

GEOLOGICAMENTE

MAGAZINE DI ATTUALITÀ E CULTURA DELLE GEOSCIENZE

Periodico della Società Geologica Italiana
n. 18 | novembre 2025

ATTIVITÀ VULCANICA INTERMITTENTE NELLA RIFT VALLEY: conseguenze ambientali e implicazioni per i primi ominidi

QUANDO LE SCIENZE DELLA TERRA INCONTRANO IL CRIMINE:
il ruolo delle geoscienze forensi

AL CUORE DELLA RICERCA:
la Biblioteca dell'ISPRA

L'OTTAVO PILASTRO DELLA SAGGEZZA:
la missione Moho del progetto ICDP-DIVE



SOCIETÀ GEOLOGICA ITALIANA ETS

FONDATA NEL 1881 - ENTE MORALE R. D. 17 OTTOBRE 1885

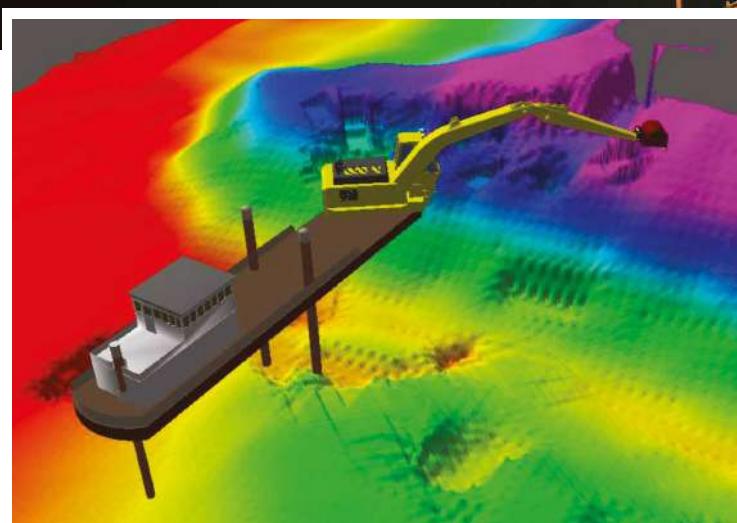


Direzione generale
Educazione, ricerca
e istituti culturali

Le attività sono realizzate grazie al
contributo concesso dalla Direzione
generale Educazione, ricerca e istituti
culturali del Ministero della Cultura

Porti e coste

Photo: fatih-turan - pixels



monitoraggio ambientale

- > controllo dei parametri chimico-fisici delle acque
- > sonde multiparametriche, ADCP

**Strumenti ad alta tecnologia.
Anche a noleggio.**

manutenzione porti

- > sistemi per il controllo del dragaggio
- > rilievo di opere sommerse ed emerse
- > ispezione strutture e calcestruzzi
- > rilievo morfologico dei fondali

monitoraggio costiero

- > rappresentazione dei fondali e delle coste
- > search & rescue

Seleziona
il link!

**Idrografia
Batimetria**



Codevintec rappresenta anche:

 **TELEDYNE MARINE**
Everywhereyoulook™

RBR



CODEVINTEC

Tecnologie per le Scienze della Terra e del Mare

tel. +39 02 4830.2175 | info@codevintec.it | www.codevintec.it

AQUANEST



Resiste a carichi fino a 60 tonnellate



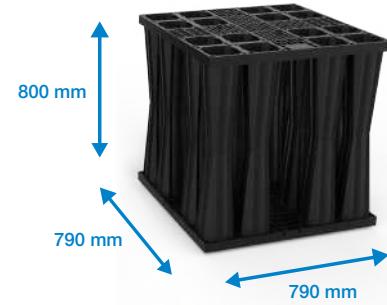
Garantito oltre 50 anni



960 litri di acqua ogni metro cubo



Materiale riciclabile al 100%



Il modulo drenante per la gestione dell'acqua piovana!

Aquanest è la soluzione per la gestione delle piogge nelle aree urbane e industriali secondo i principi dell'invarianza idraulica, quindi attraverso l'infiltrazione, il rallentamento e la ritenzione delle acque piovane.

Classificato SLW60 secondo la DIN1072, resiste ai carichi pesanti fino a 60 tonnellate.

Aquanest permette di realizzare invasi interrati di qualsiasi estensione, composti da 3 livelli di moduli e posizionati ad una profondità massima di 6 metri dal piano campagna.

I moduli sono realizzati in polipropilene riciclato (in conformità al Decreto CAM). Rispetto alle soluzioni in calcestruzzo, non risentono dell'azione dell'umidità e del contatto con l'acqua, garantendo una longevità superiore ai 50 anni!

Seguici su:



www.valsir.it

MADE IN ITALY



valsir®
QUALITÀ PER L'IDRAULICA

CONTRIBUTI

ASSOCIAZIONI

SEZIONI

P. 8 ATTIVITÀ VULCANICA
INTERMITTENTE
NELLA RIFT VALLEY:
*conseguenze ambientali
e implicazioni per
i primi ominidi*

P. 20 QUANDO LE SCIENZE
DELLA TERRA
INCONTRANO
IL CRIMINE:
*il ruolo delle
geoscienze forensi*

P. 28 L'OTTAVO PILASTRO
DELLA SAGGEZZA:
*la missione Moho
del progetto ICDP-DIVE*

P. 38 AL CUORE
DELLA RICERCA:
la Biblioteca dell'ISPRA

P. 48 *Associazione Italiana
DI GEOGRAFIA FISICA
E GEOMORFOLOGIA*

P. 50 *Associazione Italiana
PER LO STUDIO
DEL QUATERNARIO*

P. 52 *Associazione
PALEONTOLOGICA
PALEOARTISTICA
Italiana*

P. 54 *Società
PALEONTOLOGICA
Italiana*

P. 56 *Associazione Italiana
DI VULCANOLOGIA*

P. 58 *Associazione Nazionale
INSEGNANTI
SCIENZE NATURALI*

P. 60 *Società
GEOCHIMICA
Italiana*

P. 62 *Storia delle
GEOSCIENZE*

P. 63 *GEOsed*

P. 64 *GEOETICA
e Cultura Geologica*

P. 65 *GEOLOGIA
Himalayana*

P. 66 *GEOSCIENZE
e Tecnologie
Informatiche*

P. 67 *GEOLOGIA
Strutturale*

P. 68 *GEOLOGIA
Ambientale*

P. 69 *MATERIE PRIME
STRATEGICHE
e valorizzazione dei
giacimenti minerari*

P. 70 *GEOLOGIA
Marina*

P. 71 *GEOLOGIA
Planetaria*

P. 72 *IdroGEOLOGIA*

Rivista quadriennale SGI - Società Geologica Italiana | Numero 18 | novembre 2025 | SOCIETÀ GEOLOGICA ITALIANA | www.geologicamente.it
Piazzale Aldo Moro 5, 00185 Roma | www.socgeol.it | Tel: +39 06 83939366

Autorizzazione del Tribunale di Roma n. 34/2020 del Registro stampa del 24 marzo 2020

DIRETTORE EDITORIALE Marco Chiari

VICE DIRETTORE EDITORIALE Fabio Massimo Petti

COMITATO EDITORIALE Elena Bonaccorsi, Roberto Braga, Francesca Cifelli, Alessandro Danesi, Patrizia Fumagalli, Anna Giamborino, Giulia Innamorati, Eugenio Nicotra, Susanna Occhipinti, Alessia Pica, Eleonora Regattieri, Daniele Scarponi, Domenico Sessa, Orlando Vaselli e Simone Vezzoni

COORDINAMENTO SCIENTIFICO Sandro Conticelli, Domenico Cosentino, Elisabetta Erba e Vincenzo Morra

DIRETTORE RESPONSABILE Alessandro Zuccari



INGV
Patrocinio
oneroso



Direzione generale
Educazione, ricerca
e istituti culturali

Le attività sono realizzate grazie al contributo
concesso dalla Direzione generale Educazione,
ricerca e istituti culturali del Ministero della Cultura

NEWS

P. 75 IL CONGRESSO
CONGIUNTO
SIMP-SGI
PADOVA 2025
*"Le Geoscienze
e le sfide
del XXI Secolo"*

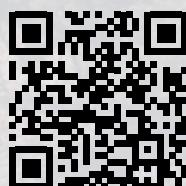
P. 76 L' ETERNAUTA

P. 77 INCONTRO
AL SENATO:
*Cartografia Geologica
e Materie Prime
Critiche in Italia*

P. 78 GIÙ NEGLI ABISSI:
*un viaggio interattivo
nel cuore degli oceani*

P. 80 UNA MONTAGNA
DI... SEGNI
*Impronte di ghiaccio
e 480 ore di luce*

P. 82 OCEANI PERDUTI
*Giganti marini
al tempo dei dinosauri*



VISITA IL SITO
DELLA RIVISTA

- P. 7 EDITORIALE
P. 83 RECENSIONE
P. 84 NEWS *in pillole*
P. 89 INCONTRA GLI AUTORI
P. 90 UN VIAGGIO NELLA STORIA
DELLA TERRA: *il Museo di Mineralogia e
Petrografia dell'Università della Calabria,
tra collezioni e realtà virtuale*

GRAFICA, IMPAGINAZIONE E PUBBLICITÀ Agicom srl | Viale Caduti in Guerra, 28 - 00060 - Castelnuovo di Porto (RM) | Tel. 06 90 78 285 - Fax 06 90 79 256
comunicazione@agicom.it | www.agicom.it

STAMPA Spadamedia | Viale del Lavoro, 31 -00143 - Ciampino (RM)

Distribuzione ai soci della Società Geologica Italiana e delle società scientifiche associate e agli Enti e Amministrazioni interessati.

Gli articoli e le note firmate esprimono solo l'opinione dell'autore e non impegnano la Società Geologica Italiana né la Redazione del periodico.
Immagine in copertina: Faglia di Asela, foto di Federico Sani.

