

CAPITOLO 1

I LUOGHI DEL TURISMO GEOLOGICO:
DA RISORSA AD ELEMENTI A RISCHIO

Convener:

Mario Valletta

Associazione Italiana Geologia & Turismo, Ricercatore IEMEST, *m.valletta@fastwebnet.it*

Enrico Miccadei

Università degli Studi G. d'Annunzio di Chieti, *miccadei@unich.it*

Piero Farabollini

Università degli Studi di Camerino, Consiglio Nazionale dei Geologi,
piero.farabollini@cngiologi.it

THE SITES OF GEOLOGICAL TOURISM: FROM RESOURCE TO ELEMENTS AT RISK

Geoparks, Geosites and Natural Protected Areas with relevant geological significance, independently of the extension of their surface, represent uncommon, non-repetitive and not ubiquitous "moments" of the history and evolution of the planet Earth. They are among the highest expressions of Geological Heritage and a peculiar component of Cultural Heritage.

The latter is a substantial element of the "Commons", i.e. "objects" that express functional utility to exert fundamental human rights and must therefore be protected and safeguarded also for the benefit of future generations.

The damage and/or loss of each of the elements that substantiate that "factor" is much more irreparable, when lower is its frequency.

The Session 1 - "The sites of geological tourism: from resource to elements at risk" investigates those situations and those factors that can represent real and/or potential risk for the Protection of Geological Heritage.

The reading of the following scientific contributions pertinent to peculiar elements of Geological Heritage, whose loss would represent an irretrievable "vulnus", is clearly explicative and meaningful.

Piana Campana, Civita di Bagnoregio, Aliano (the latter being an important historical and cultural resource since it has been Carlo Levi's exile place), Mont Blanc's glaciers and some cliffs in Pesaro region are representative examples. Equally important are the contributions dealing with similar situations occurring in the Mar Chiquita Lagoon (Argentina), the "General considerations and special cases" relating to the relationship between Tourism and Risk inferred by scientific literature and the substantial contribution given by G&T to the issue in ten years of activity.

Le Aree Naturali Protette a valenza spiccatamente geologica, i Geoparchi e tutti quei siti, quali che ne siano estensione ed ubicazione, in grado sia di illustrare un processo non comune, non ripetitivo e non ubiquitario, sia di consentirne la comprensione dei "perché", sono tra le espressioni massime del Patrimonio Geologico, "fattore costituent" essenziale di quello straordinario insieme, sotto molti profili, che è il Patrimonio Culturale, elemento peculiare e sostanziale dei "Beni Comuni", di quelle "cose", cioè, che esprimono utilità funzionale all'esercizio dei diritti fondamentali della persona e che, in quanto tali, devono essere tutelati e salvaguardati, anche a beneficio delle generazioni future.

Il danneggiamento e/o la perdita di ognuno degli elementi che sostanziano quel "fattore" è tanto più irreparabile, quanto più bassa ne è la frequenza.

Il tutelarli ed il salvaguardarli è strettamente ed univocamente connesso alla prevenzione dagli effetti di "eventi dannosi", che non può che basarsi su processi cognitivi che sappiano suscitare nella società una conoscenza consapevole, tale da attivare quelle prassi virtuose che permettano di ridurre le situazioni d'emergenza. In un tale quadro, la Geologia, che è la memoria dei processi naturali e, conseguentemente, il geologo, devono interfacciarsi con una società che, spesso, non conosce e/o non comprende la prospettiva spazio-temporale, attenta come è, soprattutto, al tempo parziale della vita umana.

Sia il CNG che G&T hanno, tra le proprie finalità, la "scoperta" e l'analisi della valenza educativa, culturale e, perché no, ricreativa connessa con il Patrimonio Geologico che, della Geologia, è l'aspetto "dolce", legato come è alla fruizione ed alla lettura di soggetti geologici e di paesaggi, dei quali il nostro Paese è straordinariamente ricco, e che sono substrato ed argomento ideali pure per costruire percorsi geoturistici, da illustrare con apposite guide. E non solo: l'individuare quei "soggetti" rappresenta pure una concreta forma di valorizzazione del territorio nella sua realtà di ambiente dinamico, che si è modificato in passato e si modifica tuttora.

Aspetto, questo, che ha indubbia valenza concettuale, prima che applicativa. Essenziale è, infatti, l'essere consci appieno che è la sola conoscenza approfondita dei possibili effetti di quella "dinamica naturale" a rappresentare base efficace quanto insostituibile di una corretta gestione, strumento unico di quella "prevenzione dagli effetti di eventi dannosi" e, quindi di salvaguardia e conservazione di un Patrimonio di peculiare rilevanza, quale quello Geologico. Effetti che potrebbero concretizzarsi in un'evoluzione, rapida quanto drammatica, di situazioni di Pericolosità "naturale" in Rischio "indotto" altissimo, considerando quanto grande sia il Valore esposto e la conseguente Vulnerabilità. E ciò, in termini concreti, significa azzerare gli effetti benefici, che sono pure di Sviluppo Sostenibile concreto e non verbale, di una Risorsa della rilevanza del Patrimonio Geologico.

Ed è su tali basi e sulla condivisione, piena e totale, di intenti ed obiettivi tra CNG e G&T, basati pure sulla consapevolezza che la divulgazione, attraverso le più svariate forme di comunicazione, e la fruizione delle infinite, affascinanti sfaccettature delle Scienze della Terra, rappresentano denominatore comune, che è nata l'idea di "progettare", nell'ambito del Congresso del decennale di G&T, una "presenza comune" che, peraltro, aveva avuto significativa premessa nel 2011 in occasione sia del 3° Workshop dei Geoparchi, che dell'8° Forum Italiano di Scienza della Terra.

Concretizzazione di quella idea è stata la Sessione 1, "I luoghi del turismo geologico: da

risorsa ad elementi a rischio", "indicazione", questa, che ha sostituito quella "nata" in prima battuta "I luoghi del turismo geologico: dalla percezione del rischio alla divulgazione per la conservazione".

Chiaramente esplicativa e significativa sarà la lettura dei contributi scientifici che seguono: ma non si può, qui, non accennare come essi si riferiscano ad elementi peculiari del Patrimonio Geologico, la perdita dei quali rappresenterebbe un *vulnus* irreparabile. Emblematiche le aree della Piana Campana, della Civita di Bagnoregio, di Aliano (che, per essere stata terra di confino per Carlo Levi, è pure elemento storico e culturale assai rilevante), dei ghiacciai del Monte Bianco, di alcune falesie del Pesarese. È da sottolineare come gli Autori abbiano ritenuto Madre Natura una "Supercommittente" molto esigente. Altrettanto importanti sono da considerare sia il contributo relativo ad analoghe situazioni presenti nell'area della Laguna di Mar Chiquita, in Argentina (che viene presentato in lingua inglese, più "familiare" all'Autore), i contributi relativi a "Considerazioni generali e casi particolari" desumibili dalla letteratura, quelli relativi al rapporto Turismo/Rischio ed all'apporto, sostanziale, che G&T ha dato alla tematica in dieci anni di attività.

LA PIANA CAMPANA: UN MONUMENTO GEOLOGICO DI 5.000 KM² DAL TIRRENO ALL'APPENNINO

di Elena Cubellis ⁽¹⁾, Francesco Delizia ⁽²⁾, Ilia Delizia ⁽³⁾, Francesco Luongo ^(1,4), Giuseppe Luongo ^(1,3,4) & Francesco Obrizzo ⁽¹⁾

(1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione Osservatorio Vesuviano, Napoli, elena.cubellis@ov.ingv.it, francesco.obrizzo@ov.ingv.it

(2) Ministero per i Beni e le Attività Culturali, Bologna, delizia@unina.it

(3) Università di Napoli "Federico II", ilia.delizia@unina.it, giuseppe.luongo@unina.it,

(4) NADIR Consulting, Pozzuoli (NA), geol.francescoluongo@libero.it

Abstract – The Campanian Plain: a geological monument of 5.000 km² from the Tyrrhenian Sea to the Apennines

The Campanian Plain is the region in Southern Italy which extends between the Apennine Chain and Tyrrhenian Sea over an area of 5,000 km² from Mt. Massico, in the north, to Sorrento Peninsula in the south of the Plain. The ancient name of this area was Campania Felix. This territory is an extraordinary geological monument characterized by volcanoes, earthquakes, tsunamis, slow ground vertical movements (bradiseism) which generated myths, legends, archeological findings, historical documents. The Campanian Plain is affected by extensional tectonics related to the spreading of the Tyrrhenian Basin. The onset of this process occurred between the Mid-Pliocene and the Early Pleistocene, when large morpho-structural depressions began to develop, giving rise to the Bay of Naples. The whole range of phenomena observed, in particular the recent tectonics and chemism of magmas feeding active volcanoes can be accounted for the local upwelling of the Mantle, the lithosphere plate bending and subsequent collapses. The measure of the collapse in the Campanian Plain, due to the stretching of the crust produced by the Mantle migration, is obtained by the thickness of sediments forming Campanian Plain. These data and the time lapse of the process furnish a value of about 1-2 mm/yr for the velocity of the subsidence during the Quaternary. Coeval to the deformation of this morphostructural depression was the onset of intense magmatic activity with the formation of the polygenic apparatus of Mt. Vesuvius and the volcanic fields of Phlegraean Fields and Ischia Island. In the Phlegraean Fields and Ischia caldera collapses, ignimbrite eruptions, and caldera resurgences occurred; instead at Vesuvius numerous Plinian eruptions were recorded. The most recent eruptions in the Neapolitan area occurred in 1302 at Ischia, 1538 at Phlegraean Fields and 1944 at Vesuvius. At present large fumarolic fields and thermal springs outcrop in several sites, while in the Phlegraean Fields slow oscillations of ground are recorded.

The eruptive history of neapolitan volcanoes, the seismic history of Southern Apennines as well as the geological features of Campanian Plain characterize this area as a geological multirisk territory. Thus it is a "laboratory" for volcanic, seismic and hidrogeological risk assessment, from wich to draw lessons for integrated planning of pleasant places in risk areas.

1. FISIOGRAFIA E STRUTTURA

La regione che si estende dal Monte Massico, a Nord, fino alla Penisola Sorrentina, a Sud, e delimitata a Est dal bordo della catena appenninica e a Ovest dal Mar Tirreno, (Fig. 1) al tempo dei Romani era nota come Campania Felix, oggi come Piana Campana.



Fig. 1 – Piana Campana con gli apparati vulcanici di Ischia, Campi Flegrei e Vesuvio

Questa regione è uno straordinario monumento geologico che si sviluppa per una superficie di 5.000 km² dove eruzioni, terremoti, lenti movimenti verticali del suolo (bradisismo) hanno generato miti, leggende, reperti archeologici, documenti storici. La struttura geologica, la tettonica dei luoghi, i processi geodinamici e il vulcanismo, hanno modellato le rocce affioranti in un meraviglioso paesaggio. L'origine ignea dei suoli, la loro frammentazione a causa dei meccanismi eruttivi esplosivi, la presenza di coni e crateri, hanno realizzato in questa regione una "dolce" topografia di alture e depressioni. I campi fumarolici e le sorgenti termali emergenti nell'area, testimoniano la presenza di masse magmatiche nella crosta a piccola profondità, mentre i movimenti verticali del suolo e la microsismicità rivelano per questi territori

una dinamica attiva. Le eruzioni più recenti sono avvenute nel 1302 a Ischia (colata dell'Arso), nel 1538 ai Campi Flegrei (Monte Nuovo) e nel 1944 al Vesuvio.

La Piana Campana è un bacino sedimentario che si è formato nel Quaternario in seguito alla subsidenza della crosta continentale, connessa all'assottigliamento della stessa in seguito ai processi tensili ai quali è sottoposta, che hanno determinato una struttura a graben. Con l'assottigliamento della crosta, la superficie subisce un processo di subsidenza e viene ricoperta da sedimenti di densità inferiore, mentre, per la conservazione dell'equilibrio isostatico, il Mantello migra verso la superficie. Questo processo si è sviluppato negli ultimi 10 milioni di anni su scala regionale, generando il bacino del Mar Tirreno tra le zolle Africana ed Euroasiatica. Molti autori sostengono che la formazione del Bacino Tirrenico avvenne nella fascia orogenica preesistente costruita dalle catene alpina e appenninica, in quanto l'ispessimento della crosta, per la sovrapposizione delle due catene dovuta al processo di compressione tra le zolle, aveva generato il disequilibrio isostatico e un conseguente campo di deformazioni tensili con lo sforzo principale massimo verticale (Fig. 2). Sostegno a questa interpretazione sono gli affioramenti del basamento continentale e le ofioliti del ciclo alpino, nonché le rocce sedimentarie delle unità appenniniche ritrovate nel fondo del Mar Tirreno durante numerose campagne oceanografiche (Malinverno, 2012).

Durante l'apertura del Bacino Tirrenico, il fronte della catena appenninica è migrato a Est e a Sud verso Adria e il Mar Ionio. Il processo di espansione del bacino non è avanzato simmetricamente ma è migrato da Ovest a Est nel corso del tempo, con i centri di estensione al bordo occidentale della Sardegna (circa 6 Ma dal presente), nel Bacino del Vavilov (4-2 Ma dal presente) e nel Bacino del Marsili (2 Ma dal presente).

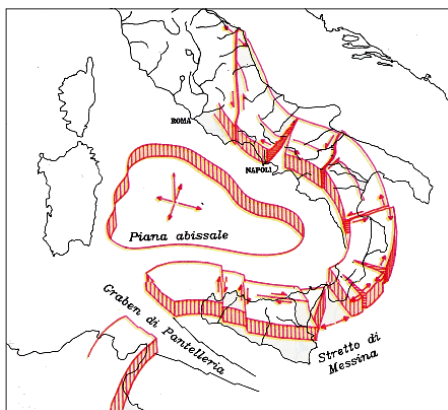


Fig. 2 - Apertura (Spreading) del Bacino Tirrenico e Curvatura (Bending) della Penisola Italiana in seguito alla risalita del Mantello (Luongo et al., 1991 b).

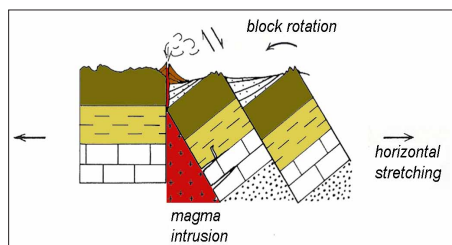


Fig. 3 - Struttura "Half Graben" del margine tirrenico e vulcanismo dell'area napoletana.

Un altro centro di estensione può essere considerato l'area vulcanica napoletana, includendo il Graben della Piana Campana (Fig. 3). Il processo sarebbe stato innescato dal sollevamento del Mantello verificatosi probabilmente circa 2 milioni di anni fa, secondo l'età dei sedimenti alluvionali più antichi della Piana Campana ritrovati al tetto del basamento carbonatico dislocato per oltre 3.000 m. Questa ipotesi è sostenuta da un modello analitico che consente di ricostruire il comportamento dinamico dei Campi Flegrei. La migrazione del Mantello può aver generato un sollevamento di dimensioni regionali, seguito da assottigliamento crostale e vulcanismo che hanno incrementato gli sforzi tensili nell'area, contribuendo alla formazione del Graben della Piana Campana (Luongo et al., 1991 a,b).

2. L'AREA NAPOLETANA E I SUOI VULCANI

Per la sua natura geologica, l'Italia è stata, nella seconda metà dell'Ottocento, tra i paesi più avanzati nello studio dei terremoti e dei vulcani e Napoli, posta tra i due vulcani, Vesuvio e Campi Flegrei, la punta avanzata nel settore della vulcanologia. Qui è nata la

Vulcanologia moderna e sul Vesuvio sarà fondato nel 1841 l'Osservatorio Vesuviano, il primo osservatorio vulcanologico al mondo, vera culla internazionale della ricerca sui vulcani (Fig. 4). Il vulcanismo dell'area napoletana mostra una forte omogeneità per il chimismo dei prodotti eruttati, la struttura geologica del basamento, le vicende tettoniche e geodinamiche che hanno interessato l'area e la struttura reologica della crosta. Questi elementi consentono di ipotizzare una comune sorgente primaria del vulcanismo dell'area. Da questa sorgente comune profonda, al passaggio crosta-mantello, si dipartono le strutture di alimentazione degli apparati di Ischia, Campi Flegrei e Vesuvio. Le prime due aree sono dei campi vulcanici caratterizzati da vulcanismo fortemente esplosivo e da collassi calderici, mentre il Vesuvio è un caratteristico strato vulcano dove si alternano fasi eruttive fortemente esplosive (eruzioni pliniane) e fasi costruttive con persistente attività effusiva (Luongo, 2012).

Al Vesuvio è famosa l'eruzione del 79 A.D. che distrusse le città romane di Ercolano, Oplonti, Pompei e Stabiae, mirabilmente descritta nelle lettere che Plinio il Giovane invierà a Tacito (Fig. 5). I Campi Flegrei sono conosciuti per il fenomeno dei movimenti lenti del suolo (bradisismo) registrati sulle colonne del cosiddetto Tempio di Serapide (Macellum) (Fig. 6) e per il campo fumarolico del cratere della Solfatara (Fig. 7). Per

gli antichi nell'area flegrea era localizzato l'ingresso all'Ade. L'isola d'Ischia fu il primo insediamento di una colonia greca in Italia. Vistoso è il processo di risorgenza della caldera formatasi con l'eruzione del Tufo Verde, 55.000 anni fa, con un sollevamento dell'Epomeo di 800 m (Carlino *et al.*, 2006; Fig. 8). Ai Campi Flegrei e a Ischia, Charles Lyell durante la sua visita nell'ottobre del 1828 troverà le prove della sua teoria sull' Uniformitarismo e Gradualismo dei processi geologici (Lyell, 1830).



Fig. 5 - Pompei, la città romana distrutta dall'eruzione del Vesuvio del 79 A.D.



Fig. 7 - Campi Flegrei. Cratere della Solfatara e il campo fumarolico.

Fig. 8 - Isola d'Ischia. Paesaggio dalla vetta del M. Epomeo (800 m s.l.m.). In primo piano affioramento del Tufo Verde e sullo sfondo le cittadine di Lacco Ameno [a sinistra], dove si registrano i primi insediamenti antichi e Casamicciola [a destra], città resa famosa dal termalismo e per gli effetti distruttivi del terremoto del 1883 (Luongo *et al.*, 2012).



Fig. 6 - Pozzuoli (Serapeo). Gli studi sui reperti romani sommersi in molti punti nel Golfo di Pozzuoli consentono di ricostruire la linea di costa di circa 2000 anni fa ed il movimento verticale del suolo, sprofondato di alcuni metri, poi risalito al livello attuale come registrato sulle colonne del Macellum (Tempio di Serapide) dai fori dei litodomi in tempi storici, e dalle livellazioni di precisione, a partire dai primi anni del secolo scorso, e dal monitoraggio effettuato anche con tecniche satellitari, in tempi recenti.



Fig. 4 - Osservatorio Vesuviano fondato nel 1841, ubicato sul Vesuvio, a quota 609 m s.l.m.

3. ELEMENTI DI RISCHIO

La Piana Campana è interessata da una tettonica tensile molto attiva nel Quaternario con vistosi fenomeni di subsidenza associati a faglie del basamento carbonatico con rigetti di diverse migliaia di metri (Monti Lattari, depressioni di Castelvoturno e di Acerra) come testimoniano i dati dei sondaggi profondi ed i risultati delle esplorazioni geofisiche condotte nella Piana per le ricerche di idrocarburi e dei fluidi geotermici. Nonostante tali manifestazioni tettoniche l'area è a bassa sismicità sia per la frequenza dei sismi che per il valore delle loro magnitudo. Tuttavia la Piana confina con le aree sismogenetiche dell'Appennino Campano-Molisano e contiene le aree vulcaniche dei Campi Flegrei e del Vesuvio, dove si localizzano terremoti di moderata energia specialmente durante le crisi che precedono gli eventi eruttivi. In tali condizioni la pericolosità sismica nella Piana non può essere trascurata del tutto, specie per quelle parti del territorio dove l'accumulo di sedimenti alluvionali a bassa rigidità e la presenza di falde idriche superficiali possono contribuire ad amplificare il segnale sismico trasmesso dalle sorgenti sismiche dell'Appennino e delle aree vulcaniche. In queste (Ischia, Campi Flegrei e Vesuvio) la sismicità può raggiungere livelli di intensità elevata in aree ristrette, nonostante la moderata energia degli eventi, a causa della piccola profondità degli ipocentri. Si

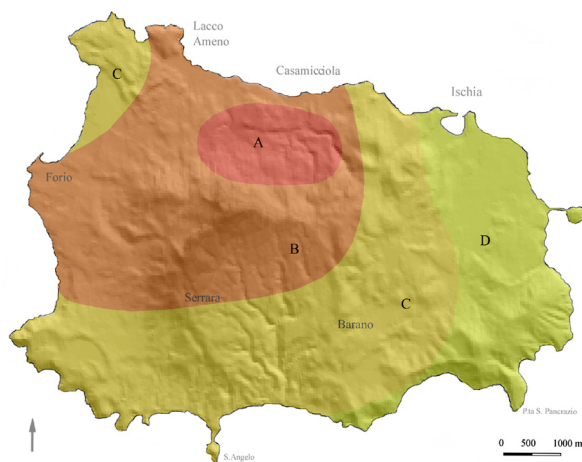


Fig. 9 – Isola d'Ischia. Mappa delle zone pericolose. A, B, C, D per valore decrescente di danno (Cubellis *et al.*, 2004).

possono ricordare, ad esempio, gli eventi del 62 A.D. al Vesuvio che produsse collassi e danni alle città di Pompei (Intensità massima IX grado MCS), e i terremoti ad Ischia a partire dal 1228 che hanno più volte distrutto Casamicciola, tra questi si ricordano quelli del 1881 (Intensità massima IX grado MCS) e 1883 (Intensità massima XI grado MCS).

Dall'analisi della sismicità storica al Vesuvio e a Ischia emerge che il massimo terremoto atteso al Vesuvio può essere rappresentato dal terremoto del 62 A.D., mentre per Ischia da quello di Casamicciola del 1883 (Cubellis *et al.*, 2004,

2007). Il confronto tra la distribuzione dei danni prodotti dal terremoto del 1883 e l'attuale urbanizzazione dell'isola consente di valutare il livello di rischio e zonarlo (Fig. 9). I danni maggiori sono attesi per Casamicciola, Lacco Ameno e Forio, in quanto ricadono nell'area epicentrale o sono prossimi a questa. La parte dell'isola meno esposta al rischio sismico risulta quella orientale (Ischia, parte di Barano).

I dati disponibili sulla sismicità dei Campi Flegrei evidenziano per quest'area un livello di sismicità più basso del Vesuvio e di Ischia. Si segnala il terremoto del 4 ottobre 1983, in piena crisi bradisismica, con epicentro nel centro storico di Pozzuoli di Intensità VII

grado MCS (Branno *et al.*, 1984). Per l'area flegrea, in tempi storici, i danni maggiori al territorio antropizzato sono associati al bradisismo e all'eruzione del Monte Nuovo del 1538.

La presenza di tre centri eruttivi nella Piana caratterizzati da attività esplosiva, espone questo territorio anche al rischio vulcanico. I valori massimi del rischio si raggiungono nelle aree vulcaniche dove si sviluppano maggiormente i flussi piroclastici caratterizzati da elevata velocità (superiori a 100 km/h), elevata energia cinetica, e, quindi, elevate potenzialità distruttive. Nelle aree distali si rilevano solo i flussi delle eruzioni di maggiore energia (Tufo Verde del M.t. Epomeo, Ignimbrite Campana, Tufo Giallo Napoletano ed eruzioni pliniane del Vesuvio). Durante le eruzioni di maggiore energia al rischio dei flussi piroclastici si aggiunge anche quello associato all'accumulo dei prodotti di caduta dalla nube vulcanica, che con il loro carico possono determinare il collasso degli edifici. In tal caso l'area investita può essere molto ampia. I prodotti di caduta delle maggiori eruzioni si rinvencono con spessori consistenti in tutta la Piana Campana e nei rilievi carbonatici circostanti. La Protezione Civile ha predisposto per il Vesuvio un Piano di Emergenza realizzando uno scenario eruttivo atteso nell'area. Dal documento diffuso dal Dipartimento della Protezione Civile e dalla Regione Campania, emerge che l'area di maggiore pericolosità interessa tutti i comuni vesuviani e la parte orientale della città di Napoli. Per quanto riguarda l'area flegrea sono in corso di elaborazione da

parte del Dipartimento della Protezione Civile le analisi necessarie alla realizzazione di una mappa di pericolosità e di un Piano di Emergenza. Sulla base delle conoscenze acquisite nell'area considerata di maggiore pericolosità ricade tutta la Conca Flegrea, dalla collina di Posillipo, ai Camaldoli, a Capo Miseno.

Per quanto riguarda l'isola d'Ischia, manca un documento ufficiale del Dipartimento della Protezione Civile sul rischio vulcanico. Tuttavia gli studi geologici e geofisici condotti sull'isola consentono di produrre una mappa di pericolosità vulcanica preliminare individuando le aree più esposte all'apertura di nuove bocche, quelle esposte all'azione dei flussi piroclastici e ai prodotti di caduta dalla nube eruttiva di eruzioni pliniane e le aree esposte a collassi vulcano-tettonici (Fig. 10).

Nella Piana Campana il rischio idrogeologico presenta una sua peculiarità legata alla copertura piroclastica dei rilievi carbonatici, dovuta ai prodotti di caduta dalla nube vulcanica delle grandi eruzioni esplosive dei tre apparati vulcanici, Ischia, Campi Flegrei e Ve-

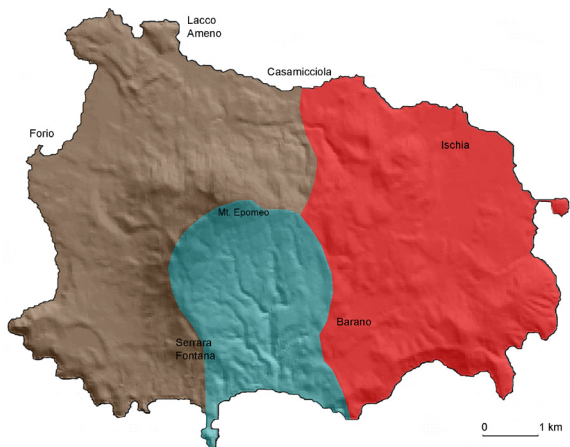


Fig. 10 - Isola d'Ischia. Mappa di pericolosità vulcanica. Aree con più elevata probabilità di apertura di bocche (rosso); area esposta a flussi piroclastici densi per grandi eventi (grigio); area esposta a collassi vulcano-tettonici (azzurro).

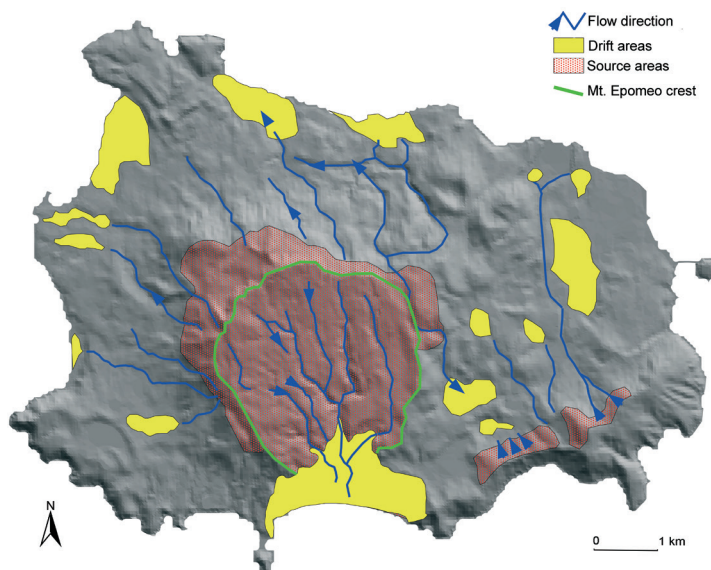


Fig. 11 – Isola d'Ischia. Zonazione delle alluvioni. Le aree gialle rappresentano le zone di accumulo; le linee blu la direzione dei flussi, mentre le aree puntinate in rosso sono le aree sorgenti dei mud-flow.

svio. La copertura piroclastica è un deposito “estraneo” alle rocce sottostanti, prevalentemente carbonatiche, per non aver subito gli stessi processi di sedimentazione, litificazione, deformazione, dislocazione tettonica di queste. La differente storia geologica delle piroclastiti accentua il diverso comportamento meccanico rispetto ad altre condizioni ambientali. Infatti in condizioni meteo avverse

con precipitazioni estreme le coperture piroclastiche generano colate rapide a bassa densità capaci di raggiungere velocità elevate ed elevato potere distruttivo. Tutta la fascia della catena appenninica che delimita la Piana Campana è esposta a tale rischio. Un esempio recente di un tale fenomeno è l'evento di Sarno del 1998 che ha provocato a Sarno e altri comuni limitrofi oltre un centinaio di vittime e distruzioni di vaste parti del territorio antropizzato.

Fenomeni simili sono stati osservati nell'isola d'Ischia. L'evento disastroso più noto avvenne il 24 ottobre 1910 con numerose vittime e gravi danni a Casamicciola e a Lacco. Questo fu generato da un'elevata instabilità atmosferica. Oggi un tale evento potrebbe essere previsto attraverso il monitoraggio satellitare, l'utilizzo di radar meteorologici e le reti di monitoraggio per il controllo del comportamento dei suoli alle precipitazioni intense. Gli eventi alluvionali più recenti sono quelli che hanno interessato Monte Vezzi, il 30 aprile 2006, e Casamicciola, il 10 novembre 2009. Dall'analisi del modello digitale del Terreno e dai dati storici gli autori hanno prodotto una prima zonazione delle aree esposte alle inondazioni, l'individuazione delle principali aree sorgenti di flussi di fango nel Monte Epomeo e nel rilievo di Monte Vezzi, nonché i percorsi dei flussi principali da tali rilievi (Fig. 11).

In condizioni di multi rischio come nei casi riportati si rende necessario affrontare in modo unitario tale problematica per approntare gli interventi finalizzati alla sua mitigazione per uno sviluppo compatibile delle attività correlate alle risorse ambientali e paesaggistiche.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- BRANNO A., ESPOSITO E., LUONGO G., MARTURANO A., PORFIDO S. & RINALDIS V. (1984) - *The october 4th, 1983. Magnitude 4 earthquake in Phlegrean Fields: Macroseismic survey.* Bulletin Volcanologique, vol. 47 (No.2) [Special Issue], pp. 233-38.
- CARLINO S., CUBELLIS E. & LUONGO G., OBRIZZO F. (2006) - *On the mechanics of caldera resurgence of Ischia Island (southern Italy).* Geological Society, London, Special Publications, 269, pp. 181-193.
- CUBELLIS E., CARLINO S., IANNUZZI R., LUONGO G. & OBRIZZO F. (2004) - *Management of Historical seismic data using GIS: The Island of Ischia (Southern Italy).* Natural Hazards, vol. 33, pp. 370-393.
- CUBELLIS E., LUONGO G. & MARTURANO A. (2007) - *Seismic hazard assessment at Mt. Vesuvius: the maximum magnitude expected.* J. Volcanol. Geotherm. Res. vol.162, pp. 139-149.
- LUONGO G., CUBELLIS E., OBRIZZO F. & PETRAZZUOLI S.M. (1991 a) - *The mechanics of the Campi Flegrei resurgent caldera - a model.* J. Volcanol. Geotherm. Res., vol. 45, pp. 161-172.
- LUONGO G., CUBELLIS E., OBRIZZO F. & PETRAZZUOLI S.M. (1991 b) - *A physical model for the origin of volcanism of the Tyrrhenian margin: the case of the neapolitan area.* J. Volcanol. Geotherm. Res., vol. 48 (1/2), pp.173-185.
- LUONGO G. (2012) - *Vesuvio.* In: "Il «Viaggio in Italia» di J. W. Goethe e il paesaggio della geologia" a cura di M. Panizza e P. Coratza. ISPRA, Pianetaterra, G&T, Casa di Goethe, pp. 77-79.
- LUONGO G., CARLINO S., CUBELLIS E., DELIZIA I. & OBRIZZO F. (2012) - *Casamicciola 1883. Il sisma tra interpretazione scientifica e scelte politiche.* Bibliopolis, Napoli 2011, pp. 282 con XXX tavole a colori f.t., ISBN 978-88-7088-610-8.
- LYELL C. (1830-1833) - *Principles of Geology.* 3 vols, London, John Murray. Republished in 1990 by University of Chicago Press, Chicago, 1399 pp.
- MALINVERNO A. (2012) - *Evolution of the Tyrrhenian Sea-Calabrian Arc system: The past and the present.* 86° Congresso SGI, Plenary Lecture, pp. 7-11.

