro (occidentale) dell'attuale forra del T. Cairasca, dove è ancora possibile osservare gradoni in roccia ribassati e tracce di distacchi in parete.

Ai depositi lacustri seguono sabbie fini prevalenti espressione di una fase d'instabilità geomorfica, che smantella depositi e suoli formati in una precedente fase di biostasia e innesca una nuova fase di aggradazione. Il cambiamento nel regime deposizionale è confermato dal passaggio a ghiaie grossolane, che determinano l'edificazione subaerea del conoide di Cianciavero. Si ritiene che l'edificazione del conoide sia terminata attorno a  $\approx$  5000 anni cal BP: la superficie del conoide si raccorda morfologicamente con la piana principale del Veglia, che ha fornito un'età, in prossimità della superficie, di 5282 - 4867 anni cal BP.

A partire da circa il 5000 cal BP la piana è soggetta ad un trend degradazionale, con decisa prevalenza dell'erosione sull'aggradazione ed evolve per cicli fluviali d'incisione - aggradazione, che, attraverso un progressivo abbassamento del livello locale di base, porteranno alla configurazione morfologica attuale. Integrando i dati raccolti si può ricavare il seguente quadro:

- a circa 5000 anni B.P. ha inizio il successivo ciclo fluviale nella Piana del Veglia, con l'incisione dei depositi della superficie principale.

- segue una fase di deposizione, che si conclude intorno al 3300 cal BP, espressa dalla formazione della superficie II della Piana. Nello stesso periodo (circa 3.000 B.P.), in prossimità del limite Subboreale/Subatlantico, si chiude anche una fase di instabilità dei versanti espressa da depositi colluviali.

- il successivo evento è una fase di biostasia generalizzata, che porta alla formazione di torbe, nel periodo imperiale romano (55 BC - 350 AD). I dati palinologici indicano condizioni climatiche calde, testimoniate dall'innalzamento dei piani forestali, (comparsa di pollini di *Abies alba* e aumento delle concentrazioni polliniche di piante arboree).

- segue quindi una nuova fase deposizionale che mostra segni di rallentamento e stasi a partire dal periodo alto medioevale (465-770 AD), per terminare all'incirca nel 1100 AD. I dati palinologici (diminuzione del rapporto AP/NAP e delle concentrazioni) registrano una progressiva diminuzione della foresta a vantaggio della prateria alpina.

- segue, nel basso medioevo, a partire dal 1100 AD circa (*Optimum* climatico medioevale) una fase nuovamente caratterizzata dalla prevalenza di condizioni di stasi e stabilità geomorfica, in cui si registra la maggiore frequenza di torbe. Dal punto di vista palinologico, a partire dall'anno 1000 circa aumentano e diventano diffusi (fino ai tempi attuali) i pollini di piante indicatrici di pascolo e alpeggio.

- gli ultimi episodi deposizionali significativi sono riconducibili alla PEG (1400 - 1850 AD circa), nel corso della quale e sino alla fine del 1800 tutti gli apparati glaciali avanzano, dando origine ad apparati morenici frontale. Sotto il profilo palinologico la PEG è registrata dalla diminuzione del rapporto AP/NAP e dall'abbassamento dei piani vegetazionali. Nel complesso la PEG, nonostante sia riconosciuta a livello globale come l'evento climatico freddo più notevole dell'intero Olocene, ha una scarsa rilevanza dal punto di vista morfo-deposizionale, al di fuori delle aree di diretta influenza dei ghiacciai.

## **LE GROTTE GHIACCIAIE: UN ARCHIVIO DI INFORMAZIONI**

Stefano Turri

CGA Consulenze Geologiche Ambientali, Morbio Inferiore (CH), stefano.turri@geoamb.ch

I depositi di ghiaccio ipogeo hanno un grosso potenziale per la conservazione di informazioni climatiche del passato.

Lo studio delle carote di ghiaccio permette di acquisire parametri circa la composizione dell'atmosfera in periodi remoti, caratterizzando parte della storia del clima.

I depositi di ghiaccio sotterraneo rendono le grotte ghiacciaie un interessante e affascinante campo di studio per geologi, climatologi, fisici e biologi.

I problemi che si incontrano nello studio dei depositi di ghiaccio sotterranei sono spesso diversi da quelli che si incontrano nella "glaciologia classica".

Per studiare questi preziosi archivi devono essere messi in relazione dati epigei e ipogei di varia natura; solo dopo aver capito le interazioni tra i due ambienti è possibile effettuare interpretazioni di carattere paleoambientale.

Il piccolo gruppo di ricerca "speleoglacio", che Alfredo Bini ha costituito nel 1999, è nato proprio con l'intento di conoscere, con un approccio metodologico multidisciplinare, i fenomeni che interessano queste grotte, per poter interpretare le informazioni prodotte dallo studio di questo tipo di ghiaccio.

Una sfida quella di Alfredo lanciata anche in ambito internazionale, caldeggiando e favorendo la realizzazione dei tanti workshop dedicati allo studio dei numerosi aspetti del ghiaccio ipogeo.

Dal 2004 IWIC (International Workshop on Ice Cave) è arrivato quest'anno alla sua settima edizione (Postojna, Slovenia, 16-22 maggio 2016) dopo essere stato organizzato in Romania, Repubblica Slovacca, Russia, Austria, Italia e in Idaho USA, offrendo sempre la possibilità di incontro, scambio e nascita di collaborazioni internazionali.

## **LA QUESTIONE DELL'APPARATO MORENICO DEL GARDA ALLA LUCE DELLE RECENTI RICERCHE SUL TORRION DELLA VAL SORDA**

Mauro Cremaschi, Andrea Zerboni

Dipartimento di Scienze della Terra "A. Desio", Università degli Studi di Milano

L'apparato morenico del Lago di Garda è certamente una delle evidenze più vistosa e meglio conservata dell'Età Glaciale al margine meridionale delle Alpi. Per tale ragione su di esso si concentrò l'attenzione di molti studiosi, italiani e stranieri, già a partire dalla seconda metà del XIX secolo. In particolare, circa l'età del sistema, si contrapposero l'opinione di Penck e Brückner e quella di Venzo circa la posizione delle morene riferibile all'Ultimo Massimo Glaciale.

La successione stratigrafica della Val Sorda che si trova margine occidentale di Monte Moscal (Garda orientale), già nota anch'essa alla letteratura del XIX secolo, ha oggi un ruolo particolare per dirimere la questione e per offrire un quadro per certi aspetti innovativo dell'evoluzione quaternaria dell'area.

La serie comprende una spessa coltre di loess racchiusa fra due coltri di depositi glaciali e fluvioglaciali. Un articolato programma di datazioni radiometriche (radiocarbonio, OSL e IRSL) è stato intrapreso ed è ancora in corso. Sulla base di queste datazioni, che sono in accordo con quanto osservato presso altre serie stratigrafiche dell'area quale quella della grotta di Fumane, la serie loessica risulta depositata fra i MIS 4 e 2; pertanto la il deposito glaciale superiore risale a questa età. Poiché questo deposito è parte della morena più esterna dell'apparato gardesano, tale età (il MIS 2) dovrebbe estendersi a gran parte di essa. Lo studio micromorfologico della sequenza, che è stato condotto in parallelo alle recenti indagini geocronologiche, permette di precisare i processi intervenuti nell'arco cronologico della sua deposizione.

## **UNITÀ GEOLOGICHE E INTERPRETAZIONE DI UN PAESAGGIO COMPLESSO: L'EVOLUZIONE DELLA VALSASSINA A PARTIRE DAL MIOCENE**

Luisa Zuccoli Bini

Via delle Erbe, 1 - 23826 Mandello del Lario (LC) IT, zuccoli.luisa@gmail.com

La Valsassina è la valle che borda sul lato orientale il gruppo delle Grigne e ha un decorso del tutto siongolare nel contesto delle Prealpi. È percorsa dal fiume Pioverna che scorre verso N, a differenza degli altri fiumi delle prealpi meridionali. Si raccorda al Lago di Como da due lati: l'Orrido di Bellano (percorso dal Pioverna) a settentrione e la parte di Valsassina non percorsa dal Pioverna, ma dal Gerenzone a meridione. Nella zona di Balisio è una valle morta, non percorsa da alcun fiume.

La sua morfologia attuale si spiega con la sua storia più che con una genesi specifica. Per narrare questa storia è necessario partire all'analisi delle unità geologiche neogenico-quadernarie presenti nella valle e procedere considerando uno ad uno i vincoli logici che queste unità impongono. Si arriva così a una ricostruzione della sequenza delle numerose fasi di scavo e riempimento della valle, con l'evidenza di almeno tre fasi di movimento tettonico a partire dal Gelasiano, mentre il drenaggio era sempre rivolto a meridione, per poi passare alla deviazione verso N del Pioverna nel Pleistocene medio.

Lo studio delle unità stratigrafiche è quindi il metodo che consente di oltrepassare la questione generica dell'origine della valle, per arrivare alla lettura della morfologia come sintesi attuale della storia geologica del territorio. La Valsassina non è, infatti, in sé, né una valle di origine fluviale, né una valle di origine glaciale, né una valle di origine tettonica, ma è certamente una valle: senza una unica origine, ma con una sua storia.

Valsassina is a valley on eastern side of Grigna mountain which has a unique development in Prealps context. Pioverna river flows in the valley northward contrary to all the rivers in southern Prealps. The valley reaches Como lake in two different points: the Pioverna river flows to the North into the lake in correspondence of the Orrido di Bellano canyon, but this valley joins the lake also to the South. The second southern part of the valley isn't run by Pioverna river, but is the Gerenzone stream valley. In the middle part of the valley, near Balisio, it is a dry valley.