Immagini interne: freepik.com

Chiuso in Redazione: 13 novembre 2025

DATALOGGER E
TELEMETRIE

LEVELLOGGER 5

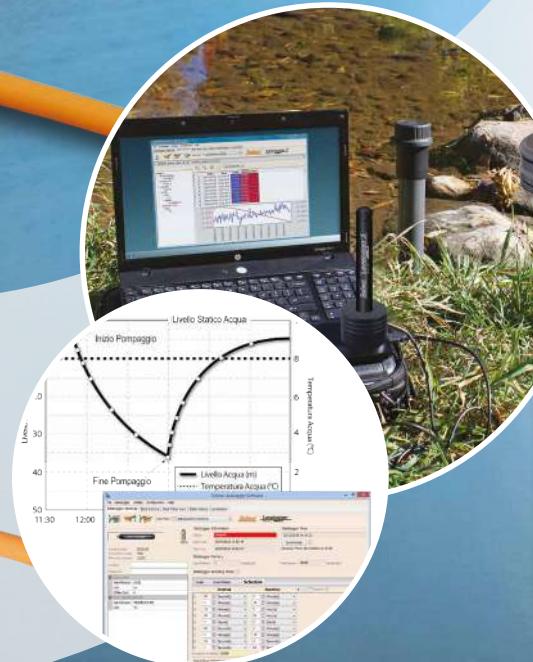
LA QUINTA GENERAZIONE DEI DATALOGGER SOLINST®



NOVITÀ

Solinst Water Level Temperature Sensor

SENSORE LIVELLO
TEMPERATURA
MODBUS • SDI-12



La precisione e l'affidabilità Solinst® si consolida con il rinnovo dell'intera gamma di datalogger per il monitoraggio di livello, temperatura, conducibilità e precipitazioni.

Caratteristiche*

- Sensore di pressione in Hastelloy con una precisione del $\pm 0,05\%$ FS.
- Disponibili con sensore di pressione di tipo assoluto o a tubo aperto.
- Rivestimento polimerico in PTFE interno ed esterno applicato a caldo PFAS-free.
- Batteria di lunga durata: 10 anni!
- 150.000 set completi di dati.
- Intervalli di campionamento programmabili da 1/8 di secondo a 99 ore.
- Disponibili in versioni di fondo scala da 5 a 200 m.
- Connettività ottica ad alta velocità.

Applicazioni

- Caratterizzazione degli acquiferi.
- Test di pompaggio.
- Fluttuazione del livello dei porti e delle maree.
- Studi sulla salinità e sulle intrusioni saline.
- Monitoraggio delle acque di scioglimento.
- Monitoraggio del plume nelle attività di bonifica.
- Monitoraggio a lungo termine in pozzi e piezometri.
- Monitoraggio di livello in corsi d'acqua, bacini, ecc.

*Le caratteristiche variano in base al modello.

Da sempre impegnati nell'offrire le soluzioni tecnologiche più avanzate e affidabili per misure e monitoraggio di livello, campionamenti low-flow e indisturbati, analisi qualitative delle acque sotterranee o di superficie. Abbiamo selezionato i migliori prodotti disponibili sul mercato internazionale per soddisfare le esigenze dei professionisti del settore.



MISURE DI LIVELLO



CAMPIONAMENTO
LOW-FLOW



PROFILAZIONE
MULTILIVELLO



BONIFICA
IDROCARBURI

Solinst®

DISTRIBUTORI UFFICIALI PER L'ITALIA E RIVENDITORI PER CROAZIA,
SLOVENIA E SVIZZERA DEI PRODOTTI SOLINST®

Una partnership di successo che dura da oltre trent'anni.

GRUPPO EGEO S.R.L. | VIA OVIDIO, 11 - 20026 NOVATE MILANESE (MI) | TEL. +39 02 36 577 830 | EMAIL: EGEO@EGEOLAB.IT

EGEO
+lab

WWW.EGEOLAB.IT

EDITORIALE



Rodolfo CAROSI

Presidente SGI - Società Geologica Italiana

Siamo al numero conclusivo del 2025 di *GeologicaMente*, di cui riceviamo continui segnali di apprezzamento da geologi e non solo. Le attività dei soci, delle sezioni e delle divisioni della Società Geologica Italiana continuano a essere numerose e sempre più interessanti, abbracciando molti campi del sapere in cui la Geologia, sinonimo perfetto di Scienze della Terra e di Geoscienze, riesce a offrire contributi talora impensati, ma sempre fondamentali. Negli ultimi mesi purtroppo sono scomparsi numerosi colleghi, tra cui Angelo Peccerillo e Leonsevero Passeri. In questo numero pubblichiamo la recensione di uno degli ultimi libri di Angelo. Tra le tante esperienze di quest'anno, una mi è rimasta particolarmente impressa per diversi motivi: il colpo d'occhio dell'aula magna del Palazzo dei Congressi di Padova, durante il congresso congiunto SIMP-SGI di settembre. Mille posti gremiti, la sala straordinaria per la conferenza dell'astronauta Luca Parmitano e per la commemorazione del giovane ricercatore a tempo determinato Riccardo Pozzobon, prematuramente scomparso mentre svolgeva con passione il proprio lavoro: un'immagine impressionante, con tutti i partecipanti del congresso presenti in un'unica, emozionante occasione. Anche lo slancio di solidarietà verso la famiglia di Riccardo è un segnale positivo, seppur nel dolore per la perdita di Riccardo. È stata l'immagine più potente delle potenzialità dell'unità dei geologi, un bellissimo segnale da parte delle due maggiori società scientifiche italiane, SGI e SIMP.

Chissà quanto potremmo incidere nella società e nella scienza se fossimo davvero una comunità unita, anziché disperderci in mille piccoli rivoli.

Questo numero ospita quattro articoli principali che testimoniano, ancora una volta, la straordinaria varietà delle applicazioni geologiche. Zara Franceschini, ci accompagna nella *Rift Valley* africana per raccontarci l'attività vulcanica intermittente e le sue conseguenze sull'ambiente e sull'evoluzione dei primi ominidi.

Segue Maria Rosa Di Maggio, che con le geoscienze forensi, illustra il ruolo fondamentale della geologia nelle investigazioni giudiziarie e criminali. L'autrice è stata già una brillante e gradita ospite al Salone del Libro di Torino lo scorso Maggio.

Mattia Pistone ci presenta la perforazione in corso nell'area Ivrea-Verbano, nell'ambito del progetto DIVE, per studiare direttamente la discontinuità di Mohorovičić, che in questa porzione delle Alpi si trova a poco più di 2 km di profondità: un'occasione unica per mettere "quasi il dito" su una delle più importanti strutture del nostro pianeta. Infine, Marco Pantaloni e coautori offrono uno sguardo nuovo sul ruolo che una biblioteca può svolgere nella diffusione della conoscenza e nella crescita della consapevolezza ambientale nella società contemporanea.

Seguono gli aggiornamenti delle attività delle sezioni, delle divisioni e delle associazioni e società associate e affiliate, sempre più numerose e soprattutto sempre più stimolanti.

Alcune hanno avuto anche una risonanza internazionale, come la Sezione di Geologia Himalayana, che ha organizzato a Torino, con successo, all'inizio di settembre, il congresso internazionale: *37th Himalaya-Karakoram-Tibet Workshop*.

Anche altre realtà territoriali hanno contribuito a mantenere vivo il legame tra geologia e comunità. Tra queste, l'Associazione "Monte Caprione", che lo scorso ottobre ha promosso ad Ameglia (La Spezia) un convegno a quarant'anni dal congresso della Società Geologica Italiana dedicato a G. Capellini: un'occasione significativa per rinnovare la memoria e il senso di continuità della nostra tradizione scientifica.

Tra le nuove iniziative, segnalo con piacere "Geocast", ideato da Elena e Anna Laura, due giovani studentesse di Geologia dell'Università di Torino che promuovono la nostra disciplina in modo appassionato, fresco e coinvolgente.

La SGI continua inoltre a essere impegnata nella promozione della conoscenza del territorio e nel rilancio, anche economico, del progetto di cartografia nazionale CARG. Oltre ad aver organizzato una tavola rotonda dedicata a questo argomento al Congresso SIMP-SGI di Padova, ha partecipato attivamente alla giornata sulla cartografia geologica e materie prime svoltasi agli inizi di ottobre presso il Senato della Repubblica. La SGI e la SIMP hanno deciso di organizzare una presentazione comune per lanciare un chiaro segnale alla politica e alla comunità geologica.

A inizio ottobre si è svolta la ormai consolidata Scuola CARG dedicata alla cartografia geologica organizzata da ISPRA e SGI in Sardegna. Inoltre, per la prima volta, ISPRA, SGI e SIMP hanno organizzato la scuola Estiva "Giacimenti Minerari a Campiglia Marittima (Livorno) alla fine di settembre, promossa dalla sezione "Materie prime strategiche e valorizzazione dei Giacimenti Minerari". Insomma, anche questo numero si presenta ricco, interessante e pieno di novità, segno di una comunità interessante e molto attiva. Buona lettura, e buona geologia a tutti!



Marco

CHIARI

Direttore Editoriale *GeologicaMente*

Questo editoriale del nuovo numero di *GeologicaMente* di Novembre lo vorrei dedicare a Riccardo Pozzobon, un giovane ricercatore a tempo determinato del Dipartimento di Geoscienze dell'Università di Padova, purtroppo scomparso il 2 Settembre 2025 in Alaska sul ghiacciaio Mendenhall.

Durante la sessione plenaria dell'ultimo Congresso della Società Geologica, che si è tenuto a Padova lo scorso Settembre, Luca Parmitano (astronauta dell'Agenzia Spaziale Europea) lo ha ricordato con queste emozionanti parole "La lezione che ho imparato da Riccardo è l'incredibile generosità con la quale voleva trasmettere la sua conoscenza, sempre con il sorriso e gli occhi che gli scintillavano".

Infine invito i lettori di *GeologicaMente* a leggere il contributo della sezione di Geologia Planetaria (pag. 71) dedicata completamente alla memoria di Riccardo Pozzobon e per portargli onore credo che sia importante fare tesoro delle sue qualità ...