IL MUSEO GEOLOGICO E DELLE FRANE DI CIVITA DI BAGNOREGIO (VT): UN'IDEA DI PRESIDIO TERRITORIALE

di Andrea Di Cencio, Giovanni Maria Di Buduo, Luca Costantini & Tommaso Ponziani

Museo Geologico e delle Frane, Civita di Bagnoregio (VT),
andrea.dicencio@gmail.com, giovannimariadibuduo@gmail.com,
geologocostantiniluca@gmail.com, tponziani@virgilio.it

Abstract - The Geological and Landslides' Museum of Civita di Bagnoregio (VT): an example of territory monitoring

The territory of Teverina (composed by northern Latium towns Bagnoregio, Castiglione in Teverina, Celleno, Civitella d'Agliano, Graffignano and Lubriano) is characterized by several very interesting natural and landscaping sites and by peculiar geological, stratigraphic and geomorphological structures. Several features of this area are not well studied and valued. The only exception is Civita di Bagnoregio, with the adjacent "Badlands Valley". In Civita di Bagnoregio, the Geological and Landslides' Museum is active since 2012. It represents the right place to study the processes of transformation of the Teverina territory. The Museum is made up of four rooms: the Landslide Hall, where the geological setting of Civita di Bagnoregio is explained; the Fossils Hall, where a paleontological scientific collection is shown; the History Hall, where other information about the history of the town are given, related to geological events (landslides, earthquakes); the Civita Hall, where it is possible to see how people worked to minimize the landslides' risks and what has been done to rescue the hill of Civita di Bagnoregio. This last room is the starting point for the project of territory monitoring. The Museum staff may keep under control the territory, through field activities and a program of prevention activities, thus being ready to intervene promptly during situations of hydrogeological instability. The territorial control may result in educational activities: all the information about hydrogeological instability is reported in the Museum exhibition, on the Museum's website, on the main social networks and finally in the Museum's online free magazine, The Teverina's Geological Bulletin.

INTRODUZIONE

Il territorio della Teverina (costituito dai comuni dell'Alto Lazio al confine con l'Umbria: Bagnoregio, Castiglione in Teverina, Celleno, Civitella d'Agliano, Graffignano, Lubriano), è caratterizzato da molti pregi naturalistici e paesaggistici e da una rilevante varietà e particolarità dell'assetto geologico-stratigrafico e geomorfologico, con aspetti ancora poco studiati e quasi per nulla valorizzati. L'unica eccezione è Civita di Bagnoregio (Fig. 1) con la circostante "Valle dei Calanchi", che corrisponde alle valli del Rio Torbido e del suo affluente in sinistra idrografica Fosso di Bagnoregio.

Alcune zone sono contraddistinte da una notevole varietà, rapidità ed elevata densità areale di fenomeni di instabilità dei versanti, in certi luoghi evidente e spettacolare, come nella "Valle dei Calanchi", e in altri (molti altri) poco evidente e anche per questo pericolosamente sottovalutata.



Fig. 1 - Inquadramento geografico di Civita di Bagnoregio: a - Civita vista dall'alto; b - la Valle dei Calanchi; c - i Ponticelli, vecchia strada che conduceva ai campi, oggi impraticabile; d - la Cattedrale, particolare forma erosiva nella Valle dei Calanchi.

1. IL MUSEO

A Civita di Bagnoregio è attivo, dal 2012, il Museo Geologico e delle Frane che rappresenta il luogo ideale dove studiare i processi di trasformazione del territorio in atto e da cui partire per scoprire le dinamiche del territorio della Teverina. Il Museo si articola in quattro stanze in ognuna delle quali viene sviluppato un argomento della geologia dell'area.

Sala Frane

La prima sala è la Sala Frane (Fig. 2) in cui si racconta quale è la geologia dell'area di Civita di Bagnoregio. Tramite l'ausilio di pannelli esplicativi, video e proiezioni, il visitatore può ricevere informazioni sulla successione litologica presente nell'area, riconoscerne i rapporti stratigrafici e le caratteristiche peculiari.

La successione litologica è visibile lungo il tragitto del ponte che dal parcheggio di Mercatello porta sulla rupe di Civita. Le formazioni rocciose che si succedono nell'area di Civita di Bagnoregio mostrano contatti di tipo eteropico o inconforme: ciò è dovuto al fatto che, al di sopra delle formazioni marine, la sedimentazione è avvenuta in ambiente costiero e continentale, e quindi si hanno fasi di deposizione alternate a fasi di erosione.

La base del pendio, normalmente quasi completamente nascosta da copertura vegetale, ma affiorante sottoforma di calanchi o nel caso di colamenti che hanno interessato la porzione corticale, è caratterizzata dalla presenza di rocce riferibili a formazioni marine costituite da alternanze di sabbie più o meno fini e argille. L'analisi paleontologica data questa roccia al Gelasiano-Calabriano (Di Buduo *et al.*, 2012).

Al di sopra, con stacco morfologico evidente, sono visibili le formazioni vulcaniche, appartenenti al Distretto Vulcanico Vulsino, che costituiscono l'intera rupe.

Il Distretto Vulcanico Vulsino è caratterizzato da cinque complessi vulcanici, nell'intervallo di tempo compreso all'incirca tra 590 mila e 130 mila anni: "Paleo-Vulsini" (circa 590-490 mila anni fa), "Campi Vulsini" (circa 490-130 mila anni fa), "Bolsena-Orvieto" (circa 350-250 mila anni fa), "Montefiascone" e "Latera" (circa 280-140 mila anni fa) (Palladino *et al.*, 2010).

Ciascun complesso vulcanico è stato caratterizzato da un'ampia varietà di stili eruttivi, che hanno comportato la deposizione di prodotti vulcanici molto differenti, alcuni dei quali (come le lave e le ignimbriti compatte) sono usati fin dall'antichità come materiale da costruzione.

I meccanismi e gli scenari eruttivi sono stati molteplici: lo spettro delle attività di tipo esplosivo, che comprende quelle di tipo hawaiano, stromboliano, pliniano, idromagmatico e surtseyano è, infatti, pressoché completo. I depositi relativi a tali meccanismi eruttivi sono rappresentati da ignimbriti, *surges*, con di scorie, strati di pomici, lapilli accrezionali.

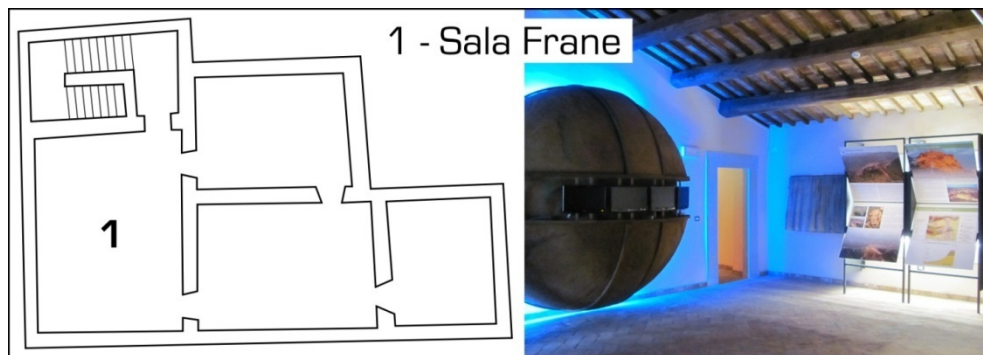


Fig. 2 - Sala Frane.

A Civita di Bagnoregio, a coprire le formazioni sedimentarie si osserva una successione ben stratificata di depositi da ricaduta riferibili al complesso vulcanico dei "Paleo-Vulsini", alternati a paleosuoli testimonianti lunghi intervalli tra una fase eruttiva e la successiva.

Infine, le case di Civita poggiano sul tufo litoide dell'"Ignimbrite di Orvieto-Bagnoregio", emessa circa 333 mila anni fa dal complesso vulcanico "Bolsena-Orvieto" (Nappi *et al.*, 1995).

Nella Sala Frane vengono, inoltre, descritti gli eventi franosi che hanno nel tempo modellato i contorni della rupe di Civita. Tramite l'ausilio di ricostruzioni al computer si mostra come i versanti evolvano a seguito delle interazioni con gli agenti atmosferici.

Sala Fossili

La seconda sala è la Sala Fossili (Fig. 3) dove viene mostrata una collezione paleontologica raccolta con criterio stratigrafico nei depositi marini affioranti nei dintorni di Civita di Bagnoregio e tra Bagnoregio e Orvieto, in particolar modo in una sezione molto bene esposta nelle vicinanze di Baschi Scalo.

La collezione è costituita da fossili di gasteropodi, bivalvi, brachiopodi e scafopodi di età plio-pleistocenica (Di Buduo & Di Cencio, 2008).

Sono state riconosciute due associazioni faunistiche legate ai due cicli deposizionali che hanno caratterizzato la sedimentazione marina durante il Piacenziano prima e il Gelasiano-Calabrianico poi (Mancini *et al.*, 2003-04). Nel museo è stato scelto di separare la collezione paleontologica proprio in base all'età di appartenenza. Sono stati individuati, grazie alla disposizione delle teche, due percorsi che permettono di scoprire, conservati nel tempo, i resti degli organismi che popolavano il mare pliocenico (Piacenziano) e pleistocenico (Gelasiano-Calabrianico) nell'area della Teverina.

Inoltre è stato possibile mostrare, ancora grazie alla particolare disposizione delle teche, le posizioni paleobatimetriche che ogni specie occupava in vita. Infine, sono state individuate e messe in evidenza tutte quelle specie considerabili "ospiti caldi", rinvenute nei sedimenti marini dell'area di Civita di Bagnoregio, ma i cui omologhi attuali vivono a latitudini più calde.

La collezione paleontologica è tuttora in studio. È in progetto l'analisi micropaleontologica dei campioni litologici raccolti contestualmente ai fossili, al fine di realizzare una scala biostratigrafica di valenza locale che possa permettere la datazione quanto più precisa possibile delle rocce in cui i fossili sono stati rinvenuti. Inoltre sarà effettuata una correlazione tra le associazioni faunistiche individuate nella collezione e le MPMU (*Mediterranean Pliocene Marine Molluscan Units*, *sensu* Raffi & Monegatti, 1993) che suddividono il Plio-Pleistocene (Raffi & Monegatti, 1993; Monegatti & Raffi, 2001; 2007; Monegatti *et al.*, 2002).

La collezione paleontologica occupa solo la parte bassa delle teche disponibili; verso l'alto è stata allestita la mostra litologica delle rocce appartenenti alle rimanenti formazioni affioranti nell'area di Civita di Bagnoregio: tufi stratificati, travertini, tufi litoidi. In questa maniera si "materializza" la stratigrafia della rupe che terminerà con l'abitato, la cui *skyline* è intagliata in uno specchio posto lungo il percorso. Tale disposizione permette al visitatore di considerarsi parte integrante della stratigrafia di Civita.

Sono, inoltre, presenti poster esplicativi che spiegano cosa sono i fossili e descrivono come il territorio italiano sia cambiato nel corso del tempo durante il Pliocene e il Pleistocene.

Infine nella sala è presente un monitor in cui è possibile vedere la ricostruzione cronologica degli eventi che hanno portato alla deposizione di tutte le formazioni litologiche affioranti nell'area di Civita.



Fig. 3 - Sala Fossili.

Sala Storia

La terza sala è la Sala Storia (Fig. 4), in cui sono raccontati fatti salienti della storia di Civita di Bagnoregio.

A causa dell'estrema fragilità del proprio territorio, da sempre la popolazione locale ha registrato accadimenti, proposto regolamenti per una buona gestione, riportato notizie. Si è creato così un archivio che non è andato perduto e che permette di osservare come l'uomo abbia cercato, volta per volta, di adattarsi, dominare, gestire il suo territorio, nel corso dei secoli (Margottini & Serafini, 1990).

È facile quindi immaginare come la veloce evoluzione geologica del territorio di Civita di Bagnoregio abbia accompagnato, e spesso dominato, l'evoluzione storico-culturale del borgo stesso e della sua popolazione.

Nella Sala Storia sono riportati i fatti salienti che hanno caratterizzato la vita a Civita di Bagnoregio. Ad esempio sono descritte le frane che hanno ridotto progressivamente il perimetro del borgo; il terremoto del 1695, in seguito al quale gran parte della Contrada Carcere è collassata nella valle sottostante. Di questo quartiere rimane la Cappella della Madonna delle Carceri.

Nella Sala Storia sono riportate anche informazioni sulla vita di San Bonaventura, il personaggio più illustre del borgo, che ha reso famoso il nome di Civita in tutta Europa: religioso, filosofo e teologo, fu vescovo, cardinale e ministro generale dell'Ordine Francescano; è considerato uno tra i più importanti biografi di San Francesco d'Assisi.

Nella Sala Storia è presente anche un particolareggiato diorama del borgo, in cui si possono vedere tutti gli eventi franosi che hanno cesellato i margini della collina.



Fig. 4 - Sala Storia.

Sala Civita

Se nelle altre sale si è parlato del passato, storico e geologico, di Civita di Bagnoregio, nella Sala Civita (Fig. 5) si parla del presente e del futuro del borgo.

La Sala è sostanzialmente suddivisa in due parti: in una, tramite pannelli esplicativi, sono riportate notizie riguardanti tutte le attività di messa in sicurezza dei versanti della rupe di Civita di Bagnoregio, nel corso del tempo, in modo particolare ci si concentra sull'importante opera di consolidamento realizzata nei pressi di "Casa Greco" (Baffo *et al.* 1998). A seguito della frana del Cavon Grande avvenuta nel 1992 e che ha interessato una porzione del versante settentrionale della rupe di Civita, si rese necessaria la realizzazione di opere di consolidamento delle aree limitrofe il coronamento della frana, interessate anche esse da fratture importanti con oltre un metro di larghezza. L'opera consistette nella realizzazione di sette pozzi strutturali, di largo diametro, a monte delle fratture, e la messa in opera di numerosi tiranti per vincolare l'area in dissesto ai pozzi stessi. Come ulteriore sicurezza furono posti altri tiranti in direzione del centro della rupe. Dall'altro lato, nella Sala Civita è presente una *console* con sette video *touch screen* ed altri monitor, che fanno diventare questo il luogo fondamentale del Museo che ha l'ambizione di diventare centro di documentazione dell'evoluzione del paesaggio di Civita di Bagnoregio e della Valle dei Calanchi, nonchè un punto di partenza per la realizzazione di un presidio territoriale.

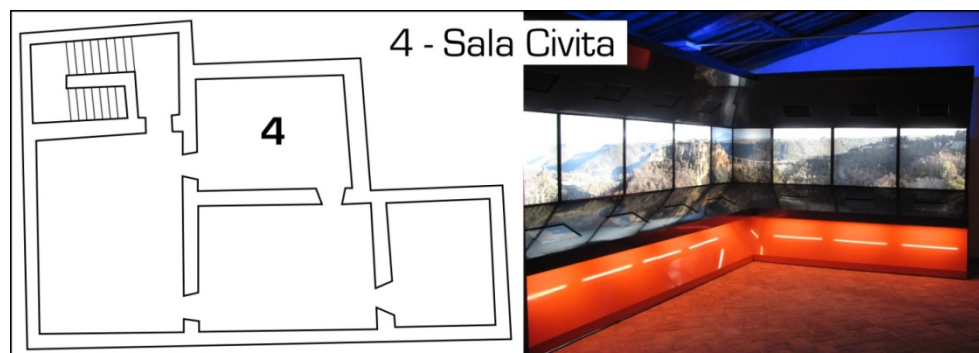


Fig. 5 - Sala Civita.

2. IL PRESIDIO TERRITORIALE

Grazie alla posizione peculiare del Museo nell'area della Teverina, nasce l'idea di attivare, in una dimensione ridotta e a livello volontario (in attesa di un finanziamento stabile nel tempo), un vero e proprio "presidio territoriale", magari sviluppando un modello esportabile ad altre zone, in cui il geologo sia finalmente la figura centrale di riferimento per una gestione attenta e "fruttuosa" del territorio.

Un presidio territoriale con una molteplice funzione: divulgativa, preventiva, conservativa.

Il Museo, tramite le attività sul terreno (Fig. 6), può tenere sotto controllo il territorio così da poter programmare attività di prevenzione e poter intervenire tempestivamente in caso di situazioni di dissesto, grazie alle competenze professionali di chi lo gestisce. Per l'aspetto divulgativo, il Museo si prefigge l'obiettivo di sensibilizzare, con ogni mezzo messo a disposizione dalla moderna tecnologia, quante più persone possibile sulle tematiche delle Scienze della Terra, dalla Paleontologia alle opere di mitigazione del rischio di frana, nella piena consapevolezza che tutti i cittadini debbano conoscere le modalità con cui evolve il territorio e come fare per convivere correttamente con questi cambiamenti.

Infine il Museo può diventare il luogo di incontro di scienziati che lavorano sulle tematiche espositive.



Fig. 6 - Esempi delle emergenze rilevate durante le attività legate al presidio territoriale.

I geologi dello Staff del "Museo Geologico e delle Frane" (Giovanni Maria Di Buduo, Andrea Di Cencio e Luca Costantini) hanno quindi deciso di raccogliere e rendere fruibili alla comunità tutte le osservazioni che vengono svolte quotidianamente "vivendo" il territorio. Lo hanno fatto lavorando sul Museo stesso che costituisce un'entità sempre in divenire, dove la visita non è sempre la stessa e ogni volta si scoprono nuove infor-

mazioni. Il Museo è quindi al passo con l'evoluzione del territorio e con l'evoluzione del pensiero scientifico.

È stato anche ideato il "Bollettino Geologico della Teverina", pubblicazione quadrimestrale online gratuita (Fig. 7), al fine di divulgare tutte le osservazioni fatte dai geologi del Museo.



Fig. 7 - Estratto del Bollettino Geologico della Teverina.

Parallelamente alla segnalazione dei fenomeni idrogeologici il Bollettino cura, attraverso diverse sezioni, la diffusione di nozioni geologiche che abbiano ricaduta pratica nella vita dei cittadini con linguaggio semplice ed accessibile a tutti.

CONCLUSIONI

La base imprescindibile per una corretta gestione del territorio risiede nel suo controllo costante e capillare, concretizzabile solo con la partecipazione attiva di tutti i cittadini, che devono essere sensibilizzati e correttamente informati: è necessario infondere nella cittadinanza una coscienza geologica che attualmente difetta in maniera drammatica. Il Museo Geologico e delle Frane di Civita di Bagnoregio diventa, così, nell'area della Teverina, un punto di riferimento fondamentale per la divulgazione delle discipline proprie della Geologia, per cominciare a creare una conoscenza di base tale da permettere ai cittadini di capire meglio il territorio in cui vivono, con le sue fragilità ed evoluzioni.

La divulgazione viene fatta con ogni mezzo necessario, non solo con le visite, libere o guidate, ma anche tramite l'ausilio dei più recenti mezzi di comunicazione di massa quali il sito web (www.museogeologicoedellefrane.it), e in special modo i social network quali Facebook e Twitter.

Infine, il Museo, con la sua attività di presidio territoriale, sta finalmente diventando il punto di partenza per la salvaguardia di uno degli scorci più belli dell'Italia Centrale, un angolo di Paese che subisce ogni giorno l'azione inarrestabile dell'erosione. Per la sicurezza di Civita di Bagnoregio e affinché la sua bellezza possa essere tramandata nel futuro, è fondamentale il monitoraggio costante della sua rupe e la segnalazione tempestiva di ogni dissesto in atto, attività che solo la presenza costante di geologi può garantire, e questo è proprio l'obiettivo che si prefigge il Museo Geologico e delle Frane.

RINGRAZIAMENTI

Gli autori vogliono ringraziare l'amministrazione comunale di Bagnoregio per aver voluto il Museo Geologico e delle Frane a Civita di Bagnoregio, il Prof. Claudio Margottini per l'allestimento delle sale, l'Associazione Culturale Civita per il contributo e l'aiuto per l'inaugurazione; le dottoresse Elisa Ponziani e Alessia Grancini per il supporto e le discussioni; la dottoressa Maria Adelaide Rossi e il dottor Silvano Agostini della Soprintendenza per i Beni Archeologici dell'Abruzzo di Chieti, per l'aiuto nella registrazione della collezione paleontologica; il professor Enrico Miccadei dell'Università "G. D'Annunzio" di Chieti e il professor Mario Valletta dell'Università del Sannio di Benevento, per lo stimolo, i consigli ed il supporto.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- BAFFO A., COLOMBINI V., DEL MONACO G., MARGOTTINI C., SERAFINI S. & SOCCO-DATO C. (1998) - *Nuova tipologia di consolidamento a basso impatto ambientale*. I Beni Culturali, vol. 6.
- DI BUDUO G. M. & DI CENCIO A. (2008) - *Malacofauna pliocenica vicino Baschi Scalo (TR). Un sito da tutelare*. Atti del Convegno "I fossili come memoria della Terra e della Vita. Prospettive e problemi", 6-7 giugno 2008. Sessione Poster. Società Paleontologica Italiana, Università "La Sapienza", Roma.
- DI BUDUO G. M., DI CENCIO A. & COSTANTINI L. (2012) - *Il "Museo Geologico e delle Frane" di Civita di Bagnoregio (VT)*. Professione Geologo, vol. 33, pp. 10-14.
- MANCINI M., GIROTTI O. & CAVINATO G. P. (2003-2004) - *Il Pliocene e il Quaternario della Media Valle del Tevere (Appennino Centrale)*. Geologica Romana, vol. 37, pp. 175-236.
- MARGOTTINI C. & SERAFINI S. (1990) - *Elenco cronologico delle principali manifestazioni franose e delle opere di stabilizzazione intraprese nell'area di Bagnoregio e Civita dal 1373 al 1970*. In Margottini C. & Serafini (a cura di) "Civita Di Bagnoregio: Osservazioni geologiche e monitoraggio storico dell'ambiente", pp. 57-70.
- MONEGATTI P., CANALI G., BERTOLDI R. & ALBIANELLI A. (2002) - *The classical Late Piacenzian Monte Falcone-Rio Crevaiese section (Northern Italy): palynological evidence and biomagnetostratigraphic constraints for climatic cyclicity and local mollusc extinctions*. Geobios, Special Paper 24, pp. 219-227.
- MONEGATTI P. & RAFFI S. (2001) - *Taxonomic diversity and stratigraphic distribution of Mediterranean Pliocene bivalves*. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, vol. 165, pp. 171-193.
- MONEGATTI P. & RAFFI S. (2007) - *Mediterranean-middle eastern atlantic façade: molluscan biogeography & ecobiostatigraphy throughout the late Neogene*. Açoreana, vol. 5, pp. 126-139.
- NAPPI G., RENZULLI A., SANTI P. & GILLOT Y. (1995) - *Geological evolution and geochronology of the Vulsini volcanic district (Central Italy)*. Bollettino della Società Geologica Italiana, vol. 114, pp. 599-613.
- PALLADINO D. M., SIMEI S., SOTTILI G. & TRIGILA R. (2010) - *Integrated approach for*

the reconstruction of stratigraphy and geology of Quaternary volcanic terrains: an application to the Vulsini Volcanoes (Central Italy). The Geological Society of America, Special Paper 464.

RAFFI S. & MONEGATTI P. (1993) - *Bivalve taxonomic diversity throughout the Italian Pliocene as a tool for climatic-oceanographic and stratigraphic inferences.* Ciencias da Terra, vol. 12, pp. 45-50.

RIFERIMENTI DI INTERESSE GEOLOGICO NELLA LETTERATURA TURISTICO-ESCURSIONISTICA ITALIANA. CONSIDERAZIONI GENERALI E CASI PARTICOLARI

di *Lamberto Laureti*

Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università di Pavia, laureti@unipv.it

Abstract - References of geological interest in the Italian tourist and excursion literature. General remarks and specific cases.

As far as the relations between geology and tourism, the object of this paper is to draw the attention to the role played by the touristic and alpine information tools, such as guides, handbooks, maps and others. In this paper the author propose a review starting from some historical guide-books up to the more recent TCI (Italian Touring Club) and CAI (Italian Alpine Club) ones, compared with other European ones as the well known Baedeker, Joanne and Michelin.

PREMESSA

Attualmente la produzione di strumenti informativi e descrittivi con finalità tradizionalmente turistiche, alpinistiche ed escursionistiche in genere è particolarmente abbondante, con una proliferazione nel complesso eccessiva e comunque di qualità piuttosto variabile. Di norma, salvo specifiche eccezioni, essa tende a considerare le situazioni e le emergenze di carattere artistico e monumentale, storico e letterario, oltre a quelle di tipo paesaggistico. Tra gli aspetti dell'ambiente naturale è dedicato uno spazio maggiore alle condizioni fito-climatiche (anche per via della loro pratica utilità), mentre tutto ciò che riguarda il rilievo topografico e la morfologia superficiale mantiene una funzione di cornice e di sfondo. Ovviamente non mancano specifici inviti a considerare particolari situazioni che possono rientrare nell'ambito delle cosiddette "curiosità naturali" (come grotte, archi naturali, gole torrentizie, cascate, ecc.) in grado di soddisfare l'attenzione anche del viaggiatore più distratto. In particolare, per ciò che riguarda gli aspetti geologici e geomorfologici spesso le informazioni fornite risultano, il più delle volte, generiche, e non di rado banali, nella presunzione che la maggior parte dei fruitori di tali strumenti abbia un livello culturale elementare. Solo nel caso di prodotti editoriali rivolti ad un pubblico di cultura medio-elevata o comunque particolarmente esigente, come si vedrà, i riferimenti all'ambiente naturale si allargano a comprendere più marcatamente quelli relativi non solo alla geologia e alla geomorfologia ma anche alla climatologia e, anche con un certo dettaglio, all'ambiente floristico e faunistico.

1. LE ANTICHE GUIDE TURISTICHE

È noto come, già nel XVII secolo (per vero, anche con prodromi nel secolo precedente), cominciasse a fiorire (per svilupparsi specialmente durante tutto il secolo successivo) una particolare produzione libraria, che si potrebbe definire turistica *ante litteram*, principalmente per il suo carattere didascalico e per gli scopi eminentemente pratici che si prefiggeva. Essa era in genere costituita da narrazioni di viaggi, descrizioni, raccolte iconografiche di luoghi nell'antichità e nel presente, ma soprattutto dalle cosiddette "guide ad uso dei forestieri e dei viaggiatori". Diffuse in tutta Europa ed anche nel nostro Paese, la loro fortuna è dimostrata anche dalle numerosissime edizioni e ristampe che vennero fatte di molte di esse, segno evidente della loro effettiva utilità, ma soprattutto testimonianza di un generale interesse da parte di quegli esponenti delle classi colte, abituati a viaggiare con una certa frequenza da un paese all'altro.

Altro pregio di queste "guide" è rappresentato, inoltre, dal fatto che esse costituiscono una vera e propria miniera di notizie e di dati, ma anche di acute osservazioni sulle caratteristiche del paesaggio geografico e sulle condizioni della società dell'epoca, specialmente in riferimento a quelli che oggi vengono indicati come "beni culturali e ambientali". Di norma le osservazioni riguardavano sia gli aspetti naturali che quelli

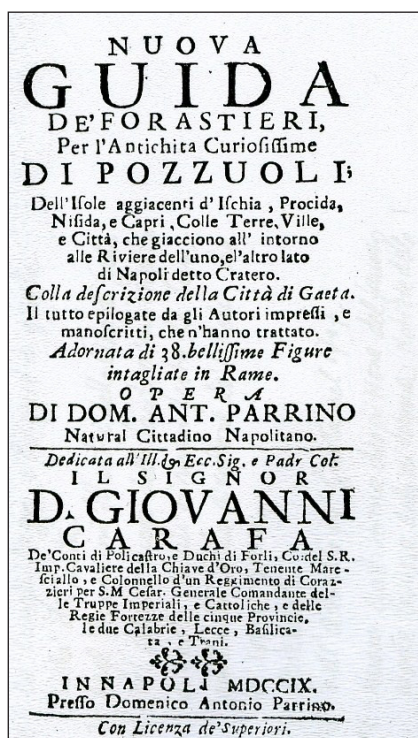


Fig. 1 – Illustrazione proveniente dalla Guida de' Forastieri... di Domenico Antonio Parrino, Napoli 1709.

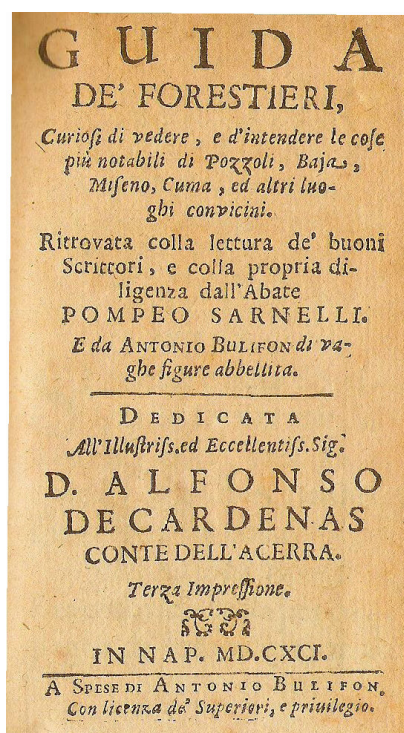


Fig. 2 – Frontespizio della Nuova Guida de' Forestieri di Pompeo Sarnelli, Napoli 1791.

antropici (più segnatamente di interesse storico-archeologico-artistico) dei singoli luoghi oggetto di illustrazione, con interessanti considerazioni sulla "mentalità" turistica del tempo e sulla stessa idea che si aveva del paesaggio e del territorio in genere.