The present morphology of this valley can be explained by his history rather than a specific origin. In order to tell this history it is important the anlysis of neogenic-quadernary geologic units considering, step by step, the constraints fixed by the unit features. This method leads to a sequence of several episodes of digging and filling of the valley and to, at least, three tectonic phases from Gelasian age, while Pioverna river flowed southward, before its change of direction to the North in the middle Pleistocene. The study of stratigraphic units is therefore the method that allows to cross the threshold of the generic issue of the origin the valley toward the interpretation of present morphology as a summary of the geological history of the area. Indeed the

Valsassina isn't, in itself, neither a fluvial valley, nor a glacial valley, nor a tectonic valley, but it is certainly a valley: it has a heritage, not an origin.

## **IL RUOLO DELLA GEOLOGIA DEL QUATERNARIO NEL PROGETTO CARG LOMBARDIA**

Andrea Piccin e Marina Credali

Regione Lombardia, DG Territorio, Urbanistica e Difesa del suolo

La geologia del Quaternario ha avuto un ruolo importante nel Progetto di Cartografia Geologica di Regione Lombardia, fin dalla sua impostazione, alla metà degli anni '90. La Commissione per la stratigrafia del Progetto CARG, istituita nel 1995 presso il Servizio Geologico Nazionale (c.d. Commissione Pasquaré) aveva già rimarcato la necessità di approcciare il rilevamento dei depositi neogenico-quadernari nei nuovi fogli geologici alla scala 1:50.000 con un maggiore approfondimento e dettaglio e si era lungamente impegnata nell'identificare il tipo di unità stratigrafiche più idonee a rappresentarli; le prime esperienze di cartografia geologica, condotte dalla Regione Emilia-Romagna in modo omogeneo su un vasto areale, hanno contribuito a verificare la reale applicabilità delle unità definite in base alle caratteristiche delle loro superfici limite nel contesto geologico italiano, utilizzando dapprima le allunità e poi le unità a limiti inconformi (UBSU).

È stato tuttavia il rilevamento dei Fogli alpini, dominati dai depositi di origine glaciale, a mettere in evidenza l'importanza e la complessità di questo approccio, che aveva come fine principale il dare pari dignità a quelle che, in precedenza, erano definite genericamente come "coperture", spesso risolte in poche unità litologiche con una sommaria organizzazione stratigrafica basata su vecchi modelli, rispetto al c.d. "substrato roccioso" che, fino ad allora, costituiva più del 90% della legenda di una carta geologica.

La scuola milanese guidata da Alfredo Bini e quella torinese da Franco Carraro, a cui si è più tardi aggiunta quella padovana con Castiglioni e Pellegrini, avevano iniziato ad affrontare il rilevamento delle valli alpine e degli anfiteatri glaciali utilizzando e sperimentando il nuovo approccio "stratigrafico": particolare significato in Lombardia ha avuto il rilevamento e la redazione della Carta Geologica 1:50.000 della Provincia di Bergamo, realizzata tra il 1994 e il 1996 (anche se pubblicata solo nel 2000), con una particolare attenzione proprio ai depositi neogenico-quadernari.

È in questo contesto che nel 1996 prende avvio in Regione Lombardia il Progetto CARG: esso riguarda inizialmente 10 fogli alla scala 1:50.000 (ciascuno con circa 600 kmq di territorio da rilevare alla scala 1:10.000), con un'impostazione organizzativa che prevede la costituzione di un "ufficio speciale" con 10 funzionari geologi, appositamente assunti con un concorso dedicato alla cartografia geologica, tre dei quali dedicati al rilevamento delle successioni quadernarie; la direzione di rilevamento e il coordinamento scientifico sono affidati in Convenzione all'Università di Milano (per 7 fogli), all'Università di Pavia (1 foglio) e al CNR-IDPA di Milano (2 fogli). Ogni foglio ha un proprio Direttore di Rilevamento, mentre i Coordinatori Scientifici sono tre, uno per Ente di Ricerca; viene inoltre stabilito che per tutti i fogli del Progetto ci sarà un Direttore di Rilevamento

trasversale, Alfredo Bini, al fine di garantire qualità e omogeneità al rilevamento dei depositi quaternari, principale elemento innovativo del Progetto.

Per la maggior parte dei fogli attivati, il territorio è stato battuto palmo a palmo da due gruppi di geologi rilevatori specializzati, uno per il substrato e uno per i depositi neogenico-quaternari: ciò ha garantito sicuramente il dettaglio e la qualità del rilevamento, soprattutto per i depositi quaternari che rappresentavano in quel momento la nuova frontiera della cartografia geologica; d'altro canto, l'impiego di due operatori sullo stesso territorio ha certamente costituito un aggravio dei costi e del tempo impiegato per il rilevamento (mediamente, circa 1 kmq al giorno per operatore). Purtroppo solo raramente le rispettive priorità scientifiche e i relativi programmi di rilevamento hanno permesso di formare coppie di rilevatori che potessero ottimizzare il lavoro in sicurezza; più spesso, il rilevamento è stato condotto in modo separato, tanto da impedire per molte aree e per diverso tempo il completamento del rilievo alla scala 1:10.000, molto richiesto dai professionisti impegnati negli studi geologici a supporto della pianificazione urbanistica comunale. La mancata condivisione del lavoro sul campo ha inoltre dilatato il tempo necessario alla stesura definitiva della carta, dovendo armonizzare due carte di campagna con rilievi e limiti diversi. Particolare attenzione è stata poi necessaria per bilanciare substrato e quaternario nella fase di sintesi per la produzione dei fogli alla scala 1:50.000 e anche in questo caso l'esigenza di garantire la leggibilità di tutte le informazioni, sia per il substrato che per il quaternario, ha richiesto uno sforzo non indifferente, che un rilievo armonizzato in partenza avrebbe certamente alleviato.

È tuttavia importante sottolineare come il progetto CARG di Regione Lombardia abbia realizzato una vera e propria banca dati geologica vettoriale alla scala del rilevamento (1:10.000), di cui il foglio stampato alla scala 1:50.000 rappresenta solo una fotografia ad un certo istante: esiste pertanto la concreta opportunità di un aggiornamento progressivo dei dati di campagna (ad esempio nel caso di studio di nuovi affioramenti) e del loro utilizzo per eventuali nuove interpretazioni, sia che esse derivino dall'acquisizione di nuovi dati che dalla revisione dei modelli a suo tempo elaborati. Questa opportunità, che tornerebbe a vantaggio di tutta la comunità geologica, sia scientifica che professionale, può essere sfruttata attivando forme di collaborazione tra Regione, Università, Enti di Ricerca e Ordine Professionale, per mettere a fattor comune le competenze e le risorse di ciascuno. Significativo, a questo proposito, ricordare anche lo sforzo economico sostenuto per il Progetto CARG Lombardia: per la realizzazione di 13 fogli, oltre al finanziamento statale pari a circa 3.8 Milioni di Euro (mediamente circa 300k€ per foglio), Regione Lombardia ha contribuito con un proprio cofinanziamento di 4.2 Milioni di Euro, finalizzato sia alla costruzione del sistema informativo geologico che, a partire dal 2000, per accelerare i lavori di rilevamento coinvolgendo, con contratti di consulenza a progetto, fino a 22 geologi professionisti specializzati in rilevamento geologico, di cui 8 dedicati al rilevamento dei depositi quaternari. Nelle ultime fasi del lavoro sul terreno, approfittando della "maturazione culturale" sul Quaternario nel frattempo intervenuta e della tipologia delle unità ancora da rilevare (recenti e di alta montagna), si è attuata una modalità di rilevamento unificato (rilevatore unico per

substrato e quaternario), con consulenza specialistica di un esperto di Quaternario per le situazioni più complicate: era questa la modalità più efficace da percorrere? Probabilmente sì, ma oggettivamente non era realistica all'inizio del Progetto, quando mancava una competenza diffusa sui nuovi criteri di rilevamento per il Quaternario e il quadro stratigrafico di riferimento era ancora in costruzione.

A che punto siamo oggi? Con il Progetto CARG sostanzialmente congelato per mancanza di ulteriori finanziamenti statali, al di là delle diverse aree che rimangono da rilevare in Lombardia, ci sono due temi importanti da affrontare.

Il primo riguarda la necessità di fornire agli utilizzatori delle carte geologiche delle chiavi di interpretazione stratigrafica sul gran numero di unità "quaternarie" definite nei diversi fogli: se per quanto riguarda le unità appartenenti all'Ultimo Massimo Glaciale (LGM) e alcuni altri gruppi di unità relativamente recenti un lavoro di sintesi è stato già pubblicato (Bini, Ferliga e Zuccoli, 2015), il mondo delle unità del Pleistocene medio resta un puzzle complesso da interpretare. Per valorizzare davvero il "nuovo quaternario" e trasformarlo in patrimonio di conoscenza comune, sarebbe quindi necessaria una capillare azione di formazione indirizzata ai geologi professionisti, che sono i principali utilizzatori delle nuove carte geologiche.

Il secondo tema riguarda la necessità di integrare quanto definito nei Fogli CARG al margine alpino con il modello stratigrafico del sottosuolo in Pianura Padana, impostato fin dall'inizio degli anni 2000 (Regione Lombardia-ENI-Agip, 2002 e Muttoni et AL, 2003) e consolidato da numerose ricerche successive. La giunzione tra i Fogli 096 Seregno e 097 Vimercate con il limitrofo Foglio 118 Milano ha già richiesto un intervento interpretativo in questo senso (Foglio 118 Milano, in stampa), ma un importante lavoro deve ancora essere fatto nel settore più orientale dell'Alta Pianura, tra Adda e Chiese. Si tratta però di lavorare in una sorta di "terra di nessuno", in cui le unità affioranti al margine della pianura sprofondano nel sottosuolo e l'interpretazione stratigrafica delle linee sismiche ENI diventa problematica, in quanto tali unità sono troppo superficiali per la risoluzione della sismica industriale. Occorrerebbe probabilmente "cucire" questi due mondi con una serie di sezioni sismiche ad alta risoluzione ma, in mancanza di queste, si può intento ragionare utilizzando i dati stratigrafici dei sondaggi a carotaggio continuo già realizzati, cercando di riconoscere in sottosuolo i passaggi stratigrafici principali e utilizzando un approccio multidisciplinare integrato (analisi di facies, paleomagnetismo, analisi palinologiche e di provenienza dei sedimenti), già positivamente collaudato in diverse occasioni. L'attuale disponibilità di una Banca Dati dei pozzi, sondaggi e penetrometrie, omogenea e affidabile (Geoportale della Lombardia/Banca Dati Geologici di Sottosuolo), potrà certamente aiutare in un lavoro così complesso.