ATTIVITÀ VULCANICA INTERMITTENTE NELLA RIFT VALLEY:

conseguenze ambientali e implicazioni per i primi ominidi

a cura di **Zara Franceschini**

Un studio stratigrafico e geocronologico di dettaglio effettuato su un tratto della *Rift Valley* africana dell'Etiopia centrale ha permesso di far luce sull'evoluzione vulcano-tettonica di questa area, considerata uno degli snodi principali della storia evolutiva degli ominidi. I dati forniti evidenziano come, negli ultimi quattro milioni di anni, l'attività vulcanica di questo tratto della *Rift Valley* non sia stata continua e costante nel tempo ma sia stata scandita da periodi di intenso vulcanismo esplosivo intervallati a periodi di quiete o ridotta attività vulcanica. Queste fasi di intenso vulcanismo si caratterizzano per eventi esplosivi di grande entità, alcuni dei quali hanno prodotto depositi vulcanici spessi decine di metri e dispersi su aree di centinaia di chilometri quadrati. Tali periodi di attività devono aver fortemente trasformato l'ambiente circostante rendendolo inospitale per lunghi periodi, influenzando di conseguenza l'evoluzione dei primi ominidi che vi abitavano.



Immagine copertina: faglia di Asela. Fotografia di Giacomo Corti.



Keywords

- Vulcanismo
- *Rifting* continentale
- Grandi eruzioni esplosive
- Vulcanismo episodico



Fig. 1 - Modello Digitale del Terreno (*Shuttle Radar Topography Mission*, SRTM), che mostra la complessa struttura dell'*East African Rift System* ed uno schema semplificato del movimento delle placche tettoniche nell'area. ESP: altopiani etiopi e somala; MER: *rift* etiopico; BRZ: *Broadly Rifted Zone*; TD: depressione del Turkana; EAP: altopiano dell'Africa orientale; KR: *rift* del Kenya; CT: cratone della Tanzania; TR: *rift* del Tanganyica; MR: *rift* del Malawi; SAP: altopiano del Sud Africa. Modificato da Corti (2009).

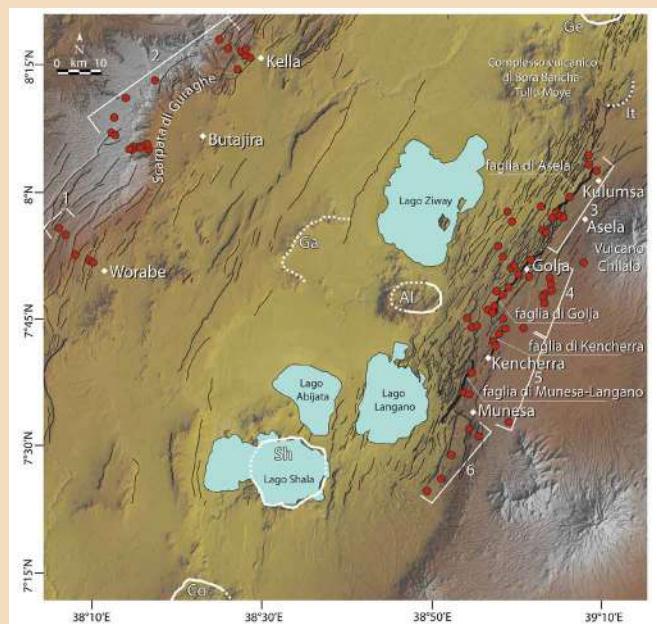


Fig. 2 - Modello Digitale del Terreno (*Shuttle Radar Topography Mission*, SRTM 30 m di risoluzione) dell'area di studio, che riporta i principali aspetti vulcanici e morfologici del settore centrale del MER. Le caldere Plio-Pleistoceniche sono delineate da linee bianche tratteggiate/continue. It: Iteya; Ge: Gedemsa; Ga: Gademotta; Al: Aluto; Sh: Shala; Co: Corbetti. Le faglie sono indicate da linee nere; i punti rossi identificano i siti investigati lungo i margini. Le barre bianche numerate fanno riferimento ai principali settori studiati per la ricostruzione stratigrafica riportata in Fig. 5. Modificato da Franceschini et al. (2024).

LA RIFT VALLEY ETIOPICA: UN LABORATORIO NATURALE PER STUDIARE I PROCESSI DI ROTTURA CONTINENTALE

Il continente africano è un paesaggio in continua, lenta, evoluzione. La porzione più orientale dell'Africa si sta infatti lentamente separando dal resto del continente africano attraverso un processo che viene definito di *rifting* continentale, dal termine inglese *rift* che significa spaccatura. Il *rifting* indica appunto il processo di rottura e progressiva apertura della crosta terrestre dovuta all'allontanamento di due placche tettoniche continentali, processo che presumibilmente porterà, in alcuni milioni di anni, alla formazione di un nuovo oceano. L'Africa orientale risulta essere dunque segnata da lunghe "cicatrici", evidenza di un grande sistema di faglie (definito *East African Rift System*, EARS) che si estende per migliaia di chilometri attraversando numerosi paesi, tra cui Etiopia, Kenya, Repubblica Democratica del Congo, Uganda, Ruanda, Burundi, Zambia, Tanzania, Malawi e Mozambico (**Fig. 1**). L'*East African Rift System* risulta pertanto essere il luogo ideale per studiare la dinamica delle placche divergenti e la relazione tra i processi tettonici e vulcanici che avvengono durante il processo di *rifting* continentale. Esso rappresenta infatti uno dei più grandi esempi di *rift* attivi nel mondo, registrando nello stesso momento i diversi stadi di estensione, dall'iniziale rottura fino al *breakup*, lo stadio finale durante il quale la rottura della litosfera continentale si è ormai conclusa e nuova litosfera oceanica viene prodotta durante la continua espansione del fondale oceanico (*oceanic spreading*) (Hayward & Ebinger, 1996; Ebinger, 2005; Corti, 2009). Il *rifting* è inoltre caratterizzato, in numerosi settori, da un intenso vulcanismo, che accompagna il processo dalle sue fasi di sviluppo iniziale.

In questo contesto, la *Rift Valley* etiopica (anche detta *Main Ethiopian Rift*, MER) rappresenta una delle porzioni più settentrionali dell'EARS, sviluppandosi per circa 500 km in direzione nordest-sudovest attraverso l'Etiopia, tra la depressione dell'Afar e la depressione del Turkana nel Kenya Settentrionale (**Fig. 1**). Il MER è caratterizzato da una depressione tettonica che separa l'altopiano etiopico da quello somalo ed è delimitata da imponenti scarpate (**Figg. 2 e 3**). L'evoluzione di questa regione non è solo un fenomeno tettonico, ma vulcano-tettonico, in quanto il processo di *rifting* è stato, ed è tutt'ora, accompagnato da risalita di magma

ATTIVITÀ VULCANICA INTERMITTENTE NELLA RIFT VALLEY: conseguenze ambientali e implicazioni per i primi ominidi

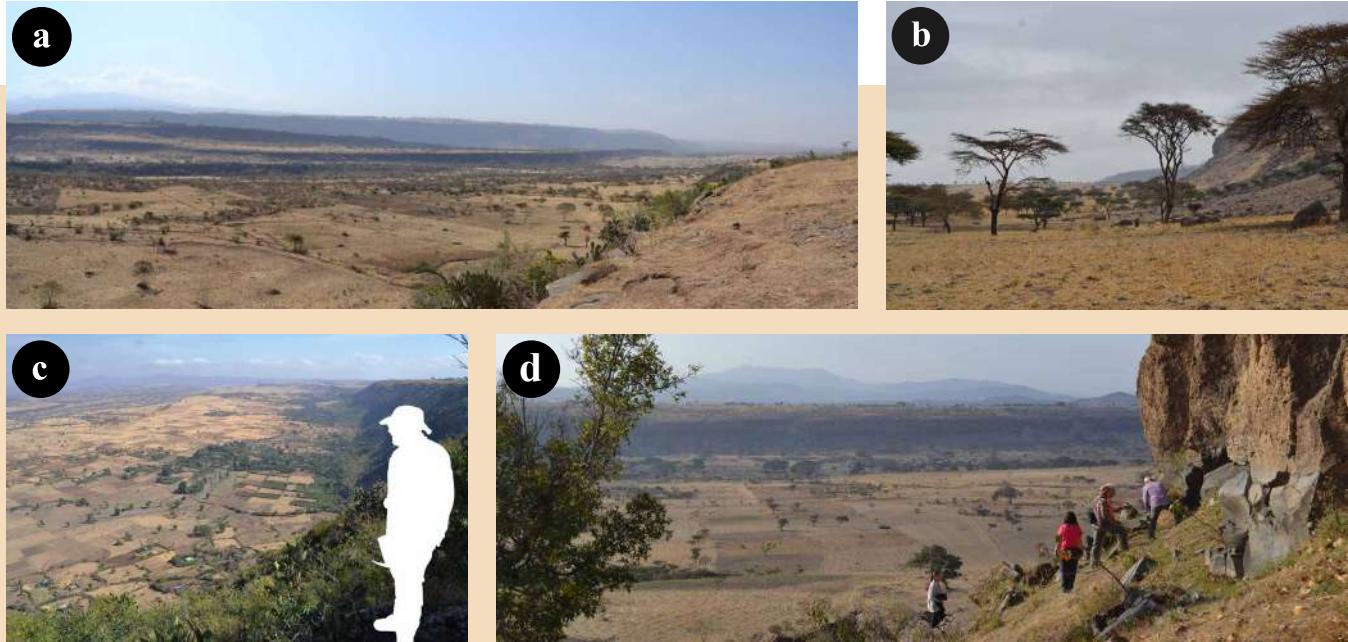
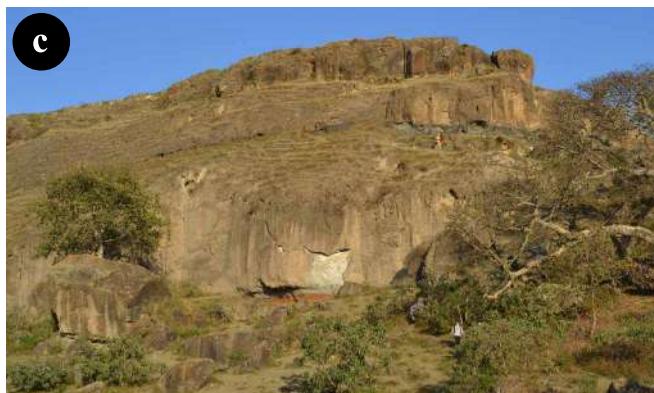
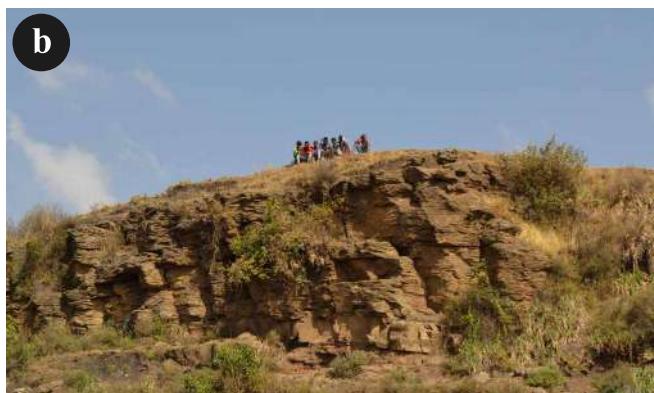
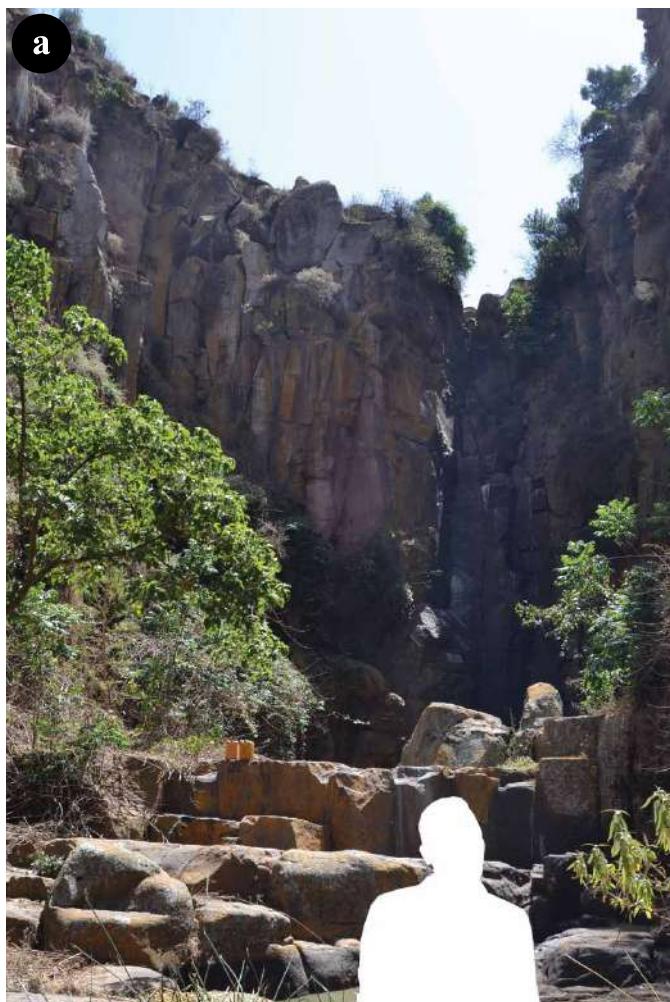