Anche se in queste pubblicazioni non mancavano accurate descrizioni di aspetti fisici e di eventi naturali, dalle eruzioni vulcaniche ai terremoti (come nelle diffusissime guide napoletane di Domenico Antonio Parrino e Pompeo Sarnelli, ristampate in numerose edizioni durante tutto il Settecento; Figg. 1 e 2), è specialmente prima della metà del XIX secolo che in alcuni "handbooks for travellers" compaiono precisi riferimenti alla

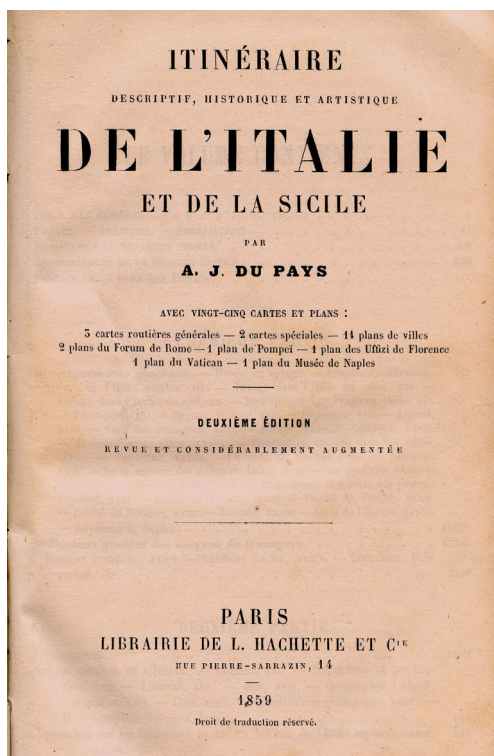


Fig. 4 – Frontespizio della guida *Itinéraire descriptif, historique et artistique de l'Italie et de la Sicile*, di A. J. Du Pays, Parigi 1859.

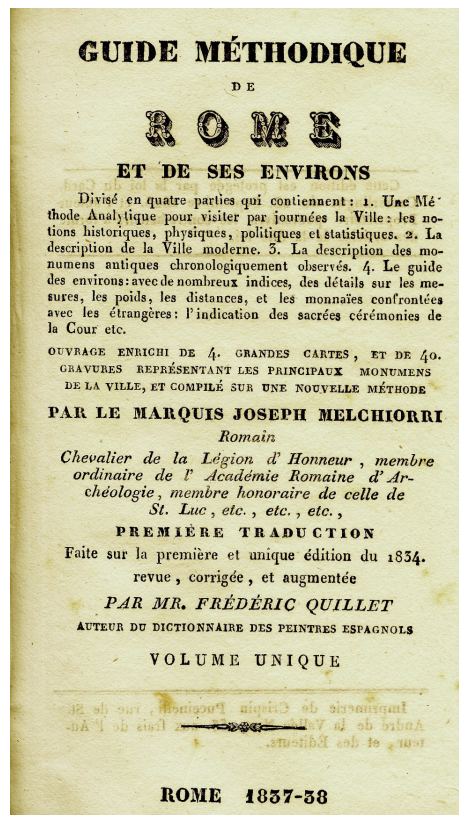


Fig. 3 – Frontespizio della *Guide Méthodique de Rome* di Giuseppe Melchiorri, Roma 1837-38.

geologia ed alla geografia fisica. A tale riguardo vale la pena di ricordare una a suo tempo celebre *Guida metodica di Roma e dei suoi dintorni* del marchese Giuseppe Melchiorri (Fig. 3), la cui traduzione francese venne pubblicata nella seconda metà degli anni '30 dell'Ottocento (1837-38). La sezione seconda della guida è interamente dedicata agli aspetti fisici con specifici riferimenti alla posizione geografica, alla topografia del suolo, ivi compresi i rilievi collinari (i ben noti sette colli con l'aggiunta del Pincio, del Gianicolo e del Vaticano) con le depressioni che li dividono, alla costituzione geognostica,

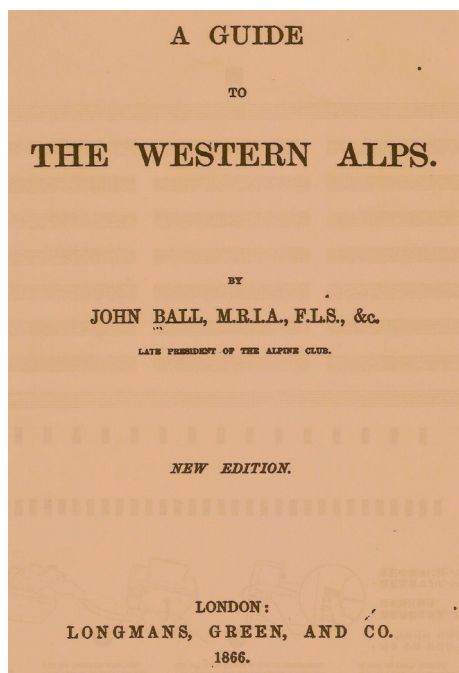


Fig. 5 - Frontespizio del primo volume della Alpine Guide di John Ball (*The Western Alps*), Londra 1866.

alle acque sorgive, al Tevere ed alle sue inondazioni, alle condizioni atmosferiche nonché alla grande varietà di pietre di cui sono strutturati monumenti ed edifici della città. A corredo di queste notizie nella guida viene allegata, tra le altre, una bella carta geologica con otto diverse tinte litologiche ripresa da quella eseguita a suo tempo (1820) dal Brocchi. Numerose ed accurate sono anche le descrizioni del nostro Paese pubblicate oltralpe, certamente a favore degli appassionati del *Grand Tour*. È il caso della Francia dove, da parte delle celebri guide di Hachette, tra il 1858 e il 1859, escono, nella "Collection des Guides-Joanne", due edizioni dell' *Itinéraire descriptif, historique et artistique de l'Italie et de la Sicile* redatto da Augustin Joseph Du Pays (Fig. 4), ricche di un ottimo corredo cartografico. Tra le altre informazioni, due fitte pagine sono dedicate alla *constitution géologique* e alla *hydrographie* del territorio italiano, seguite da una appendice sulle *Moraines d'anciens glaciers formant le barrage des lacs* distesi alle pendici della cerchia alpina.

2. LE GUIDE ALPINISTICHE

Verso la metà dell'Ottocento cominciano a diffondersi in Europa pubblicazioni più specialistiche, dedicate all'illustrazione di percorsi ed aree in territori montuosi e più particolarmente alpini, certamente derivati dal successo che avevano avuto sia le numerose edizioni (1777-96) dei celebri *Voyages dans les Alpes* del De Saussure come le splendide *Illustrations of the passes of the Alps* (1828) del Brockendon e i suoi *Journals of excursions in the Alps* (1833). Ma è solo verso la metà del secolo che si fanno più frequenti opere descrittive (molto spesso editate in Scozia e in Inghilterra) che, anche tramite il loro materiale illustrativo, invitano gli appassionati lettori alla visita dei luoghi alpini e alla percorrenza degli itinerari più suggestivi. È il caso dell'itinerario di James D. Forbes *Tour of Mont Blanc and of Monte Rosa* (Edimburgh, 1855) e di quelli di Alfred Wills *Wandering among the High Alps* (London, 1854) che dimostrano anche il notevole interesse britannico (sia sotto il profilo turistico che scientifico) verso l'ambiente alpino. E non è proprio un caso che la prima associazione alpinistica europea sia stata l'*Alpine Club* di Londra, fondato nel 1857, ed alla cui presidenza venne chiamato l'uomo politico e naturalista irlandese John Ball, noto in particolare per la sua attività alpinistica (il 19 settembre dello stesso anno egli fu il primo a salire, nella regione dolomitica, fino ai 3.168 metri della vetta del Pelmo) e, soprattutto, per la pubblicazione di una famosa

serie di guide alpinistiche (*Alpine Guides* in tre distinti volumi dedicati alle tre sezioni delle Alpi: occidentale, centrale e orientale; Fig. 5), pubblicate in numerose edizioni a partire dal 1863. Sempre al Ball si deve la pubblicazione di un'opera anch'essa rimasta celebre: *Peaks, Passes and Glaciers* (Londra, 1859). Le guide del Ball si distinguono anche per la ricchezza di informazioni (anche bibliografiche) sulle condizioni naturali dei gruppi montuosi descritti e specialmente per le loro caratteristiche geologiche. In ciascuno dei tre volumi, tra le altre carte e illustrazioni, è inserita una splendida carta geologica a colori, e in uno di essi è riportato un corposo capitolo (circa un centinaio di pagine) sulle caratteristiche geologiche di tutto il sistema alpino. Pubblicate dall'editore inglese Longmans, le guide del Ball si affiancano, sempre per la stessa casa editrice, al celebre resoconto dei viaggi compiuti per un triennio nella attuale regione dolomitica dagli inglesi Josiah Gilbert e George Cheetham Churchill (*The Dolomite Mountains. Excursions through Tyrol, Carinthia, Carniola and Friuli in 1861, 1862 and 1863*; Londra, 1864). Come è noto, grazie al titolo di quest'opera, quella parte delle Alpi già denominata come Alpi Veneziane (Venediger Alpen), mutò da allora il nome in quello attuale di Alpi Dolomitiche o Dolomiti.

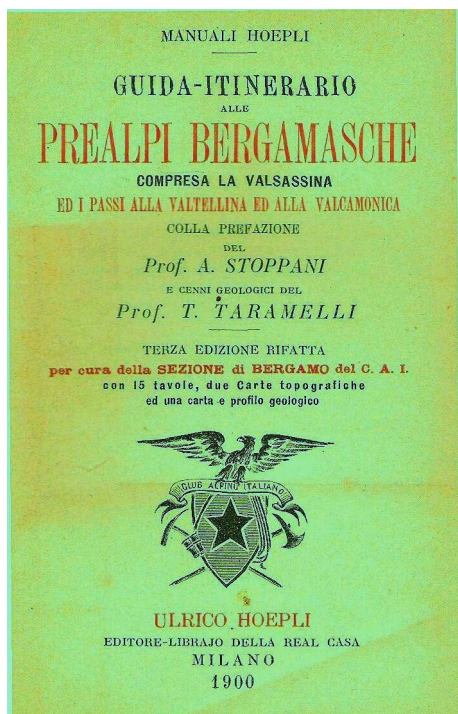


Fig. 6 – Frontespizio della terza edizione della Guida-Itinerario alle Prealpi Bergamasche (Milano 1900) con allegata una Carta geologica della provincia di Bergamo di Torquato Taramelli.

3. LA GEOLOGIA NELLE GUIDE ALPINISTICHE ITALIANE

Dopo la fondazione del Club Alpino Italiano (1863), ad opera di Quintino Sella, cominciò a prender piede la pubblicazione di guide alpinistiche dedicate a singoli settori dell'arco alpino. Nell'ultimo quarto dell'Ottocento molto successo ebbe una guida delle *Prealpi Bergamasche*, edita da Hoepli (1877) con prefazione dell'Abate Stoppani. Essa ebbe altre due edizioni, curate dalla Sezione di Bergamo del CAI, nel 1888 e nel 1900, quest'ultima con una lunga introduzione di Torquato Taramelli a cui si deve anche una nitida cartina geologica a colori (Fig. 6). Numerose sono le guide, non solo esclusivamente alpinistiche, relative a singole regioni alpine pubblicate nello stesso periodo, tra le quali se ne citeranno solo alcune tra più ragguardevoli. Rimanendo in Lombardia, nel 1884 venne pubblicata, a cura della Sezione Valtellinese del CAI, la *Guida alla Valtellina e alle sue acque minerali* (di cui era già apparsa nel 1873 una più modesta prima edizione) di Fabio Besta con un cospicuo "Cenno geognostico" seguito da "Notizie circa le acque medicinali"

e da una nota sui "Minerali edilizi e ornamentali". Al riguardo si ricorda che allora le località che avessero disponibilità di acque più o meno mineralizzate, e quindi con azioni terapeutiche, erano molto ricercate e spesso al loro toponimo veniva anteposto il prefisso di "Bagni", successivamente sostituito da quello più accattivante di "Terme", anche se le acque in questione non fossero sempre proprio "termali".

Tra le numerose guide relative alla regione alpina una posizione particolare è occupata da un gruppo di cinque volumi pubblicati dalla Società Alpina Friulana con il nome di *Guida del Friuli* tra il 1886 e il 1930. I singoli volumi riccamente illustrati trattano, oltre che del capoluogo regionale (Udine), del Canale del Ferro, della Carnia, delle Prealpi Giulie e di Gorizia con le vallate dell'Isonzo e del Vipacco. Grazie alla collaborazione di eminenti personalità scientifiche come Giovanni e Olinto Marinelli e Michele Gortani, queste guide sono ricche di notazioni geologiche, geografiche e naturalistiche in genere, oltre che storiche, e si leggono ancora oggi con notevole gradimento. Negli anni '80 dello scorso secolo la SAF ne ha curato una ottima ristampa anastatica comprendente anche la stessa copertina originale.

Ben in grado di competere con esse è anche un altro gruppo di volumi dovuti alla prolifica penna di Enrico Abbate, Segretario della Sezione CAI di Roma, allora presieduta dal geografo Guido Cora. Si tratta della *Guida del Gran Sasso d'Italia* (1888), della *Guida della provincia di Roma* in due volumi (1890) e della *Guida dell'Abruzzo* (1903), quest'ultima con un capitolo di cento pagine dedicato alla sola geologia ed altri agli aspetti floristici, faunistici, idrologici e climatici. Queste ormai rarissime guide, oltre ad essere corredate da numerose carte topografiche a grande scala, sono anche una miniera di notizie (storiche, etnografiche, economiche ed artistiche) circa le situazioni più tipiche e caratteristiche di questa speciale regione appenninica. La guida relativa al Gran Sasso contiene anche decine di fotografie dell'epoca, sezioni geologiche e vedute panoramiche che costituiscono una preziosa documentazione sul grado di conoscenze di questa parte dell'Appennino abruzzese.

La Sezione di Bologna dello stesso sodalizio pubblicò, nel 1881, una poderosa monografia su *L'Appennino Bolognese: descrizione e itinerari* da cui uno dei collaboratori,

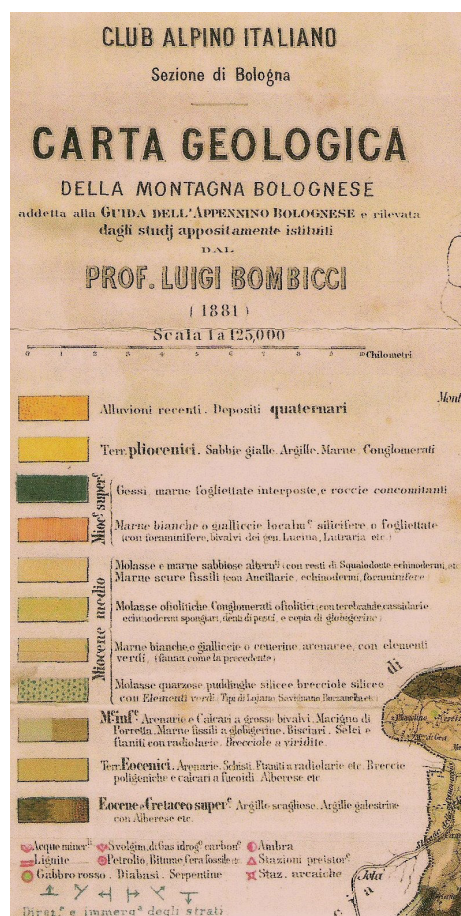


Fig. 7 - Titolo della Carta geologica della montagna bolognese di Luigi Bombicci inserita nel volume *L'Appennino Bolognese*, Bologna 1881.



Fig. 8 – Frontespizio della Guida delle Apuane di Lorenzo Bozano, Enrico Questa e Gaetano Rovereto, Genova 1905.

Luigi Bombicci, professore di Mineralogia nell'ateneo felsineo, l'anno successivo fece pubblicare a parte il testo da lui redatto con il titolo *Montagne e vallate del territorio di Bologna*. Ad ambedue le opere era allegata una sua grande carta geologica a colori con un corredo di numerose sezioni (Fig. 7). Sempre sull'Appennino Bolognese vale la pena di ricordare una delle numerose "guide locali" di cui è ricca la produzione italiana di ogni tempo. Si tratta della *Guida dei Bagni della Porretta e dintorni* di Demetrio Lorenzini, farmacista nella attuale località di Porretta Terme. Di questa guida, ricca di notizie geologiche, paleontologiche e mineralogiche, oltre che floristiche e faunistiche, vennero stampate tre edizioni (1886, 1894 e 1910), le cui ultime due dall'editore Zanichelli di Bologna, sempre aggiornate ed accresciute. A una particolare sezione dell'Appennino settentrionale, le *Alpi Apuane*, è dedicata la bella guida (1905 e 1921) di Lorenzo Bozano, Enrico Questa e Gaetano Rovereto (Fig. 8), quest'ultimo professore di geologia nell'ateneo genovese e autore

di un denso capitolo sulla geologia delle Apuane. Molto successo ebbe anche la guida di Giovanni Dellepiane, dedicata alle *Alpi e Appennini Liguri* e pubblicata in cinque edizioni dal 1892 al 1924. Tra i collaboratori figurano due insigni geologi ambedue docenti a Genova: Arturo Issel, curatore delle note geologiche, mineralogiche e archeologiche; Gaetano Rovereto di quelle idrologiche e morfologiche. Ambedue queste guide furono pubblicate per conto della sezione Ligure del CAI.

Tornando alla regione alpina, le sezioni del CAI di Torino e di Milano avevano cominciato a curare, fin dagli anni '80 dell'Ottocento e per circa un cinquantennio, una serie di guide alpinistiche relative alle zone maggiormente frequentate, ricche di dettagli topografici concernenti i diversi itinerari di salita, ma con scarse indicazioni geologiche. Una cartina geologica a colori è comunque allegata a un volume della prima serie della *Guida dei Monti d'Italia* predisposta dalla sede centrale del CAI: si tratta del primo dei tre volumi relativi alle Alpi Cozie centrali (1923) curato da Eugenio Ferreri. La carta in questione, disegnata alla scala di 1: 400.000, è tratta dalla grande "Carta geologica delle Alpi Occidentali" del R. Ufficio Geologico (1908). Nella prima guida di questa serie, dedicata alle *Alpi Marittime* (1909) e curata da Giovanni Bobba, è inserito un capitolo di "Cenni geologici" scritto dal noto geologo Federico Sacco, docente nell'ateneo torinese. A questo volume ne seguirono altri due, a cura della Sezione di Milano del CAI, rispettivamente dedicati alle *Alpi Retiche Occidentali* (1911) e alla *Regione dell'Ortles* (1915), la prima a cura di Romano Balabio, Luigi Brasca, Guido Silvestri e Alfredo Corti, la seconda a cura di Aldo Bonacossa.

4. LE GUIDE DI OTTONE BRENTARI E GIOVANNI BORTOLOTTI

Due distinte serie di guide sono quelle curate da Ottone Brentari (1852-1921), geografo e storico nativo della Valsugana, e dell'ingegnere Giovanni Bortolotti, presidente della Sezione bolognese del CAI tra il 1945 e il 1958. Il Brentari fu autore di decine di itinerari e di guide, per lo più a carattere regionale (del Cadore, del Feltrino, dello Zoldano, del Monte Baldo e di numerose altre località come Bassano, Belluno, Vicenza, Schio, Recoaro), pubblicate in prevalenza durante l'ultimo ventennio dell'Ottocento, e specialmente della *Guida del Trentino* (Fig. 9), pubblicata in quattro volumi tra il 1890 e il 1902, che è anche un prezioso repertorio di luoghi e di notizie. Alle Dolomiti egli dedica puntigliose osservazioni di carattere storico e litologico ("Certamente non c'è verun'altra pietra che come la dolomia sia stata oggetto di studio, e cagione delle più svariate teorie di geologi, petrografi e chimici riguardo alla sua origine e trasformazione, e certo, neppur dopo tanti studi, è stato stabilito decisamente che cosa sia la *dolomia*, e che cosa il *calcare dolomitico*, né ancora si è data una sicura spiegazione sull'origine dei depositi dolomitici. Certo di questa parola si è usato ed abusato non solamente dagli scrittori di guide, ma anche dai geografi, e persino dai chimici; e ormai quando si parla di *Dolomiti* o *Alpi Dolomitiche* si intende parlare di tutto

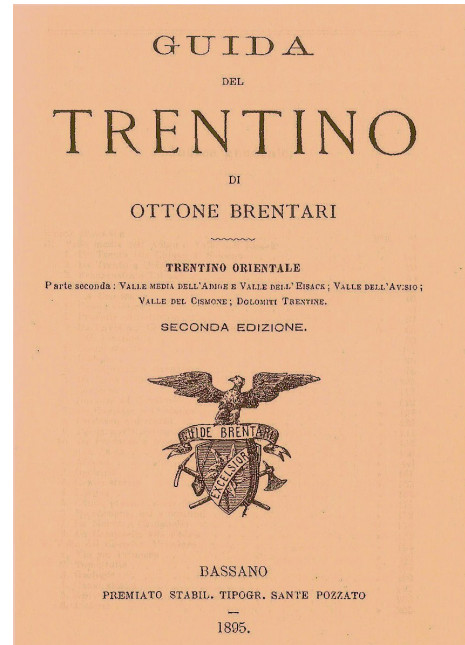
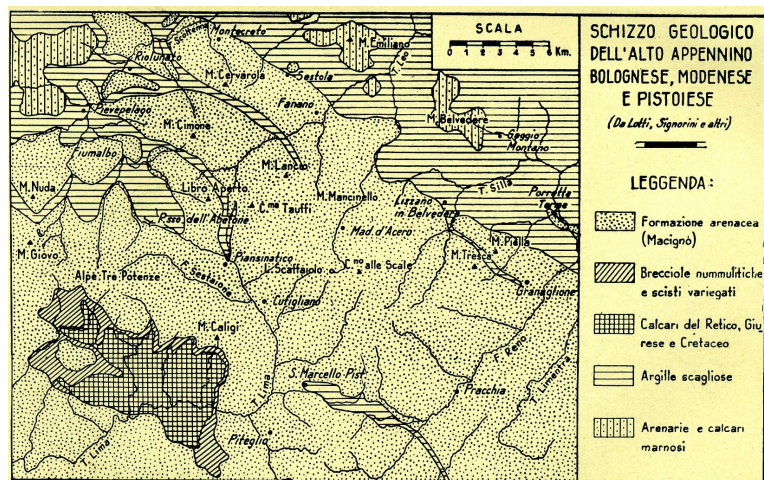


Fig. 9 – Frontespizio della 2a edizione della Guida del Trentino di Ottone Brentari, Bassano 1891.

Fig. 10 – Schizzo geologico inserito nella Guida dell'Alto Appennino Bolognese, Modenese e Pistoiese dalle Piazze all'Abetone di Giovanni Bortolotti, Bologna 1963.



il territorio fra la Pusteria, l'Adige, il Piave, e la pianura veneta, pure ammesso che poche delle montagne di questo territorio siano dolomitiche, e sebbene molte invece lo siano fuori dei confini di esso" - da *Guida del Trentino, Trentino Orientale*, parte II, pag. 241).

Il Bortolotti, acuto osservatore del paesaggio e accurato ricercatore di notazioni storiche, illustrò, nel corso dei primi due decenni postbellici, itinerari ed aspetti dell'Appennino Tosco-Emiliano con un gruppo di guide (a cura delle locali Sezioni CAI dell'Emilia e della Toscana oltre che della Sede centrale del CAI ed uscite in più riprese tra il 1950 e il 1966 nelle edizioni Tamari) relative alle seguenti sezioni dell'Appennino settentrionale: *Alto Appennino Modenese e Lucchese dall'Abetone alle Radici*; *Alto Appennino Bolognese-Modenese-Pistoiese dalle Piastre all'Abetone*; *Alto Appennino Parmense-Lunigianese dal Passo del Lagastrello alla Cisa*. A differenza di quelle del Brentari, le guide del Bertolotti danno molto spazio alle informazioni geologiche e naturalistiche, fornite da docenti degli atenei emiliani, in particolare Raimondo Selli, Ugo Losacco e Giorgio Zanzucchi per la geologia, la geomorfologia e la glaciologia (Fig. 10).

5. LA GEOLOGIA NELLE GUIDE DEL CAI E DEL TCI

Pubblicati dal CAI altri volumi durante e dopo la prima guerra mondiale (due fascicoli nel 1916-17 per la guida *Adamello-Presanella*, la guida *Dolomiti di Brenta* nel 1926, quella di Antonio Berti sulle *Dolomiti orientali* nel 1928 e ancora, fra il 1930 e il 1932, due fascicoli per la guida sulle *Alpi Giulie*), a partire dal 1929 venne avviata una faticosa collaborazione tra il CAI e il Touring Club Italiano inizialmente con la pubblicazione congiunta della collana "Da Rifugio a Rifugio", a carattere prevalentemente escursionistico, quindi, dopo un ulteriore accordo nel 1933, con una nuova serie della "Guida dei Monti d'Italia", tuttora in corso e, dopo ottanta anni, prossima alla conclusione. Essa si distingue per la completezza delle notizie sugli aspetti ambientali delle aree montuose considerate (alpine, appenniniche e insulari) e per la dovizia di materiale iconografico e la precisione delle informazioni tecniche, oltre che per interessanti elementi sulla storia alpinistica locale.

Queste due collane di guide si distinguono per il contenere sistematici riferimenti (redatti, se non dai rispettivi autori, da autorevoli specialisti) sia alle condizioni geologiche e geomorfologiche delle aree montuose a cui sono dedicate, sia ad altri aspetti naturalistici come quelli relativi alle condizioni glaciologiche, meteorologiche e speleologiche. Non mancano inoltre anche nella cartografia allegata tematismi specifici come vere e proprie carte geologiche e litologiche (nei riguardi dei volumi della collana "Da Rifugio a Rifugio"), ma anche tematismi morfologici come l'indicazione dei circhi glaciali e dei relativi archi morenici nei volumi della collana alpinistica.

L'inserimento di specifiche note naturalistiche (geologiche, floristiche, ecc.) nelle guide del CAI è sicuramente una conseguenza della costituzione, nel 1931, del Comitato Scientifico Centrale ad opera di Ardito Desio, geologo friulano e quindi docente all'Università di Milano dove si adoperò per l'istituzione di quello che oggi è il Dipartimento di Scienze della Terra dotato di una ricca biblioteca, frutto di una sua donazione e a lui stesso intitolata. Alla presidenza del Comitato scientifico centrale del CAI, dopo Desio si succedettero altri due rilevanti personalità, come Giuseppe Morandini, docente di

geografia a Padova, e il naturalista Giuseppe Nangeroni, docente all'Università Cattolica di Milano. È a quest'ultimo che si deve, nel 1955, la pubblicazione di una prima e assai diffusa serie di volumetti ("Itinerari naturalistici attraverso le Alpi") che illustravano, anche con la scorta di specifici itinerari, di fotografie, di tabelle, di sezioni e cartine tematiche, gli aspetti geologici, geomorfologici e floristici di montagne e vallate alpine (le Grigne, le Dolomiti occidentali, la Val Malenco e la Val Masino) e scritti da autorevoli specialisti. Ad essa seguì, a partire dal 1972 e per circa un ventennio, una seconda serie ("Itinerari naturalistici e geografici attraverso le montagne italiane"), anch'essa particolarmente apprezzata, con una trentina di volumetti alcuni dei quali si occuparono anche di vallate e rilievi appenninici. Da qualche anno infine (2010) riprese le pubblicazioni una terza serie finora arrivata a una decina di titoli. Minor fortuna ha invece avuto (non tanto per i contenuti quanto per motivi di scarsa utilizzabilità, per via del formato poco tascabile oltre che per un apparato illustrativo poco attraente) una pur interessante collana, coedita dal CAI e dal TCI alla metà degli anni '80, di "Guide escursionistiche per valli e rifugi". Essa avrebbe dovuto sostituire la vecchia ma più pratica collana delle guide "Da Rifugio a Rifugio", lasciata morire incompleta di due volumi (Alpi Orobie e Alpi Carniche e Giulie), ma si arrestò solo dopo sei titoli.

Riferimenti alle condizioni geologiche, geomorfologiche, e naturalistiche in genere, come quelle relative alla vegetazione e alla fauna, sono presenti anche nelle guide del Touring Club Italiano dedicate alle singole regioni italiane (le celebri "guide rosse"), redatte successivamente all'esaurirsi della prima edizione che era stata curata direttamente da Luigi Vittorio Bertarelli. Pur ricalcati su quelli della tradizionale collana tedesca Baedeker e delle francesi "Guides Bleus" dell'editore Hachette, i volumi della "Guida d'Italia" del TCI, apparsi per la prima volta nel 1914, con il loro ricco corredo cartografico, costituiscono un esaustivo patrimonio di sistematiche informazioni su tutti gli aspetti geografici, storici e artistici delle regioni italiane. Fino ad oggi ne sono stati diffuse circa dieci milioni di copie. Attualmente, la produzione della collana, periodicamente aggiornata e ristrutturata, appare tuttavia assai rallentata e la sua ulteriore diffusione (negli ultimi anni appoggiata, con i singoli volumi in allegato e con prezzo sensibilmente ribassato, alla vendita in edicola dei due massimi quotidiani nazionali) appare compromessa dalla comparsa di una nuova serie di guide regionali e provinciali, che nel formato e nella struttura ripetono il modello delle fortunate "guide verdi": i volumi della "Guida d'Europa", iniziata negli anni '60 e poi estesa anche ai paesi extra-europei ("Guide del Mondo") di cui si dirà più avanti.

La struttura delle "guide rosse" del TCI si distingue per anteporre alle serie di itinerari attraverso le singole regioni una parte introduttiva particolarmente cospicua (e in genere redatta in corpose sintesi da molti autorevoli specialisti: geografi, geologi, naturalisti, storici, economisti, storici dell'arte) oltre che corredata da una folta bibliografia tematica inserita alla fine del volume. Questa introduzione, sotto il titolo di "Sguardo d'insieme" comprendeva, fin dalle prime edizioni curate personalmente dallo stesso Bertarelli fino al 1926 (anno della sua scomparsa), informazioni molto dettagliate sulle condizioni fisiche (geologiche, morfologiche, climatiche, ecc.) del territorio considerato e redatte da scelti collaboratori tra i quali si distingueva Orinto Marinelli, purtroppo scomparso anche lui nel 1926. Nelle successive edizioni, con i volumi della collana cresciuti di numero e dedicati ciascuno a una singola regione o alle città più importanti (Roma,

Napoli, Milano, Torino, Venezia, Firenze), la struttura rimase la stessa fino agli inizi degli anni '80. La medesima struttura aveva interessato anche i grossi volumi dedicati ai territori coloniali, pubblicati nel 1929 e nel 1938, oltre che a quelli occupati nel corso del secondo conflitto mondiale o considerati di pertinenza nazionale (Albania, Grecia, Croazia, Corsica, Dalmazia, Tunisia).

A partire dalla metà degli anni '80 la struttura dei volumi della Guida d'Italia venne riorganizzata cercando di dare ai singoli capitoli introduttivi un titolo più accattivante e premettendone ad essi uno denominato "Le ragioni di una visita" con l'intento di personalizzare l'intero territorio regionale che il turista si accingeva a percorrere, ma anche stimolandolo a dare un significato al suo viaggio al di fuori di quelle che potessero essere le banali curiosità di un comune viaggiatore. In tal modo anche il linguaggio e la terminologia finora usata vennero cambiati ed adattati alle nuove esigenze comunicative. Spulciando, ad esempio, l'indice del volume sulla Toscana, ecco la titolazione dei singoli capitoli: *i caratteri geografici del territorio, la regione nel tempo, la formazione dell'identità regionale, la vicenda artistica, le stagioni dell'architettura toscana, la cultura popolare e tradizionale, la Toscana oggi, la Toscana domani, i modi della visita*. In quello relativo ai caratteri geografici (dovuto a Francesco Pardi, geografo nell'ateneo

fiorentino), nel complesso la descrizione, limitata ai soli aspetti geomorfologici, e pur nelle poche pagine disponibili, risulta ben calibrata e ben comprensibile al lettore di cultura medio-superiore ed anche efficace sotto il profilo paesaggistico.