## **THE GLACIAL AMPHITHEATRE OF THE SERIO VALLEY AND ITS NEOGENIC FRAMEWORK**

Carla Ferliga

Regione Lombardia, DG Territorio, Urbanistica e Difesa del suolo

The middle Serio valley is characterized by a widening, opened to the East on the so-called "Clusone basin", a deep intramontane depression which is today the watershed with Oglio basin.

Nevertheless Serio glacier was a local, valley confined ice tongue, which never reached the piedmont plain, its front, standing during pleistocenic advances in this wide area, could build up a well developed amphitheatre, characterized by complex sedimentary successions, influenced also by an Oglio glacier lateral tongue, coming from the East.

Data collected during geological surveys for the Bergamo Province Geological Map, for some degree thesis and for Regione Lombardia Carg project - all at 1:5000 scale - are here revised, taking advantage of the new data collected in the last ten years, in order to update geological map of continental sin- and post-orogenic units deposited in the "Serio amphitheatre", outlining some steps of the history of the whole area.

In the area between Ponte Nossa, Piario and Clusone, three main sin- and post-orogenic sequences can be distinguished, each delimited from the other by important erosional surfaces, well recognizable here and towards the East up to high Borlezza valley.

The first sedimentary phase dates up to Neogene, and comprises thick alluvial bodies, up to one hundred meters thick, deeply cemented up to completely litified, preserved as isolated lithosomes up to Valcanale fault (the upstream limit of mesozoic carbonatic units). Typically, they are interested by relict karst phreatic features, both in the body and at the bedrock contact; after karstification, they are cut by deepening of hydrographic pattern, perhaps during Messinian lowering of mediterranean sea level, and are now suspended up to 300 m on present valley floor.

The new, post-messinian topography is filled by a second sedimentary sequence, comprising also glacial deposits; it reaches in this area about 600 m a.s.l. The upper part of it outcrops along the borders of Clusone basin, on the Serio slopes and, as a remoulded substrate of the third sequence, in the middle of the area. Sedimentary bodies of the second sequence are directly superposed one onto the other, sometimes with minor erosional surfaces cutting part of the underlying unit, and are well identifiable by lithological features (i.e. sedimentary facies, petrography of clasts, degree of cementation) and stratigraphic position. So, they give an example of "classical" litostratigraphy applied to neogenic-quadernary continental sedimentary record. In this sequence, at least three glacial advances can be recognized, and an interglacial phase in which the basin was dammed, giving rise to a wide lacustrine environment. A main erosional phase deeply cuts all these deposits, reaching at least the present valley floor - at 460 m a.s.l. - or more, and shapes them as residual hills, outcropping from the successive sedimentary cover.

The younger units of the second sequence show diffused post-depositional deformation features which, together with sudden deep excavation of the hydrographic pattern, suggest a tectonic uplift of the area during perhaps lower-middle Pleistocene.

The third sedimentary sequence lies into the second main unconformity surface, and is characterized by terraced alluvial or fluvio-glacial bodies and by glacial sediments of middle and upper Pleistocene. These latter are spread on a wide area, reflecting the extension of the ice tongue in each advance, so that not only developing of true morphologies, but also of distinguishable weathering profiles has been possible. This third sequence - the revision of which is now in progress - can be analyzed mainly as allostratigraphic units, it builds up the actual "glacial amphitheatre", with well recognizable morains and fluvio-glacial plains, directly connected also with Oglio glacier lateral tongue deposits, outcropping to the East, in the middle Pleistocene San Lorenzo glacial amphitheatre.

The complex succession of events here outlined comes from analysis extended to all the Serio and the Borlezza basins, and is an outstanding example of the importance of dedicated geological surveys, carried out by specialized geologists, in order to define, for each sedimentary basin, its peculiar stratigraphic succession of continental units to be used for CARG project synthesis mapping.

**L'ANFITEATRO MORENICO DEL VERBANO:  
UNA CARTA GEOLOGICA IN EVOLUZIONE**

Claudio Bussolini

Libero professionista

La carta geologica alla scala 1:100000 dell'anfiteatro morenico del Verbano riassume e sintetizza le conoscenze raccolte in oltre 15 anni di lavoro. L'approccio al rilevamento del territorio è stato sin dall'inizio innovativo in quanto si è scelto non di affidarsi al modello glaciale classico, fin qui adottato, ma di rilevare e cartografare ex novo corpi sedimentari riconoscibili per qualche loro caratteristica oggettiva, analogamente a quanto avveniva per il substrato. Ciò ha comportato che, oltre ad utilizzare un nuovo strumento per la definizioni dei corpi geologici rilevati, individuato nelle unità allostratigrafiche di allora recente istituzione, si è dovuto anche creare un modello geologico in continuo mutamento per potersi adeguare alle sempre più complesse conoscenze acquisite durante il rilievo dell'anfiteatro, dalle aree centrali e più recenti fino a quelle più esterne ed antiche. Data l'ampiezza dell'area rilevata si sono dovute affrontare diverse problematiche, la correlabilità tra unità presenti in anfiteatro o nelle vallate; l'interazione tra unità appartenenti a differenti anfiteatri e bacini di alimentazione; la variabilità ed il numero dei corpi geologici riconosciuti ha inoltre reso evidente che la coesistenza di unità allostratigrafiche e litostratigrafiche è possibile in quanto ogni corpo geologico è risultato riconoscibile in quanto rispondente ai criteri dell'uno o dell'altro sistema di classificazione.

## **IL QUATERNARIO "PRATICO": ESEMPI APPLICATIVI DI UNA RICERCA DI GEOLOGIA DEL QUATERNARIO A NORD DI MILANO**

Andrea Strini

Libero professionista, andreastrini@yahoo.it

Il presente lavoro vuole illustrare come una classica ricerca di Geologia del Quaternario possa avere alcuni risvolti di interesse applicativo nel campo della pianificazione territoriale. L'area oggetto di studio è situata nella zona a NordEst di Milano, tra i fiumi Adda e Lambro a Nord dell'autostrada Milano-Venezia. Alla fase di rilevamento geologico è seguita la redazione della cartografia geologica alla scala 1:10.000, la ricostruzione della geometria dei corpi sepolti tramite la redazione di 44 sezioni geologiche e la ricostruzione dell'evoluzione del territorio. Inoltre è stato condotto uno studio del fenomeno denominato "occhi pollini", tipico della Brianza, che consiste nella formazione di cavità in sedimenti anche non cementati; gli "occhi pollini" possono raggiungere la superficie generando cedimenti improvvisi del suolo. Di questi è stato compilato un inventario, ne sono state identificate 4 tipologie e, alla luce del modello geologico, ne è stato proposto un modello genetico.

I criteri utilizzati per la redazione della carta geologica, inserita nella Cartografia Geologica d'Italia (fogli 096 Seregno e 097 Vimercate), hanno previsto l'uso di allunità, riconosciute sia tramite il rilevamento sia tramite correlazioni a scala di bacino. Le alloformazioni sono anche indicate nella DGR IX-2616 di Regione Lombardia quali unità a cui riferirsi nella redazione della componente geologica, idrogeologica e sismica a supporto dei Piani di Governo del territorio (PGT); nella stessa DGR è prevista inoltre la ricostruzione di sezioni geologiche significative. La corretta definizione delle morfologie superficiali e sepolte e l'attribuzione dei depositi superficiali e profondi alle diverse unità, però, è attuabile solo con il rilevamento di ampie porzioni di territorio quali quella interessata dallo studio, ben più vasta della superficie media comunale. Lo studio diventa quindi un riferimento nella redazione della cartografia geologica del PGT, dalla quale deriva la carta di fattibilità geologica delle azioni di piano; quest'ultima è lo strumento con cui l'assetto geologico del territorio di fatto influenza le scelte urbanistiche e pone delle prescrizioni nella realizzazione delle opere.

I risultati ottenuti con lo studio degli occhi pollini sono stati la base per ulteriori approfondimenti sul fenomeno che hanno portato alla redazione di una prima carta di suscettibilità a queste morfologie nelle aree della provincia di Monza e Brianza. Questa carta, unita ad una prima sintesi delle conoscenze sul fenomeno, è stata inserita del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) della Provincia di Monza e Brianza; lo stesso PTCP, inoltre, inserisce tra i contenuti minimi dei PGT l'analisi e la redazione di norme relative agli occhi pollini. Sebbene si prestino a ulteriori approfondimenti e miglioramenti, la carta e le indicazioni del PTCP sono un primo passo verso una migliore gestione del territorio anche da questo punto di vista.

Il rilevamento geologico di dettaglio, inoltre, ha permesso di identificare 5 geositi di importanza regionale e provinciale sia di tipo morfologico che geologico che sono stati inseriti nel PTCP di Monza e Brianza.

Lo studio della Geologia del Quaternario trova quindi risvolti applicativi non solo in un'ottica sito specifica per la risoluzione del singolo problema geologico, ma esteso su aree di grande ampiezza assume un ruolo fondamentale nella pianificazione territoriale.

## **RAPPORTI TRA GEOLOGIA, CARISMO E IDROGEOLOGIA NELLE ALPI LIGURI (PIEMONTE MERIDIONALE)**

Bartolomeo Vigna e Cinzia Banzato

Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture – Politecnico di Torino

Il lavoro ha lo scopo di evidenziare l'importanza dei dati provenienti dagli studi sul carsismo profondo delle Alpi Liguri per affinare le conoscenze dell'assetto geologico-strutturale e approfondire le informazioni di carattere idrogeologico.