Fig. 3 - **a)** scarpate del margine orientale con vista sulla *Rift Valley* e il vulcano Chilalo sullo sfondo (in alto a sinistra); **b)** una delle scarpate del margine orientale in corrispondenza della faglia di Golja; **c)** scarpata della faglia di Asela con veduta della *Rift Valley*; **d)** ignimbrite a tetto della sequenza di depositi vulcanici del Pleistocene Inferiore-Medio nella zona di Kulumsa, con la vallata ed il complesso vulcanico di Bora Baricha - Tullu Moye sullo sfondo.

che dà origine a vulcani e caldere tramite eruzioni di vario tipo, individuando quindi un'area geologicamente molto attiva, con vulcanismo e sismicità diffusi. Oltre che per la sua attività vulcanica e sismica, questa zona risulta essere di grande interesse anche per lo studio dell'evoluzione umana. L'Etiopia è infatti considerata la "culla dell'umanità" per gli importanti ritrovamenti fossili, tra cui reperti come l'*Australopithecus afarensis* "Lucy". Si è dunque ipotizzato che il processo di *rifting*, a causa dei repentini e drastici cambiamenti topografici e ambientali che possono essere indotti dall'attività vulcanica e tettonica (WoldeGabriel et al., 2000; Hutchison et al., 2016a; Olaka & Ebinger, 2023), possa aver influenzato l'ambiente. Questi cambiamenti si riflettono su fattori fondamentali quali la disponibilità di acqua e cicli climatici, incidendo quindi anche sulla storia evolutiva dei primi ominidi, che proprio qui hanno vissuto milioni di anni fa. Il *rift* etiopico rappresenta pertanto una regione ideale per comprendere l'evoluzione e la dinamica dei processi di *rifting* ed il loro possibile impatto sull'evoluzione degli ominidi. A tal fine risulta fondamentale la definizione delle modalità e le tempistiche di tali processi. Nello specifico, il settore centrale del MER, l'area di studio sulla quale si è focalizzata questa ricerca, rappresenta uno stadio intermedio nel processo di *rifting* e mostra evidenze di intensa attività vulcanica a partire dal tardo Miocene (intorno a 11-10 milioni di anni fa) fino all'attuale. L'intensa attività vulcanica è testimoniata

dalla presenza di spesse coltri di lava basaltiche, numerose caldere ed estesi depositi ignimbritici e dalla deformazione, tuttora attiva, registrata da dati satellitari per alcuni apparati vulcanici (Biggs et al., 2011). In particolare, in letteratura sono stati descritti due periodi di intenso vulcanismo esplosivo: il primo durante il Pliocene, dominato da una voluminosa eruzione intorno a 3,5 Ma (milioni di anni fa), il cui deposito è conosciuto come *Munesa Crystal Tuff* (MCT) (WoldeGabriel et al., 1990), l'altro nel tardo Pleistocene (tra i 300 ed i 170 mila anni fa), caratterizzato da eruzioni in almeno quattro distinti complessi vulcanici che hanno dato origine ad imponenti caldere ad Aluto, Corbett, Shala e Gedemsa (Mohr et al., 1980; Peccerillo et al., 2003; Hutchison et al., 2016a; McNamara et al., 2018; Vidal et al., 2022). In particolare, specie per il periodo più recente, già alcuni autori (Girdler, 1983; WoldeGabriel et al., 1990; Hutchison et al., 2016a) avevano proposto una natura episodica (piuttosto che continua nel tempo) dell'attività vulcanica nel MER come modello per spiegare l'alternarsi di periodi di intenso vulcanismo a periodi di quiete. Tuttavia, la stratigrafia vulcanica dell'area relativa al periodo compreso tra il Pliocene ed il Pleistocene Medio era incompleta e non sistematica. Per questo è stata recentemente effettuata una ricostruzione più dettagliata e completa della distribuzione temporale e spaziale dell'attività vulcanica degli ultimi 4 milioni di anni, su una scala temporale più estesa (Franceschini et al., 2024).



L'APPROCCIO MULTIDISCIPLINARE

Nell'ambito di un progetto di ricerca congiunto, nel quale hanno partecipato ricercatori dell'Università e del CNR-IGG di Firenze, dell'Università e CNRS-ISTO di Orleans (Francia) e dell'Università di Addis Abeba (Etiopia), sono state effettuate due campagne di raccolta dati e campioni lungo un settore del *rift* lungo circa 80 km, applicando un approccio multidisciplinare che integra le informazioni ed i risultati ottenuti da un dettagliato studio stratigrafico di terreno con un esteso studio geocronologico e geochemico dei depositi vulcanici dell'area. Nello specifico, dal momento che la parte centrale della *Rift Valley* è in gran parte coperta da depositi vulcanici e lacustri recenti, il lavoro si è focalizzato principalmente sulle faglie bordiere (*border faults*). Queste imponenti scarpate (Fig. 3) delimitano la *Rift Valley* da entrambi i lati (raccordandola con gli altopiani etiopico e somalo) ed espongono affioramenti di depositi vulcanici risalenti anche al Miocene-Pliocene (Fig. 4). I campioni sono stati prelevati da tutte le principali unità vulcaniche riconosciute, in diversi affioramenti e, dove possibile, anche all'interno dello stesso deposito in modo da caratterizzarne la variazione verticale interna.

I due margini sono stati divisi in settori areali e per ogni settore è stata ricostruita una colonna stratigrafica composita che considera le varie osservazioni fatte nei diversi siti investigati in quel settore (Fig. 5). Particolarmente utile a

Fig. 4 - Alcuni degli affioramenti osservati presso i siti investigati durante le campagne di raccolta dati e campioni ai margini del settore centrale del MER; **a)** Affioramento dell'imponente deposito della MCT lungo la faglia di Munesa-Langano; **b)** affioramento dell'ignimbrite di Kencherra in corrispondenza della faglia di Munesa-Langano; **c)** sequenza di ignimbriti nella zona di Kulumsa; **d)** cascata del fiume Katar, il cui letto, nella zona retrostante la faglia di Golja sull'altopiano somalo, è formato dall'ignimbrite di Katar (Fig. 5); **e)** gola incisa in depositi vulcanici risalenti al Pleistocene medio-inferiore nella zona antistante la faglia di Golja.