Mancano purtroppo precisi riferimenti all'ambiente meteo-climatico che in un volume del genere sono certamente importanti. Un confronto con il volume sulla Sicilia (il cui denso e ben articolato capitolo su *l'uomo e l'ambiente* è stato scritto da Elio Manzi, geografo dell'ateneo palermitano) mostra una notevole differenza ed un maggiore e più completo livello informativo, sia pur limitandoci alle sole condizioni fisiche.

Sotto quest'ultimo profilo sembra di un certo interesse ricordare le vicende che videro la pubblicazione, nel 1981, del volume sulla Campania.

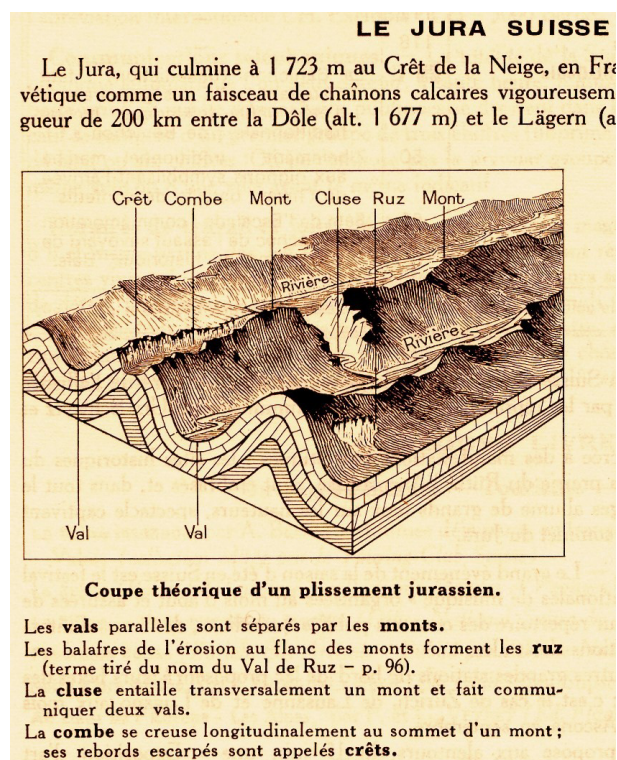


Fig. 11 - Stralcio di testo con sezione geologica prospettica inserita nella 12ª edizione della guida Suisse della Michelin, Parigi 1979.

Chi scrive, allora docente nell'Università di Napoli, era stato incaricato di redigere il capitolo sugli aspetti fisico-geografici, quando, già corrette le bozze di stampa, il 23 novembre 1980, si verificò il disastroso terremoto che colpì duramente l'intera regione. Essendo già pronto per la stampa l'intero volume, fu deciso in tutta fretta dai curatori di anteporgli due capitoletti (le cui pagine vennero indicate con numeri romani) che informassero i lettori sui danni provocati al patrimonio storico-artistico della regione e sugli aspetti del sisma e i suoi riflessi sul territorio. Il primo venne affidato a Nicola Spinosa, Soprintendente ai Beni Artistici e Storici della Campania, il secondo all'autore del presente articolo che lo corredò anche di una carta con le isosiste del terremoto. Come già accennato prima, nel corso degli anni '60 il TCI iniziò la pubblicazione di una serie di guide relative ai paesi europei ed extra-europei ("Guide d'Europa" e "Guide del Mondo") note anche come le "guide verdi". Quest'ultima denominazione in realtà era già stata attribuita ad un'altra serie di guide turistiche che hanno sempre dato molto spazio a informazioni di carattere naturalistico, e in specie geologico e geomorfologico, come le ben note Guide Verdi della francese Michelin dal caratteristico formato verticalmente oblungo (Fig. 11). Ad esse infatti si ispirò lo stesso TCI per dar vita alla fortunata serie delle sue sopracitate guide dei paesi d'Europa e del Mondo. Per circa una trentina d'anni la struttura di questa serie si mantenne inalterata con capitoli introduttivi relativi ai caratteri geografico-fisici dei Paesi considerati, oltre che alle condizioni del popolamento, dell'economia e dell'evoluzione storico-artistica. Poi, dalla metà degli anni '90 la struttura di queste guide venne completamente riorganizzata con l'introduzione di illustrazioni a colori e la semplificazione dei contenuti, sicuramente eccessiva anche se, forse, con un più incisivo impatto mediatico. Ovviamente il notevole corredo di informazioni e notizie che contrassegnava e valorizzava le precedenti edizioni di queste guide, che per molti anni fu puntigliosamente aggiornato, può considerarsi ormai archiviato.

CONCLUSIONI

Un altro aspetto che occorre sottolineare, è la base culturale dei fruitori di questi prodotti (il cui contenuto rischia tuttavia di essere banalizzato al servizio di tecniche comunicative preoccupate più dell'impatto visivo che dei contenuti) per la cui proficua utilizzazione occorre disporre di buone conoscenze di tipo naturalistico e geografico, nonché storico-economico ed artistico-letterario, come quelle che si possono acquisire nell'ambito di studi medio-superiori (liceo e istituto tecnico) ed ovviamente anche universitari.

Non va inoltre trascurata anche la necessità che chi si occupa della realizzazione di questi mezzi di comunicazione e di conoscenza sia dotato delle competenze adeguate nel trattare determinati argomenti nonché della padronanza di una precisa terminologia lessicale e della familiarità con le più adeguate tecniche divulgative. Del resto in questo particolare settore editoriale le capacità degli staff redazionali sono fondamentali per la realizzazione di un prodotto serio ed affidabile.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

La bibliografia sul tema trattato è molto vasta. Qui sono riportati solo i titoli consultati. Con l'occasione devo ringraziare la Biblioteca di Scienza e della Tecnica (Sezione di Scienze della Terra) dell'Università di Pavia per le facilitazioni avute nella mia ricerca, insieme con la fornitissima Biblioteca della Montagna "Luigi Gabba" della Sezione di Milano del Club Alpino Italiano. Per il resto ho utilizzato i documenti della mia biblioteca personale.

AA. VV. (1913) – *L'opera del Club Alpino Italiano nel primo suo cinquantennio 1863-1913*, Torino.

AA. VV. (1964) – *I cento anni del Club Alpino Italiano 1863-1963*, Tamari, Bologna.

AGOSTINI F. G. (1964) – *Intenti e contributi scientifici del Club Alpino Italiano nei primi cento anni di vita*, in AA. VV. (1964).

BETTONI G. (a cura di) (2005) – *Indice generale della Rivista 1955-2004*, Club Alpino Italiano, Milano.

CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE (Comitato per la Geografia, Geologia e Mineralogia) (1956-1983) – *Bibliografia geologica d'Italia*, volumi vari relativi alle singole regioni con alcuni aggiornamenti.

CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE (Comitato per le Scienze Storiche, Filologiche e Filosofiche) (1959-1970) – *Collana di Bibliografie Geografiche delle Regioni Italiane*, volumi vari per ogni singola regione.

FANTECHI G. (2008-2009) – *Una montagna di guide*, Parte I e II, Annuario 2008 e 2009 della Sezione di Firenze del CAI, Firenze.

GHERSI F. (2012) – *La Signora in rosso. Un secolo di guide del Touring Club Italiano*, Bibliothaus, Macerata.

LAURETI L. (1982) – *L'immagine della Campania nelle guide per "viaggiatori" e "forestieri" dei secoli XVII-XIX*. Scritti geografici in onore di Aldo Sestini, Società di Studi Geografici, Firenze, pp. 573-593.

LAURETI L. (1998) – *Diffusione della cultura geografica, tutela e valorizzazione dei beni culturali e ambientali in Italia ad opera di istituzioni nazionali: il contributo del CAI e del TCI*. Atti del Seminario "Ambiente geografico, storia, cultura e società in Italia", Società Geografica Italiana e Centro italiano per gli studi storico-geografici (Roma, 30 maggio 1997), pp. 157-166.

LORENZO R. (a cura di) (1964) – *La Biblioteca nel Tempo 1873-2010* (Biblioteca della Montagna "Luigi Gabba"), Sezione di Milano del CAI, Milano.

MOTTINELLI D. (a cura di) (1986) – *Catalogo della Biblioteca Nazionale* (del Club Alpino Italiano), 1° Supplemento 1969-1984, Torino.

MICHELETTI P. (a cura di) (1957) – *Indice generale della Rivista Mensile 1882-1954*, Club Alpino Italiano, Milano.

RICHIELLO R. & MOTTINELLI D. (a cura di) (1968) – *Catalogo della Biblioteca Nazionale* (del Club Alpino Italiano), Torino.

SERAFIN R. (a cura di) (2013) – *La Lombardia e le Alpi, Catalogo della Mostra nel 150° anniversario della fondazione del CAI*, Spazio Oberdan, Milano.

VOTA G. (a cura di) (1954) – *I sessant'anni del Touring Club Italiano 1894-1954*, Milano.

GEOMORFOLOGIA, MONITORAGGIO STRUMENTALE ED ATTRAZIONE CULTURALE NEL TERRITORIO DI ALIANO (BASILICATA)

di Silvestro Lazzari

Cedat Europa – Centro Dati e Servizi per l'Ambiente e il Territorio
Via Ancona 37/G – 85100 Potenza, cedateuropa@virgilio.it

Abstract - Geomorphology, exploitable monitoring and cultural attraction in the territory of Aliano (Basilicata)

The present paper describes the landslides of Aliano town (MT) and the consolidation works made for its preservation.

The evolution of hydrogeological hazard suggested to foresee a monitoring system for the landslides control. The geomorphological elements, the landscape, the interventions and the center of data acquisition could be also an element of cultural attraction.

PREMESSA

Viene illustrato un approccio multidisciplinare in cui tecnologia, innovazione, territorio ed economia si integrano e si fondono con l'obiettivo di contribuire alla protezione ed allo sviluppo della comunità di Aliano, un insediamento appenninico caratterizzato da rilevanti risorse paesistiche e naturalistiche, fruibili nel settore del turismo culturale e del geoturismo.

Il territorio di Aliano è ubicato nel bacino dell'Agri in Basilicata e si caratterizza per essere sede di un complesso sistema geomorfologico causato da fenomeni morfogenetici superficiali e profondi rappresentati da calanchi e da movimenti di versante, che hanno determinato nel tempo un paesaggio affascinante, in continua evoluzione erosiva e gravitazionale.

Questo paesaggio è caratterizzato nel lato occidentale dell'abitato, prevalentemente sabbioso, da balze molto elevate ed in quello orientale, prevalentemente argilloso, da calanchi che si manifestano con forme quanto mai varie e suggestive, che si configurano come dorsi d'elefante, sequenze di solchi ed incisioni, cupole e piramidi di argilla.

L'insediamento di Aliano è interessato da una diffusa demolizione rapida dei versanti, che si è manifestata nel passato con vistosi movimenti di frana che hanno intaccato, con un meccanismo rimontante, la cresta collinare su cui insistono le strutture abitative.

Tuttavia due elementi conferiscono a questo territorio un significativo ed unico interesse scientifico e divulgativo.

Il primo attiene alle opere, spesso maestose e complesse, realizzate per rallentare la demolizione rapida dei versanti. Il secondo riguarda l'evoluzione morfogenetica differenziata, di cui documenti storici ed evidenze sul terreno testimoniano l'esistenza ed il manifestarsi a cadenze coincidenti soprattutto con fenomeni pluviometrici estremi e/o con eventi sismici di significativa magnitudo.

Alcune manifestazioni inerenti l'instabilità nel settore meridionale del centro urbano hanno suggerito all'amministrazione comunale sia di procedere a preliminari attività di monitoraggio strutturale e strumentale, quanto di prevedere un primo sistema di sensori per il controllo dei movimenti e degli spostamenti ed alcune opere di pronto intervento nei settori staticamente più vulnerabili.

La novità è quella di destinare questo sistema non solo ad obiettivi di prevenzione e controllo, quanto a scopi didattici, educativi e sperimentali, anche per arricchire l'offerta da parte di un territorio tra i più interessanti dell'Appennino meridionale ai flussi del turismo culturale e del geoturismo, che mostrano sempre più interesse per Aliano.

I principali elementi di interesse scientifico, culturale e didattico nel settore geologico che questo territorio presenta sono il paesaggio, la geomorfologia, l'erosione, i rischi e gli interventi di difesa del suolo.

1. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE, GEOMORFOLOGICHE E PROTEZIONE DEI VERSANTI

I terreni su cui questo centro è fondato ricadono nell'ambito dei depositi dei Bacini Intrappenninici del Gruppo di Sant'Arcangelo e specificatamente nel complesso delle Sabbie di Aliano e delle Argille marnose e Sabbie di San Giorgio Lucano (Carbone *et al.*, 2005).

Queste successioni, appartenenti al ciclo Pliocene superiore - Pleistocene inferiore, sono costituite nella zona da sabbie gialle e sabbie argillose grigio-giallastre alquanto addensate e cementate, a grana media e fine, in banchi di spessore variabile da alcuni decimetri ad

oltre 10 metri, con intercalazioni di argille siltose, siltiti, sabbie argillose e lenti conglomeratiche con ciottoli ben arrotondati.

Il substrato sabbioso è ricoperto verso l'alto da un pacco di sabbie argillose sciolte di colore rosso ocraceo, aventi uno spiccato carattere di continentalità. In tale successione sono presenti localmente arenarie giallastre ad aspetto molassico e lenti di conglomerati non molto cementati (Sabbie e Conglomerati di Serra Corneta, attribuiti al Pleistocene inferiore).



Fig. 1 – Struttura a monoclinale con vari lineamenti di faglia nei pressi dell'abitato.

La successione è interessata da fitte famiglie di discontinuità quali giunti e fessure talora beanti, ad andamento per lo più verticale, che conferiscono all'insieme un aspetto talora lastriforme, talora pseudo colonnare.

Il tutto assume una conformazione a monoclinale, avente immersione a N-NE, inclinazione dell'ordine di 20°- 25° e troncata a sud da un insieme di deformazioni ad andamento E-W. È poi individuabile un sistema di faglie ad andamento N-S/E-W, che hanno dislocato dei grossi blocchi.

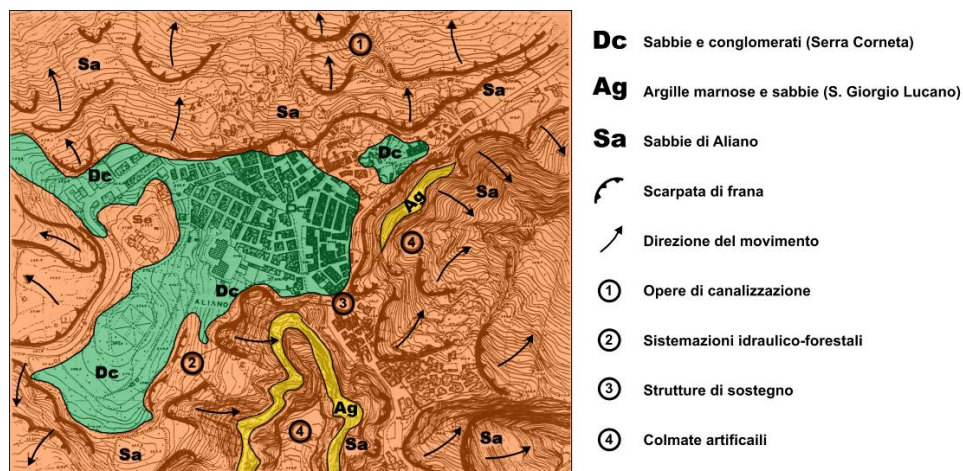


Fig. 2 – Schema geomorfologico e degli interventi (Lazzari S., 1986 rivisto).

L'assetto morfologico è condizionato quindi non solo dalla litologia, ma soprattutto dal sistema di discontinuità tettoniche prima menzionate (Fig.1). Nel settore meridionale dell'abitato il reticolo idrografico si configura attraverso incisioni molto profonde con profilo a V e pareti subverticali che raggiungono altezze dell'ordine dei 100 m, mentre lungo il versante settentrionale, ove la stratificazione è a franapoggio, la morfologia è più dolce ed è caratterizzata da una serie di gradini talora in contropendenza, incisi da piccoli torrenti dall'accentuata erosione lineare. In corrispondenza degli affioramenti argillosi, prevalenti nel versante meridionale, l'erosione assume forme tipiche dei calanchi. La carta geologica fornisce una sintesi della struttura geologica e morfologica del rilievo di Aliano (Fig. 2).

Dal suo esame emerge che tutti i contorni di questo centro sono intaccati da fenomeni erosivi molto avanzati e da frane profonde, antiche e recenti, che nel passato hanno mobilitato grandi volumi di terreno, con meccanismi di rottura che spesso si sono manifestati con una cinematica molto rapida.

Tra i fenomeni più rilevanti va ricordato l'antico ed esteso scorrimento traslativo che ha mobilitato pacchi di sabbie su superfici planari argillose, individuate da alcuni fori di sondaggio a quote dell'ordine di 30 m, localizzato nel versante settentrionale di Aliano. Nel lato sud la tipologia del dissesto si differenzia nettamente.

Infatti le ripide pareti che bordano il centro storico sono per lo più intaccate da movimenti del tipo crollo e ribaltamento, nonché da intensa erosione evolventesi in

sistemi calanchivi, fenomeni questi evidenti nell'ambito sia del Fosso Bersagliere, del Fosso Dirroito e del Fosso delle Vigne, dove le balze sabbiose sono interessate da "sfettamenti" di tipo rotazionale o planare con conseguenti distacchi e crolli (Varnes, 1978).

Tra le cause principali vanno segnalate non solo la presenza di discontinuità strutturali, quanto l'erosione prodotta al piede dalle acque incanalate e le pressioni idrauliche che si instaurano nell'ambito delle fessure, soprattutto a seguito di eventi pluviometrici estremi o di infiltrazioni da reti idriche e fognanti (Fig. 3).

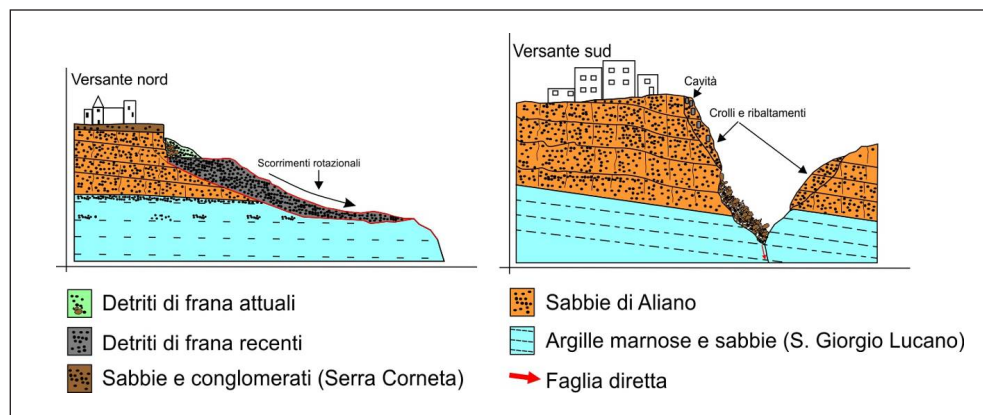


Fig. 3 - Meccanismi differenziati di demolizione rapida dei versanti nord e sud di Aliano.

Risultano quindi di interesse culturale, didattico e scientifico le forme che caratterizzano le varie tipologie di fenomeni franosi, nonché la loro evoluzione nel tempo.

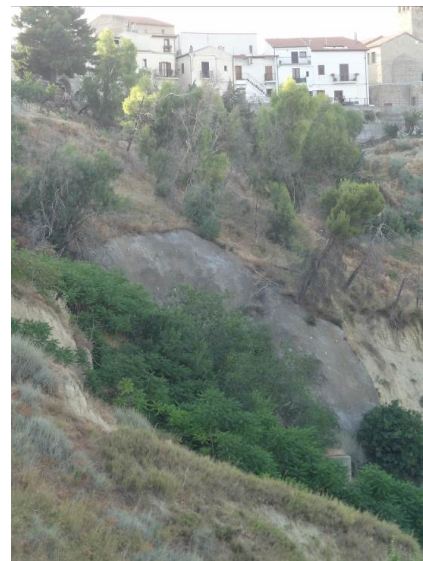


Fig. 4 - Lavori di colmata e di gunite ancorata nel versante est dell'abitato.

Pertanto il territorio di Aliano si può considerare un laboratorio didattico a cielo aperto, nel settore della geologia, della geotecnica e della geologia applicata.

Per la protezione del sistema urbano sono stati realizzati nel passato degli interventi sistematori, aventi soprattutto la finalità di rallentare il decorso dei fenomeni di demolizione rapida dei versanti.

Un notevole interesse conoscitivo fornisce il sistema di opere consolidanti, di rinaturazione arborea, di colmata delle incisioni torrentizie e di regolazione del complesso sistema di raccolta e smaltimento delle acque, realizzato a varie cadenze temporali lungo gran parte delle aree periferiche di questo centro (Lazzari, 1986).

In particolare nel versante sud sono state realizzate voluminose colmate, sovrastate da canali rivestiti e briglie, per regolare il deflusso

delle acque ed impedire l'erosione al piede delle balze sabbiose. Lungo il lato nord è stata data priorità alle opere di deflusso idrico entro canali rivestiti. Alcune operazioni di rimboschimento hanno avuto parziale successo a causa dei fenomeni di erosione e di demolizione rapida che hanno danneggiato o asportato le piantagioni. Lungo la cinta urbana sono state eseguite alcune strutture di sostegno, talora ancorate in direzione verticale ed orizzontale al terreno (Fig. 4).

Questo sistema di difesa ha contribuito notevolmente sia a ridurre la velocità di demolizione dei versanti, sia a contenere gli effetti della gravità. Oggi è urgente tuttavia realizzare il monitoraggio delle opere e procedere alla loro manutenzione, ove si renda necessario, per prevenire irreversibili danni.

Il sistema di difesa e di consolidamento va altresì completato anche con tecniche più evolute (ad esempio mediante interventi di ingegneria naturalistica).

Tali problematiche sono molto evidenti nel lato sud del centro urbano, interessato dai recenti interventi di monitoraggio.

Su tale versante gravano infatti importanti infrastrutture culturali quali il Museo della Civiltà Contadina, l'Anfiteatro e l'Auditorium.

2. INDIZI DI INSTABILITÀ RECENTE

Per acquisire informazioni sulla geomorfologia dell'area interessata da recenti tracce di instabilità è stata eseguita un'analisi del versante meridionale dell'abitato a partire dal lato sud-ovest, sottostante il Museo, sino a quello sud-est, sottostante il quartiere posto nei dintorni del municipio.

L'assetto statico è stato analizzato mediante osservazioni dirette ed immagini riprese da terra e dallo spazio. La disponibilità di immagini, riprese alcuni decenni fa, ha consentito anche di effettuare una stima attendibile dell'evoluzione morfodinamica avvenuta nel tempo, per valutare anche la rapidità del degrado, oltre che le cause ed i meccanismi evolutivi.

Il versante sottostante il Museo è costituito da una parete a profilo subverticale avente un'altezza superiore a 100 m, in cui sono ben evidenziate delle bancate sabbiose a media cementazione, intercalate da sottili livelli argilloso-limosi e ghiaiosi, con immersione a N-NE e giacitura monoclinale con inclinazioni dell'ordine di 20°-25°.

La successione presenta numerose discontinuità che ne riducono la resistenza d'insieme e risulta particolarmente esposta all'erosione superficiale prodotta dalle precipitazioni idrometeoriche.



Fig. 5 – Versante sud sottostante il Museo, interessato da discontinuità strutturali, erosione e cavità antropiche.



Fig. 6 – Parete instabile sottostante l'anfiteatro, dove vanno realizzati lavori di pronto intervento.

Tali discontinuità sono rappresentate da piani di strato talora ben netti, intaccati da fessure subverticali che spesso riducono l'ammasso a veri e propri diedri colonnari isolati da vuoti (Fig. 5). Sono presenti a vari livelli i resti di antiche cavità antropiche in parte troncate da precedenti collassi del pendio.

I meccanismi di degrado riscontrati sono di due tipi: il primo è legato all'azione meccanica erosiva delle acque in superficie ed alla loro penetrazione in profondità attraverso le fessure e le discontinuità, fattore quest'ultimo

estremamente pericoloso sia perché causa l'appesantimento delle masse, sia perché agevola lo scorrimento reciproco dei blocchi sabbiosi isolati dalle fessure; il secondo è dovuto essenzialmente alle forze di gravità e causa veri e propri collassi di porzioni di versante, con cinematica prevalente di crollo.

Esaminando la documentazione fotografica ripresa dall'alto ed anche da varie angolature a terra si è potuto constatare che negli ultimi decenni il pendio non ha subito profonde e sostanziali modifiche, pur presentando elementi di instabilità piuttosto diffusi.

Emerge pertanto l'opportunità a breve termine di mantenere almeno la situazione statica attuale eliminando rapidamente le possibili cause di innesco di fattori instabilizzanti. In particolare si è osservato che il piazzale prossimo al museo presenta alcuni elementi di possibile instabilizzazione, che consistono nella presenza di ribassamenti e fessurazioni che, oltre a far perdere la impermeabilizzazione ottenuta con la pavimentazione, hanno verosimilmente danneggiato e resa inagibile la rete di raccolta e di smaltimento dell'acqua. I distacchi hanno tra l'altro raggiunto il muro perimetrale museale.

Inoltre il muro di sostegno del piazzale presenta qualche elemento di instabilità lungo il piano d'appoggio, che nel tempo potrebbe determinarne un serio danneggiamento.

Una situazione pressoché simile presenta l'arco di versante che si sviluppa dalla zona a nord – est del piazzale del municipio, sino al di sotto dell'anfiteatro, sotteso da pareti spesso a profilo subverticale alquanto degradate.

Anche in quest'area i fenomeni di degrado esaminati sono riconducibili a due tipologie, di cui la prima è dovuta all'azione erosiva delle acque ed alla loro conseguente penetrazione in profondità attraverso la rete di discontinuità, mentre la seconda è dovuta essenzialmente alle forze di gravità che causano veri e propri movimenti gravitativi di porzioni di versante.

La figura 6 visualizza nel dettaglio la situazione di degrado esistente all'ingresso dell'abitato, dove necessitano urgenti interventi di recupero statico e di regolazione del deflusso idrico a difesa delle sovrastanti strutture edilizie, minacciate da un sistema complesso di fattori instabilizzanti rappresentato da antiche cavità, da fessurazioni e da erosione idrica, su cui è opportuno intervenire in una prima fase con opere a limitato

impatto e di sicura efficacia. È da rilevare altresì che ambedue i versanti sono sovrastati da antiche abitazioni oggi per gran parte restaurate, che rappresentano un'importante testimonianza storica ed antropologica di quartieri un poco più ampi, parte dei quali sono stati nel passato intaccati da rapide deformazioni gravitative, che ne hanno causato il crollo o hanno costretto gli organi regionali e comunali competenti a dichiararne l'inagibilità e la successiva demolizione (Fig. 7). Criterio quest'ultimo discusso e talora criticato, ma purtroppo reso necessario dal rischio imminente e dall'esigenza di garantire la pubblica e privata incolumità, in base alle norme all'epoca vigenti.

Le antiche testimonianze urbane risparmiate dal dissesto, recuperate ed oggi utilizzate anche per fini economici e turistici, in quanto aventi un importante valore sociale, storico ed economico, vanno tutelate e protette, perseguendo una razionale e funzionale azione di controllo dell'evoluzione statica dei sottostanti pendii, congiunta ad interventi di prevenzione e consolidamento. Ma poiché l'evoluzione morfogenetica dei versanti è continua e per molti versi incontrollabile, tale azione deve essere costante e ben programmata, creando dei presidi strumentali ed operativi avanzati. Anche questo può rappresentare un elemento didattico di come recuperare antiche testimonianze urbane in ambiti di elevata complessità statica.

Necessita quindi un'opera di difesa attiva ed organizzata del territorio e del suolo, che potrebbe divenire anche un'iniziativa da proporre per fini didattici ad un vasto pubblico scolastico, scientifico, tecnico e professionale, anche allo scopo di richiamare visitatori nell'abitato di Aliano.

Un progetto non facile, ma possibile da realizzare ed anche estremamente innovativo nelle sue varie articolazioni tecnologiche ed operative.

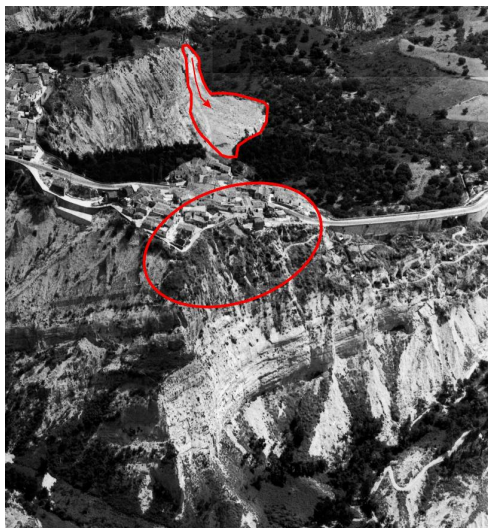


Fig. 7 – Immagine storica scattata da aereo nel 1973. Al centro il settore urbano da monitorare, in alto un'estesa frana da crollo in atto.

3. MONITORAGGIO REALIZZATO E PROPOSTO

Come prima accennato, alcune evidenze apparse sulla pavimentazione e sulle strutture dell'area posta a fianco del Museo della Civiltà Contadina, costituite da lesioni in evoluzione, hanno suggerito al Comune di attivare, tramite lo scrivente, una prima fase di rilievi e di monitoraggio, al fine di accertare le cause e prevedere degli interventi, se del caso a carattere di urgenza, con l'obiettivo di prevenire problematiche che la storia geologica di Aliano ha periodicamente messo in luce, con effetti ad elevato rischio (Lazzari, 2012).



Fig. 8 – Controllo di fessurazione nel centro abitato mediante fessurimetri, distanziometri laser e GPS.

Oltre ai consueti rilievi geognostici di superficie, supportati da immagini telerilevate, si è ritenuto di effettuare misure periodiche di precisione mediante strumentazione sia meccanica che laser, d'uso corrente in simili situazioni, facente parte del più complesso Sistema di Monitoraggio Ambientale (SIMONA) di cui lo scrivente può disporre (Fig. 8).

Nel piazzale sono stati quindi installati 3 fessurimetri a lettura diretta adeguatamente ancorati alle due facce delle fessure più significative, nonché individuati 4 punti fissi per misure di precisione con il distanziometro laser.

Le letture strumentali sono state realizzate a partire dal luglio 2012 e proseguite per alcuni mesi, sino a quando i sensori sono stati irrimediabilmente danneggiati da atti vandalici.

Le letture dei fessurimetri meccanici, realizzate, tuttavia in periodi di scarsa piovosità non hanno fornito elementi di immediato allarme, in quanto non hanno

visualizzato alcuna variazione in rapporto alla lettura iniziale (0).

Le misure distanziometriche eseguite con strumentazione di maggiore precisione, hanno individuato invece dei movimenti millimetrici tra il muro di sostegno del piazzale e quello del Museo.