Già nel 1982, Alfredo Bini presentò una nota al convegno internazionale di Imperia sul carso di alta montagna ("Note morfologiche su alcune cavità della zona Conca delle Caresene, Pian Ambrogi, Marguareis: Abisso del Perdus, Abisso Cappa, Gouffre des Trois – Autori: Bajo F., Balbiano C., Bini A., Quinif Y.), nella quale veniva evidenziato come i dati raccolti nelle cavità carsiche possano essere di aiuto per tracciare il quadro evolutivo del carsismo di una determinata zona.

L'evoluzione carsica di una determinata area è pesantemente condizionata dalle situazioni stratigrafiche e geologico-strutturali, nonché dai processi di ringiovanimento del Quaternario. In particolare, nelle Alpi Liguri, l'assetto morfologico delle diverse cavità è legato sia alla successione stratigrafica del Brianzese Ligure, sia alla particolare situazione strutturale presente tra la copertura carbonatica (calcarei dolomitici e dolomie, calcari puri e calcari scistosi) e le sottostanti rocce metamorfiche (quarziti e metaconglomerati permo-triassici e meta-vulcaniti permiane).

Nel presente lavoro vengono esaminate alcune aree carsiche ubicate nella zona compresa tra i massicci del Marguareis e del Mongioie e in alta Val Corsaglia. Attraverso i dati raccolti nelle principali cavità, è stato possibile ricostruire un assetto geologico-strutturale piuttosto diverso da quello descritto dai precedenti autori, i quali ricavano le loro interpretazioni da informazioni provenienti unicamente dal rilevamento geologico di superficie. Inoltre, mediante l'andamento plano-altimetrico dei principali sistemi carsici, è stato possibile ricostruire l'evoluzione carsica delle diverse aree esaminate, che sembra essere stata condizionata principalmente dal ringiovanimento del livello di base carsico. Quest'ultimo è a sua volta legato agli approfondimenti del reticolo idrografico superficiale (glaciazioni e approfondimenti fluviali) e dalle ultime fasi di sollevamento del rilievo alpino.

Questa complessa evoluzione morfologica plio-quadernaria, insieme alla situazione geologico-strutturale dei diversi massicci condiziona l'idrogeologia dell'intera area, con la presenza di sistemi carsici molto evoluti caratterizzati da repentini e rilevanti cambiamenti della portata e dei principali parametri chimico-fisici delle acque legati agli apporti infiltrativi.

## DAL POZZO DI SCIENZA

Markus Felber

Direttore della Rivista di Scienze della Terra Geologia Insubrica, casella postale 124, CH-6834 Morbio Inferiore

Alfredo Bini, oltre che ad essere il fondatore e co-fondatore di ben 2 riviste (SPELEOLOGIA nel 1979 rispettivamente GEOLOGIA INSUBRICA nel 1996) è autore di più di 300 pubblicazioni a carattere scientifico e/o divulgativo.

In sintesi, il 44% dei contributi riguarda la carsologia, il 41% la geologia in cui prevale chiaramente la tematica del Quaternario, il 5% è invece relativo allo studio più generale del territorio e alla sua evoluzione sulla base di osservazioni derivate dalla carsologia e, infine, il 10% riguarda la cartografia.

Dall'analisi di questi documenti e dall'accesso al suo ordinato e puntuale archivio emerge la "filosofia" della ricerca e della comunicazione scientifica di Alfredo Bini, supportati da chiari e illuminanti esempi relativi al suo amore per la Scienza a 360° (non solo carsismo e Quaternario ma anche zoologia, botanica, climatologia e allo studio della storia della stessa Scienza ecc.). Dalla rivisitazione della lettura e del lavoro di Alfredo Bini emergono esempi sul suo quotidiano operato didattico e di divulgazione, sul continuo confrontarsi e mettersi anche in discussione rispetto agli autori precedenti e ai loro modelli, sui suoi principi circa l'oggettiva acquisizione di dati, sui suoi ben noti rigore e coerenza scientifici, sulla meticolosità ed estrema precisione richiesta per il rilievo sul terreno e per la riproduzione grafica, sull'elaborazione dei modelli stessi da lui sviluppati, sul suo desiderio di riportare il sapere e lasciarlo in eredità: "Noi lavoriamo in un campo delle Scienze Naturali molto particolare, ben differenziato dagli altri campi. I dati sono per noi fondamentali; se noi descriviamo bene i dati ossia la carta e gli affioramenti, costruiamo qualcosa che non scompare" (da note di Alfredo Bini, senza data) oppure ancora come scritto nella prima edizione Geologia Insubrica sugli obiettivi della rivista stessa "E' intenzione [...] dare spazio principalmente a contributi la cui base di dati sia palese e significativa, oltre che ad ampie revisioni su argomenti di recente sviluppo e di interesse generale" (p. 5 dell'Editoriale del fascicolo 1+2/1996).

L'accurato e quasi cinquantennale lavoro di Bini sfocerà, in modo costante a partire dagli ultimi anni, nella pubblicazione di questa mole di preziosi dati di terreno in una quindicina di stampati della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50'000 del Servizio Geologico d'Italia ma anche nella nuova carta dell'LGM alpino edito da Swisstopo.



## I GEOSITI DELL'INSUBRIA, PROVE TECNICHE DI UN GEOPARCO

Andrea Tintori<sup>1</sup>, Alfredo Bini<sup>1</sup>, Markus Felber<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze della Terra 'A.Desio' - andrea.tintori@unimi.it

<sup>2</sup>CGA – Consulenze Geologiche Ambientali, Morbio Inferiore

La conoscenza approfondita di un territorio deriva dall'averlo percorso più e più volte, con l'occhio che via via coglie sfumature scientifiche differenti via via che l'esperienza stratifica le nostre conoscenze. Importante è pure l'obbiettivo di partenza, più diversificato è, meglio sarà per una visione globale, magari che travalica i confini amministrativi e politici! Tutto ciò ha portato ad immaginare un percorso ideale, nel tempo (dal Carbonifero ad 'oggi) e nello spazio che potesse valorizzare anche solo una parte del patrimonio geopaleontologico dell'Insubria, delle Prealpi che dalle Grigne arrivano al lago Maggiore attraversando il Canton Ticino meridionale, un progetto a grande respiro, almeno nell'idea iniziale. La prima fase in realtà è stata concreta, la raccolta di ulteriori dati sui siti più rappresentativi, la predisposizione di percorsi geopaleontologici e di brevi guide, un primo tentativo di messa in rete, quest'ultimo forse l'aspetto più problematico. Se infatti è relativamente facile divulgare un sito, almeno per chi lo conosce profondamente, più difficile è mettere d'accordo amministrazioni ed enti locali che spesso tendono ad avere una visione più immediata e 'particolare'. Ci si scontra anche con il concetto di 'geosito': al solito la teoria è magari semplice, l'applicazione un po' meno. Quantità o qualità è la prima scelta da fare e la fonte di scontro tra chi conosce veramente il territorio in un'ottica più ampia e chi non è mai andato oltre il proprio 'orticello'. Grazie ad un progetto INTERREG avente come capofila la Comunità Montana Valsassina, Valvarrone, Val d'Esino e Riviera questa prima fase è stata comunque produttiva, con la messa in opera di tre percorsi didattici (Grigna Settentrionale/Piallerai, Corni di Canzo/Sasso Malascarpa e Monte Generoso/ Caverna Generosa), una serie di pannelli predisposti per i vari rifugi della Grigna Settentrionale e la predisposizione di 'totem' illustranti sia il sito che l'insieme del percorso, per tutti i siti considerati (non tutti messi in opera però!). la parte divulgativa ha visto anche la preparazione di opuscoli illustranti il percorso generale, gruppi di siti geograficamente vicini e infine un pieghevole per ogni sito. Purtroppo, come spesso capita, il punto debole è la distribuzione.....

Il passo successivo sembrava la cosa più logica, una naturale evoluzione del progetto in una struttura che veramente coordinasse i diversi siti considerati, magari aggiungendone alcuni per una migliore completezza del percorso temporale. Il concetto di Geoparco Unesco sembrava corrispondere esattamente alla nostra idea: siti gestibili in modo indipendente ma coordinati per quanto riguarda la valorizzazione. Certamente ci si trovava di fronte a problematiche non usuali quali soprattutto la discontinuità geografica e l'appartenenza a due nazioni diverse, Italia e Svizzera. Quest'ultimo sembra essere l'ostacolo maggiore, anche alla luce dell'esperienza del sito Unesco Monte San Giorgio, allora iscritto solo per il lato svizzero. Comunque, una prima serie di contatti aveva chiarito come la situazione era anzi un incentivo ulteriore, si sarebbe trattato del

primo Geoparco transnazionale. Sulle ali dell'entusiasmo si iniziò a predisporre il dossier ma tutto finì bruscamente. L'amministrazione del Canton Ticino si oppose al progetto, anche se non fu del tutto chiaro perché, o forse sì, almeno a noi. Ancora una volta quindi ci si scontrò con l'insipienza e l'ottusità di coloro che dovrebbero invece facilitare le occasioni di sviluppo e valorizzazione del territorio. Parte del progetto venne ripresentato recentemente, in modo approssimativo e raffazzonato, senza un valido supporto scientifico che invece costituisce la base per qualsiasi progetto di Geoparco UNESCO. Naturalmente non passò la visita di valutazione della commissione. Il sogno resta ancora nel cassetto, carissimo Alfredo!

**I CORSI DI AGGIORNAMENTO PER DOCENTI  
DELLE SCUOLE SECONDARIE SUPERIORI**

Fiammetta Lang e Maria Concetta Andreacchi

Il professore Alfredo Bini ha partecipato in qualità di Relatore a corsi di aggiornamento e di formazione rivolti ai docenti di scienze delle scuole superiori delle province di Como e di Lecco presso il Liceo Scientifico "Enrico Fermi" di Cantù, dal 1995 al 2010. Ha guidato gli insegnanti nella lettura del territorio e nella comprensione della sua evoluzione passata, presente e futura sia con lezioni teoriche sia con uscite sul campo, dall'Olona alle Grigne.