ATTIVITÀ VULCANICA INTERMITTENTE NELLA RIFT VALLEY: conseguenze ambientali e implicazioni per i primi ominidi

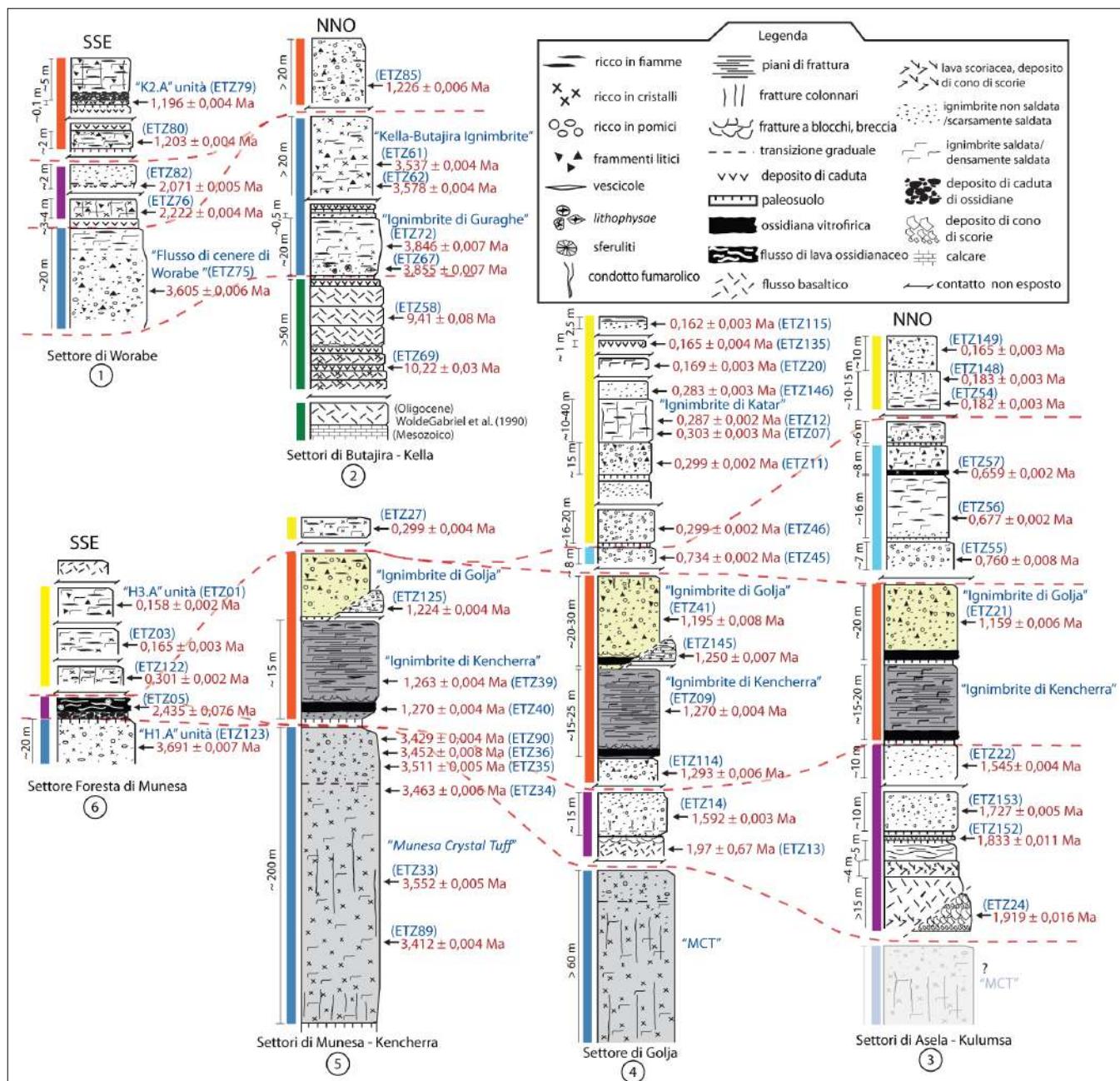


Fig. 5 - Colonne stratigrafiche composite dei margini occidentale (1-2) ed orientale (3-6) del settore centrale del MER. I campioni datati sono indicati da frecce nere. I nomi dei campioni e delle unità stratigrafiche sono riportati in blu; le età in rosso. Le bande colorate verticali accanto alle colonne stratigrafiche identificano l'intervallo di tempi nel quale i depositi datati possono essere raggruppati. Le linee rosse tratteggiate correlano le sequenze stratigrafiche tra i diversi settori (Ma = milioni di anni). Modificato da Franceschini et al. (2024).

tale riguardo è stata l'identificazione di alcuni cosiddetti *marker beds*, unità vulcaniche (o orizzonti) definite da caratteristiche diagnostiche specifiche e riconoscibili che le rendono chiaramente individuabili e correlabili all'interno della stratigrafia dell'area. Nel nostro caso, i *marker beds* sono rappresentati dai depositi della MCT, già descritta in precedenti lavori (WoldeGabriel et al., 1990), e di altre due ignimbriti, descritte in dettaglio per la prima volta in Franceschini et al. (2024): l'ignimbrite di Kencherra e l'ignimbrite di Golja. Questi depositi, i cui nomi derivano dai toponimi dei paesi vicini a dove sono stati descritti i loro affioramenti tipo, possono essere seguiti per gran parte del margine orientale grazie ai loro caratteri ben riconoscibili. Laddove i depositi non affiorano in successione stratigrafica, le correlazioni sono state basate su dati geocronologici. Su più di 50 campioni

di rocce sono state eseguite datazioni assolute applicando la tecnica di datazione radiometrica $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$, permettendo così di stabilire con precisione l'età delle principali unità vulcaniche riconosciute nel settore centrale del MER e una scansione temporale di dettaglio dell'attività vulcanica. È stata inoltre determinata la composizione chimica di un esteso set di campioni, mentre su alcuni dei depositi ignimbritici più estesi sono state condotte analisi delle inclusioni fluide contenute all'interno dei cristalli. Per inclusioni fluide si intendono piccole gocce di fluidi magmatici intrappolate nel cristallo durante la sua formazione, capaci quindi di registrare l'evoluzione della composizione chimica e delle condizioni fisiche del magma in condizioni pre-eruttive (Lowenstern & Thompson, 1995; Kent, 2008; Iddon and Edmonds, 2020).

UN VULCANISMO EPISODICO E LE SUE CONSEGUENZE AMBIENTALI

La complessa stratigrafia dei margini orientale ed occidentale è stata così ricostruita facendo riferimento ai *markers* stratigrafici individuati (Fig. 5). Il vulcanismo del margine orientale è dominato dalla presenza dei depositi di alcune grandi ignimbriti, con volumi variabili da decine fino a diverse centinaia di chilometri cubi, che hanno chiaramente “inondato” grandi settori della *Rift Valley*. La MCT domina la base della successione e fa parte di un gruppo di ignimbriti plioceniche. Gli altri due *markers* individuati si ritrovano uno sopra l’altro, in stretta successione stratigrafica, separati dalla MCT da un periodo di oltre due milioni di anni. Successivamente alla loro messa in posto, si ritrovano numerosi altri depositi, il più giovane dei quali è stato datato intorno a 160 mila anni. Il margine occidentale è caratterizzato invece da una spessa sequenza di lave mioceniche alla base della successione, seguita da almeno tre importanti ignimbriti plioceniche e da un gruppo di depositi piroclastici pleistocenici, ben visibili nelle zone di Kella e Worabe (Figg. 2 e 5). L’attività vulcanica sembra interrompersi su questo margine con la più giovane ignimbrite in quest’area datata a 1,2 Ma. La stratigrafia vulcanica dei margini così ricostruita, e la sua dettagliata ricostruzione temporale, hanno permesso di identificare alcuni periodi in cui l’attività vulcanica è stata intensa e frequente nel tempo. Lo studio ha rivelato infatti che l’attività vulcanica di questo settore di *rift* non è stata continua e costante negli ultimi 4 Ma, ma si è concentrata in cinque grandi fasi eruttive intervallate a periodi di quiescenza o ridotta attività vulcanica (Fig. 6a):

- Fase Pliocenica tra 3,85 a 3,41 Ma (F1);
- Fase di vulcanismo bimodale tra 2,4 e 1,5 Ma (F2);
- Fase del Pleistocene Inferiore tra 1,29 e 1,16 Ma (F3);
- Fase del Pleistocene Medio tra 0,76 e 0,66 Ma (F4);
- Fase del Pleistocene Medio-Superiore tra 0,30 a 0,16 Ma (F5).

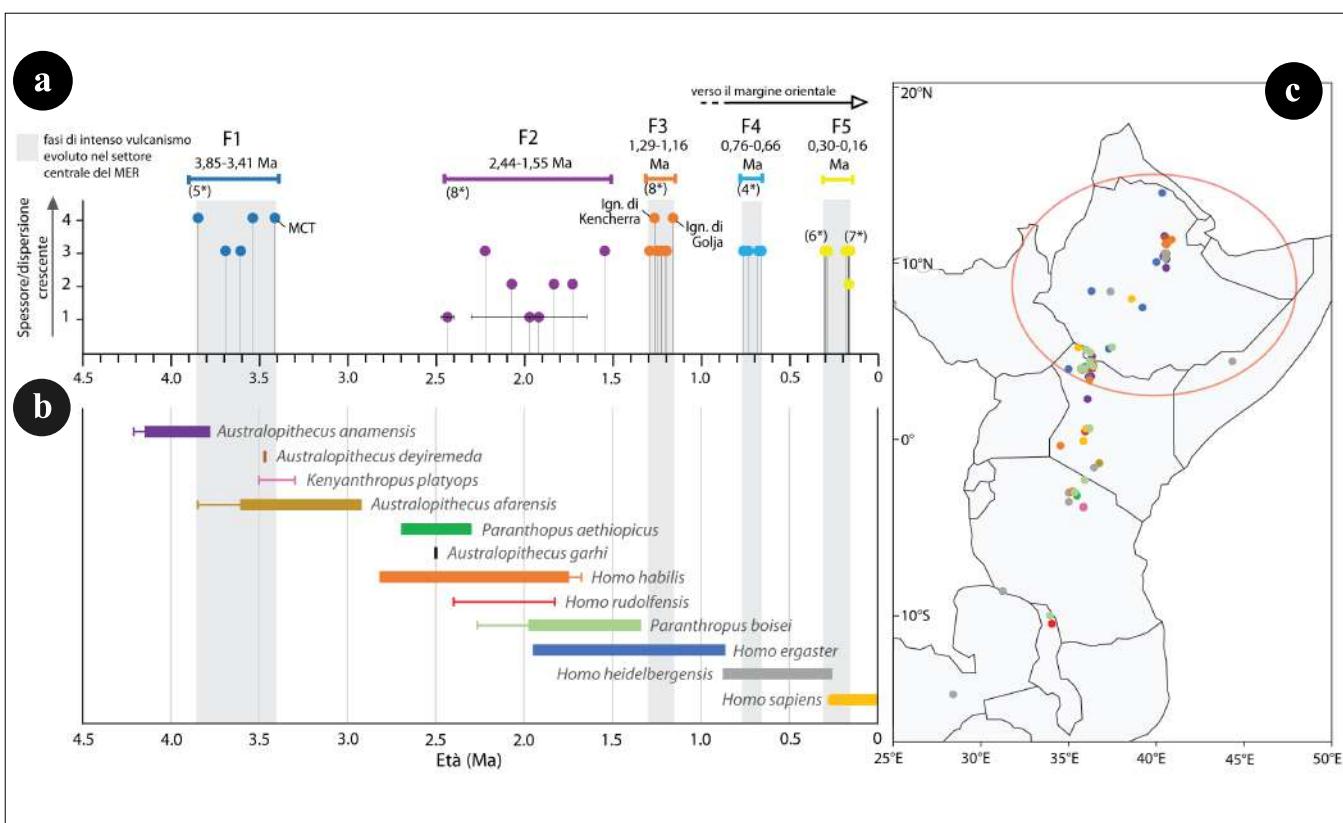
Nello specifico si riconoscono 4 fasi di intenso vulcanismo dominate da eruzioni esplosive a composizione evoluta, delle quali le prime due (nel Pliocene e nel Pleistocene Inferiore) hanno disperso depositi su entrambi i margini del *rift* e si contraddistinguono per la presenza di voluminose ignimbriti (come la MCT nella prima e le ignimbriti di Kencherra e Golja nella seconda). Al contrario, nelle ultime due fasi (nel medio-tardo Pleistocene) l’attività vulcanica si sposta verso est, interessando unicamente il margine orientale. La fase vulcanica compresa tra 2,4 e 1,5 Ma identifica invece un periodo prolungato di attività caratterizzato in generale da eruzioni di bassa-media intensità, definito dall’emissione di poco estese ignimbriti riolitiche e di prodotti a basso grado di evoluzione, associati ad eruzioni sia effusive che esplosive di bassa intensità.