Le discontinuità ed il quadro fessurativo individuati in vari punti, pur non mostrando segni di rapida evoluzione, attesa anche la stagione secca in cui le misure sono state realizzate, rappresentano tuttavia delle evidenze in superficie di fenomeni di degrado strutturale del versante, in cui le forze gravitative cominciano a prevalere rispetto a quelle resistenti che, di per se stesse, sono minate da cause geologiche e strutturali (rocce tenere e famiglie di discontinuità piuttosto fitte), da antiche cavità antropiche e dalla deleteria azione dell'acqua di infiltrazione. Effetti acceleranti possono essere eventi a rapido impatto, quali piogge intense, neve e ghiaccio, nonché scuotimenti sismici.

Un'accelerazione dei movimenti gravitativi si potrebbe manifestare qualora le due fenomenologie (piogge e sismi) dovessero verificarsi in concomitanza, come è ad esempio avvenuto al bordo del Fosso Bersagliere, a seguito del terremoto campano-lucano del 23/11/1980.

L'insieme degli elementi geomorfologici, cinematici e strutturali raccolti ha suggerito di procedere lungo due direttrici. La prima volta a realizzare un sistema di monitoraggio strumentale da collocarsi sia sul piazzale e sulle strutture, quanto nel corpo della ripida parete per valutarne eventuali deformazioni nel tempo e nello spazio. In tale quadro anche il versante sottostante l'anfiteatro va monitorato in quanto intaccato da discontinuità quali vuoti, fessurazioni ed erosione idrico-eolica.

È stato suggerito altresì di collocare dei fessurimetri anche lungo alcuni tratti di parete e di piazzale ubicati nel margine orientale del rione Uma, delimitato anch'esso da elevate pareti degradate, che possono subire evoluzioni geomorfologiche a rapido impatto.

Questo sistema avanzato di controllo del territorio ha l'obiettivo di intervenire con tem-

pestività e, ove se ne rendesse necessario, realizzare le opportune opere di presidio e di salvaguardia.

La seconda direttrice attiene ad una proposta di intervento mediante opere urgenti, mirate ad eliminare le più immediate cause di squilibrio del settore urbano minacciato. Tra gli interventi sono stati segnalati lavori di impermeabilizzazione, di ripristino della rete di smaltimento delle acque, di colmata di giunti e fessure e di realizzazione di alcune strutture di sostegno (Fig. 9).

Questo in attesa di individuare opere, anche di nuova concezione, ma ben più costose, capaci di consolidare in via permanente i versanti esposti agli effetti della gravità e dei fattori idrometeorici.

Un aspetto di particolare interesse ed utilità nel quadro delle strategie di difesa e conoscenza del territorio assume la strumentazione di monitoraggio prevista, che costituisce un avanzato sistema integrato di controllo dell'evoluzione morfogenetica dei versanti, mediante tecniche *real-time* ed in remoto, basate su piattaforme terrestri e spaziali munite di sensori ed integrate da tecnologie ICT, confluenti in un centro di acquisizione dati informativo programmato nel centro abitato di Aliano (Lazzari, 2011). In tale quadro si inserirebbe anche lo studio diretto delle pareti inaccessibili, da realizzare mediante ro-

ciatori specializzati e droni leggeri di ultima generazione utilizzati per effettuare riprese video-fotografiche da piccola distanza, per valutare il sistema di giunti e delle cavità antropiche, che rappresentano delle pericolose discontinuità delle masse sabbiose.

Questo sistema è mirato non solo al controllo, alla previsione ed alla prevenzione di eventi che inducono un rischio sull'insieme degli insediamenti e sulla rete di infrastrutture e servizi, quanto ad innescare processi di conoscenza sulle moderne tecniche di Osservazione della Terra, indispensabili alla tutela del territorio e dell'ambiente. La rete di monitoraggio, promossa dal Comune di Aliano, potrà divenire così uno strumento a duplice funzione, tecnologica e di prevenzione dalle calamità da un lato e didattico-scientifica dall'altro.

Con questo sistema avanzato sarà possibile ottenere immagini ed informazioni numeriche da remoto ed in tempo reale, attraverso vari sensori digitali inseriti al suolo (deformometri, estensimetri, inclinometri, distanziometri, *etc.*), integrati da immagini telerilevate sia da aereo sia da satellite, ed anche da informazioni fornite in caso di eventi da un mezzo mobile terrestre (Fig. 10).

La valenza culturale appare a prima vista molto importante in quanto il monitoraggio consentirà ad un target molto ampio comprendente studenti, tecnici, docenti, amministratori e specialisti, non solo di conoscere il territorio di Aliano nei suoi aspetti più sa-

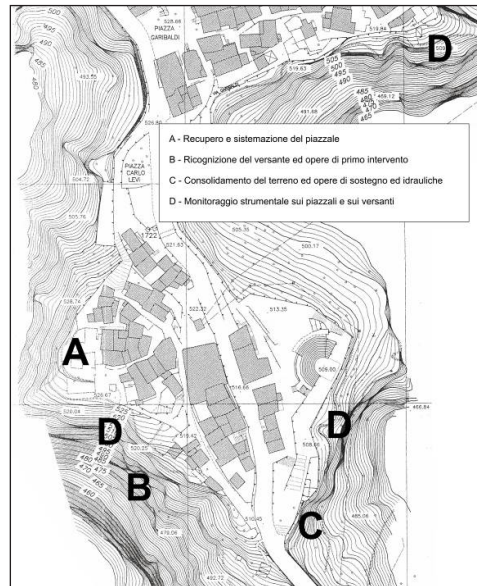


Fig. 9 - Planimetria degli interventi previsti.

lienti e caratteristici, in un quadro di sintesi e di evoluzione spaziale e temporale, quanto di richiamare visitatori, essendo un raro esempio organizzativo, logistico ed interattivo capace di fornire una qualificata risposta alla domanda espressa dal turismo culturale e tecnologico.

Il centro, che comporterà limitati oneri finanziari, sarà anche arricchito di elementi iconografici, da software avanzati e da prodotti multimediali che ne qualificheranno l'uso e stimoleranno delle attività di ricerca su un territorio di grande valenza scientifica, geoambientale e culturale.

Questo progetto può rappresentare quindi l'occasione per la nascita ad Aliano di un'organizzazione che si specializzi tra l'altro nella gestione tecnologica sia di questo centro che degli itinerari previsti nell'ambito delle risorse naturali di cui il territorio è particolarmente ricco, con positive ricadute sull'occupazione di giovani specialisti.

Sarà pertanto un'occasione per programmare un futuro migliore di una piccola comunità che vive in un habitat che può ritenersi a tutti gli effetti un museo naturalistico a cielo aperto.

La tutela dal dissesto idrogeologico di questo caratteristico centro urbano e dei suoi monumenti assume una rilevanza non trascurabile, perché il luogo si collega al nome di Carlo Levi, un medico che era anche uno scrittore e pittore, noto per aver soggiornato in Lucania, prima a Grassano e poi ad Aliano alla fine degli anni '30, dove ha trovato ispirazione per scrivere il noto romanzo *"Cristo si è fermato ad Eboli"*, nel quale sono descritti luoghi, personaggi e paesaggi di una realtà meridionale povera ed arretrata.

Alcuni paesaggi tipici delle balze sabbiose e dei calanchi sono ben raffigurati in alcune tele dipinte da Levi.

Lo scrittore è sepolto ad Aliano, dove sono stati allestiti un Museo della Civiltà Contadina, nell'abitazione dove egli ha soggiornato ed un museo a lui dedicato, ubicato in via Cisterna. Proprio a valle del primo museo è collocata l'area degradata che è stata studiata e monitorata, oggetto peraltro del presente lavoro.

Aliano è anche sede del Parco Letterario "Carlo Levi", noto per le numerose manifestazioni realizzate negli anni e programmate per il futuro.

Cultura letteraria e cultura del territorio e del paesaggio trovano quindi una grande sintesi in questi luoghi, dove le testimonianze del passato e le tecnologie del futuro possono convivere e contribuire allo sviluppo di questo suggestivo angolo della Basilicata.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- CALDARA M., LOJACONO F., MORLOTTI E., PIERI P. & SABATO L. (1988) – *Caratteri geologici e paleoambientali dei depositi plio-pleistocenici del bacino di S. Arcangelo (parte settentrionale). Italia meridionale*. Atti 74° Congr. Naz. Soc. Geol. It. B: 51-58, Sorrento.
- CARBONE S., CATALANO S., LAZZARI S., LENTINI F. & MONACO C. (1991) - *Presentazione della carta geologica del bacino del fiume Agri*. Mem. Soc. Geol. It., 47, Roma.
- CARBONE S., DI STEFANO A. & LENTINI F. (2005). – *Note illustrative della Carta Geol. d'Italia 1:50.000, F. 506 b. "S Arcangelo"*. APAT, 116 pp., Roma.
- LAZZARI M. (2011) - *Note illustrative della Carta Inventario delle frane della Basilicata centro-occidentale*. Regione Basilicata, CNR-IBAM, Ed. Zaccara, 134 pp., Potenza.
- LAZZARI S. (1986) - *Criteri e tecniche di intervento per la tutela e la protezione dei centri urbani della Basilicata interessati da movimenti franosi*. Associazione Geotecnica Italiana, Atti del XVI Convegno Nazionale di Geotecnica, Bologna.
- LAZZARI S. (2011) - *Sistemi tecnologici avanzati per il controllo e la mitigazione dei rischi ambientali*. In: *Le modificazioni climatiche e i rischi naturali*, pp.197-200. Polemio M. (Ed.), CNR – IRPI, Bari.
- LAZZARI S. (2012) – *Studio geologico - tecnico sull'area del Museo della Civiltà Contadina e dell'Anfiteatro*. Relazione tecnica. Comune di Aliano (MT).
- LENTINI F. (1980) - *Carta geologica del bacino dell'Agri F. 507, "Piscitici", scala 1:50.000*, S.EL.CA., Firenze.
- REGIONE BASILICATA, AUTORITÀ DI BACINO (2008) - *Piano di Assetto Idrogeologico*, 275 pp., Potenza.
- VARNES D.J. (1978) - *Slope movements: types and process. Landslide analysis and control*. Nat. Ac. Sci, S.R. 176, 11-33, Washington

L'INFLUENZA DELLA VALENZA ECOLOGICA SUL VALORE GLOBALE DEI GEOMORFOSITI ATTIVI: IL CASO DEL GHIACCIAIO DEL MIAGE NELL'ESPACE MONT BLANC

di Irene Bollati, Giovanni Leonelli, Laura Vezzola & Manuela Pelfini

Università degli Studi di Milano, irene.bollati@unimi.it

Abstract - The influence of the ecological attribute on the global value of active geomorphosites: the case of Miage Glacier inside the Espace Mont Blanc

The ecological attribute of a geomorphosite plays a meaningful role acting transversally on all the other attributes and contributing to enhance its scientific value. It assumes a particular meaning within active geomorphosites such as the glacial ones, where environmental changes and recent dynamics can be reconstructed through tree-ring analysis, meaningful example of the biotic-abiotic relationship. The Miage Glacier, the most representative Italian debris covered glacier, is an important site for multidisciplinary scientific researches enhancing the global value of a complex geomorphosite. The aim of the research has been at first the characterization of the evolution of the scientific production along the last 2.5 centuries, and then the quantification of the ecological support role (ESR) and its influence on the other attributes, as a consequence of the growing scientific knowledge through time. The ESR variation demonstrates to affect positively the scientific value and educational exemplarity in particular, conferring a greater distinction among sites and trails, thus influencing the procedure of site selection.

INTRODUZIONE

La valenza ecologica nei geomorfositi riveste un ruolo significativo come valenza intrinseca dell'attributo scientifico, influenzando sul valore globale dei geomorfositi stessi (Pelfini *et al.*, 2010). Il ruolo della componente ecologica appare inoltre particolarmente importante nella selezione dei geomorfositi in funzione della loro valorizzazione e per applicazioni didattiche. Più in particolare, la valenza ecologica può essere intesa anche come un attributo trasversale che contribuisce ad incrementare altre valenze proprie del valore scientifico (rarietà, importanza geostorica, modello paleogeomorfologico, modello geomorfologico) (Fig. 1, Bollati *et al.*, 2012a). Nel caso dei geomorfositi attivi la componente vegetazionale può rivestire anche un ruolo fondamentale per l'analisi della loro evoluzione recente. Ne sono un esempio i geomorfositi glaciali la cui dinamica ha uno stretto legame con quella della vegetazione, inclusa quella arborea, che rappresenta uno strumento spesso indispensabile per la ricostruzione delle fluttuazioni glaciali stesse (e.g. Johnson & Smith, 2012). I ghiacciai neri (*debris-covered glaciers*, DCG) in particolare possono essere considerati l'esempio più evidente del ruolo di supporto ecologico svolto dal substrato nei confronti della vegetazione.

IL CASO DEL GHIACCIAIO DEL MIAGE

Il più rappresentativo DCG italiano è il Ghiacciaio del Miage situato in Val Veny (Aosta), all'interno dell'area di cooperazione transfrontaliera Espace Mont Blanc. Per la sua estensione, la conformazione della lingua, e per l'estesa copertura detritica, il Ghiacciaio del Miage non è solo molto rinomato per l'elevato valore scenico ma costituisce un geomorfosito di indubbio valore scientifico. La vegetazione arborea che colonizza la copertura detritica (Fig. 2) oltre a costituire un elemento di rarità, rappresenta una preziosa fonte di dati geomorfologici e ambientali archiviati nelle caratteristiche anatomiche, chimiche e fisiche degli anelli di accrescimento annuale. Le ricostruzioni spazio temporali effettuate mediante tecniche dendro-glaciologiche relative alla dinamica glaciale recente (Pelfini *et al.*, 2007; 2012; Leonelli & Pelfini, 2012) e alle caratteristiche idrologiche alla fronte glaciale (Garavaglia *et al.*, 2010) hanno modificato di volta in volta il valore quantitativo degli attributi e delle valenze scientifiche complementari. Nel presente lavoro viene mostrata la progressiva variazione dei valori dei singoli attributi e del valore globale calcolato utilizzando un'applicazione specifica destinata alla scelta dei geomorfositi, elaborata utilizzando database relazionali (Bollati *et al.*, 2012a). Il maggior dettaglio ottenuto con la prosecuzione delle ricerche ha quindi permesso un incremento del valore scientifico ed in particolar modo della valenza didattica che, nel caso del Miage, è significativa grazie alla facile accessibilità dell'area. Il ruolo di supporto ecologico influenza inoltre il potenziale di utilizzo dei siti stessi favorendo la multidisciplinarietà dell'approccio didattico. Il valore globale dei singoli siti di interesse consente quindi di assegnare un elevato valore globale anche agli itinerari limitrofi al Ghiacciaio del Miage (Bollati *et al.*, 2012b) sia in termini scientifici sia nel settore dell'educazione (educazione al paesaggio come risorsa e al rischio) e rende l'area del Ghiacciaio del Miage ideale ai fini della divulgazione dei risultati della ricerca scientifica.

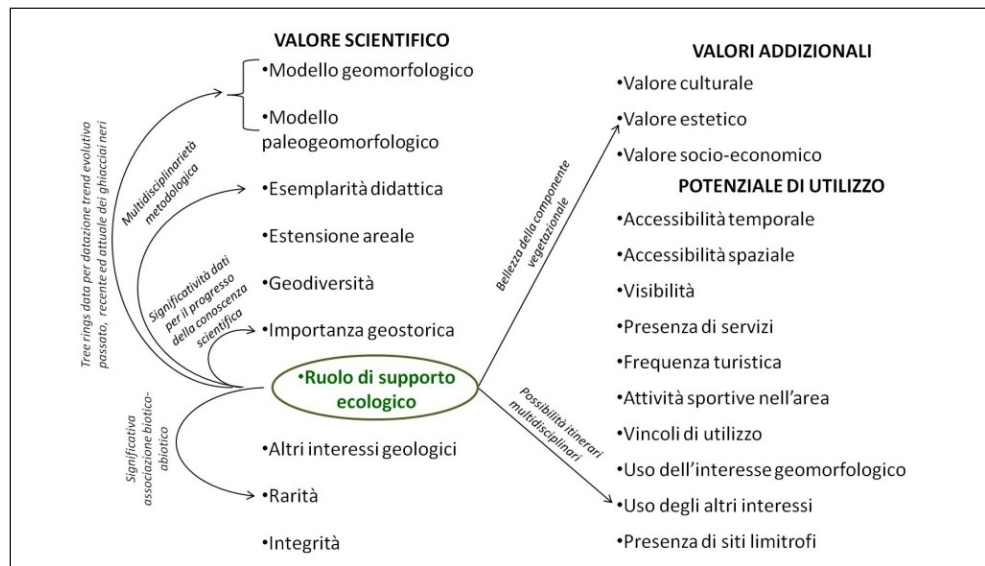


Fig. 1 - L'influenza della valenza ecologica sugli attributi di valutazione dei geomorfositi.

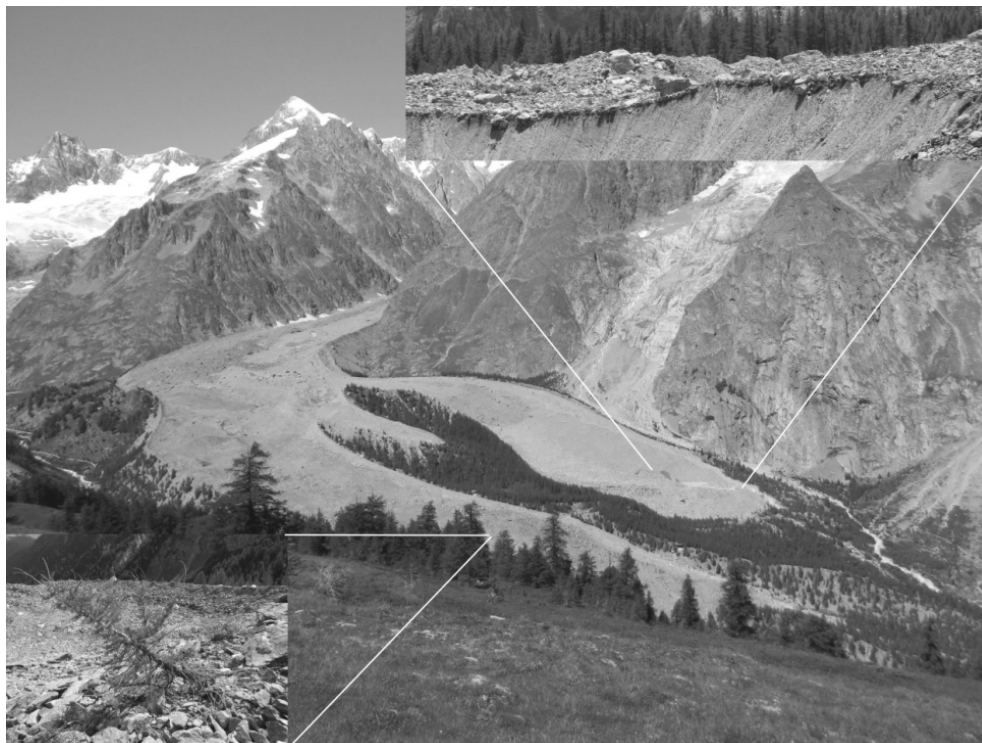


Fig. 2 – Il Ghiacciaio del Miage visto dalla località La Visaille. In piccolo due dettagli della presenza della colonizzazione arborea della copertura detritica epiglaciale.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- BOLLATI I., PELFINI M. & PELLEGRINI L. (2012a) - *A geomorphosites selection method for educational purposes: a case study in Trebbia Valley (Emilia Romagna, Italy)*. Geogr. Fis. Din. Quat., 35 (1), pp. 23-35.
- BOLLATI I., PELFINI M. & SMIRAGLIA C. (2012b) - *Assessment and selection of geomorphosites and itineraries in the Miage glacier area (Western Italian Alps) according to scientific value for tourism and educational purposes*. Environ. Manage. doi: 10.1007/s00267-012-9995-2.
- GARAVAGLIA V., PELFINI M. & BOLLATI I. (2010) - *The influence of climate change on geodiversity: the case of two Italian glacial geomorphosites investigated through dendrochronology - Influence du changement climatique sur la géodiversité: l'exemple de deux geomorphosites glaciales italiens enquêtés avec la dendrochronologie*. Géomorphologie, 2, pp.153-164, ISSN: 1266-5304.
- JOHNSON K. & SMITH D. J. (2012) - *Dendroglaciological reconstruction of late-Holocene glacier activity at White and South Flat glaciers, Boundary Range, northern British Columbia Coast Mountains, Canada*. The Holocene, 22, pp. 987-995.

- LEONELLI, G. & PELFINI, M. (2012 online) - *Past surface instability of Miage debris-covered glacier tongue (Mont Blanc Massif, Italy): a decadal-scale tree-ring based reconstruction*. Boreas; DOI 10.1111/j.1502-3885.2012.00291.x.
- PELFINI M., SANTILLI M., LEONELLI G. & BOZZONI M. (2007) - *Investigating surface movements of debris-covered Miage glacier, Western Italian Alps, using dendroglaciological analysis*. J Glaciology, 53, No. 180
- PELFINI M., GARAVAGLIA V. & BOLLATI I. (2010) - *Dendrogeomorphological investigations for assessing ecological and educational value of glacier geomorphosites. Two examples from the Italian Alps*. In: REGOLINI-BISSIG G. & REYNARD E. (Éds), Mapping Geoheritage, GÉOVISION, vol. 35, p. 81-95, Institute de Géographie, Université de Lausanne, ISBN/ISSN: 978-2-940368-10-5.
- PELFINI M., DIOLAIUTI G., LEONELLI G., BOZZONI M., BRESSAN N., BRIOSCHI D. & RICCARDI A. (2012) - *The influence of glacier surface processes on the short-term evolution of supraglacial tree vegetation: The case study of the Miage Glacier, Italian Alps*. The Holocene, 22, pp. 847-856.

LE FALESIE COSTIERE DELL'ARDIZIO E DEL SAN BARTOLO (PESARO): GEOMORFOSITI IN COSTANTE EVOLUZIONE. L'OPPORTUNITÀ DI UN "OSSERVATORIO DI GEOVALORIZZAZIONE" PER TRASFORMARE LA PERCEZIONE DEL RISCHIO IN FRUIBILITÀ DIDATTICA E TURISTICA.

di Federico Biagiotti ⁽¹⁾, Enrico Gennari ⁽²⁾, Francesco Troiani ⁽²⁾ & Olivia Nesci ⁽²⁾

(1) Consulenza&Progetto, Pesaro, f.biagiotti@consulenzaeprogetto.it

(2) Università degli Studi di Urbino "Carlo Bo", olivia.nesci@uniurb.it

Abstract - The coastal cliffs of Ardizio and S. Bartolo mounts (Pesaro): geomorphosites constantly in evolution. A "geo-evaluation observatory" to transform the perception of risk into educational and tourist opportunity

The growing awareness of the importance of geodiversity, achieved through the daily work of earth science specialists and the numerous didactic activities, can and should be taken into consideration during the preparation of plans and intervention strategies. The proposal of the creation of a "geo-evaluation observatory", with the aim of promoting a new correct perception of the environment and the natural risk related to it, may also result in new opportunities of study and research on areas of geological vulnerability and complexity.

INTRODUZIONE

Attivando circuiti virtuosi di geovalorizzazione e divulgazione geoturistica, con l'intento di contribuire allo sviluppo del ruolo delle Scienze della Terra, si può concorrere attivamente alla crescita civile, culturale ed economica di un determinato territorio.

Sia che si debba individuare il nuovo tracciato di una strada o che si voglia mettere in sicurezza un versante o un corso d'acqua, è ora più che mai necessario adottare un approccio scientifico, professionale e operativo, che individui nella natura un vero e proprio "super Committente".

Per conseguire questi obiettivi l'idea di ricorrere ad un Osservatorio di Geovalorizzazione può operare creando - o rafforzando - la collaborazione tra i soggetti che, a vario titolo, intervengono nella tutela e nella conservazione delle falesie costiere del San Bartolo e dell'Ardizio.

1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

Le falesie del Monte San Bartolo e del Colle Ardizio si sviluppano lungo la costa pesarese rispettivamente verso nord e verso sud rispetto alla città (Fig. 1). Sono due aree contigue, ma significativamente diverse.



Fig. 1 - Carta Geologica dell'area in esame (da AA.VV., 1991).

Il colle Ardizio mostra una regolare giacitura degli strati con immersioni prevalenti verso SW. Si tratta dell'anticlinale più esterna della struttura ad arco di pieghe e *thrust* nord marchigiana, caratterizzata dal fianco NE in gran parte smantellato dall'erosione costiera e dalle frane. È costituito da termini marini prevalentemente arenitici, appartenenti al "Gruppo silicoclastico" del Miocene superiore-Pleistocene inferiore, con al piede affioramenti prevalentemente pelitici della Formazione a Colombacci, riferibili al Miocene superiore, il termine più antico localmente presente.

La tipica alternanza ritmica di pacchi di strati arenitici di colore ocraceo-giallastro, con tendenza "*thinning-up*", e pacchi di strati pelitici grigiastri, è intercalata da livelli di calcari biancastri straterellati (i cosiddetti "*colombacci*") che caratterizzano la Formazione. Verso l'alto, le litofacies arenitiche diventano nettamente predominanti e sono caratterizzate da banconi, anche di spessore metrico, con stratificazione spesso indistinta e/o amalgamati fra loro (Fig.2); la granulometria si mantiene prevalentemente medio-fine, anche se non mancano orizzonti grossolani e persino alcune lenti conglomeratiche. Questa porzione superiore è tendenzialmente attribuita, anche sulla base di alcuni dati micropaleontologici, al Pliocene inferiore-medio (Nesci & Savini, 2005).



Fig. 2 – Affioramento di litofacies arenitiche del Colle Ardizio (tratto di area in frana).

Il Monte San Bartolo costituisce la prima sporgenza a costa alta che si incontra dopo l'esteso litorale sabbioso della Romagna. I terreni affioranti più antichi, presenti al nucleo dell'anticlinale, sono rappresentati da marne grigio-azzurre torbiditiche associate a peliti nerastre laminate, spesso bioturbate, che possono includere ittioliti. Sovrapposti a questi troviamo arenarie gessifere, gessi microcristallini, calcari solfiferi e marne bituminose contenenti resti di pesci. Le due litologie appartengono alle Formazioni rispettivamente dello Schlier e della Gessoso solfifera. In continuità stratigrafica troviamo quindi i terreni arenaceo-pelitici della Formazione di San Donato (Messiniano superiore) e poi le molasse giallastre, debolmente cementate, con intercalazioni marnose e sabbiose, della Formazione a Colombacci (Fig.3). Strutturalmente si tratta di una coppia sinclinale-anticlinale, delimitata a NE da un *thrust* frontale, ubicato a mare, e da un complesso sistema di retro scorrimenti a SW (De Donatis *et al.*, 1995).



Fig. 3 - Successione dei litotipi formazionali sul S. Bartolo.

2. EVOLUZIONE NATURALE ED ANTROPICA

L'Ardizio è una falesia costiera inattiva o “relitta” separata dalla linea di battigia da una fascia sabbiosa continua di origine marina e da una falda detritica proveniente dallo smantellamento del versante a mare. Tale configurazione ha fatto sì che il piede della falesia fosse intensamente trasformato dall'uomo specie nel secolo scorso (Fig.4). La prima “colonizzazione” si deve alla costruzione della ferrovia alla quale viene affiancata la strada statale, poi l'edificato ed i servizi per la fruizione balneare della spiaggia, intensificatosi negli ultimi anni con la realizzazione di una suggestiva pista ciclabile.

Il tutto in una fascia che, nei punti più stretti, a stento raggiunge i 50 metri di larghezza.



Fig. 4 - Il Colle Ardizio in immagini della metà del secolo scorso.

Il Monte San Bartolo, al contrario, è una falesia attiva in continua evoluzione. Alta sino ad un massimo di 200 metri, subisce un forte e costante arretramento per erosione al piede da parte del mare, che supera con facilità la stretta spiaggia ghiaiosa ed innesca estesi franamenti lungo l'intero versante.

Qui l'impatto antropico ha un carattere molto diverso rispetto all'Ardizio, la "colonizzazione umana" ha privilegiato storicamente il crinale (Fig.5) con la fondazione dei suggestivi centri storici di Fiorenzuola di Focara, Casteldimezzo, Santa Marina Alta, che da sempre risultano sottoposti a un rischio frana molto elevato.



Fig. 5 - Fiorenzuola di Focara.

3. RAGIONI E OBIETTIVI DI UN'IDEA

Le falesie costiere del San Bartolo e dell'Ardizio si prestano straordinariamente alla fruibilità turistico-ricettiva per le peculiari caratteristiche del paesaggio, per le risorse storico-artistiche e, non ultime, per le tipicità delle produzioni enogastronomiche. Al tempo stesso, come spesso capita, queste bellezze naturali sono contraddistinte da un territorio aspro e, al tempo stesso, fragile.

Negli ultimi anni, sul margine costiero che va da Gabicce fino a Pesaro e poi da qui a Fano, si sono originati, con sempre maggiore frequenza, fenomeni di dissesto idrogeologico e di evoluzione dinamica della costa, che hanno prodotto preoccupanti condizioni di pericolosità e rischio per cose e persone.

Nell'ultima stagione invernale (2013), ad esempio, a causa di un periodo di ragguardevoli precipitazioni meteoriche, si sono prodotti numerose frane, crolli e colamenti, distribuiti sui 4 km di sviluppo lineare del versante a mare del Colle Ardizio, che hanno coinvolto notevoli quantità di materiale terroso e le formazioni boscate ed arbustive sovrastanti (Fig.6).

I dissesti hanno determinato ripetute sospensioni dei collegamenti strategici fra le Marche e la Romagna, con l'interruzione della Strada Statale 16 che collega Fano a Pesaro,

in diversi intervalli di tempo per oltre un mese e rallentamenti sulla linea ferroviaria Bologna-Bari, che è stata sottoposta a monitoraggio continuo, giorno e notte, per prevenire eventuali incidenti ai treni transitanti.



Fig. 6 - A sinistra: disgaggio massi pericolanti all'ingresso della città di Pesaro; a destra: interruzione della strada statale e rallentamenti sulla linea ferroviaria.

Al tempo stesso, facendo un bilancio degli ultimi decenni, risultano ingenti i danni prodotti dalle dinamiche geomorfologiche attive sul patrimonio infrastrutturale, edilizio, paesaggistico e storico-artistico, ai quali si sommano le difficoltà di pianificazione e gestione del tratto di litorale, dovendo ricorrere continuamente a interventi a carattere emergenziale e straordinario (Figg. 7 e 8).

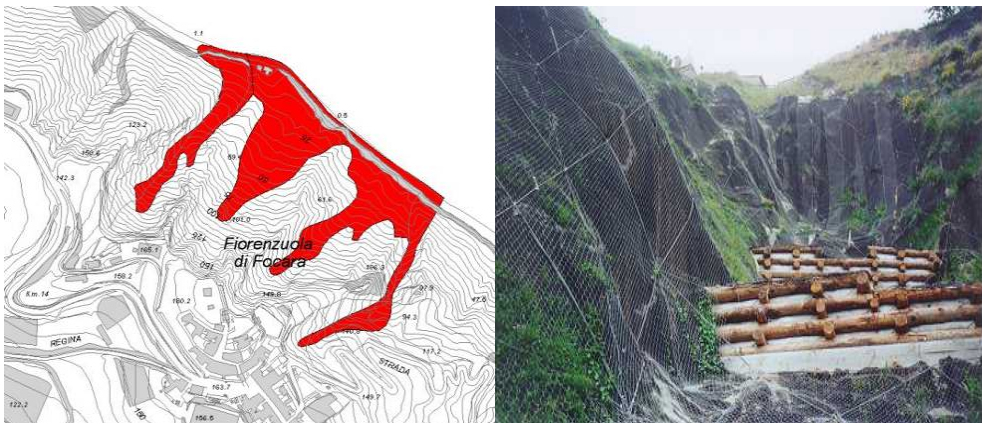


Fig. 7 - La frana di Forenzuola di Focara e particolare degli interventi di stabilizzazione.