## **PROGETTO TU.PA.CA.: UN NUOVO PORTALE WEB PER LA CONDIVISIONE DEL CATASTO SPELEOLOGICO DELLE GROTTRE LOMBARDE**

Damiano Montrasio e Andrea Ferrario

Federazione Speleologica Lombarda

Alfredo Bini si è occupato per molti anni del Catasto delle Grotte, sia per conto della Società Speleologica Italiana che, a livello locale, per conto dell'Ente Speleologico Regionale Lombardo (ESRL) prima e per la Federazione Speleologica Lombarda (FSLo) poi. Aiutato da tanti amici, in particolare da Alberto Pellegrini, ha rilevato, studiato e divulgato il carsismo della Grigna Settentrionale, ha avviato e concluso la scansione digitale di un vastissimo materiale cartaceo, ha ordinato e trasferito su database le informazioni, mettendo le basi di una futura fruizione del catasto nell'era dell'informatizzazione. Oggi ne raccogliamo l'eredità e il frutto di questa passione.

A 90 anni esatti dalla sua ideazione, nel 1926, ad opera di Corrado Allegretti, Leonida Boldori, Cesare Chiesa, il Catasto delle Grotte Lombarde approda sul web grazie al Progetto Tu.Pa.Ca. (Tutela del Patrimonio Carsico), realizzato con il finanziamento di Fondazione Cariplo. FSLo vuole sancirne ufficialmente l'apertura al grande pubblico proprio nella giornata dedicata al ricordo della figura di Alfredo. La realizzazione di un database on line è la nuova frontiera per poter condividere e aggiornare dati che prima d'ora restavano conservati nei personal computer di pochi speleologi. La gestione del Catasto delle Grotte Lombarde si rinnova e si arricchisce con questo nuovo strumento che potrà garantire una diffusione e un riconoscimento a chi ha da sempre contribuito al Catasto, come forse non era mai stato fatto fino ad oggi. Il Database contiene oltre 4600 schede catastali per anni rimaste 'protette': una parte di queste informazioni sarà resa disponibile a tutti, mentre un'altra parte verrà messa a disposizione della comunità speleologica, per conoscere la propria storia e per rilanciare nuove esplorazioni.

Alfredo ha fortemente difeso la paternità del catasto in seno agli speleologi lombardi, ma con noi condivise l'idea di rivoluzionarne la sua gestione e fruizione. A suo modo aprì alla possibilità di avere un archivio web, pur mantenendo le rigide regole di verifica e aggiornamento del dato che ne hanno garantito fino ad ora la qualità.

Oggi il Progetto Tu.Pa.Ca. corona soprattutto il suo lavoro e la sua passione per il Catasto delle Grotte Lombarde.

## **LA DIVULGAZIONE SCIENTIFICA ALLA PORTATA DI TUTTI**

Andrea Ferrario

Federazione Speleologica Lombarda

La capacità di comunicare concetti complessi con parole semplici e alla portata di tutti è una dote non comune, anche tra le persone più preparate e competenti. Alfredo Bini era un abile comunicatore scientifico e sia nei suoi scritti divulgativi che nelle presentazioni al pubblico era capace di coinvolgere ed appassionare anche persone senza nessuna base scientifica. La schiettezza dei termini e l'utilizzo di metafore facilmente comprensibili gli consentiva di farsi capire facilmente da chiunque, trasmettendo ad un ampio pubblico conoscenze scientifiche che altrimenti sarebbero rimaste relegate ad ambiti più accademici.

La sua passione per la Speleologia lo portava spesso a confrontarsi con speleologi desiderosi di capire ciò che rappresentava l'ambiente della grotta; essi riconoscevano in Alfredo una figura di riferimento per comprendere meglio concetti non sempre alla portata di tutti.

## POSTER

## **NUOVI DATI PROVENIENTI DAI DINTORNI DI SAN COLOMBANO AL LAMBRO E DALLA PIANURA PADANA A EST DI MILANO: ANALISI LITOSTRATIGRAFICA, COMPOSIZIONALE E MICROPALÉONTOLOGICA**

Alfredo Bini<sup>1</sup>, Mariangelo Baio<sup>1</sup>, Donata Violanti<sup>2</sup>, Edoardo Martinetto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze della Terra Arditò Desio, via Mangiagalli 34, Milano

<sup>2</sup>Dipartimento di Scienze della Terra, via Valperga Caluso 35, Torino

Vengono presentati nuovi dati sul sottosuolo dell'area di San Colombano al Lambro e nell'area compresa fra Lambro e Molgora (Pianura Padana Lombarda) ottenuti grazie allo studio di *cuttings* provenienti dallo scavo di pozzi ad uso idropotabile e da sondaggi geognostici.

Nell'area posta nei dintorni della collina di San Colombano al Lambro, la successione descritta da Baio *et al.* (2004), è costituita a partire dall'alto da una sequenza detritica a composizione prevalentemente sedimentaria, seguita da una seconda a componente prevalentemente metamorfica; date 14C hanno fornito età di 19.909 e 20.785 cal BC (la prima) e 28.679 e 28.295 cal BC (per la seconda). La provenienza dei clasti è prealpina\alpina. Segue verso il basso una sequenza detritica a composizione anomala: a volte prevalgono nettamente quarzo e serpentinoscisto a volte la selce e le vulcaniti permiane; l'origine dei clasti è alpina\prealpina, mentre per la provenienza si ipotizza da W\NW per la presenza di "Granito rosa di Baveno". Una data 14C ha fornito età >40.410 BP. Seguono con brusco contatto erosivo sedimenti fini con vegetali e macrofossili marini. L'indagine micropaleontologica ha evidenziato a Genzone microfaune marine oligotipiche indicative di ambiente salmastro, di laguna o di parte interna di delta, con *Ammonia tepida* e *Haynesina depressula*, a partire dalla profondità di 167 m p.c. (-90 m slm circa). A Casalpusterlengo (Zorlesco) l'argilla limosa posta alla profondità di 102 m p.c. (-36 m slm) contiene una microfauna di origine marina (*Ammonia papillosa*, *A. tepida*) e abbondanti megaspore di *Azolla filiculoides* e *Salvinia natans*, felci acquatiche in prevalenza segnalate in acque dolci stagnanti. Le megaspore di *Azolla* e *Salvinia* suggeriscono consistenti apporti da acque dolci in un'area marina poco profonda durante un intervallo interglaciale del Calabriano (Martinetto *et al.*, 2014). I microfossili provenienti dai dintorni di Orio Litta indicano una paleobatimetria al limite fra l'infraitorale e il circolitorale con apporti da aree meno profonde; la presenza di *Bulimina marginata* indica un intervallo temporale compreso fra il Gelasiano e l'Olocene.

Nell'area a E di Milano sono stati studiati 12 pozzi ubicati fra il fiume Lambro e il torrente Molgora. Le analisi composizionali sulle ghiaie e le numerose sezioni geologiche hanno permesso di caratterizzare 4 macrounità (Bini *et al.*, 2016); le composizioni petrografiche indicano una provenienza dei sedimenti da N, con alimentazione dalla Valtellina e dalla fascia prealpina compresa fra Como e Lecco. Le analisi micropaleontologiche eseguite sui campioni provenienti dai pozzi (Cassina de' Pecchi, Cernusco sul Naviglio, Cologno Monzese, Pantigliate, Paullo, Pioltello, Peschiera Borromeo, Rodano, Segrate, Settala)

non hanno rintracciato microfossili marini in posto alle profondità raggiunte dallo scavo dei pozzi (fra 110 m e 170 m); i primi microfossili marini in posto vengono segnalati a profondità comprese fra 250 m e 300 m circa nei pozzi Agip Segrate 1, Cernusco 2 e Cernusco 3.

**Bibliografia:**

- Baio M., Bersezio R. & Bini A., 2004. Assetto geologico della successione quaternaria nel sottosuolo fra Melegnano e Piacenza. *Italian Journal of Quaternary Sciences*, 17 (2/1), 355 - 359
- Bini A., Sciunnach D., Bersezio R., Scardia G., Tomasi F., Beretta G.P., Carcano C., Rogledi S., Rovida A., Strini A., Stucchi M. & Miletta S. 2016. Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Foglio 96 Seregno. ISPRA, 181 pp.
- Martinetto E., Bertini A., Basilici G., Baldanza A., Bizzarri R., Cherin M., Gentili S. & Pontini M.R. 2014. The plant record of the Dunarobba and Pietrafitta sites in the Plio-Pleistocene palaeoenvironmental context of central Italy. *Alpine and Mediterranean Quaternary*, 27 (1): 29 – 72

## **LA SEZIONE GEOLOGICA APPLICATA ALLO STUDIO DEL RISCHIO ARCHEOLOGICO ALCUNI ESEMPI IN LOMBARDIA E IN EMILIA**

Mariangelo Baio<sup>1</sup>, Fabrizio Pavia<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze della Terra Ardito Desio, via Mangiagalli 34, Milano

<sup>2</sup>AR/S Archeosistemi soc. coop., Via Nove Martiri 11/A Reggio Emilia

A partire dagli anni 2000 la "verifica preventiva del rischio archeologico" si è gradualmente inserita nelle fasi di progettazione di importanti infrastrutture ed opere pubbliche. Attualmente il D.Lgs. 163/2006 (Codice degli Appalti), artt. 95-96, definisce competenze ed interventi necessari per la realizzazione dell'indagine archeologica che non può prescindere dalla conoscenza dell'evoluzione geologica del sottosuolo. La predisposizione di una sezione geologica archeologica, realizzata in fase progettuale, propone una visione territoriale allargata e riproduce uno spaccato bidimensionale del territorio da cui è possibile dedurre l'evoluzione verticale, laterale e temporale degli ambienti sedimentari ed evidenziare gli andamenti, le profondità e le età delle paleosuperfici potenzialmente interessate dalla presenza di depositi archeologici. Nella Pianura Padana solitamente gli insediamenti si conservano all'interno di sequenze deposizionali databili al Postglaciale (generalmente dal Mesolitico >10.000 anni B.P. al Rinascimento). La sovrapposizione della potenzialità archeologica con l'infrastruttura da realizzare esprime il rischio archeologico relativo, che si rifletterà sui tempi e sui costi dell'opera stessa.