Dall’analisi risulta che l’impulso più intenso di vulcanismo si è verificato nel Pliocene, subito dopo un lungo intervallo di quiescenza durato circa 4,6 Ma, che ha seguito la messa in posto di una spessa pila di colate di lava basaltiche del tardo Miocene (con età datate a circa 9-8,5 Ma; WoldeGabriel et al., 1990; Abebe et al., 2005; Bonini et al., 2005), ben esposte

lungo il margine occidentale. I nuovi dati identificano in questa fase almeno cinque diverse coltri ignimbritiche, estremamente simili tra loro e messe in posto in un intervallo di tempo compreso tra 3,85 e 3,41 Ma, alcune delle quali caratterizzate da depositi spessi decine/centinaia di metri. Dopo circa 1 milioni di anni fa, l’attività vulcanica riprende con un vulcanismo composizionalmente bimodale (F2), con l’emissione di prodotti da mafici a sialici che interessano unicamente il margine orientale (e probabilmente il centro della *Rift Valley*), mentre sono assenti lungo il margine occidentale. I prodotti mafici sembrano segnare l’inizio di una maggiore fase di ri-organizzazione del *rift* associata allo sviluppo di un sistema di faglie interne alla depressione (noto in letteratura come *Wonji Fault Belt*), che ne caratterizza la zona assiale e che nel settore centrale sembra avere inizio intorno a 2-1,6 milioni di anni fa (Kazmin, 1980; WoldeGabriel et al., 1990; Boccaletti, 1998; Hutchison et al., 2016b). Le tre fasi di vulcanismo esplosivo successivi mostrano un’intensità e magnitudo decrescente nel tempo, cosa che è resa evidente anche dagli spessori e della dispersione dei depositi osservati. La fase vulcanica del Pleistocene Inferiore (F3) è registrata da depositi vulcanici messi in posto su entrambi i margini del *rift* in un intervallo di tempo compreso tra 1,29 e 1,16 Ma. Dominano questa fase i due *marker beds* delle ignimbriti di Kencherra e di Golja che si ritrovano una sopra all’altra (separati da un livello di suolo) in stretta sequenza stratigrafica per circa 40 km del margine orientale della *Rift Valley*. Dopo un periodo di ridotta attività vulcanica di circa 400 mila anni, il Pleistocene Medio vede la ripresa di una fase di vulcanismo esplosivo (F4). Questa fase è testimoniata da molteplici ignimbriti trachitiche e riolitiche (con età compresa tra 0,76 e 0,66 Ma) esposte in corrispondenza di alcuni affioramenti osservati nell’area adiacente le principali faglie bordiere del margine orientale. La mancanza di depositi di età simile nel margine occidentale potrebbe riflettere la presenza, al tempo di queste eruzioni, di una barriera topografica nella *Rift Valley* o, più semplicemente, uno spostamento generale dell’area di emissione verso il margine orientale. Questo spostamento sembrerebbe essere stato accompagnato da una progressiva diminuzione dell’intensità e del volume delle eruzioni rispetto alle prime fasi vulcaniche, nelle quali i depositi mostravano spessori maggiori ed una dispersione areale più estesa. Dopo una stasi di circa 300 mila anni, l’ultima fase di vulcanismo risale al Pleistocene Medio-Superiore (F5) e coinvolge principalmente il fondo valle del *rift*. In questo periodo si sono verificate almeno quattro eruzioni associate alla formazione di altrettante caldere (Gedems, Aluto, Shala e Corbett; Peccerillo et al., 2003; Hutchison et al., 2016a; Vidal et al., 2022), avvenute in un intervallo temporale confrontabile con l’età dei depositi osservati principalmente nella zona adiacente le faglie bordiere del margine orientale e, più limitatamente, sull’altopiano orientale, datati tra 0,30 a 0,16 milioni di anni fa.

Queste fasi di intenso vulcanismo così delineate si caratterizzano dunque per eventi esplosivi di grande entità,

ATTIVITÀ VULCANICA INTERMITTENTE NELLA RIFT VALLEY: conseguenze ambientali e implicazioni per i primi ominidi



alcuni dei quali hanno prodotto depositi vulcanici spessi decine di metri. Considerando i volumi e gli spessori dei depositi ignimbritici che caratterizzano l'area di studio, risulta evidente che le eruzioni che le hanno generate devono aver drasticamente modificato ampie aree della *Rift Valley*, inondando e seppellendo sotto depositi con spessori pluridecametrici areali enormi. L'effetto di queste eruzioni sull'ambiente circostante fu sicuramente duraturo e devastante, rendendolo inabitabile per prolungati periodi di tempo, con possibili implicazioni per l'evoluzione degli ominidi che vivevano a quei tempi in ristrette aree dell'Africa ed in particolare all'interno della *Rift Valley*.

Comparando gli intervalli di età delle specie di ominidi chiave nella storia evolutiva dell'umanità (**Fig. 6**), ricavati dal database sui resti fossili pubblicato da Timmermann et al. (2022) ed integrato con ulteriori scoperte di ominidi rinvenute nell'Africa orientale (riportate in dettaglio nel lavoro di Franceschini et al., 2024), è possibile avere una interessante visione di insieme delle possibili relazioni tra l'evoluzione del vulcanismo e quella delle specie umane in questa parte dell'Africa. Sono stati adottati due diversi approcci: il primo prende in considerazione solo le presenze fossili circoscritte ad un'area ristretta che comprende l'Etiopia e le zone limitrofe (racchiuse all'interno dell'ellisse rossa in **Fig. 6c**), ovvero quelle aree potenzialmente influenzate dall'attività vulcanica oggetto del presente lavoro (gli intervalli di età in questo caso sono rappresentati dalle barre orizzontali colorate in **Fig. 6b**). Il secondo considera invece i reperti fossili di

ominidi provenienti da tutta l'Africa orientale (gli intervalli di età sono indicati dalle linee orizzontali sottili nella **Fig. 6b**; questo metodo include tutte le occorrenze mostrate in figura, anche quelle al di fuori dell'ellisse rossa). Qualunque sia l'approccio seguito, tali dati sembrano suggerire che la maggior parte delle nuove specie di ominidi si sia sviluppata durante fasi in cui l'attività vulcanica era meno intensa e più limitata (fase F2, **Fig. 6a**). Al contrario, i momenti di forte cambiamento nelle specie di ominidi, ed in particolare la presenza di un minor numero di specie, sembrano coincidere con periodi di intensa attività vulcanica.

Questi risultati suggeriscono dunque come l'evoluzione irregolare e intermittente dell'attività vulcanica nella *Rift Valley* possa aver avuto un forte impatto sull'ambiente, modificando ecosistemi, risorse d'acqua e potenzialmente influenzando i percorsi migratori e le strategie di sopravvivenza dei primi ominidi. Infatti, rispetto ad una singola grande eruzione isolata, l'effetto cumulativo di molteplici grandi eruzioni susseguitesi in un intervallo di tempo limitato potrebbe aver comportato un impatto ambientale ancora più grande, non lasciando i necessari tempi di recupero all'ambiente. L'estensione di un tipo di studio multidisciplinare come quello presentato ad altri settori della *Rift Valley* potrebbe dettagliare in modo ancora più chiaro le possibili interazioni tra evoluzione tettonica e vulcanica, dinamica ambientale ed evoluzione umana, dando una chiave di lettura nuova allo studio delle interazioni uomo-ambiente.



Faglia di Asela. Fotografia di Giacomo Corti.

BIBLIOGRAFIA

Abebe T., Manetti P., Bonini M., Corti G., Innocenti F., Mazzarini F. & Pecksay, Z. (2005). Geological map (scale 1:200,000) of the Northern Main Ethiopian Rift and its implications for the volcano-tectonic evolution of the rift. Geol. Soc. Am.