Riflessi negativi si sono naturalmente avuti anche su quella che è un'altra importante vocazione di queste aree: il turismo balneare.



Fig. 8 - Ordinanze di divieto di accesso e transito alla spiaggia di Fiorenzuola di Focara.

I processi erosivi e gli articolati fenomeni di evoluzione che interessano le due falesie sono noti e studiati da tempo (cfr. Coccioni, 2003; Coccioni 2005, e referenze citate). Sul San Bartolo e sull'Ardizio sono disponibili analisi geomorfologiche e strutturali, modelli di suscettività al dissesto, studi evolutivi della costa, elaborati progettuali e relazioni sui numerosi interventi eseguiti (Figg.9 e 10).

C'è ad esempio un'estesa analisi di suscettività al dissesto di area vasta, restituita con una maglia di dettaglio fino a 20x20m, elaborata con un modello *overlay* che prevede l'utilizzo di strati informativi geografici (morfometria, uso del suolo, distribuzione dei dissesti, etc.) derivati da riprese satellitari incrociate con rilievi geomorfologici di dettaglio (Biagiotti *et al.*, 2008).

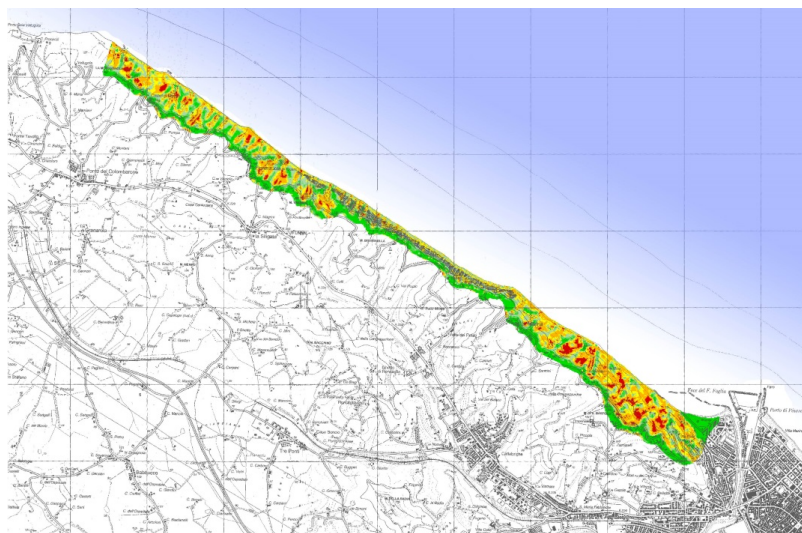


Fig. 9 - Mappa della suscettività al dissesto della falesia del S. Bartolo.

Così sono stati sviluppati nel tempo numerose analisi e modelli di evoluzione dei versanti o della linea di costa in prospettiva diacronica, in modo tale da poter meglio comprendere le interferenze con le dinamiche marine e suggerire strategie di intervento per la mitigazione e riduzione dei rischi associati.



Fig. 10 - Evoluzione del versante a S. Marina Alta (da sinistra 1943-1974-2000).

Da questo nasce l'idea di un Osservatorio per la Geovalorizzazione delle falesie di Ardizio e S. Bartolo che possa mettere a disposizione in modo organico e coordinato gli studi disponibili, costituendo un'importante base di approccio sistemico all'analisi e alle tecniche di mitigazione del rischio, che così possono diventare una risorsa concreta.

Uno strumento che si impone per poter superare la frammentazione delle competenze dei diversi Enti che si occupano del "Patrimonio Geologico" in modo che possano più agevolmente collaborare con le altre realtà economico-sociali presenti sul territorio (Università, Professionisti, Operatori economici) pur mantenendo ciascuno i propri ruoli, le proprie finalità e i rispettivi compiti istituzionali.

L'Osservatorio della Geovalorizzazione è quell'opportunità strategica in grado di mettere a disposizione il bagaglio di conoscenze e la varietà di proposte, metodologie, informazioni e dati disponibili su queste aree a chi - Comuni, Provincia, Autorità di Bacino - opera da lungo tempo in queste zone, ma troppo spesso in regime emergenziale, senza disporre di sufficiente tempo o degli indispensabili elementi conoscitivi che tali luoghi, così delicati e fragili, richiedono.

Al tempo stesso l'Osservatorio, sulla base di un orientamento olistico, capace di vedere il territorio come un sistema articolato di numerose componenti: geologica, idrologica, botanica, faunistica, antropica, ecc. e delle varie esigenze economiche e sociali espresse o correlate, vuole determinarsi come luogo aperto al dialogo, in cui far confluire e incontrare le diverse visioni di tutela e conservazione, sviluppo e fruizione, prevenzione del rischio ed emergenza.

CONCLUSIONI

In un territorio delicato, fortemente dinamico e ricco di potenzialità di fruibilità turistica e culturale, è necessario operare unendo e coordinando i saperi, le risorse e le prospettive di sviluppo più varie e articolate. Uno strumento di incontro all'interno del quale far confluire e valorizzare i contributi di tutti i soggetti portatori di interesse può essere individuato nell'Osservatorio per la Geovalorizzazione.

In una visione propositiva attiva, articolata e coordinata nel tempo, risulta l'organismo più adatto al monitoraggio degli interventi e dei risultati delle strategie di promozione geoturistica dei luoghi, può consentire di ripensare il sistema insediativo e infrastrutturale, anche suggerendo di rideterminare gli usi previsti o consentiti.

Al tempo stesso, dal punto di vista della protezione e conservazione, può proporre una diversa fruibilità del bene naturalistico, rappresentato dalla falesia costiera, orientato verso la sostenibilità, con innegabili vantaggi di tutela del territorio, crescita culturale e sviluppo dell'occupazione.

In sostanza sono tante le opportunità e gli obiettivi cui è chiamato l'Osservatorio di Geovalorizzazione:

- studio e pianificazione del territorio in chiave di sostenibilità ambientale;
- adozione di strumenti atti a garantire condizioni di sicurezza e fruibilità dei luoghi;
- geovalorizzazione di beni paesaggistici tramite strategie e tecnologie avanzate di progettazione e monitoraggio;
- sviluppo geoturistico e del sistema dei parchi, attività di divulgazione ambientale e geologica;

tutti elementi capaci di creare un presidio sul territorio, quindi la crescita culturale e lo sviluppo economico di quest'ultimo.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- BIAGIOTTI F., GENNARI E., MENGARELLI D., DOTTORI F., PACITTI P., PRINCIPI M. & SAVELLI D. (2008) - *Il monitoraggio delle dinamiche costiere attraverso le riprese satellitari e l'impiego di modelli sperimentali nel progetto ANCONAPACO*. Atti II Simposio Internazionale "Il monitoraggio costiero mediterraneo: problematiche e tecniche di misura".
- COCCIONI R (a cura di) (2003) - *Verso la gestione integrata della costa del Monte San Bartolo: risultati di un progetto pilota*. Quaderni del Centro di Geobiologia, Arti Grafiche Stibu, Urbania, 1, 163 pp.
- COCCIONI R. (a cura di) (2005) - *La dinamica evolutiva della fascia costiera tra le foci dei fiumi Foglia e Metauro: verso la gestione integrata di una costa di elevato pregio ambientale*. Quaderni del Centro di Geobiologia, Università degli Studi di Urbino "Carlo Bo", Arti Grafiche STIBU, Urbania, 3, 95 pp.
- COLANTONI P., MENCUCCI D. & NESCI O. (2004) - *Coastal processes and cliff recession between Gabicce and Pesaro (Northern Adriatic Sea): a case history*. *Geomorphology*, 62 (2004) 257-268. ISSN: 0169-555X
- DE DONATIS M., MAZZOLI S., PALTRINIERI W. & WEZEL F.C. (1995) - *Evoluzione tet-*

tonica dell'avanfossa appenninica marchigiano-romagnola dal Miocene superiore al Pleistocene. St. Geol. Cam., Volume Speciale, pp.359-371.

NESCI O. & SAVINI C. (2005) - *Analisi geomorfologica del Colle Ardizio ed evoluzione della linea di riva tra Pesaro e Fano.* In: Coccioni R. (a cura di), *La dinamica evolutiva della fascia costiera tra le foci dei fiumi Foglia e Metauro: verso la gestione integrata di una costa di elevato pregio ambientale.* Quaderni del Centro di Geobiologia, Università degli Studi di Urbino "Carlo Bo", Arti Grafiche STIBU, Urbina, 3, pp. 29-39.

NESCI O. & VENERI F. in AA. VV. (2001) - *Guide geologiche regionali a piedi. Appennino Umbro-Marchigiano. Il Parco Naturale di S. Bartolo.* A cura della Società Geologica Italiana. BE-MA Ed. Milano

TRASFORMAZIONI DEL PAESAGGIO GLACIALE DELL'ALTA MONTAGNA. RIDUZIONE O EVOLUZIONE DELLA GEODIVERSITÀ?

di Claudio Smiraglia, Guglielmina Diolaiuti & Manuela Pelfini

Dipartimento di Scienze della Terra "Ardito Desio" - Comitato Glaciologico Italiano, Università degli Studi di Milano, claudio.smiraglia@unimi.it, guglielmina.diolaiuti@unimi.it, manuela.pelfini@unimi.it

Abstract - Transformation of the high mountain glacial landscape. Decrease or evolution of geodiversity?

The current retreat of glaciers worldwide is mentioned as the clearest sign of global warming. In the Alps many small glaciers could disappear in the next decades, a matter already discussed in many previous studies; less attention has been paid to the vanishing glacial geomorphosites and to the reduction of high mountain geodiversity. Taking into account the ongoing evolution of the widest valley glacier of the Italian Alps, the Forni Glacier, it is highlighted how on the ablation zone of the glacier the geodiversity is evolving and somehow increasing; that is thank to the numerous, even if ephemeral, rapidly developing epiglacial features.

INTRODUZIONE

Nell'ultimo secolo e in particolare a partire dagli anni '80 si è verificata in tutto il Pianeta una contrazione accentuata delle masse glaciali soprattutto sulle catene montuose (evidenziata da regressi frontali, riduzioni areali e perdite di volume), strettamente correlabile con il riscaldamento climatico globale (WGMS, 2008; IPCC, 2013). Il fenomeno appare in accelerazione negli ultimi decenni: il tasso medio di ghiaccio perso dai ghiacciai a livello globale, escludendo i ghiacciai dei settori più esterni delle calotte polari, è infatti passato da 226 Gt yr⁻¹ nel periodo 1971–2009 a 275 Gt yr⁻¹ nel periodo 1993–2009 (IPCC, 2013). Il tasso di fusione e la riduzione globale di spessore dei ghiacciai continuano quindi ad essere elevatissimi (WGMS, 2012).

Il regresso globale dei ghiacciai montani è ormai considerato il segnale più chiaro ed evidente dei cambiamenti climatici a livello planetario (Oerlemans, 2005). Il fenomeno appare particolarmente severo sulle Alpi: ad esempio, la calda estate 2003 ha provocato su questa catena montuosa una riduzione stimata intorno al 5-10% del volume residuo dei ghiacciai (Zemp *et al.*, 2005). Ciò è probabilmente legato a importanti variazioni delle condizioni della media troposfera evidenziate dal rapido incremento della temperatura durante i decenni più recenti. Sulle Alpi infatti, il riscaldamento atmosferico è più che raddoppiato, soprattutto durante l'estate, a partire dagli anni '70 (Casty *et al.*, 2005).

Sulle Alpi dunque, così come sulle altre catene montuose, si sta assistendo, a partire dalla fine dell'ultima fase storica di avanzata (Piccola Età Glaciale, 1550-1850) e con un'accelerazione negli ultimi decenni, all'estinzione di molti dei ghiacciai di minori dimensioni, alla frammentazione e alla riduzione di superficie e spessore di quelli maggiori. Si tratta di un fenomeno che può essere definito un collasso o una disintegrazione del glacialismo montano, che sta portando a notevoli trasformazioni del paesaggio di alta quota. In sintesi, si sta verificando una rapida transizione da un sistema glaciale a un sistema paraglaciale (Church & Ryder, 1972), con alterazioni dei sistemi idrologici maggiormente esposti alle siccità estive, con riduzione della stabilità dei versanti a causa della fusione del permafrost e dell'imbibizione dei depositi glaciali sciolti (Mercalli *et al.*, 2009). A tutto ciò si sommano, da una parte, anche effetti a livello biologico con alterazione della biodiversità dovuta alla perdita di endemismi degli ambienti glaciali e periglaciali (Beniston, 2000), dall'altra, effetti negativi sulle capacità di attrazione di flussi turistici dell'alta montagna.

Molti geositi montani o alpini sono inseriti in inventari nazionali o internazionali e uno degli effetti sicuramente meno studiati del regresso dei ghiacciai è la variazione quantitativa e qualitativa di questo patrimonio naturale e culturale. Su questo tema sono stati realizzati solo pochi studi preliminari (UNESCO-World Heritage Center, 2007; Haeberli, 2008; Garavaglia *et al.*, 2010; Diolaiuti & Smiraglia, 2010). In questo lavoro verranno analizzate le trasformazioni del paesaggio di alta montagna in relazione alla deglaciazione in corso, sottolineandone gli effetti sul patrimonio culturale dei geomorfositi rappresentati dai ghiacciai e sulle variazioni della "geodiversità" (Grey, 2004; Grey, 2008; Piacente & Coratza, 2005; Serrano & Ruiz-Flaño, P., 2007).

1. GEODIVERSITÀ GLACIALE

Per quanto riguarda la definizione dei ghiacciai e delle aree paraglaciali come "geomorfositi" e l'identificazione e la valorizzazione dei beni geomorfologici dell'alta montagna glacializzata, si rimanda a Pelfini & Smiraglia, 2003 e a Pelfini *et al.*, 2005. A proposito della geodiversità in ambiente glaciale si può osservare in linea generale e introduttiva che l'intenso regresso dei ghiacciai montani degli ultimi decenni, in particolare dopo la breve avanzata degli anni '70 e '80 (Mercalli *et al.*, 2009), ha fatto registrare effetti apparentemente opposti. Da una parte si assiste, infatti, ad una vera e propria estinzione di numerosi apparati glaciali (a decine sulle Alpi Italiane), in particolare quelli di minori dimensioni, e ad una conseguente riduzione della "geodiversità"; dall'altra si osserva la formazione di nuovi piccoli corpi glaciali derivanti dalla frammentazione di quelli preesistenti, che in qualche caso riescono almeno numericamente e non certo come masse e superfici in gioco, a riequilibrare la situazione. In Lombardia, ad esempio, a fronte di una sensibile riduzione delle aree glaciali fra l'inizio degli anni '60 e il 2010 (che in alcuni settori montuosi come quelli del Tambò-Stella e del Livigno-Piazzini ha superato la percentuale del 40%), si è constatato un incremento numerico degli apparati glaciali del 20%. Va inoltre osservato che si sta assistendo ad una diffusa variazione tipologica con la riduzione numerica dei ghiacciai montani e vallivi (i ghiacciai veri e propri caratterizzati da flusso che trasferisce massa dal bacino collettore al bacino ablatore) a favore dei glacionevati, forme terminali di limitate dimensioni e dinamicamente inattive. In questa

fase, il regresso glaciale sta anche originando numerose morfologie minori, come laghi epiglaciali e di contatto glaciale, morfologie epiglaciali derivanti dall'ablazione differenziale, morfologie paraglaciali. Sono forme che, sebbene effimere in quanto caratterizzate da una sopravvivenza massima di alcuni anni e fra l'altro osservabili solo durante la breve stagione estiva, contribuiscono a livello locale all'incremento della geodiversità. È chiaro che su scale temporali più lunghe (da decenni, a secoli, a millenni) la deglaciazione potrà determinare la riduzione della geodiversità glaciale, con la completa estinzione degli apparati glaciali e delle morfologie epi e paraglaciali.

2. IL SITO CAMPIONE: IL GHIACCIAIO DEI FORNI

Uno dei siti dove questi fenomeni possono meglio essere osservati è sicuramente la zona del Ghiacciaio dei Forni in Alta Valtellina (Lombardia, gruppo dell'Ortles-Cevedale), situato nel Parco Nazionale dello Stelvio, la più grande area protetta italiana. Si tratta del più vasto ghiacciaio vallivo delle Alpi Italiane (circa 12 km²), molto frequentato sia per motivazioni turistiche che scientifiche sino dalla metà del XIX secolo. Per superficie è secondo solo al ghiacciaio dell'Adamello, ma è uno dei pochissimi ghiacciai vallivi italiani a bacini composti. Si distinguono tre bacini di accumulo delimitati da una lunga cresta che costituisce gran parte del classico e frequentato itinerario alpinistico noto come "Traversata delle 13 Cime". Dai tre bacini di accumulo scendono altrettante colate di ghiaccio che, dopo una ripida discesa frammentata da imponenti seraccate, confluiscono in un ampio pianoro a circa 2.700 m. Da questo si origina un'unica lingua che scende verso nord per circa 1 km, ridotta quindi di più di 2,6 km rispetto al massimo della Piccola Età Glaciale (1864) (Bonardi *et al.*, 2012) (Fig. 1).



Fig. 1 – Il Ghiacciaio dei Forni. Sono ben visibili i tre bacini di accumulo che confluiscono nella lingua centrale con le strisce scure delle morene mediane. In primo piano si osserva l'area deglaciata da metà '800.

2.1 Valorizzazione turistico-culturale pregressa

Il Ghiacciaio dei Forni è stato caratterizzato da metà '800 da una frequentazione escursionistico-alpinistica sempre crescente, che ne ha fatto una delle mete più diffuse del turismo alpino italiano e internazionale. A questo, si è unita da fine '800 un'intensa presenza di ricercatori (naturalisti, geologi, glaciologi) che ne hanno seguito da diversi punti di vista l'evoluzione, raccogliendo una serie di dati ultrasecolare sulle sue variazioni. Per favorire la valorizzazione di quest'area attraverso un turismo consapevole e a basso impatto, volto alla conoscenza scientifico-divulgativa di questo bene geomorfologico della montagna alpina, nel 1995 è stato realizzato il Sentiero Glaciologico del Centenario, dedicato alla celebrazione di un secolo di attività della glaciologia italiana che proprio sui Forni, nel 1895, iniziò i suoi monitoraggi (Smiraglia, 1995). L'obiettivo principale era quello di permettere ai visitatori non particolarmente esperti di glaciologia e di morfologia glaciale, di osservare, debitamente guidati, le forme di questo particolare paesaggio e di poter cogliere i processi morfodinamici relativi (Pelfini & Smiraglia, 1998). Lungo l'itinerario è infatti osservabile una sequenza pressoché completa di forme tipiche del paesaggio dell'alta montagna glaciale, sia per quanto riguarda le forme di erosione ed accumulo, sia soprattutto per quanto riguarda le forme epiglaciali. Il tutto ne fa quindi un sito di altissima geodiversità, incluso fra l'altro nell'elenco dei geositi della Provincia di Sondrio (Smiraglia, 2009). La creazione del Sentiero, uno dei primi realizzati in Italia, ha sicuramente favorito la frequentazione turistico-naturalistica dell'area, che tuttavia è stata più volte messa in discussione negli ultimi decenni proprio a causa dell'incremento del rischio derivante dal regresso della lingua glaciale (Smiraglia *et al.*, 2005). L'accelerazione dei processi erosivi in particolare sul tratto di sentiero che percorreva le morene a nucleo di ghiaccio depositate fra gli anni '70 e '80, conclusasi per il momento con il collasso della morena stessa, ha costretto a numerose modifiche dell'itinerario, pur costituendo un fenomeno di grande interesse scientifico e divulgativo. Attualmente la fronte si è ritirata su un pianoro al di sopra di un gradino di rocce montonate, pianoro che si sta sempre più estendendo e ricoprendo di *till* a causa del continuo regresso della lingua (fra i 10 e i 20 m all'anno). È un'area di grande interesse a livello di geodiversità, un esempio didascalico di transizione da un sistema glaciale a un sistema paraglaciale, dove ai processi e alla forme strettamente glaciali si stanno rapidamente sostituendo processi e forme di tipo fluvio-torrentizio, periglaciale e gravitativi. Ancora più rapida è l'evoluzione della geodiversità glaciale in senso stretto: in questo caso il termine viene utilizzato nella stretta accezione di insieme di forme epiglaciali attive, riguardanti quindi la superficie del ghiacciaio e in particolare la lingua di ablazione.

2.2 Verso la geodiversità: forme epiglaciali e processi correlati

Le forme epiglaciali, che derivano da numerosi e diversificati, anche se interagenti, processi, giocano un ruolo cruciale nel caratterizzare il paesaggio dell'alta montagna glaciale e nel creare la sua geodiversità. Sul Ghiacciaio dei Forni, ma chiaramente il discorso può essere esteso a tutti i ghiacciai con le stesse caratteristiche tipologiche e situati nello stesso ambito morfoclimatico (ghiacciai temperati), è possibile classificare le forme epiglaciali tenendo conto ad esempio dei processi che le modellano, dei tempi di persistenza, delle caratteristiche geometrico-dimensionali. Va in ogni caso sottolineato il

breve tempo sempre intercorrente fra la loro genesi e la loro estinzione, che può essere anche di soli pochi giorni per le forme di minori dimensioni. Soprattutto nell'attuale fase di regresso glaciale, il fattore forzante principale è sicuramente l'evoluzione delle lingue di ablazione, che formano il sostegno fisico sul quale le varie forme si impostano.

A livello di processi, utilizzando una classificazione qualitativa e di base, è possibile distinguere: 1) forme collegate al flusso glaciale; 2) forme collegate allo scorrimento idrico superficiale incanalato; 3) forme derivanti dall'ablazione differenziale (Smiraglia & Diolaiuti, 2011). Fra le prime, si possono annoverare i crepacci e le seraccate, derivanti dalle tensioni cui il ghiacciaio è sottoposto durante il suo scorrimento sul letto roccioso, cui si aggiunge la deformazione interna. Sui Forni le tre seraccate che uniscono i bacini di accumulo alla lingua centrale hanno perso gran parte del loro volume e si stanno appiattendo e restringendo sensibilmente, facendo presagire un'imminente separazione dei settori superiori. Per quanto riguarda i crepacci, la loro evoluzione è ormai talmente rapida da rendere obsolete tutte le carte di glaciologia strutturale realizzate negli scorsi anni che tendevano a localizzarli e a classificarli (trasversali, *chevron*, *splayng*, *bergschrand*, etc.) (Fig. 2).



Fig. 2 – Crepacci arcuati sulla lingua dei Forni, derivanti dalla fratturazione del ghiaccio e dall'azione delle acque subglaciali.

Le forme derivanti dalle acque superficiali incanalate sono ancora più effimere, anche se è possibile osservare una loro reiterazione, in particolare per gli inghiottitoi o

“mulini”, che possono essere seguiti nella loro evoluzione. Sui Forni il tempo medio di sopravvivenza di queste forme è di 5-6 anni e si possono osservare normalmente su una linea longitudinale al ghiacciaio le diverse fasi evolutive, da quelle embrionali a quelle di imminente occlusione ed estinzione (Fig. 3). Di particolare interesse sono i corsi d'acqua epiglaciali (*bédières*) che formano una rete di drenaggio simile a quelle su sedimenti o su roccia, ma normalmente con una densità più elevata e con carenza di segmenti di più elevato livello gerarchico. Sui Forni la riduzione di spessore e il conseguente incremento numerico dei crepacci stanno riducendo la lunghezza e la regolarità morfologica delle *bédières* che presentano un caratteristico andamento meandriforme. Altrettanto effimeri sono i laghi epiglaciali, in realtà piuttosto rari sulla lingua dei Forni, la cui genesi è molto spesso di tipo complesso e deriva da retroazioni positive, come la concentrazione delle acque ruscianti favorita dai crepacci circolari.



Fig. 3 – Inghiottitoio sul settore superiore della lingua; in questa zona sono stati misurati inghiottitoi di 80 m di profondità.

È però il complesso delle forme derivanti dall'ablazione differenziale a meglio esprimere la geodiversità delle lingue di ablazione. L'ablazione differenziale si può definire come il rapporto fra il tasso di fusione che avviene su ghiaccio pulito e privo di detriti e quello che avviene sul ghiaccio ricoperto da detriti alla stessa altitudine. Il detrito superficiale esercita, infatti, un ruolo chiave nel determinare tassi ed entità dell'ablazione del ghiaccio che ricopre (Nakawo & Young, 1982). Il suo effetto deriva principalmente dalla sua albedo, normalmente inferiore al ghiaccio pulito, per cui si verifica un incremento della radiazione solare assorbita e dell'ablazione del ghiaccio. Se il suo spessore è però superiore ad un valore “critico”, si verifica invece una riduzione del tasso e dell'entità dell'ablazione, in quanto prevale l'effetto isolante (Mattson *et al.*, 1993; Smiraglia & Diolaiuti, 2011).

Sulla superficie di un ghiacciaio, soprattutto nel suo settore inferiore e meno inclinato, durante la stagione di ablazione si trova una grande quantità di detrito, che dal punto di vista granulometrico può variare dalla particella fine di limo e sabbia fino a blocchi rocciosi di enormi dimensioni. Nella fase attuale, sui ghiacciai che fino a pochi anni fa (5-10) potevano essere definiti debris free e con copertura detritica limitatissima, si sta verificando un ampliamento della superficie coperta da detrito, che per i Forni si aggira attorno al 15-20%. Questo determina un incremento delle forme epiglaciali derivanti, la cui evoluzione si compie durante una sola estate e che a fine stagione riescono a creare un paesaggio del tutto peculiare ed effimero, ricco di geodiversità. La fase successiva, se i processi di alimentazione detritica derivanti dalla gelifrazione continueranno e la capacità di trasporto del ghiacciaio diventerà sempre più limitata a causa della riduzione di spessore e di velocità, sarà la trasformazione in un debris covered glacier, un ghiacciaio cioè la cui lingua di ablazione è quasi completamente ricoperta da detrito, che nel settore inferiore può superare i due metri di spessore (è il caso sulle Alpi Italiane del Miage nel gruppo del Monte Bianco o del Belvedere nel gruppo del Monte Rosa). In questa fase, la geodiversità derivante dalle forme epiglaciali sicuramente diminuisce, ma si ha uno straordinario arricchimento del paesaggio dovuto ad un incremento della biodiversità con lo sviluppo sulla superficie del ghiacciaio coperto da detriti di numerose specie vegetali erbacee e arbustive microterme (Caccianiga *et al.*, 2011).

Il Ghiacciaio dei Forni non è ancora in questa fase, sebbene già nell'estate 2013 sia stata segnalata la presenza di vegetazione erbacea sparsa sul detrito epiglaciale frontale (Azzoni, com. pers.), e il complesso delle forme epiglaciali derivanti da ablazione differenziale è ancora ben osservabile. In particolare vi si distinguono le forme create da detrito fine o comunque sparso, che tendono a essere forme depresse, come le "crioconiti" (piccole cavità riempite di acqua con sul fondo un sottile strato di limo), solitamente raggruppate in numerosi esemplari, oppure le superfici "a nido d'ape", letteralmente crivellate da piccoli fori sul cui fondo è osservabile il ciottolo che li ha generati. Nel caso di detrito grossolano si formano "coni di ghiacciaio", "tavole del ghiacciaio" o "funghi del ghiacciaio" e morene superficiali, sia di tipo ISI (*Ice Stream Interaction*) sia di tipo AD (*Ablation Dominant*).

Coni e tavole si evolvono solitamente in un'estate o nei casi di maggiori dimensioni, in alcune estati. Sui Forni da circa un decennio si osserva un cono gigantesco (4 m di altezza) che solo a fine 2013 ha cominciato la fase involutiva. Le morene superficiali, in particolare le mediane longitudinali ISI, si osservano sulla lingua dei Forni da decenni e solo recentemente hanno raggiunto una tale dimensione (8-10 m di altezza) da innescare i processi di smantellamento. È chiaro per le forme epiglaciali di maggiori dimensioni, come le grandi morene longitudinali dei Forni, la fase finale dell'evoluzione si attua attraverso tutta una serie di processi di retroazione che coinvolgono certamente l'ablazione differenziale, ma anche il flusso glaciale e lo scorrimento delle acque incanalate. Un esempio ben visibile nelle estati recenti è costituito dall'apparire di falesie di ghiaccio lungo i versanti delle morene, che ben presto a causa dell'ablazione intensa accentuata dal detrito fine che le ricopre, del ruscellamento ai loro piedi e delle deformazioni dovute al flusso glaciale, danno origine ad imponenti ed effimere nonché pericolose grotte.

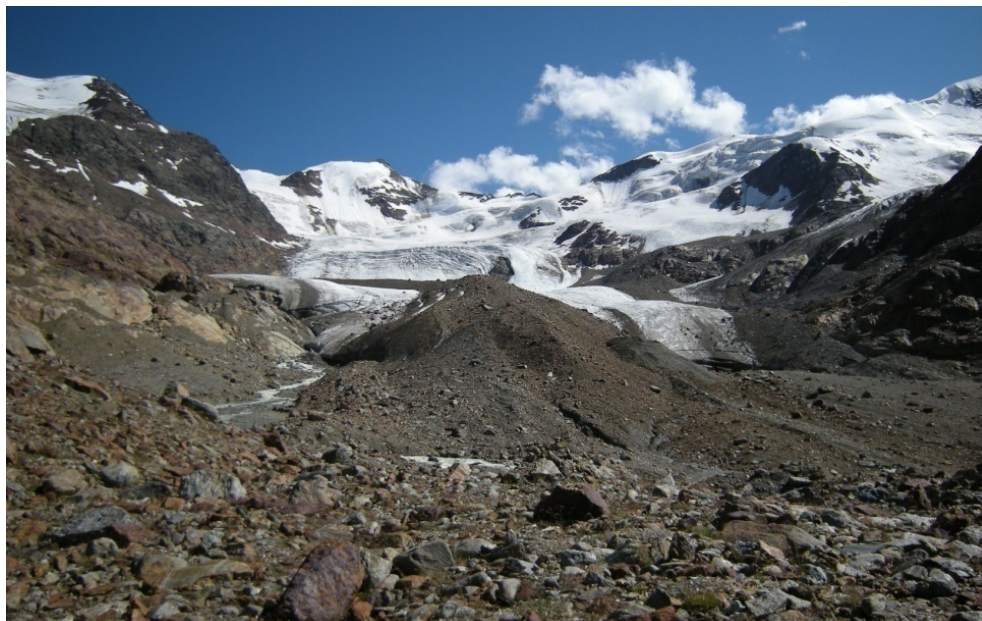


Fig. 4 – Il Ghiacciaio dei Forni con l'area deglaciata nell'ultimo decennio e la fronte ricoperta da detrito. È ben visibile l'inversione del rilievo della zona frontale dovuta all'ablazione differenziale. A poche decine di metri dall'attuale posizione della fronte è già possibile trovare giovani piante arboree.



Fig. 5 – “Fungo di ghiacciaio”.



Fig. 6 – “Cono di ghiacciaio” nel settore sinistro della lingua dei Forni. Si confrontino le dimensioni con quelle dei due alpinisti sulla destra.