Sono presentate due sezioni geoarcheologiche, la prima in prov. di Bergamo (Bini *et al.*, 2015) e la seconda in prov. di Parma (Baio *et al.*, 2010). Gli studi di dettaglio eseguiti nei due casi esposti hanno portato ad individuare due potenziali rischi archeologici molti diversi fra loro; nel caso del tratto in prov. di Bg il rischio archeologico varia da 0 a 4 m di profondità, quindi con forti probabilità di rinvenimenti a piano campagna o poco sotto, con possibilità di troncature erosionali conseguenti le numerose divagazioni fluviali attestate durante l'Olocene. Nel caso del tratto in prov. di Pr. il rischio è compreso fra il piano campagna e i 20-25 m circa quindi con possibilità di rinvenimento di diverse paleosuperfici datate conservate a maggiori profondità separate e sigillate da potenti sequenze alluvionali.

### **Bibliografia**

Baio M., Pavia F. & Valloni R., 2010. Ricostruzione geoarcheologica della paleosuperficie che marca il passaggio climatico fra il Paleolitico superiore e il Mesolitico, cds XLV riunione scientifica IIPP, Modena

Bini A., Baio M. & Pavia F., 2015. Analisi di una sezione geologica tracciata Adda e Mella, al limite fra alta e bassa pianura. *Geol. Insubr.* 11/ (2015)1, 3-16

## **DISTRIBUZIONE E ASSETTO STRATIGRAFICO DEI DEPOSITI GLACIALI LGM NEL SETTORE NORD ORIENTALE DELL'ANFITEATRO DEL GARDA, TRA BARDOLINO, LAZISE E LA VALSORDA (VR)**

Andrea Brenna<sup>1</sup>, Andrea Zerboni<sup>2</sup> e Alfredo Bini<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Università degli Studi di Padova, Dipartimento di Geoscienze

<sup>2</sup> Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Scienze della Terra "A. Desio"

Una delle problematiche ancora aperte riguardanti lo studio dell'Anfiteatro morenico gardesano riguarda l'interpretazione cronologica delle numerose cerchie moreniche esistenti e, in particolare, l'individuazione dei depositi relativi all'Ultimo Massimo Glaciale (LGM) e la descrizione dei rapporti stratigrafici esistenti fra questi e i corpi geologici quaternari più antichi. Al fine di incrementare le conoscenze relative alla genesi e allo sviluppo del settore Nord-orientale dell'Anfiteatro del Benaco, attraverso l'esecuzione di un rilevamento geologico e morfologico di un'area collocata a ridosso della sponda orientale del Lago di Garda fra i Comuni di Bardolino, Lazise e Cavaion Veronese (Verona), è stata realizzata una carta geologica di dettaglio in scala 1:10.000. In questa regione, l'elemento morfologico e geologico di particolare interesse nella risoluzione della problematica precedentemente esposta è la forra della Valsorda, presso Cavaion Veronese. Il rilevamento è stato condotto classificando i depositi descritti in unità allostratigrafiche associate a relativi eventi e glaciazioni. Le unità individuate sono state distinte sulla base di: presenza di paleosuoli conservati, caratteristiche dei colluvi e caratteristiche del calcrete sommitale, il cui sviluppo è in grado di fornire indicazioni circa l'età relativa di messa in posto del sedimento. Dal punto di vista morfologico, il territorio è caratterizzato dalla presenza di allineamenti di dossi morenici intervallati da piane di origine fluvioglaciale. La forra della Valsorda ha origine nella porzione centrale del M. Moscal e si estende per poco più di 1 km con andamento EO-O, fino a generare un ampio conoide di deiezione. Lungo il versante orografico sinistro della Valsorda è possibile osservare numerosi affioramenti in corrispondenza dei quali sono esposti abbondanti depositi prevalentemente di origine glaciale. Tra questi ultimi, il Torrione della Valsorda, costituisce una sezione stratigrafica di fondamentale interesse. L'osservazione della successione ha permesso di riconoscere potenti depositi di origine glaciale estesi per oltre 20 m e relativi ad almeno tre distinti episodi deposizionali, di cui l'ultimo fortemente pedogenizzato. Questi sono sormontati da un intervallo loessico, in corrispondenza del quale sono osservabili gli effetti di un processo pedogenetico avvenuto fra 30.000 e 18.000 anni BP. Al di sopra del loess sono collocati materiali aventi caratteristiche sedimentologiche tali da essere interpretati come il risultato di sedimentazione controllata da processi legati all'acqua e dalla gravità. Il materiale è quindi stato interpretato come deposito complesso di origine fluviale e con componenti legate a colate ad elevata energia derivanti dai versanti. Per la quasi totalità della propria estensione la forra è delimitata in destra e in sinistra dalla presenza di una scarpata di terrazzo generalmente continua che taglia le morfologie glaciali e fluvioglaciali adiacenti alla forra. La Valsorda è stata interpretata come il risultato

dell'incisione ed erosione localizzata operata da flussi fluviali, probabilmente molto concentrati, e di colate ad elevata energia indotti dal bacino di drenaggio collocato in corrispondenza della piana posta nella porzione centrale del M. Moscal. Le caratteristiche sedimentologiche osservate negli affioramenti della Valsorda e la geometria del terrazzo delimitante l'incisione della forra hanno permesso di svincolare l'attribuzione temporale dei depositi glaciali osservati dal dato numerico disponibile da letteratura. I depositi collocati superiormente all'intervallo loessico pedogenizzato sono associati ai fenomeni caratterizzanti la genesi della forra in un periodo compreso fra l'Episodio Garda (LGM) e il post-LGM. Per questa ragione essi sono stati ascritti all'Alloformazione del Garda in facies fluviale e mista. Tali depositi sono delimitati a Sud dalla scarpata di terrazzo descritta. I depositi glaciali al di sotto del loess hanno un'età più antica di 18.000 - 30.000 a BP e sono stati ascritti alle alloformazioni relative a glaciazioni del Pleistocene medio (Glaciazione Monte Forca, Glaciazione M. San Pietro e Glaciazione M. San Zenò). Le creste moreniche troncate dalla Valsorda in prossimità della sezione stratigrafica del torrione sono associabili ai depositi descritti in posizione immediatamente inferiore al Loess della Valsorda, diventando quindi interpretabili come Alloformazione di Monte San Zenò. Le cerchie moreniche interpretate come relative alla Glaciazione Puegnago sono state invece collocate in posizione più interna dell'anfiteatro, anch'esse comunque tagliate dall'incisione della forra. Variazione più significativa rispetto alle precedenti interpretazioni ricade certamente sulla posizione della cerchia morenica relativa alla massima avanzata della Glaciazione Garda (LGM). Essa è stata collocata in prossimità della riva attuale del lago sulla base dei caratteri osservati in corrispondenza degli affioramenti descritti e sulla base della correlazione con quanto noto per la sponda bresciana. Questo implica un netto ridimensionamento della Glaciazione Garda e un ritorno a conclusioni simili a quelle già ottenute da Venzo, conformemente anche a quanto osservato negli altri anfiteatri del versante meridionale delle Alpi. Il LGM risulta essere un evento di dimensioni piuttosto contenute e inferiori a quelle relative alle glaciazioni precedenti.

## **RELATIONSHIPS BETWEEN DSGSDS AND THE LAST GLACIATION IN CHIAVENNA VALLEY**

Davide Tantardini, Tiziana Apuani e Alfredo Bini

Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Scienze della Terra "Ardito Desio", via Mangiagalli 34, 20133  
Milano, Italy.

The field survey carried out in the last years in Chiavenna Valley has allowed to clarify the age relationships between the last glaciation and the Deep-Seated Gravitational Slope Deformations (DSGSDs).

A deep-seated gravitational slope deformation is a gravity-induced process affecting large portions of slopes evolving over very long periods of time, that can be recognized thanks to the characteristic deformations of the topographic surface. In literature, the "postglacial debuttressing" is considered as a major DSGSD predisposing factor, but in Chiavenna Valley there are field evidences that indicate a different situation, i.e. that some DSGSDs were present before the last glaciation. This is proven, substantially, by the presence of tills, ice-contact deposits and glacial landforms in open DSGSD trenches and over graben-like depressions or DSGSD ridges.

We present some geomorphological maps for older-than-LGM DSGSD in Chiavenna Valley, along with a brief description.

It is unlikely that these DSGSDs formed during the glacial advance, when the valley was progressively filled by the glacier, because of the lack of the potential gravitational energy: so these DSGSDs are older than some tens of thousands of years. An older-than-LGM age for the DSGSD, at least the ones located in the upper tip of Lario Valley, is suggested also by the valley bottom morphology: the Upper Lario area is a deep Messinian valley. It is logical to think that the slopes started to reequilibrate themselves, through DSGSDs, immediately after the Messinian entrenchment.

## **MAP OF THE GLACIAL PHASES AND RECONSTRUCTION OF THE LGM IN CHIAVENNA VALLEY.**

Davide Tantardini, Tiziana Apuani e Alfredo Bini

Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Scienze della Terra "Ardito Desio", via Mangiagalli 34, 20133  
Milano, Italy.

The field survey was carried out in Chiavenna Valley allowed us to reconstruct the glacial phases in this area, in order to understand the glacial dynamics and to map the area occupied by glaciers at the LGM.

The glacial phases identify the growth-melting cycles of the glaciers, and their morphological evidences allow to identify the maximum limit reached by the glacier in each phase. 115 glaciers present in Chiavenna Valley during the deglaciation were identified. This high number is due to the splitting of major glaciers into their original cirque glaciers during the general melting. The glacial phases were reconstructed correlating the moraines and the erratics surveyed, by accounting for the geometry of the glacier and the present-day behavior of major glaciers, and were put in relative chronological order.