Biggs J., Bastow I. D., Keir D. & Lewi E. (2011). Pulses of deformation reveal frequently recurring shallow magmatic activity beneath the Main Ethiopian Rift. Geochemistry, Geophysics, Geosystems, 12(9). <https://doi.org/10.1029/2011GC003662>

Boccaletti M., Bonini M., Mazzuoli R., Abebe B., Piccardi L. & Tortorici L. (1998). Quaternary oblique extensional tectonics in the Ethiopian Rift (Horn of Africa). Tectonophysics, 287(1-4), 97-116. [https://doi.org/10.1016/S0040-1951\(98\)80063-2](https://doi.org/10.1016/S0040-1951(98)80063-2)

Bonini M., Corti G., Innocenti F., Manetti P., Mazzarini F., Abebe T. & Pecksay Z. (2005). Evolution of the Main Ethiopian Rift in the frame of Afar and Kenya rifts propagation. Tectonics, 24(1), TC1007. <https://doi.org/10.1029/2004TC001680>

Corti G. (2009). Continental rift evolution: from rift initiation to incipient break-up in the Main Ethiopian Rift, East Africa. Earth-Science Reviews, 96(1-2), 1-53. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2009.06.003>

Ebinger C. (2005). Continental break-up: the East African perspective. Astronomy & Geophysics, 46(2), 2-16. <https://doi.org/10.1111/j.1468-4004.2005.46216.x>

Franceschini Z., Cioni R., Scaillet S., Prouteau G., Corti G., Sani F., Mondanaro A., Dilettia Frascerra D., Melaku A.A., Scaillet B., Oppenheimer C. & Duval F. (2024). Pulsatory volcanism in the Main Ethiopian Rift and its environmental consequences. Communications Earth & Environment, 5(1), 568. <https://doi.org/10.1038/s43247-024-01703-1>

Girdler R.W. (1983). Processes of planetary rifting as seen in the rifting and break up of Africa. In: Developments in Geotectonics. Elsevier, 19, 241-252. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-42198-2.50021-3>

Hayward N.J. & Ebinger C.J. (1996). Variations in the along-axis segmentation of the Afar Rift system. Tectonics, 15(2), 244-257. <https://doi.org/10.1029/95TC02292>

Hutchison W., Fusillo R., Pyle D.M., Mather T.A., Blundy J.D., Biggs J., Virgu G., Cohen B.E., Brooker R.A. & Barfod D.N. & Calvert A.T. (2016a). A pulse of mid-Pleistocene rift volcanism in Ethiopia at the dawn of modern humans. Nature Communications, 7(1), 13192. <https://doi.org/10.1038/ncomms13192>

Hutchison W., Pyle D.M., Mather T.A., Virgu G., Biggs J., Cohen B.E., Barfod D.N. & Lewi E. (2016b). The eruptive history and magmatic evolution of Aluto volcano: new insights into silicic peralkaline volcanism in the Ethiopian rift. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 328, 9-33. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2016.09.010>

Iddon F. & Edmonds M. (2020). Volatile-rich magmas distributed through the upper crust in the Main Ethiopian Rift. Geochemistry, Geophysics, Geosystems, 21(6), e2019GC008904. <https://doi.org/10.1029/2019GC008904>

Kazmin V. (1980). Geodynamic control of rift volcanism. Geologische Rundschau, 69(3), 757-769. <https://doi.org/10.1007/BF02104645>

Kent A.J. (2008). Melt inclusions in basaltic and related volcanic rocks. Reviews in Mineralogy and Geochemistry, 69(1), 273-331. <https://doi.org/10.2138/rmg.2008.69.8>

Lowenstern J.B. & Thompson J.F.H. (1995). Applications of silicate-melt inclusions to the study of magmatic volatiles. Magmas, fluids and ore deposits, 23, 71-99.

McNamara K., Cashman K.V., Rust A.C., Fontijn K., Chalié F., Tomlinson E.L. & Virgu G. (2018). Using lake sediment cores to improve records of volcanism at Aluto volcano in the Main Ethiopian Rift. Geochemistry, Geophysics, Geosystems, 19(9), 3164-3188. <https://doi.org/10.1029/2018GC007686>

Mohr P., Mitchell J.G. & Raynolds R.G.H. (1980). Quaternary volcanism and faulting at O'a Caldera, Central Ethiopian Rift. Bulletin Volcanologique, 43(1), 173-189. <https://doi.org/10.1007/BF02597619>

Olaka L. & Ebinger C.J. (2023). Tectonic and Paleoclimatic Setting for Hominin Evolution in Eastern Africa. Elements, 19(2), 82-87. <https://doi.org/10.2138/gselements.19.2.82>

Peccerillo A., Barberio M.R., Virgu G., Ayalew D., Barbieri M. & Wu T.W. (2003). Relationships between mafic and peralkaline silicic magmatism in continental rift settings: a petrological, geochemical and isotopic study of the Gedemsa volcano, central Ethiopian rift. Journal of Petrology, 44(11), 2003-2032. <https://doi.org/10.1093/petrology/egg068>

Timmermann A., Yun K.S., Raia P., Ruan J., Mondanaro A., Zeller E., Zollinger C., Ponce de León M., Lemmon D., Willcox M. & Ganopolski A. (2022). Climate effects on archaic human habitats and species successions. Nature, 604(7906), 495-501. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-04600-9>

Vidal C.M., Lane C.S., Asrat A., Barfod D.N., Mark D.F., Tomlinson E.L., Tadesse A.Z., Virgu G., Deino A., Hutchison W., Mounier A. & Oppenheimer C. (2022). Age of the oldest known *Homo sapiens* from eastern Africa. Nature, 601(7894), 579-583. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-04275-8>

WoldeGabriel G., Aronson J.L. & Walter R.C. (1990). Geology, geochronology, and rift basin development in the central sector of the Main Ethiopian Rift. Geological Society of America Bulletin, 102(4), 439-458. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1990\)102<0439:GGARBD>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1990)102<0439:GGARBD>2.3.CO;2)

WoldeGabriel G., Heiken G., White T.D., Asfaw B., Hart W.K. & Renne P.R. (2000). Volcanism, tectonism, sedimentation, and the paleoanthropological record in the Ethiopian Rift System. Geological Society of America Special Papers, 345, 83-99. <https://doi.org/10.1130/0-8137-2345-0.83>

ATTIVITÀ VULCANICA INTERMITTENTE NELLA RIFT VALLEY: conseguenze ambientali e implicazioni per i primi ominidi

SPUNTI PER LA DIDATTICA

Susanna Occhipinti

VULCANI INTERMITTENTI E DESTINO UMANO: QUANDO LA TETTONICA RISCRIVE L'EVOLUZIONE

La lettura dell'articolo sulla *Rift Valley* etiopica si presenta estremamente stimolante, ricca di informazioni, ma anche di termini e concetti specialistici, quindi difficilmente utilizzabile da un insegnante "non esperto" in un percorso didattico. La ricerca evidenzia però un aspetto fondamentale: l'attività vulcanica non è stata continua, ma intermittente, scandita da violenti "episodi" esplosivi separati da periodi di quiete, che mettono in relazione ambiente, eventi geologici e evoluzione umana, come avvenuto innumerevoli volte nella storia della Terra e dell'umanità. Drammatiche crisi ambientali si alternano a fasi di recupero, con un ritmo intermittente

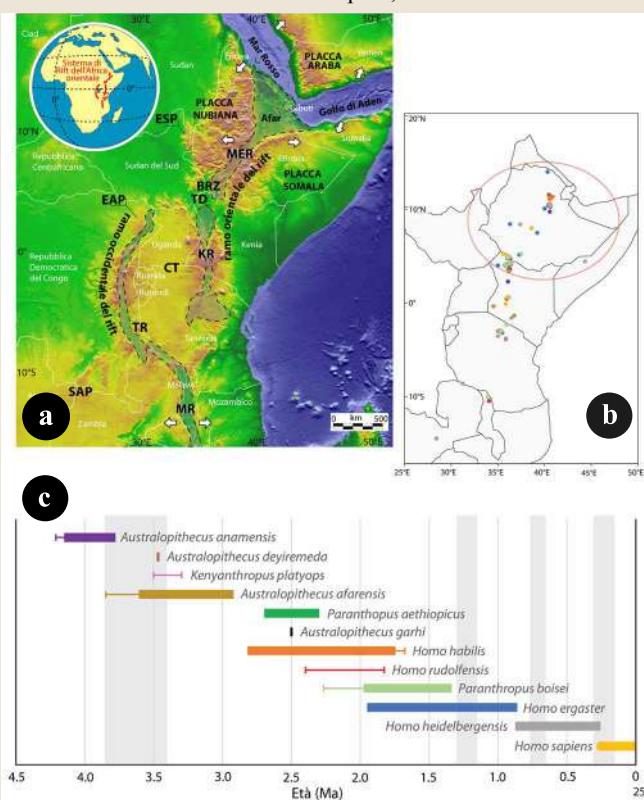


Fig. 1 - a) Modello Digitale del Terreno dell'*East African Rift System*; **b)** Distribuzione areale del record fossile di ominidi nell'Africa orientale; **c)** Intervalli di età delle specie di ominidi chiave nella storia evolutiva dell'umanità.

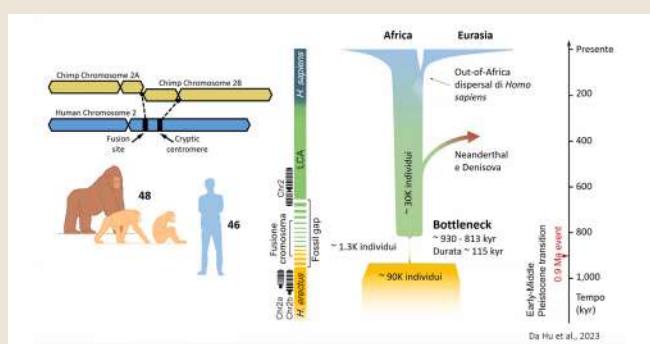


Fig. 2 - Coincidenza cronologica tra il collo di bottiglia e la riduzione del numero di cromosomi da 48 nelle scimmie antropomorfe a 46 negli esseri umani (inclusi i Neanderthal) dovuta alla fusione di due cromosomi ancestrali per formare il cromosoma 2 del nostro genoma. In base ai dati genetici tale fusione è avvenuta circa 900 mila anni fa (Poszwecka et al., 2022).

che ha dettato i tempi della nostra evoluzione. L'approccio geologico rivela connessioni tra tettonica, vulcanismo e storia umana che meritano di essere esplorate attraverso casi emblematici: la nostra intelligenza, il nostro bipedismo, la nostra capacità di adattamento sono il prodotto di milioni di anni di interazioni con un pianeta dinamico e imprevedibile. Come osserva Telmo Pievani in *"Homo sapiens e altre catastrofi"*, la storia dell'evoluzione umana è "ricca di discontinuità, di biforcazioni contingenti e di eventi accidentali" e "assomiglia sempre meno a una trionfale marcia di progresso".