CONCLUSIONI

Tenendo conto di quanto sinteticamente esposto, la lingua del Ghiacciaio dei Forni, pur in una fase di intenso regresso e di sensibile riduzione di spessore, come sta avvenendo in questi ultimi decenni, ospita durante l'estate un complesso di forme epiglaciali che danno origine ad un unico nuovo grande geomorfosito o con più esattezza un nuovo sistema integrato di forme di minori dimensioni, dove la geodiversità e la biodiversità non si riducono, ma si evolvono e talora si ampliano. Chiaramente, l'evoluzione proseguirà fino all'estinzione del ghiacciaio o meglio alla sua frammentazione in tre ghiacciai “montani”: è un fenomeno che si sta concretizzando rapidamente, visto che le seraccate di collegamento dei bacini orientale e occidentale con la lingua centrale sono ormai ridotte a spessori esigui e a larghezze di poche decine di metri. Altra possibilità sarà la trasformazione dei Forni da *debris free* a *debris covered*, ipotesi però meno probabile a causa della prevedibile separazione dei due bacini sopra citati e della conseguente riduzione dell'alimentazione detritica. In ogni caso, siamo di fronte ad un sistema in rapida trasformazione, che offre la possibilità di osservare tutte le varie fasi intermedie da un paesaggio tipicamente glaciale a un paesaggio interamente deglaciato.

È un sistema ricco di geodiversità e di biodiversità, la cui rapidità evolutiva pone interrogativi e problemi interessanti sia dal punto di vista strettamente scientifico, sia da quello applicativo, sulla sua valutazione e interpretazione, sulla sua gestione, sulla sua conservazione e sulla sua valorizzazione.

RINGRAZIAMENTI

Il presente contributo è stato realizzato nell'ambito del progetto MIUR PRIN 2010-2011 (Grant No. 2010AYKTAB_006)

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- BENISTON M. (2000) – *Environmental Change in Mountains and Uplands*. Arnold, London.
- BONARDI L., ROVELLI E., SCOTTI R., TOFFALETTI A., URSO M. & VILLA F. (2012) – *I ghiacciai della Lombardia. Evoluzione e attualità*. Servizio Glaciologico Lombardo, Hoepli, Milano.
- CACCIANIGA M., DIOLAIUTI G., ANDREIS C. & SMIRAGLIA C. (2011) - *Alpine debris-covered glaciers as a habitat for plant life*. The Holocene, 1-10, DOI: 10.1177/0959683611400219.
- CASTY C., WANNER H., LUTERBACHER J.L. & BÖHM R. (2005) - *Temperature and precipitation variability in the European Alps since 1500*. International Journal of Climatology, 25, pp. 1855-1880.
- CHURCH & RYDER (1972) – *Paraglacial sedimentation, a consideration of fluvial processes conditioned by glaciation*. Geological Society of America Bulletin, 83 pp. 3059-3072.
- DIOLAIUTI G. & SMIRAGLIA C. (2010) – *Changing glaciers in a changing climate: how vanishing geomorphosites have been driving deep changes in mountain landscapes and environments*. Geomorphologie, 2, pp. 131-152.
- GARAVAGLIA V., PELFINI M. & BOLLATI I. (2010) - *The influence of climate change on glacier geomorphosites: the case of two Italian glaciers (Miage Glacier, Forni Glacier) investigated through dendrochronology*. Géomorphologie: relief, processus, environnement, 2, pp. 153-164.
- GRAY M. (2004) - *Geodiversity: Valuing and Conserving Abiotic Nature*. Wiley, Chichester.
- GRAY M. (2008) - *Geodiversity: The origin and evolution of a paradigm*. In C.V. Burek & C.D. Prosser (editors), *The History of Geoconservation*, Geological Society of London, Special Publication 300, pp. 31-36.
- HAEBERLI W. (2008) – *Changing view of Changing glaciers*, in B. Orlove, E. Wiegandt & B. H. Luckman (editors), *Darkening Peaks: Glacier Retreat, Science and Society*, University of California Press, Los Angeles, pp. 23-32.
- IPCC-WGI-AR5 (2013) - *Working Group I Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report Climate Change 2013: 3 The Physical Science Basis. Summary for Policymakers*.
- MATTSON L.E., GARDNER J.S. & YOUNG G.J. (1993) – *Ablation on debris covered glaciers: an example from the Rakhiot Glacier, Punjab, Himalaya*, in G.J. Young (editor), *Snow and Glacier Hydrology*, IAHS Publication 218, Wallingford, pp. 289-296.
- MERCALLI L., CAT BERRO D., MORTARA G. & SMIRAGLIA C. (2009) - *Effetti dei cambiamenti climatici sui ghiacciai*, in S. Castellari & V. Artale (a cura di), I

- cambiamenti climatici in Italia: evidenze, vulnerabilità e impatti, Bonomia Press, Bologna, pp. 221-239.
- NAKAWO M. & YOUNG G.J. (1982) – *Field experiments to determine the effects of a debris layer on ablation of glacier ice*. Annals of Glaciology, 2, pp. 85-91.
- OERLEMANS J. (2005) – *Extracting a climate signal from 169 glacier records*. Science, 308, pp. 675-677.
- PELFINI M. & SMIRAGLIA C. (1998) - *Il Ghiacciaio dei Forni* In: M.B. Cita & F. Forcella F. (a cura di), Alpi e Prealpi Lombarde – Guide Geologiche Regionali, Società Geologica Italiana, BE-MA, pp. 152-160.
- PELFINI M. & SMIRAGLIA C. (2003) – *I ghiacciai, un bene geomorfologico in rapida evoluzione*. Bollettino della Società Geografica Italiana, vol. 11, fasc. 8, pp. 521-544.
- PELFINI M., DIOLAIUTI G. & SMIRAGLIA C. (2005) – *I ghiacciai come beni geomorfologici dell'alta montagna alpina: identificazione e valorizzazione*. In R. Terranova, P. Brandolini & M. Firpo (a cura di), La valorizzazione turistica dello spazio fisico come via alla salvaguardia ambientale, Patron, Bologna, pp. 345-368.
- PIACENTE S. & CORAZZA P. (editors) (2005) - *Geomorphological Sites and Geodiversity*. Il Quaternario, vol. 18.
- SERRANO E. & RUIZ-FLAÑO P. (2007) - *Geodiversity: A theoretical and applied concept*. Geographica Helvetica, 62, pp. 140-147.
- SMIRAGLIA C. (a cura di) (1995) – *Il Ghiacciaio dei Forni in Valfurva. Sentiero Glaciologico del Centenario*. Lysis, Sondrio.
- SMIRAGLIA C. (2009) – *Ghiacciaio dei Forni, in Regione Lombardia-DGTU, I Geositi della Provincia di Sondrio*, Milano, pp. 132-133.
- SMIRAGLIA C. & DIOLAIUTI G. (2011) – *Epiglacial Morphology*. In V.P. Singh, P. Singh & U.K. Haritashya (editors), Enciclopedia of Snow, Ice and Glaciers, Springer, Dordrecht, pp. 262-268.
- SMIRAGLIA C., DIOLAIUTI G. & PELFINI M. (2005) - *Valorizzazione e salvaguardia dell'alta montagna. I sentieri naturalistici: riflessioni teoriche, realizzazioni, proposte*. In R. Terranova, P. Brandolini & M. Firpo (a cura di), La valorizzazione turistica dello spazio fisico come via alla salvaguardia ambientale, Patron, Bologna, pp. 306-316.
- UNESCO-WORLD HERITAGE CENTER (2007) – *Climate Change and World Heritage. World Heritage Report 22, UNESCO, Paris*.
- WGMS (M. Zemp, I. Roer, A. Kääb, M. Hoelzle, F. Paul, & W. Haeberli editors) (2008) - *Global Glacier Changes: facts and figures*. UNEP, World Glacier Monitoring Service, Zurich.
- WGMS (M. Zemp, H. Frey, I. Gärtner-Roer, S.U. Nussbaumer, M. Hoelzle, F. Paul & W. Haeberli editors) (2012) - *Fluctuations of Glaciers 2005-2010*. Vol. X, ICSU (WDS)/ IUGG (IACS)/ UNEP/ UNESCO/ WMO, World Glacier Monitorings Service, Zurich.
- ZEMP M., FRAUENFELDER R., HAEBERLI W. & HOELZLE M. (2005) - *Worldwide glacier mass balance measurements: general trends and first results of the extraordinary year 2003 in Central Europe*. Materialy Glyatsiologicheskii Issledovani, 99, pp. 3-12.

DIECI ANNI DI GEOLOGIA E TURISMO IN ABRUZZO (E NON SOLO): UNA SFIDA TRA CULTURA SCIENTIFICA E NUOVE OPPORTUNITÀ DI LAVORO

di Enrico Miccadei

Laboratorio di Geomorfologia Strutturale e GIS,
Dipartimento di Ingegneria e Geologia,
Università degli Studi "G. D'Annunzio" Chieti-Pescara
miccadei@unich.it - www.geomorfologiastrutturalegis.it

Abstract - Ten years of geotourism in Abruzzo (and not only): a challenge between scientific culture and new job opportunities

The geomorphologic landscape of the Abruzzo region is a great example of a variety and complexity of processes and morphogenetic events in Italy. Complex Meso-Cenozoic palaeogeographies are still reflected by the main mountain chains of Abruzzo and offer scientists and tourists imaginary journeys through ancient, now vanished, coral atolls and blue deep seas. Valleys of glacial origin, alluvial cones, actual soils and palaeosoils still preserve the memory of these "gone-worlds", with unique geomorphosites scattered all over the region.

In Abruzzo, the 'region of parks' and a 'green lung' of Europe, the educational enhancement of geomorphological themes has been pursued, with the creation and installation of information panels and theme trails.

In this framework, this paper illustrates methods, initiatives and activities for the enhancement of geological and geomorphological landscape and geomorphosites, mainly through educational projects with schools (primary and secondary schools), geological field trips, geological trails and information panels. These activities are addressed to all the people from young to aged; they are mostly based on easy language, geologic games and on different types of tools such as: 3D reconstructions, aimed to provide a three-dimensional perception of geologic processes and elements; landforms highlights, aimed at increasing the perception and identification of landforms and processes, as well as their impact on the landscape; palaeo-geographic reconstructions and cartoons, aimed at showing the evidence of landscape evolution.

INTRODUZIONE

L'Italia è un paese geologicamente giovane ed ogni anno le “calamità” naturali, frutto di processi naturali intensi che sommati alla forte vulnerabilità del nostro territorio determinano rischi naturali elevati, comportano danni ingenti in termini di perdite sia di vite umane che economiche. Nonostante questo, le risorse a disposizione per progetti di prevenzione dei rischi naturali sono scarse o assenti; parallelamente, sta progressivamente diminuendo l'interesse da parte delle istituzioni e della società per le materie scientifiche in genere. Questa combinazione indica prospettive negative in termini sia di consapevolezza e coscienza della società riguardo ai processi e ai rischi naturali, sia di corretta pianificazione del territorio e gestione dei rischi (AGI, 1991; Panizza & Piacente, 2003; Occhipinti, 2011; Miccadei & Piacentini, 2013; Praturlon, 2011). La coesistenza delle tracce di una storia evolutiva tuttora in corso di studio e definizione, ha reso molte regioni italiane, tra cui l'Abruzzo, palestra geologica e geomorfologica di fama internazionale. Le complesse paleogeografie del passato trovano la loro espressione nei principali rilievi montuosi delle suddette regioni le cui rocce si lasciano leggere dai geologi, regalando agli studiosi viaggi immaginari attraverso antichi fondali marini, valli di origine glaciale, conoidi alluvionali, depositi terrazzati, suoli e paleosuoli che conservano la memoria di “mondi” passati. Il paesaggio stesso, ora aspro e accidentato nella zona di catena, digradante nella fascia pedemontana, ora più dolce nei rilievi collinari fino alle pianure alluvionali e costiere, è testimone vivo dei differenti processi morfologici che hanno modellato il territorio nel Quaternario e che lo modellano tutt'ora in condizioni climatiche diverse.

Questo enorme patrimonio scientifico-culturale, appannaggio finora di un limitato numero di esperti ed appassionati, si è cercato di presentarlo in più di dieci anni ad un più vasto pubblico, sensibile alle dinamiche della Terra e interessato alla tutela e alla salvaguardia dell'ambiente. Le informazioni geologico-geomorfologiche corrette sono state, con un linguaggio semplice e diretto, il punto di partenza per scoprire come l'ambiente naturale condizioni lo sviluppo sociale ed economico delle diverse popolazioni, la specializzazione di arti e mestieri, l'instaurazione di peculiari attività produttive, l'arte.

Filo conduttore unico di questo modo di proporre il turismo è il tempo, patrimonio della geologia, “dato in prestito” alla storia, che viene ripercorso con passi ora molto lunghi, ora brevi e precisi, andandolo a ricercare nei luoghi in cui fa buona mostra di sé, siano essi una balza rocciosa, un meandro di un fiume o il selciato consumato di una pavimentazione. In quest'ottica, la didattica e la divulgazione delle geoscienze stanno acquisendo, negli ultimi anni, una rilevanza sempre maggiore a livello internazionale, ma ancora non entrano nell'educazione scolare quotidiana in Italia. Sono nati numerosi progetti e attività internazionali rivolti principalmente ai giovani, ma anche al pubblico in generale, e volti a migliorare la conoscenza del nostro pianeta. A livello internazionale, tra i tanti, si possono citare progetti quali Earth Learning Idea (www.earthlearningidea.com), OneGeology (www.onegeology.org), geoNatHaz (www.geonathaz.unito.it/) o progetti di società nazionali come Geology Rocks della British Geological Society (www.funkidslive.com/) o Geology for Everyone del Geological Survey of Ireland (www.gsi.ie/Education/Geology+for+Everyone/), o ancora progetti per la divulgazione mediante escursioni geologiche come la Via Geoalpina (Panizza, 2010). D'altra parte non possiamo dimenticare che in Italia l'insegnamento delle Scienze, e delle geoscienze in particolare, soffre di carenze strutturali, assenza o indisponibilità di laboratori e attrezzature, e culturali, intese

come patrimonio di idee diffuse per attività di educazione scientifica.

Tenendo conto di queste premesse, a livello locale nell'area abruzzese e nell'ambito delle attività dell'Università "G. D'Annunzio" di Chieti-Pescara, è cresciuta negli ultimi anni una forte sensibilità da parte delle scuole primarie e secondarie, ma anche di enti, di parchi naturali e associazioni, che ha portato a continue richieste di attività nell'ambito della didattica delle geoscienze, per sopperire alle carenze strutturali e di programmi. Sono nati, così, diversi progetti di collaborazione sia a livello di singolo istituto, ente o associazione in collaborazione con l'università, sia più strutturati e sviluppati su tutto il territorio regionale, con contributi regionali ed europei. Oltre a numerosi progetti singoli, sono stati realizzati il progetto per Scommessa del Sapere Tecnico Scientifico (<http://ots.udanet.it/>) e, in collaborazione con il Parco della Scienza di Teramo, la Ludoteca tecnico scientifica (<http://ots.udanet.it/ludoteca>). Questi progetti si inquadrano in un ampio spettro di attività divulgative rivolte a un pubblico con età diversa (dai bambini e ragazzi della scuola primaria e secondaria alle persone anziane) e in diverso ambito (scolastico, turistico, professionale non geologico) in tutto il territorio abruzzese e, più in particolare, in aree parco (Miccadei *et al.*, 2011).

Questo contributo presenta le attività svolte, le modalità didattiche e i risultati ottenuti nell'ambito di tali progetti.

1. IL GIOCO DELLE GEOSCIENZE NELLE SCUOLE PRIMARIE

Le attività didattiche di divulgazione scientifica condotte nell'area abruzzese, concordate con istituti scolastici, enti parco e associazioni in connessione con i progetti dell'Università "G. D'Annunzio" di Chieti-Pescara, sono basate sul semplice concetto di collegare i temi delle geoscienze ad aspetti e luoghi quotidiani della vita di bambini e ragazzi o alle diverse materie studiate a scuola. Questo consente, a nostro avviso, di acquisire ed approfondire concetti che altrimenti potrebbero risultare ostici o non essere recepiti in maniera chiara (Miccadei, 2009).

In quest'ottica, la *geo-geografia* consente di illustrare la posizione del pianeta Terra nel sistema solare e nell'universo e i diversi volti del pianeta, i suoi paesaggi. La *geo-storia* aiuta i bambini a comprendere il difficile concetto del tempo geologico tramite l'albero genealogico e l'orologio della Terra (Fig. 1). Il *geo-italiano* avvicina i bambini ai concetti base della stratigrafia, secondo i quali i diversi strati di roccia che compongono una successione sono visti come le pagine di un libro che racconta gli eventi che hanno coinvolto e modificato la Terra. La *geo-matematica* e la *geo-geometria*, infine, illustrano il pianeta come un mosaico di placche che si sono spostate nel tempo e, più localmente, aiutano a riconoscere i diversi strati di roccia con le loro differenti giaciture. Seguono poi le *geo-scienze*, la *geo-educazione artistica e musicale*, la *geo-educazione fisica* e tutte le altre materie che, con giochi ed esercizi, consentono di entrare in concetti via via più complessi, stimolando la percezione dei bambini senza respingerli con parole o argomenti a loro ignoti. Tale approccio è stato ampiamente utilizzato in un libro di geologia per i bambini (Miccadei, 2009) diffusamente utilizzato per le attività di divulgazione.

Tali attività si sono sviluppate anche nell'ambito di una collaborazione con il Parco della Scienza di Teramo e la Ludoteca tecnico-scientifica che richiama i concetti di quotidianità della geologia sotto forma di web interattivo (Fig. 2; <http://ots.udanet.it/ludoteca>).



Fig. 1 - L'orologio della Terra mostra la storia del nostro pianeta confrontata con un arco di tempo di 12 ore come in una sveglia a lancette o come nell'arco di una normale giornata (da Miccadei, 2009).



Fig. 2 - Esempi estratti dai percorsi didattici sul tema delle geoscienze nella Ludoteca tecnico scientifica del Parco della Scienza di Teramo (da <http://ots.udanet.it/ludoteca/>).

2. I LABORATORI DELLE GEOSCIENZE NELLE SCUOLE SECONDARIE

Nelle scuole secondarie la divulgazione delle geoscienze si basa su lezioni ed attività laboratoriali, attività e giochi *on line* e, in particolare, su esercitazioni svolte sul terreno nell'ambito di escursioni didattiche nelle aree della vita quotidiana dei ragazzi. Si parla in generale di attività laboratoriali ed esercitazioni sul terreno per estendere il concetto di attività sperimentale/pratica al di là dei confini del luogo fisico, ossia il laboratorio. L'attenzione ai metodi attivi e laboratoriali è presente da decenni nelle dichiarazioni di intenti degli esperti, nei programmi e nella ricerca didattica, eppure fino ad ora non sembra avere avuto effetti rilevanti sulla scuola reale. Le attività si svolgono, quindi, sempre in maniera attiva e interattiva, coinvolgendo i ragazzi; particolare attenzione viene posta al territorio nel quale i ragazzi abitano e vivono, che viene visto non semplicemente come un "qualcosa" da calpestare e percorrere a piedi, in bici, in auto o con altri mezzi, o come un paesaggio da osservare, ma come il risultato di un'evoluzione lunga da milioni a centinaia di milioni di anni e che, in questo intervallo di tempo, è stato (ed è tutt'oggi) una fonte di risorse; allo stesso tempo si evidenzia come il territorio è soggetto a una serie di processi naturali geologici e geomorfologici, capaci di determinare rischi, non tanto per la pericolosità dei fenomeni stessi quanto più per la vulnerabilità degli elementi antropici (centri abitati, case, industrie, infrastrutture) e per la loro ubicazione in siti non idonei. Sulla base di questo approccio è stato sviluppato il Progetto OTS "Osservatorio Tecnico Scientifico" (Miccadei *et al.*, 2010).

3. IL PROGETTO OTS "OSSERVATORIO TECNICO SCIENTIFICO"

Il Progetto OTS "Osservatorio Tecnico Scientifico" è un progetto educativo rivolto ai ragazzi delle scuole secondarie per la "sfida del sapere tecnico scientifico"; è coordinato e gestito dall'Università "G. d'Annunzio" di Chieti-Pescara fin dal 2007 nell'ambito del Progetto RECOTESSC della Regione Abruzzo (PO FSE 2007-2013, Piano Operativo 2007-2008; Responsabile del Progetto Prof. S. Miscia, Coordinatrice Dott.ssa M. Impicciatore). L'obiettivo principale del progetto è quello di sviluppare la sensibilità degli studenti

delle scuole superiori verso i differenti settori del sapere tecnico-scientifico, con particolare riferimento a Fisica, Chimica, Matematica, Geologia e Biologia.

Il progetto, per quanto riguarda unicamente le tematiche della geologia, ha coinvolto oltre 2000 ragazzi, che divengono circa

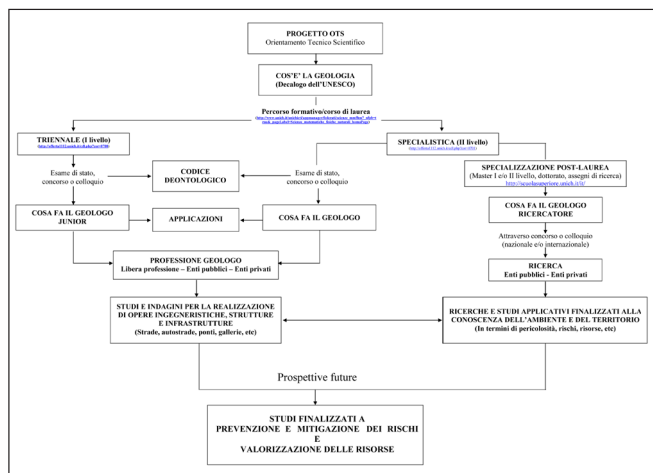


Fig. 3 - Mappa concettuale del Progetto OTS Geologia (da <http://ots.udanet.it/>).

7.000-8.000 per tutto il progetto. Le attività sono in prevalenza costituite da lezioni e attività laboratoriali, escursioni ed esercitazioni sul terreno, attività e giochi *on line* e si sono sviluppate in base a una specifica mappa concettuale (Fig. 3).

3.1 Lezioni ed attività laboratoriali

Nell'ambito del Progetto, le lezioni e le attività di laboratorio o le escursioni sono finalizzate a due aspetti principali: 1) contribuire allo sviluppo di un nuovo approccio conoscitivo e di sensibilizzazione alla comprensione della geologia del territorio dove vivono i ragazzi coinvolti; 2) illustrare e discutere gli strumenti di base per lo studio delle geoscienze e del paesaggio.

A questo scopo, le lezioni si basano proprio sulla discussione della geologia e della geomorfologia della provincia di appartenenza dei ragazzi e della regione Abruzzo in generale, per mezzo di un viaggio attraverso la storia geologica e attraverso la "spirale" del tempo geologico.

I principali "rami" e discipline della geologia sono delineati in base alle implicazioni che queste hanno nella vita quotidiana dei ragazzi e al ruolo e al campo di applicazione specifico nel loro ambiente e nel loro territorio. Alcuni semplici esempi sono: l'uso di gas e carburanti legato alla geologia del petrolio, l'uso dell'acqua consentito dall'idrogeologia, l'uso di medicinali o cosmetici legato anche alla mineralogia, le strade e gli edifici connessi alla geologia applicata e alla geomorfologia, ecc.

Si cerca quindi di aiutare i ragazzi a osservare il territorio e il paesaggio con occhi nuovi, nella consapevolezza che questo sia il risultato di una storia geologica e geomorfologica lunga oltre 200 milioni di anni, che accomuna tutto l'Abruzzo e il centro Italia. È possibile quindi descrivere le risorse naturali come frutto dell'evoluzione geologica, mentre il paesaggio che ne risulta oggi è presentato come una superficie di equilibrio dinamico tra i processi sviluppati al di sotto della superficie terrestre (endogeni) e quelli sviluppati al di sopra della superficie terrestre (esogeni). Questo tipo di approccio al paesaggio consente anche di favorire la comprensione del valore delle risorse e del significato dei rischi geologici e geomorfologici, come risultato di un ambiente naturale dinamico e di un ambiente antropico vulnerabile. Ciò può contribuire a sviluppare nei giovani una corretta sensibilità e consapevolezza delle risorse e dei rischi, unica via che porta al rispetto del paesaggio e che consente di vivere in esso in sicurezza.

Anche le principali tematiche dell'*Anno del Pianeta Terra 2008-2010* (<http://www.yearofplanetearth.org/>) hanno fornito una linea guida per le principali discussioni con gli studenti, riguardanti le nuove frontiere e le applicazioni delle geoscienze e le nuove sfide che si dovranno affrontare per accompagnare la nostra società nel prossimo futuro; tra esse lo sviluppo ed un ruolo più concreto delle geoscienze al servizio della società e lo sviluppo di nuove o recenti discipline come la *geo-medicina*.

Il lavoro di laboratorio è focalizzato principalmente sull'analisi e la comprensione della cartografia come strumento di base per la lettura e l'interpretazione del paesaggio e per tutti gli studi di geoscienze e di tipo ambientale. Sono svolti, insieme ai ragazzi, esercizi di analisi di base e d'interpretazione delle carte topografiche e delle carte geologiche. Questi esercizi stimolano sempre ampie discussioni sull'uso e l'applicazione delle carte geologiche e geotematiche a diversa scala, nelle diverse problematiche e temati-

che delle geoscienze, da quelle più locali e/o più applicative (e con maggiori implicazioni nella vita quotidiana dei ragazzi) a quelle più generali e/o più scientifiche. Sempre in laboratorio sono analizzati e discussi campioni di rocce diverse scelti fra quelli più rappresentativi del territorio di appartenenza dei ragazzi o dell'Abruzzo in generale. Dopo la comprensione dei tipi di roccia analizzati, a ciascuno è assegnato un campione e viene quindi discussa l'età delle rocce creando una vera e propria "colonna stratigrafica umana" mettendo fisicamente in fila i ragazzi "dalla roccia più antica alla più recente". Ciò consente di rafforzare il concetto della lunghezza dell'evoluzione del paesaggio e in generale del "tempo geologico" e della diversa scala temporale dei processi geologici.

3.2. Escursioni

Per una migliore comprensione dei paesaggi noti ai ragazzi dal punto di vista geologico e della peculiarità delle geoscienze all'interno delle altre discipline scientifiche, gli studenti coinvolti nel progetto sono stati "portati fuori dalle aule" per partecipare ad escursioni geologiche sul terreno. In queste escursioni i ragazzi sono "*Geologi per un giorno*" e



Fig. 4 – Escursioni geologiche. a) Escursione geologica nell'area costiera dell'Abruzzo sudorientale (Fossacesia); i ragazzi osservano le forme del paesaggio delle coste alte e basse. b) Escursione geologica al Lago di Penne; i ragazzi osservano il lago artificiale e il paesaggio che lo circonda discutendo di risorse e rischi. c) Escursione geologica nella piana di Sulmona; i ragazzi analizzano la forma di un versante di faglia che borda la piana. d) Escursione geologica alle Isole Tremiti; i ragazzi in un'escursione in barca osservano le falesie attive che orlano l'isola discutendo dell'evoluzione del paesaggio.

lavorano analizzando il loro paesaggio con gli strumenti di campo della geologia, come carte topografiche, martello, bussola, lente, ma soprattutto “piedi” e “occhi” (Fig. 4). Ad oggi, diverse escursioni sono state realizzate nella Regione Abruzzo e in aree limitrofe. Nelle aree montane le escursioni si sono svolte: nella Marsica, illustrando i resti di antichi paesaggi e paleogeografie mesozoiche, confrontati con la recente evoluzione di creste e valli; nel bacino di Sulmona e nell’area del Fiume Aventino, descrivendo l’evoluzione di un paesaggio del Quaternario. Nella zona pedemontana-collinare le escursioni si sono svolte: nell’entroterra pescarese e nella città di Chieti, per illustrare la storia geomorfologica del Pleistocene, a partire dall’emersione della zona dall’ambiente marino fino alle recenti dinamiche dei fiumi, alle frane ed alla relativa pericolosità geomorfologica ad esse connessa. Nella zona costiera e nelle isole, le escursioni sono organizzate: in Abruzzo lungo le coste alte e rocciose presenti a sud della regione, illustrando l’evoluzione geologica del paesaggio costiero relativa all’interazione tra il sollevamento regionale del Pleistocene, descrivendo le recenti dinamiche di spiagge e falesie, attive e inattive, legate a processi marini ed eolici e a frane (Fig. 4); nelle Isole Tremiti (al largo della costa meridionale abruzzese, ma in realtà nella Regione Puglia), per illustrare la complessa interazione tra processi marini, carsici, fluviali, di alterazione superficiale nell’evoluzione geomorfologica di un’area che, nel Pleistocene, è stata alternativamente collegata alla costa italiana (in particolare garganica) a causa delle fluttuazioni del livello marino e della tettonica (Fig. 4).

4. GEOTURISMO NELLE AREE PARCO

Nell'ambito delle attività di geologia e turismo, non potevano che avere particolare importanza i Parchi Nazionali e Regionali. Le lezioni e le attività di laboratorio o le escursioni

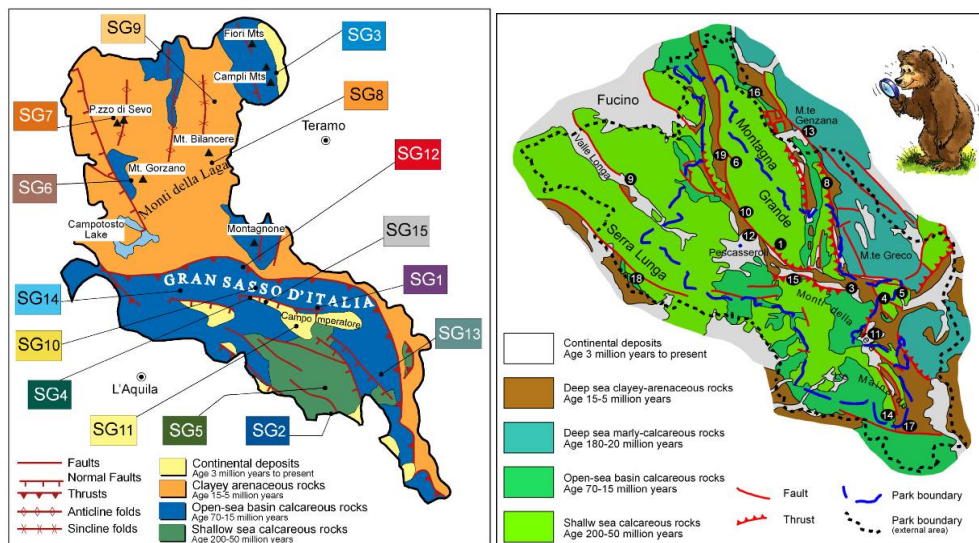


Fig. 5 – Schemi geologici semplificati e ubicazione dei pannelli nel Parco Nazionale del Gran Sasso e dei Monti della Laga (a) e nel Parco Nazionale d'Abruzzo Lazio e Molise (b).

sioni sono state finalizzate ad illustrare e discutere gli strumenti di base per lo studio delle geoscienze e raccontare tramite il gioco (i disegni sono a cura di Stefano Maugeri) e dei pannelli la storia geologica dei Parchi in oggetto (Figg. 5, 6 e 7). La “parte del leone” nell’ambito delle lezioni, è stata “esercitata” dai processi morfogenetici glaciali, carsici e fluviali, e dal racconto, tramite le rocce, della storia geologica di quelle aree, partendo dalle barriere coralline giurassiche fino ad arrivare al modellamento del paesaggio attuale.