A reconstruction of the area occupied by glaciers at the LGM, based on the trimline evidences, was carried out. The reconstruction shows that at the LGM, almost all the valley was occupied by glaciers. Only the most elevated ridges and peaks emerged above the ice surface. At N, the glacier was in contact with glaciers belonging to the Rhein drainage basin.

The main part of the Chiavenna Valley was occupied by the Engadina glacial body, which was joined by the smaller San Giacomo glacier at Chiavenna. The two glaciers flowed together through the lower Chiavenna Valley, but maintained their respective identity, as confirmed from the petrography of tills and the difference in altitude of the trimline evidences on the opposite slopes of the valley. This valley glacier inserted its lateral tongues into tributary valleys; the minor glaciers were entirely constrained into their original cirques; they were constituted by accumulation zones that could even be in direct contact with the main valley glacier.

## **QUATERNARY DEPOSITS OF CHIAVENNA VALLEY**

Davide Tantardini, Tiziana Apuani e Alfredo Bini

Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Scienze della Terra "Ardito Desio", via Mangiagalli 34, 20133  
Milano, Italy.

From the year 2009 to 2015 a 1: 10,000 scale comprehensive geomorphological and sedimentological field survey was carried out in Chiavenna Valley (Valchiavenna). One of the aims of this field survey was to identify and to map the Quaternary deposits of this area, in order to collect data useful for the reconstruction of the geological evolution of this area.

We present a 1: 50,000 scale map of the Quaternary deposits of Chiavenna Valley. The map was drawn mostly upon direct field survey data, integrated with indirect observations and orthophotographs photointerpretation where the mountainous territory prevented a direct field survey.

The various deposits were discriminated on the basis of the depositional process that sedimented them. The sedimentological properties of the deposits were used to identify their facies and their depositional process. 73 outcrops were described.

In Chiavenna Valley there are glacial, slope, fluvial, lacustrine and small tufa deposits.

The sedimentological properties and the weathering profiles permitted us to classify the Quaternary deposits in Chiavenna Valley using Allostratigraphic Units. In lower Chiavenna Valley the outcropping deposit belong to three alloformations: the Cantù Alloformation and the very small Prato Fortunato Alloformation contain deposits of the last glaciation; the Postglacial Unit contains deposits of the subsequent, and current, interglacial period.

A detailed description of the characteristics of these units is provided.

**RILEVAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E STRUTTURALE DELLA  
GROTTA DI COLLE BIANCO (CB):  
LA SPELEOLOGIA NELL'ATTIVITÀ PROFESSIONALE**

Alice Ghiselli<sup>1</sup>, Roberto Margutti<sup>2</sup>, Marzio Merazzi<sup>3</sup> e Andrea Strini<sup>4</sup>

<sup>1</sup> geol. Alice Ghiselli – [alice.ghiselli@gmail.com](mailto:alice.ghiselli@gmail.com)

<sup>2</sup> Saint-Gobain Gyproc

<sup>3</sup> geol. Marzio Merazzi

<sup>4</sup> geol. Andrea Strini

La speleologia è l'attività di esplorazione dell'endocarso. Nonostante sia considerata un'attività amatoriale essa è stata spesso utilizzata quale fonte primaria di informazioni per ricerche scientifiche specialmente in ambito accademico. L'esplorazione delle grotte, infatti, consente di avere una visione diretta della geologia di sottosuolo, con la possibilità di ricavare dati geologici, strutturali, idrogeologici altrimenti inaccessibili.

Il presente lavoro vuole mostrare come l'esplorazione speleologica possa essere utilizzata efficacemente anche nell'attività professionale. L'incarico oggetto del presente lavoro prevedeva il rilevamento topografico, geologico, geomorfologico e strutturale della Grotta di Colle Bianco sita tra le località di Larino e Guglionesi (CB), allo scopo di approfondire la conoscenza dei giacimenti gessiferi del Basso Molise. La grotta in esame si sviluppa, difatti, in litologie appartenenti ai depositi evaporitici Messiniani, oltre ad essere ubicata a poca distanza da due attività estrattive nei gessi.

Oltre al rilievo topografico di dettaglio, quindi, sono stati raccolti ed elaborati dati strutturali (fratture e superfici di strato), morfologici (posizione e descrizione delle morfologie dei vani e delle morfologie di dettaglio) e idrologici (stillicidio, scorrimento di acqua e presenza di piccoli laghi). A completamento della raccolta dati, è stata effettuata una misura di portata del corso d'acqua che attraversa la grotta e sono stati raccolti dati di giacitura dei banchi di gesso anche in esterno. I dati sono stati cartografati alla scala 1:200 sulla base del rilievo effettuato. Sono state redatte due carte tematiche: strutturale e morfologica-idrologica.

La grotta di Colle Bianco è un esempio di traforo idrogeologico percorribile interamente dall'inghiottitoio alla risorgente. È costituita da un ramo attivo e da un ramo fossile, superiore, collegati tramite brevi tratti verticali.

L'analisi dei dati strutturali ha permesso l'individuazione di sei sistemi di fratture oltre alla stratificazione. Il controllo strutturale sulla morfologia della grotta è molto marcato: le gallerie risultano sviluppate per la maggior parte lungo la direzione derivante dall'intersezione tra la stratificazione (228°/30) e due dei sistemi di fratture individuati (26°/60 e 5°/72°). Il controllo strutturale sulla morfologia è evidente anche nelle sezioni delle gallerie che risultano abbastanza monotone e condizionate dalle superfici di strato che costituiscono la volta. Le gallerie hanno tipiche forme rettangolari o triangolari mentre disturbi locali si hanno in corrispondenza di zone influenzate tettonicamente. Queste sono legate in genere a fratture con grande continuità laterale che, in alcuni casi, generano il basculamento del banco di gesso che costituisce la volta. Le forme

originarie, inoltre, sono spesso modificate da accumuli di depositi clastici di dimensioni metriche.

Dal punto di vista idrico la grotta è suddivisa in un ramo fossile, superiore, e in un ramo attivo, lungo il quale scorre il Fosso del Vallone delle Macchie che attraversa l'intera cavità e costituisce la risorgenza a valle. L'apporto dato dallo stillicidio è minoritario. Durante la campagna di rilevamento il corso d'acqua era caratterizzato da dimensioni e portata modeste (0,5 l/min). Nonostante ciò la presenza di evidenti segni di piena lungo le pareti della grotta e di abbondanti resti vegetali testimonia che le condizioni idriche possono variare notevolmente: il corso d'acqua è caratterizzato da forti piene e, almeno in passato, ha allagato le gallerie raggiungendo livelli molto più elevati di quello osservato al momento del rilevamento. In tali condizioni praticamente l'intero ramo attivo della grotta risulta allagato con formazione di sifoni.

L'esplorazione speleologica applicata allo studio di giacimenti minerali ha permesso di individuare i rapporti della grotta con le strutture primarie e secondarie dei depositi gessiferi oggetto di attività estrattiva, oltre a definire la circolazione idrica dell'area. Tali elementi sono fondamentali per lo sviluppo progettuale di coltivazione mineraria.

In conclusione, il rilevamento dell'endocarso, laddove fattibile, rappresenta un ottimo strumento di correlazione e integrazione dei dati geologici acquisiti con indagini dirette o metodi di ricerca più tradizionali.

## **FORME E PROCESSI DI ALTERAZIONE SULLE PREALPI E LORO RELAZIONE CON IL GLACIALISMO DEL QUATERNARIO**

Emanuele Bernardi, Samuel Campana, Greta Bonacina, Filippo Formoso<sup>1</sup>, Elena Reseda, Laura Strepparola, Davide Tantardini, Andrea Zerboni, Luisa Zuccoli e Alfredo Bini

Dipartimento di Scienze della Terra "A. Desio", Università degli Studi di Milano <sup>1</sup>filippo.formoso@studenti.unimi.it

La regione delle Prealpi è caratterizzata da estese evidenze di glacialismo pleistocenico, che hanno in molti casi obliterato le tracce dei processi superficiali che hanno agito prima del Quaternario, controllate da condizioni climatiche decisamente più calde e umide delle attuali (tropicali). Tuttavia, le aree che durante il Pleistocene non sono state raggiunte dall'avanzata delle masse glaciali alpine conservano evidenze delle ingenti fasi di alterazione pre-quaternarie. In questo lavoro sono prese in considerazione e discusse le evidenze osservate attraverso il rilevamento di terreno di due aree delle Prealpi: la Valle dell'Agogna, presso la località Sovazza (NO) e Val Brembilla e Val Brembana presso Zogno (BG) e San Pellegrino Terme (BG). Nella Valle dell'Agogna affiorano unicamente i micascisti e paragneiss della Serie dei Laghi. Essi mostrano un grado di alterazione piuttosto variabile, sia alla scala dell'affioramento sia a quella microscopica; ad esempio, la staurolite è notevolmente sericitizzata, i granati sono ricoperti da ossidi e idrossidi di Fe e Mn e nell'area affiorano orizzonti fortemente pedogenizzati, riconoscibili come prodotto di alterazione in posto (alteriti) degli Scisti dei Laghi. I processi che hanno portato all'attuale stato di alterazione delle rocce affioranti possono essere ricondotti principalmente a fenomeni di natura chimica, perpetuatisi durante un periodo con clima più umido e caldo dell'attuale. Inoltre, è evidente sul terreno che le avanzate glaciali pleistoceniche non hanno raggiunto l'area di studio, arrestandosi sulla cresta alla sinistra orografica della Valle dell'Agogna, senza raggiungerla e preservando pertanto gli ancestrali prodotti di alterazione. Anche presso i comuni di San Pellegrino Terme e Zogno si osservano numerose forme che derivano dall'alterazione delle rocce locali (Dolomia Principale, Argilliti di Riva di Solto e Calcare di Zu). Le forme di alterazione più comuni sono i pinnacoli e i fantôme de roche, la cui presenza (soprattutto dei pinnacoli e delle rare tasche di alterazione tra loro intercalate) lascia supporre che i ghiacciai quaternari non abbiano avuto un ruolo attivo nell'evoluzione geomorfologica dell'area. Tali forme e prodotti di alterazione (alteriti) sono il risultato di processi che hanno agito durante un periodo di biostasia, mentre durante successive fasi di resistasia hanno dato luogo alla loro esumazione e al parziale smantellamento ad opera principalmente di processi di versante, che hanno portato all'accumulo di depositi di versanti e coltri

colluviali nelle aree topograficamente depresse. Le osservazioni di terreno suggeriscono che lo spessore dei ghiacciai che percorsero Val Brembana e Val Brembilla raggiunsero sui versanti quote più basse rispetto a quelle dell'area di studio, che di conseguenza non è stata ricoperta dai ghiacci. I dati raccolti nelle aree di studio qui descritte, comparati anche con quanto noto di altri settori delle Prealpi lombarde, permettono di confermare l'ipotesi secondo la quale non tutta la regione prealpina fu interessata dall'azione dei ghiacciai pleistocenici e in essa numerosi esempi della morfogenesi terziaria sono ancora evidenti.