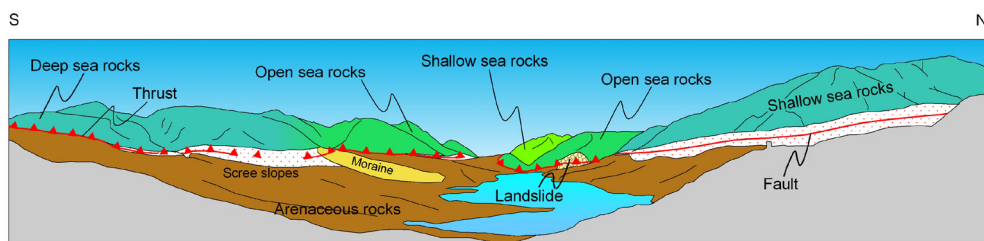


Fig. 6 – Panoramica del Lago di Barrea ridisegnata per evidenziare gli elementi geologici principali (da Pannelli del Parco Nazionale d’Abruzzo Lazio e Molise).

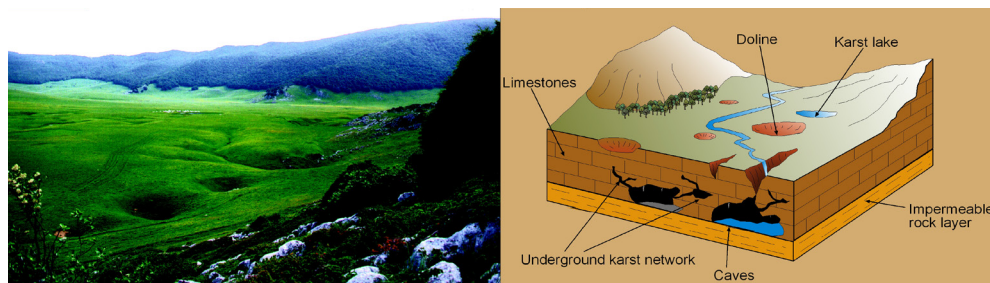


Fig. 7 – Il carsismo della Piana del Voltigno con lo schema associato per evidenziare gli elementi geomorfologici del carsismo (da Sentieri Geologici del Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga).

CONCLUSIONI

Nell’area abruzzese sono state svolte negli ultimi 10 anni attività di divulgazione delle geoscienze rivolte a bambini e ragazzi dalla scuola primaria e secondaria ma anche ad adulti e anziani con diverso livello di istruzione e tipo di formazione. Le basi fondamentali di tali attività sono il collegamento della geologia con la vita, i luoghi e gli ambienti quotidiani e il linguaggio che deve essere scientificamente corretto ma “penetrante” e basato sul gioco e l’interazione. I principali obiettivi alla base delle attività di divulgazione svolte sono:

- 1) dare la possibilità ai partecipanti di imparare a guardare e conoscere il loro territorio con occhi nuovi e con una maggiore consapevolezza delle dinamiche naturali;
- 2) aumentare la sensibilità dei giovani verso i diversi rami del sapere tecnico e scientifico;
- 3) nella sfera ancor più ampia, fornire un contributo per la comprensione del ruolo delle geoscienze per la Società;

- 4) senza essere necessariamente geologi usare intelligentemente la geologia nella vita quotidiana, conoscendo e rispettando le risorse e contribuendo consapevolmente alla mitigazione dei rischi.

Con questi obiettivi e grazie alla combinazione di linguaggio scientifico ma facilmente comprensibile e geologia legata alla quotidianità, le attività stanno ottenendo risultati positivi e un ottimo riscontro anche in termini di partecipazione, coinvolgendo oltre 9.000 persone, in particolare a livello scolastico e universitario ma anche nell'ambito delle aree protette e dei parchi (Fig. 8). Le attività svolte nelle scuole primarie hanno visto il coinvolgimento di oltre 1.000 bambini in lezioni, attività di laboratorio ed escursioni sul campo con giochi ed esperimenti. Le attività delle scuole secondarie hanno visto il coinvolgimento di circa 3.000 ragazzi, di cui oltre 2.000 nell'ambito del Progetto OTS (Geologia), per la maggior parte in escursioni sul tema "geologo per un giorno" e in attività di laboratorio, ma anche in lezioni e giochi on-line interattivi. Ulteriore risultato di tale coinvolgimento è la crescita del numero di iscritti al Corso di laurea in Scienze geologiche dell'Università "G. D'Annunzio" di Chieti-Pescara che a seguito di tali attività, con un ritardo di 1-2 anni sono passati da una media di circa 60 matricole a una media di oltre 100 (Fig. 9). Altre attività hanno riguardato l'aggiornamento di docenti, di geologi professionisti e di professionisti non geologi (complessivamente circa 1.500 persone) o ancora lezioni di geoturismo in aree parco, per tecnici, per turisti e per la popolazione locale (complessivamente oltre 2.500 persone).

In termini di prospettive future relativamente alla comunicazione delle scienze e dello sviluppo di una conoscenza dei processi naturali - che porta a una corretta sensibilità e ad una coscienza dei rischi e delle risorse - emerge un dato fortemente positivo: il maggior numero di persone partecipanti alle attività di divulgazione delle geoscienze sono bambini e ragazzi (Fig. 8); questo è ancor più positivo se si considera l'interesse e coinvolgimento attivo dei partecipanti, anche se non è riproducibile con un grafico. Ciò lascia ben sperare su una corretta e maggiore sensibilità verso le geoscienze e verso i processi naturali e più in generale sulla possibilità di uno sviluppo sostenibile del territorio e di tutto il pianeta Terra.

In dieci anni, quindi, ricercatori e professionisti hanno seminato tantissimo nelle pubbliche amministrazioni e negli enti territoriali, contando in un nuovo Rinascimento culturale, che comporti una progettualità volta alla realizzazione di musei, centri visite, percorsi, aree attrezzate, eventi a tema. Importanti progetti scolastici stanno intanto prendendo il via, in collaborazione con società e strutture imprenditoriali, legati alla valorizzazione del territorio e alla divulgazione delle informazioni geologiche e turistiche, al contempo si stanno ideando progetti editoriali e di sviluppo di artigianato tematico. Tutte queste attività possono rappresentare un'opportunità di lavoro in ambito turistico per i laureati nelle Scienze Geologiche, costituendo incentivi per la nascita di cooperative di divulgatori scientifici e/o geo-turistici, collegati alle associazioni di guide nazionali di escursionismo e ambientali.

Così dopo una semina decennale si potrà avere un buon raccolto e l'Abruzzo (e non solo) potrà divenire finalmente il polmone verde d'Europa, non solo sulla carta.

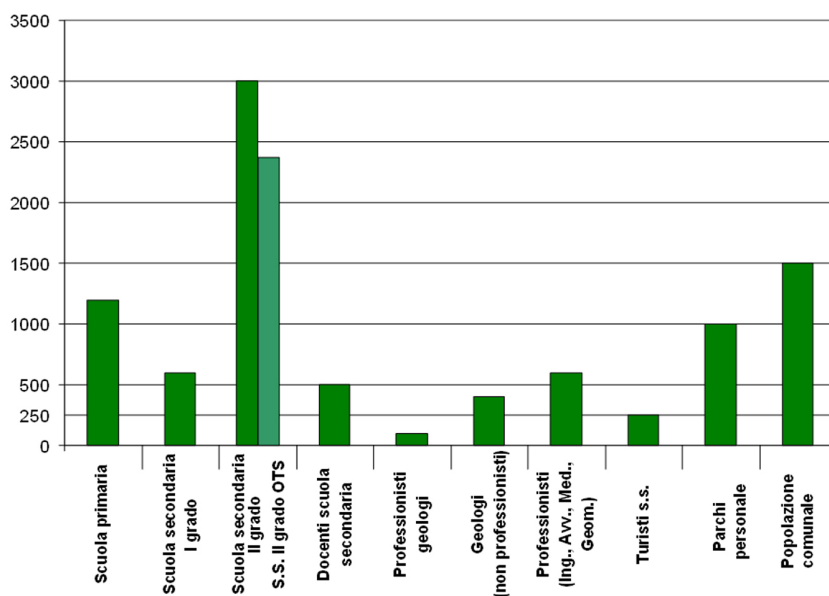


Fig. 8 – Istogramma del numero di persone coinvolte nelle attività di divulgazione delle geoscienze nell'area abruzzese nell'ambito delle attività dell'Università G. D'Annunzio di Chieti-Pescara.

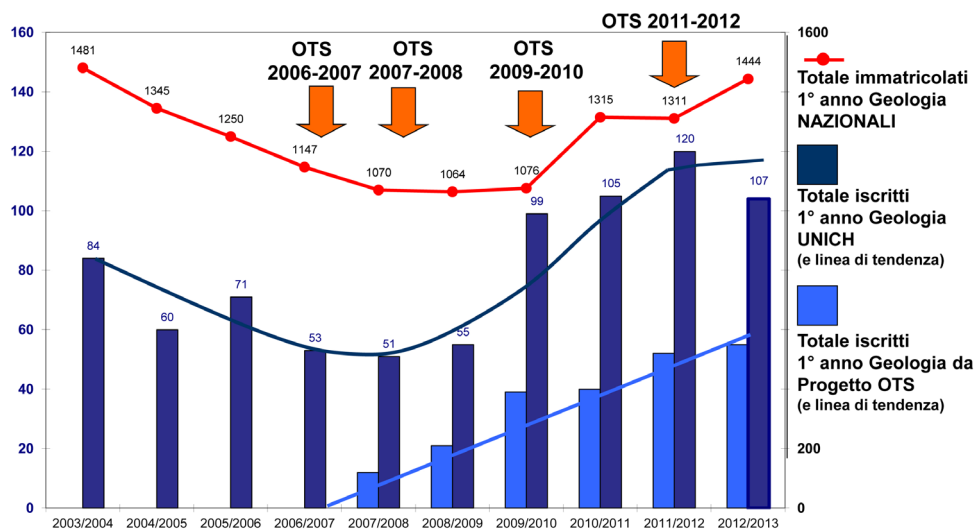


Fig. 9 – Istogramma di confronto di immatricolati e iscritti al primo anno nei corsi di laurea in Scienze geologiche a livello nazionale e all'Università G. D'Annunzio di Chieti-Pescara dall'anno accademico 2003-2004 al 2012-2013. In evidenza gli anni di svolgimento del Progetto OTS e la relativa influenza negli iscritti al corso di laurea in Scienze geologiche all'Università di Chieti-Pescara.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- AMERICAN GEOLOGICAL INSTITUTE (1991) - *Earth Science Education for the 21st Century*. National Center for Earth Science Education, American Geological Institute.
- DI BENEDETTO E. & MICCADEI E. (2009) – *I Sentieri Geologici del Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga: una possibilità futura o una occasione mancata?* 3° Convegno Nazionale di Geologia e Turismo.
- MICCADEI E. (2009) - *Il Pianeta di Geo. La geologia per i più piccoli (2ª edizione)*. Amaltea Editore, Raiano (L'Aquila).
- MICCADEI E., MISCIA S., D'ALESSANDRO L., IMPICCIATORE M., PIACENTINI T., PREZIUSO M. & ESPOSITO G. (2010) - *Geoscience for the Challenge of the Technical and Scientific knowledge at the University "G. D'Annunzio" of Chieti-Pescara*. Rendiconti Online Società Geologica Italiana, Vol. 1, pp. 705-706.
- MICCADEI E. & PIACENTINI T. (2013) - *The Role of Knowledge in the prevention of natural hazards and related risks*. Italian Journal of Planning Practice, Vol. 3 (1), pp. 46-68.
- MICCADEI E., PIACENTINI T. & ESPOSITO G. (2011) - *Geomorphosites and geotourism in the parks of the Abruzzo region (Central Italy)*. Geoheritage, Vol. 3 (3), pp. 233-251.
- OCCHIPINTI S. (2011) - *Scienze della Terra e didattica: verticalità, didattica laboratoriale e contesto di senso*. Geoitalia, Vol. 36, pp. 42-43.
- PANIZZA M. Ed., (2010) - *La via Geoalpina*. In collaborazione con Euro-Geo-Surveys, the Geological Surveys Europe, Tipolitografia CSR Roma.
- PANIZZA M. & PIACENTE S. (2003) - *Geomorfologia culturale*. Pitagora, Bologna.
- PRATURLON A. (2011) - *Un discorso epistemologico sulla complessità nelle Scienze della Terra*. Geoitalia, Vol. 36, pp. 5-25.

HYDROGEOLOGICAL RISK AND TOURISM: POLICIES AND PRACTICES TOWARDS TERRITORY MANAGEMENT

di *Matías Barberis Rami*

University of Ferrara (Italy) – Catholic University of Córdoba (Argentina),
brbmsz@unife.it

Abstract

The Mar Chiquita Lake is located in the northeast of the province of Córdoba (Argentina). As a saltwater closed basin, it is fed by three major water flows, the rivers Primero, Segundo and Sali-Dulce. Over time the amount of water has been decreasing significantly, particularly in recent years, exposing large hectares previously covered by water.

The economic activity of the people settled in the towns along the tributaries and in the lagoon area is conditioned by the dynamics of the territory, and it is also a key element in the assessment of the situation of risk. On one hand, the economy of the southern settlements of the lake depends exclusively on tourism and agriculture, which are both based on water availability. On the other hand, the various communities located along the basin of the Sali river exploit water resources for irrigation and consumption, causing side effects in the lagoon ecosystem.

This paper aims to expose the dynamics of the Laguna Mar Chiquita territory in terms of risk management, analyzing the variables that determine the current and potential risk, also in relation with the increase of tourist flow.

Riassunto

La laguna Mar Chiquita, è localizzata nel nordest della provincia di Córdoba (Argentina). Tipico bacino endoreico di acqua salata, è caratterizzato dalla presenza di tre fiumi tributari: il Primero, il Segundo e il Sali-Dulce. La quantità d'acqua, particolarmente negli ultimi anni è andata significativamente diminuendo, esponendo grandi superfici precedentemente coperte dall'acqua.

L'attività economica dei paesi lungo il margine dei tributari e della laguna stessa è legata alla dinamica del territorio, e risulta centrale nel determinare situazioni di rischio. Da una parte, i paesi localizzati a sud della laguna dipendono, sotto il profilo economico, esclusivamente dal turismo e dall'agricoltura, attività legate direttamente all'acqua. D'altra parte, i paesi lungo il fiume Sali ne utilizzano le acque per il consumo e l'irrigazione, causando effetti negativi nell'equilibrio della laguna.

Obiettivo della ricerca è quello di esporre le dinamiche di questo bacino in termini della gestione del rischio, analizzando le variabili che determinano il rischio attuale e potenziale, anche in rapporto con l'incremento del flusso turistico.

INTRODUCTION

Urban transformations are cause and consequence of radical changes in the organization of the everyday life. There are several experiences that could be defined from the inherent risks involving people's daily life, such as the increased use of fossil fuels, the loss of biodiversity, epidemics, excessive consumerism, etc.

Several authors of the scientific community (Herzer, Lavell, Ligi) have diagnosed an obvious lack of ability of governments to manage preventively these risks. Societies are a range of obstacles, such as the inadequate prevention and warning systems, the lack of communication and public awareness about the risk, the lack of economic means to address risks, they are involved, to the lack of economic means to address risks, the inconsistencies in terms of governance, etc.

In this context, Ulrich Beck wondered about how the level of risk is increased in the modern age, how it assumed a global dimension and is therefore difficult to quantify, prevent and manage. But to understand this, we have to understand what a risk is.

Niklas Luhmann problematizes this category, even assuming that there might not be any concept of risk that satisfies the scientific premises or pure requirements. For the author, this term refers to decisions related to a future time line, as the future cannot be completely predicted. The risk is related with the reconstruction of a phenomenon in every way contingent and which have different perspectives to different observers (Luhmann, 1996).

In this sense, rational perception of risk is marked by the lack of information and the omission of the social contexts in the definition of the symbols that identify the risks themselves (García Acosta, 2005). Thus, the social construction of each risk depends on the society, their beliefs and prevailing values.

Moreover, we should pay special attention to two problems associated with risk management. First, there has been a focus shift of analysis from risk management to the attribution of liability of disasters (Natenzon, 2000). In second term, the fact that people underestimate risks considered controlled, that has been called by Mary Douglas as subjective (auto) immunity (Douglas, 1991).

Meanwhile, other issue related to risk management is governance, defined as the set of relations of the actors in the territory. In the current case of analysis, the Laguna Mar Chiquita, we find a complex process of governance among the actors involved in the management of this resource, due to the tributaries of it which are shared by different provinces.

In the analysis of Risk Society, Beck explains that in the phase of the risk society, the recognition of the dangers incalculability requires a self-reflection on the fundamentals of social context and a review of the conventions and the basic structures of rationality.

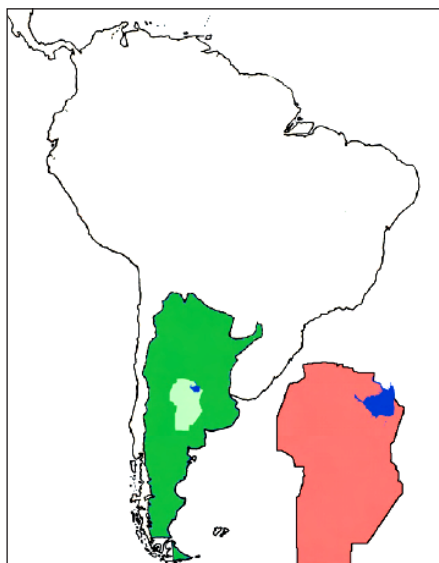
This paper aims to expose the dynamics of the territory of the Laguna Mar Chiquita in terms of risk management, analyzing the variables that make up the current/potential risk and tourist flow interaction with risk.

At first, we present the case study and socio- environmental issues associated with it. Secondly, we propose a descriptive map of regional risks. Thirdly, we exposed the regulatory structure that operates in the territory. Fourthly, we analyze the concepts of interdependence and governance for territory management. Finally, we outline some thoughts on the local management of the territory.

1. SOCIO-ENVIRONMENTAL QUESTIONS IN MIRAMAR

The Mar Chiquita lake is located in the northeast of the province of Córdoba (Argentina), including the departments of San Justo, Río Seco, Tulumba and Río Primero. Throughout its history, the growth in water-covered surface has made the lake extends from the north of Córdoba to the southeastern area of the Santiago del Estero province.

It is a closed basin formed by a water system as described below: in the north are the Bañados del Río Dulce, fed by the Dulce river, which originates in the south of the province of Salta. The south coast and the overall lake are fed by the rivers Primero (Suquía) and Segundo (Xanaes), both from the mountainous region of the province of Córdoba.



*Image 1: Localization of Mar Chiquita Lake
Font: Bucher et al, 2006.*

The analysis will focus on the town of Miramar, the only city on the shore of the lake that since the early twentieth century has been characterized as a city with a large national and international tourism.

In reference to the territory of the Laguna Mar Chiquita, the water conditions of the soil are determined by local variations due to relief and topography (Report Córdoba Province, 2004), which sets in the region a dynamic landscape.

In one of the latest reports from the National Academy of Sciences of Córdoba, we identified a number of problems associated with the Mar Chiquita's lake. Among those:

1. Alteration of the hydrological regime of the tributaries and diversification of water;
2. Pollution;
3. Over-exploitation and loss of biodiversity;
4. Global Climate Change (Williams, quoted in Bucher, 2006)

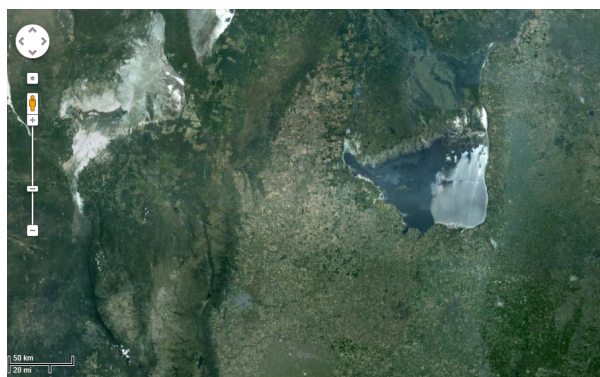
Particularly, the history of the lake shows variations in the courses of the tributaries that have made varying the normal level of the lake, causing effects such as flooding on the southern coastal cities (flood in Miramar in 1970s) and other problems such as drought and salt storms in the last decade. In the next section we analyze risk scenarios related to this.

Pollution is another case of particular interest, with a strong impact not only on the population, but also in the conservation of biodiversity in the lake. Bucher says in his study that the risk of pollution is generated by towns located on the banks of the tributary rivers. The main sources of pollution include urban and industrial waste and agrochemicals used in agricultural plantations located along the basins of the Suquía, Xanaes and Salado.

2. RISK VARIABLES

On July 9, 2012 was published a notice in the regional newspaper “La Voz del Interior” entitled “Mar Chiquita and one of the biggest salt storms” from which one can reflect on the risks posed to the ecosystem changes. Since 2003 the lake has 9 years in steady decline, reducing its area of 600 thousand hectares to 450 000, and demonstrating an increase in salinity.

At the empirical level, throughout the month of July there were two big storms of salt: one struck the south of the province of Córdoba, reaching a radius to the town of Villa Maria, the second storm was to the province of Santiago del Estero, reaching the north of it in a straight line projection from the lake. After these major events, such phenomena have been repeated periodically in the province.



*Image 2: Reduction of the Mar Chiquita Lake area.
Font: Google Satellite, 2013.*

The reduced area and increasing the salinity are considered threats, which may be natural or socio-natural. We must also consider the strong winds that hit the area, both northbound and southbound, that cause these storms, because of the existing exposure of large areas of salt in the lake north area.

In terms of vulnerabilities, we must consider the population living in the surrounding of the lake, and which is affected by the radius of the storms. Also,

we should consider the large areas with agricultural plantations that, through a ripple effect, generate new risks on the health of the population, both consuming the products and on the impact to the economy posed against losses in planting.

In reference to responsiveness, we see a lack of planning in the basin water above the tributaries. Moreover, the historic flooding of the city of Miramar hints at a lack of preparedness of the population against this risk.

Faced with the occurrence of these phenomena, on July 19, 2012 was established a Committee for the Storm Analysis, made up of different Ministries and Provincial Secretaries (Ministry of Agriculture, Livestock and Food, Ministry of Health, Ministry of Mines, Ministry of Water Resources), experts from the National University of Cordoba and the National Technological University, as well as mayors and provincial legislators, and representatives of the affected municipalities (particularly those located on the south shore of the lake).

The report prepared and published by this committee reached four preliminary conclusions: 1) There are no urgent situations requiring immediate action, 2) the cause of the storm are attributed to increased surface salt beaches affected by wind action, 3) this phenomenon can be increased in the dry season (July to October), and 4) not recognition at the time a major impact on health, agriculture and regional tourism.

This report of the technical committee should not discard potential externalities in social and economic terms. In this sense, we can consider the precedent set forth by Bucher on the Aral Sea, for which the Soviet government would have dismissed the negative impact of salinization of beaches by a reduction of sea area, showing at a later time on damage the local economy, with the collapse of the fishing industry and the impact on respiratory diseases (Bucher *et al*, 2006).

3. NORMATIVE ABOUT TERRITORY PROTECTION

The Mar Chiquita Lake, as macro analysis region, has the protection of certain national and international regulatory frameworks, mainly aimed at the protection and conservation of the ecosystem and its biodiversity.

First, was declared in 1994 as “Reserva Provincial de Usos Múltiples” (Provincial Reserve Multipurpose), according to the decree 3215 of the Executive Branch of the Province of Córdoba, through the Ministry of Agriculture and Renewable Resources. The main objective is to contribute finding ways of sustainable use of the environment and its resources, from a social, ecological and economic perspective. This statement is regulated by Provincial Law 6964.

When declaring Provincial Reserve, there were considered not only the natural value recognized nationally and internationally, but also the need for harmonious development and sustainable use of resources, and the need to achieve better operational coordination between the different actors.

Second, the Mar Chiquita Lake is registered as a RAMSAR site under the Convention of 1971 on Wetlands of International Importance especially as Waterfowl Habitat. According to that convention, it's recognized the interdependence between man and the environment, is meant to wetlands as regulators of water systems, and declared the international migratory bird protection.

The reasons that led to the registration of the site within the framework of the RAMSAR Convention, has to do with the definition of the ecosystem as highly vulnerable and fragile, due to overgrazing, unregulated tourism and mineral prospecting.

Third, the lake is recognized by regulatory frameworks from NGOs and the international third sector. It is part of the Western Hemisphere Shorebird Network, through which seeks safeguarded water regime due to the assumption that the increased water regime modifies the ecosystem. Is also a member of the Living Lakes Network, a program of the Global Nature Fund, whose main objective is the recovery of wetlands. This program is funded by the Spanish Agency of International Cooperation for Development and various Corporate Social Responsibility programs of national and international companies. Finally, it is part of the Bird Life International, which seeks not only to conserve birds, but also to promote sustainable development methods in the life of the people.

In this policy context is visible ecosystem, biodiversity and the environment conservation, promoting protection methods of sustainable use of natural resources. However, what is not so obvious is the lack of reference to the daily activity of the people living in the territory. It's not considered, rather than site registration in protecting regulations, economic and social activity of man, such as tourist pressure on the environment. Neither does the application of sanctions, particularly in provincial law.

The importance of the protection is based on the recognition of a site that has a strategic plan for the conservation, protection and development of the territory. Against abuse in any of these issues that endanger the protected object, the site is exposed to the withdrawal of the above inscriptions. In this sense, the presence of guardianship legislation does not guarantee the proper management of the territory.

4. GOVERNANCE AND INTERDEPENDENCE

The fact that natural disasters and their impacts to the environment cannot be solved inside borders of a State, has led them to develop cooperation strategies regionally and even internationally. In the environmental field, from the doctrines of international law it's assumed that the space associated with the use of natural resources is for common use and use should be based on solidarity and cooperation between states, for maximum enjoyment of the persons in respect of their basic human rights (Diez de Velasco Vallejos, 2007). Also, the environmental approach takes its relevance in the economic field, due to the effects for the measures of economic liberalization and its impact on the environment compared to innovative developments in competitiveness by corporations. In many cases, companies search countries with lax environmental regulatory frameworks in order to reduce production costs and increase revenue at the expense of the population that may be affected by industrial development processes. The premise of interdependence could be applied even on a regional scale, associated with the local management of the territory. In this sense, the concept of governance allows us to identify some features that should be based on the development of policies for cases with shared assets.

The governance is the system of relations between different levels of government as well as between them and other actors on the ground. In local terms, this process refers to the relationship that in the closest territorial level to the citizens, are established between governmental and nongovernmental actors, between public and private, between the different social, productive and cultural ones.

Faced with the risk scenarios analyzed, we verified some tensions in the territory based on conflicts of interest and divergent perceptions of risk, which limit the ability of actors to manage risk. There is a non-convergent interaction in which actors pursue city protect their own interests: tourism managers prioritize economic variable and profit, rather than environmental protection, while museums and environmental groups seek to generate civic awareness referred to the existing protections of biodiversity. On the part of local government, tourism is promoted, as it involves a high flow of revenue. While not neglecting the environmental perspective, do not generate adequate protection policies. Christian Fioravanti (2005), referring to the integrated management of shared waters, says it is essential the exchange of technical information and predisposition to the development of common management plans for effective control of environmental risk. Also Rousseau, explained that catastrophes in the seventeenth century resulted in new forms of association (Santojanni, 1996), but in this case they are limited by selfish rationality of actors seeking interest. Regarding Miramar, beyond the rules that protect the territory, economic activity (mainly tourism) and political interests prevail in territorial management, far away from local risk management perspective.

CONCLUSIONS

Agnes Heller explains that disasters have always created the possibility of a radical change in everyday life. The southern towns of the Laguna Mar Chiquita, and specifically the city of Miramar, are marked by the three floods that changed the urban design as well as contemporary reconfiguration of the risk factors.

A feature of the social perception of risk is that it focuses on the gaps in information, communication and forms of governance of the territory, absent or deficient elements in the analyzed case.

The lake is configured not only as a common good, but also as a resource to develop economic activities: tourism and agriculture. In this sense, it should be known in depth, understanding the relationship between the lake and the surrounding environment, preventing the population from possible risks associated with ecosystem's life and human intervention on it.

Different studies have been done around this lake: from the analysis of floods and their impacts, to the recent studies on the effects on salt storms. These last ones have already been seen in the decade of the 1990s, but at the moment have regained a dimension of greater importance. So, it is crucial to make a complete reading of the territory, to understand the phenomenon with an integral perspective.

To conclude, I intend to highlight a key aspect in the territory management. Local risk management suppose knowing if local actors managed or co-manage the process, and if they appropriate it as part of local sustainable development. However, to achieve the implementation and expansion of local initiatives, they need new capabilities and skills in local government (UN, 2011). Particularly, capacity building becomes the instrument to face risk reduction. This category is defined as the process in which individuals, organizations and societies obtain, strengthen and maintain their ability to set and achieve their own development objectives over time (UNDP, 2010).

In a first proactive approximation and understanding that in the particular case of Miramar variables like risk management and tourism are closely linked, we should contemplate two steps toward territory management: firstly, build and/or strengthen coordination mechanisms between local policies and community practices; and secondly, advance on community capacity building, that also allows to position within the international parameters of resilience in terms of management, as proposed by the Hyogo Framework.

BIBLIOGRAPHY

- BECK U. (2006) - *La sociedad del riesgo*. Barcelona: Paidós.
- BUCHER E. *et al.* (2006) - *Síntesis geográfica*. En: Bañados del río Dulce y Laguna Mar Chiquita (Córdoba, Argentina), pp. 15-27. Academia Nacional de Ciencias. Córdoba, Argentina.
- DIEZ DE VELASCO VALLEJO M. (2007) - *Instituciones de Derecho Internacional Público*. Tecnos, Madrid.
- DOUGLAS M. (1991) - *Come percepiamo il pericolo: antropologia del rischio*. Feltrinelli, Milano.
- FIORAVANTI C. (2005) - *Acque internazionali a sud del Mediterraneo*. Cedam, Padova.
- GARCIA ACOSTA V. (2005) - *El riesgo como construcción social y la construcción social de riesgos*. En revista Desacatos, número 19, pp. 11-24. México.
- HELLER A. (1975) - *Sociologia della vita quotidiana*. Editori riuniti, Roma.
- HERZER H *et al.* (2002) - *Convivir con el riesgo o la gestión del riesgo*. (On line), Disponible en Internet en: www.cesam.org.ar/publicaciones.htm.
- LAVELL A. (2002) - *Sobre la gestión del riesgo: apuntes hacia una definición*. (On line) Lima: La Red-USAID. Disponible en: <http://desenredando.org>
- LIGI G. (2009) - *Antropologia del rischio*. Laterza, Roma.
- LUHMANN N. (1996) - *El concepto de riesgo*. En: Beriain, Josetxo (Comp.) Las consecuencias perversas de la modernidad. Anthropos, Barcelona.
- NATENZON C. (2000) - *Una propuesta metodológica para el estudio de la vulnerabilidad social en el marco de la teoría social del riesgo*. Ponencia presentada en las IV Jornadas Nacionales de Sociología, UBA.
- ONU (2011) - *Revelar el riesgo, replantear el desarrollo*. Informe de evaluación global sobre la reducción del riesgo de desastres.
- PNUD (2010) - *El riesgo de desastre en la planificación del territorio*.
- SANTOIANNI F. (1996) - *Disastri. Da Atlantide a Chernobyl, l'uomo e le grandi catastrofi*. Giunti, Firenze.