## **LA MORFOLOGIA SEPOLTA DELLA CONFLUENZA TRA VALCHIAVENNA E VALTELLINA ALL'ESTREMO NORD DEL LAGO DI COMO, RICOSTRUITA PER MEZZO DELLA PROSPEZIONE SISMICA PASSIVA (HVSR)**

Mauro Mele, Martina Bruno, Alfredo Bini, Davide Tantardini e Riccardo Bersezio

Dipartimento Scienze della Terra, Università di Milano, via Mangiagalli 34, 20133 I-Milano

Questa presentazione nasce dallo sviluppo di una delle tante idee progettuali di Alfredo Bini sulla dinamica neogenica del territorio alpino: l'evoluzione morfologica della confluenza tra le valli strutturali del Mera e dell'Adda, sotto il controllo della dinamica glaciale e di versante durante il Quaternario.

Attualmente i fiumi Adda e Mera confluiscono nel Lago di Como alla sua estremità settentrionale. Il delta recente dell'Adda separa i due corsi d'acqua isolando a nord il Lago di Mezzola, lungo il basso corso del Mera, ed originando a sud, tra i due fiumi, l'ampia piana alluvionale/deltizia del Pian di Spagna. Le valli che ospitano i corsi d'acqua si sviluppano nella zona di intersezione tra la Linea Insubrica (Valtellina, a nord, diretta circa E-W), le linee di Musso e di Grona – Val Grande (a sud ed oblique rispetto alla Linea Insubrica) e le faglie a direzione NW-SE e NNE-SSW della bassa valle del Mera e del Lago di Mezzola. Le basi profonde del riempimento sedimentario delle due valli e della depressione che ospita attualmente il Lago di Como sono da tempo interpretate come cicatrici di canyon messiniani, erosi nelle falde Sudalpine, Austroalpine e Pennidiche intruse dal plutone del Bregaglia e parzialmente colmate dai sedimenti neogenici.

L'allineamento circa SW-NE di diversi dossi in roccia, sopraelevati sia sui sedimenti quaternari del Pian di Spagna ("Montecchi", a NE) sia sul laghetto di Piona (penisola di Olgiasca, a SW) ha suggerito di ricercare un possibile paleo-decorso della valle dell'Adda tra questi dossi ed il versante sudorientale.

La prospezione sismica passiva Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSR) ha permesso di ricostruire la morfologia del contatto tra il substrato ed i sedimenti neogenici dei riempimenti vallivi attraverso l'analisi del microtremore sismico. I profili di velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) lungo la profondità sono stati calibrati con i dati dei pozzi e dei sondaggi disponibili ed integrati con le analisi geomorfologiche e geologiche di superficie. La registrazione del microtremore in 31 stazioni di misura ha consentito di tracciare 5 sezioni HVSR chilometriche, orientate da NNW-SSE a NNE-SSW nella zona dei Montecchi e in Valtellina, e dirette circa NW-SE in bassa Valchiavenna, che ritraggono le interfacce tra corpi caratterizzati da un significativo contrasto di velocità delle onde di taglio. In ogni sezione è stata rappresentata l'interfaccia tra i sedimenti, caratterizzati da bassi valori di  $V_s$  (sempre molto minori di 2200 m/s) e calibrati dai pozzi e sondaggi, ed il basamento sismico, caratterizzato da alti valori di  $V_s$  (sempre molto maggiori di 2600 m/s) ed identificabile con il substrato metamorfico. La mappa di isobate di questa superficie delinea una depressione profonda fino a circa -250 m s.l.m., allungata in direzione SW-NE, interposta tra il versante nord-occidentale del M. Legnoncino e l'allineamento penisola di Olgiasca - Montecchi (SW-NE) che la delimita dall'attuale Lago di Como e dal Pian di Spagna. Le sezioni eseguite in Valtellina e nella

bassa Valle del Mera, rispettivamente ai margini ESE ed ENE del Pian di Spagna e dell'attuale piana deltizia dell'Adda, mostrano che la stessa interfaccia tra tetto del basamento metamorfico e sedimenti si posiziona a profondità confrontabili nel primo caso con quelle rilevate lungo la depressione dei Montecchi, nel secondo caso con le quote della sommità del substrato in roccia note da bibliografia alla terminazione settentrionale del Lago di Como (tra i -537 e i -886 m s.l.m.). Ovunque (bassa Valle del Mera, Valtellina, zona dei Montecchi) il raccordo tra la massima profondità della superficie di interfaccia sismica e la morfologia dei versanti avviene a gradoni, con zone di sopraelevazione allineate parallelamente ai versanti e sepolte sotto la coltre sedimentaria. I volumi di versante interessati da Deformazioni Gravitative Profonde di Versante (DGPV), ben note nei settori citati, sono così identificabili anche sotto i sedimenti quaternari che li ricoprono, verosimilmente deformati solo in profondità. Ciò documenta un'età come minimo precedente l'ultima massima espansione glaciale (LGM) per la depressione sepolta appena descritta. Si delinea pertanto un'evoluzione morfologica lunga ed articolata che ha visto una Valle dell'Adda ed uno spartiacque tra questa e la Valle del Mera/Lago di Como (i "Montecchi"), prolungarsi almeno fino al settore immediatamente a SW della penisola di Olgiasca, in età come minimo pre-LGM ma verosimilmente molto più antica. Una parte delle DGPV presenti sui versanti sarebbe stata parzialmente sigillata dai sedimenti di riempimento vallivo, mentre altre sarebbero rimaste attive anche successivamente, come si osserva nel caso del versante NW del M. Legnoccino, la cui DGPV tende ancora oggi a chiudere il paleoalveo dell'Adda verso SW.

## **I DEPOSITI QUATERNARI PRESSO LA FALESIA DELLA ROCCA DI MANERBA (LAGO DI GARDA, BS)**

Alice Staro<sup>1</sup>, Davide Tantardini, Andrea Zerboni, Fabio Fenaroli, Luisa Zuccoli e  
Alfredo Bini

Dipartimento di Scienze della Terra "A. Desio", Università degli Studi di Milano, <sup>1</sup>alice.staro@studenti.unimi.it

L'intera area gardesana è contraddistinta da ampie evidenze del glacialismo alpino del Quaternario e le forme che si osservano sul territorio ne sono spesso il risultato. Sulla sponda occidentale del Lago di Garda, la falesia della Rocca di Manerba e l'Isola di San Biagio sono state esplorate nel recente passato, identificando depositi glaciali riferibili a varie fasi pleistoceniche di avanzata glaciale. Nel presente lavoro, invece, attraverso una attenta indagine di terreno sono stati descritti a grande scala i depositi quaternari distribuiti lungo l'area costiera della Rocca di Manerba, nonché i principali elementi geomorfologici che caratterizzano la falesia e l'antistante piattaforma. La falesia e la piattaforma appaiono a prima vista caratterizzate da forme tipiche dell'ambiente costiero (ad esempio solchi di battente), come suggerito da autori precedenti, ma una più attenta lettura delle evidenze e delle loro relazioni con il substrato geologico hanno permesso di stabilire che si tratta di forme di erosione, risultanti dall'azione dell'alterazione su strati rocciosi a differente competenza. L'osservazione dei sedimenti quaternari ha evidenziato numerosi affioramenti costituiti da depositi di versante e da diversi diamicton glaciali. Questi ultimi, seppur limitati in estensione, mostrano gradi differenti di alterazione e cementazione, e suggeriscono la loro attribuzione a successive fasi di avanzata del Ghiacciaio Garda. Di particolare interesse è un affioramento complesso, costituito da differenti depositi glaciali tra loro sovrapposti e intercalati da depositi di travertino. Alla base dell'affioramento, in prossimità dell'attuale linea di costa, si osservano almeno due corpi di deposito glaciale dalla superficie spianata; il deposito sottostante è maggiormente cementato rispetto a quello superiore. Al di sopra di questi, a contatto con la parete della Rocca, si osserva un ulteriore corpo sedimentario di origine glaciale (un probabile till di alloggiamento), che presenta concrezioni carbonatiche. Queste ultime, oltre a cementare buona parte del diamicton, sono localizzate alla base del corpo sedimentario, ovvero al contatto tra la parete della falesia e il corpo di deposito glaciale, e rivestono anche la parte più superficiale di quest'ultimo. Poiché i depositi di travertino si sono formati in momenti differenti, precedentemente e successivamente alla deposizione del deposito glaciale che inglobano, la loro datazione radiometrica (U/Th) potrà fornire una buona indicazione sull'età dell'avanzata glaciale che ha determinato la messa in posto del till di alloggiamento e che, sulla base delle caratteristiche del deposito, corrisponde all'ultima avanzata glaciale. Tali datazioni rappresenteranno la prima età radiometrica per l'ultima avanzata del Ghiacciaio Garda.