Per approfondire:

- Giorgio Manzi  www.youtube.com/watch?v=prAd9eTreIA
 - Marco Peresani  www.youtube.com/watch?v=hYxjhvx2VkU
 - Alessandro Barbero “La preistoria” e Telmo Pievani “*Homo sapiens* e altre catastrofi”.

La Rift Valley: la culla dell'umanità

La formazione della *Rift Valley* africana rappresenta il teatro principale dell'evoluzione umana. L'immagine della distribuzione dei fossili di ominidi, confrontando le figure 1 e 6 dell'articolo, rivela un pattern straordinario: tutti i ritrovamenti si concentrano all'interno del *rift* (**Fig. 1**).

Il sollevamento dei margini del *rift* creò bacini interni dove si accumulavano sedimenti, acque e suoli fertili. Questi "rifugi geologici" offrivano microclimi più stabili e risorse idriche perenni, anche durante i periodi di intensa attività vulcanica. Non è casuale che i nostri antenati abbiano trovato in queste depressioni tettoniche l'ambiente ideale per sopravvivere e diversificarsi. Se la tettonica delle placche non avesse formato la *Rift Valley*, forse gorilla e scimpanzé avrebbero continuato a popolare l'Africa orientale senza bisogno di inventarsi il bipedismo, osserva sempre Pievani. Il processo di *rifting* creò un gradiente ambientale che favorì l'evoluzione della locomozione bipede delle popolazioni verso est, mentre quelle a ovest rimasero nelle foreste dando origine alle linee evolutive dei moderni scimpanzé e gorilla.

Il grande collo di bottiglia: quando 48 divennero 46

Circa 800.000 anni fa, durante una delle fasi più intense di vulcanismo descritta da Franceschini, i nostri antenati africani vissero un momento critico. Le popolazioni di *Homo erectus* si ridussero drasticamente a causa delle condizioni ambientali estreme causate dalle eruzioni esplosive che ricoprirono vaste aree della *Rift Valley*. È proprio in questo periodo che gli studi genetici collocano un evento straordinario: la fusione di due coppie di cromosomi ancestrali che portò al passaggio da 48 a 46 cromosomi, caratteristico della nostra linea evolutiva. Sebbene questo processo di riorganizzazione cromosomica fosse iniziato già circa 10 milioni di anni fa nella linea evolutiva che ci separa dalle scimmie antropomorfe, fu proprio in corrispondenza degli eventi catastrofici di 800.000 anni fa che questo fattore genetico divenne determinante e prevalse definitivamente. Questa riorganizzazione cromosomica potrebbe essere stata favorita dalle pressioni selettive estreme di quel periodo. Le popolazioni sopravvissute svilupperono quelle caratteristiche - maggiori capacità cerebrali, cooperazione sociale, innovazione tecnologica - che avrebbero definito *Homo heidelbergensis* e la nostra specie. La correlazione temporale tra vulcanismo pulsante e innovazione genetica suggerisce che le catastrofi ambientali non furono solo ostacoli, ma anche acceleratori evolutivi (**Fig. 2**).

CONTRIBUTI



Fig. 3 - Vulcano Toba, Arco vulcanico della Sonda, <https://volcano.si.edu/volcano.cfm?vn=261090>.



Fig. 5 - La placca Anatolica, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Anatolian_Plate.png.



Fig. 4 - Beringia circa 19.000 anni fa. In azzurro l'estensione del ponte continentale di Bering, in grigio i ghiacciai (modificato da Mann et al., 2015).

L'eruzione del Toba: il supervulcano che quasi ci estinse

Circa 74.000 anni fa, il supervulcano Toba, localizzato a Sumatra (Fig. 3), fu responsabile della più imponente eruzione verificatasi negli ultimi due milioni di anni. Circa 2.800 km³ di cenere vulcanica e lava furono lanciati nell'atmosfera, 12% in più rispetto all'ultima eruzione di Yellowstone di 2,2 milioni di anni fa. Le evidenze fornite dai carotaggi di ghiaccio suggeriscono che le temperature medie dell'aria globale calarono di 3-5°C negli anni successivi all'eruzione, causando un "inverno vulcanico" che durò almeno un decennio, influenzando gravemente la vita vegetale e animale. Le analisi genetiche mostrano che proprio durante questo periodo le popolazioni umane subirono un drastico collo di bottiglia evolutivo. Le popolazioni non-africane sperimentarono una riduzione da 5 a 15 volte, con una popolazione effettiva di soli 1.000-3.000 individui intorno a 50.000 anni fa. Anche le popolazioni africane, che comprendevano probabilmente non più di 10.000 individui, furono colpite. Tuttavia, la teoria della "catastrofe di Toba" è oggi controversa. Recenti studi hanno chiaramente dimostrato che le condizioni di inverno vulcanico non si verificarono mai nell'Africa orientale dopo l'eruzione, e numerose analisi genetiche non hanno rilevato un collo di bottiglia che coincide con l'eruzione del Toba. Indipendentemente dal dibattito sulla sua intensità, questo periodo coincise con l'emergere delle prime innovazioni comportamentali moderne in *Homo sapiens*. Le pressioni ambientali estreme potrebbero aver accelerato l'evoluzione umana attraverso severe selezioni naturali, dimostrando come eventi tettonici, vulcani, terremoti, cambiamenti climatici, perfino orogenesi, possano aver influenzato il nostro destino evolutivo.

Hu W., Hao Z., Du P., Di Vincenzo F., Manzi G., Cui J., Fu Y.-X., Pan Y.-H. & Li H. (2023). Genomic inference of a severe human bottleneck during the Early to Middle Pleistocene transition. *Science*, 381, 6661, 979-984. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.abq7487>

Mann D.H., Groves P., Reanier R.E., Gaglioti B. V., Kunz M. L. & Shapiro B. (2015). Life and extinction of megafauna in the ice-age Arctic. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 112, 14301-14306. <https://doi.org/10.1073/pnas.1516573112>

Poszwecka B., Gogolewski K., Stankiewicz P. & Gambin A. (2022). Revised time estimation of the ancestral human chromosome 2 fusion. *BMC Genomics*, 23, 616. <https://doi.org/10.1186/s12864-022-08828-7>

La formazione dello Stretto di Bering: il ponte tra i continenti

Durante le glaciazioni pleistoceniche, l'abbassamento del livello marino di oltre 100 metri trasformò lo Stretto di Bering in un ponte di terra emersa largo fino a 1.600 chilometri. Questo ponte, denominato "Beringia", (Fig. 4), rappresentò il corridoio migratorio che permise a *Homo sapiens* di raggiungere le Americhe tra 25.000 e 15.000 anni fa. Il ritmo delle glaciazioni, controllato dai cicli orbitali terrestri, determinò l'apertura e la chiusura di questo ponte naturale. Le popolazioni umane dovettero sincronizzare le loro migrazioni con questi ritmi geologici: svariati flussi migratori di popolazioni provenienti dalla Siberia si insediarono nell'attuale Alaska, dimostrando come la tettonica terrestre abbia "programmato" la colonizzazione umana del pianeta. Le analisi genetiche delle popolazioni native americane mostrano chiari "colli di bottiglia" corrispondenti ai periodi di chiusura dello Stretto, quando piccoli gruppi rimasero isolati per millenni in rifugi glaciali.

Da lì non uscirono fino alla fine del periodo glaciale, intorno a 10.000 anni fa, quando i ghiacciai iniziarono a ritirarsi e a liberare enormi quantità di acqua, sommerso le terre prima disponibili. Gli Amerindi si divisero allora in due gruppi; una parte si disperse per tutto il Nord America, mentre l'altro gruppo discese nell'America centrale e meridionale.

I terremoti dell'Anatolia: barriere e corridoi evolutivi

L'intensa attività sismica dell'Anatolia, causata dal movimento della placca arabica verso nord-ovest, ha creato nel tempo complessi sistemi di faglie (Fig. 5) che hanno influenzato le migrazioni umane tra Africa, Asia ed Europa. Durante il Pleistocene, i grandi terremoti modificarono ripetutamente la morfologia del Bosforo e dei Dardanelli, creando barriere temporanee o facilitando attraversamenti. Le popolazioni di *Homo erectus* e successivamente di *Homo sapiens* dovettero adattare le loro strategie migratorie a questo ambiente tettonicamente attivo. Le analisi genetiche mostrano che solo piccoli gruppi riuscirono ad attraversare questa zona di instabilità geologica, in momenti geologicamente favorevoli. I siti archeologici della regione mostrano interruzioni nell'occupazione umana corrispondenti ai periodi di maggiore attività sismica, confermando l'impatto diretto della tettonica sulle popolazioni preistoriche. In un'epoca di cambiamenti ambientali rapidi, comprendere come i nostri antenati abbiano risposto agli episodi geologici del passato diventa fondamentale per affrontare le sfide future.

ISOTOpE HUNTer¹⁵

Transformati in un Isotope ²Hunter

Le ³⁴Soluzioni automatizzate Thermo Scientific™ per la spettrometria di massa isotopica ti aiutano a ¹³Catturare il fingerprinting isotopico che i processi ¹⁵Naturali lasciano sui tuoi campioni di rocce, alimenti, fibre o tessuti, permettendoti di tracciarne la loro identità e ¹⁸Origine.

Scopri di più thermofisher.com/isotopenhunter



QUANDO LE SCIENZE DELLA TERRA INCONTRANO IL CRIMINE:

*il ruolo delle
geoscienze forensi*

a cura di Rosa Maria Di Maggio

Le geoscienze forensi rappresentano un supporto tecnico-scientifico essenziale nelle indagini relative a reati ambientali, contro la persona e contro i beni culturali. Attraverso metodologie analitiche sui materiali geologici, rilevamenti sul campo, tecniche geofisiche e telerilevamento, il geoscientziato forense contribuisce all'identificazione di inquinanti, alla localizzazione di corpi o reperti sepolti, alla verifica dell'autenticità di materiali storici e a collegare i soggetti coinvolti in un reato a specifici luoghi geografici. L'integrazione con strumenti GIS e analisi multispettrali consente di elaborare dati spaziali complessi a supporto delle autorità giudiziarie. La precisione delle indagini geologiche e la loro interdisciplinarità si rivelano decisive per l'accertamento della verità in contesti criminali sempre più articolati.



Keywords

- Geoscienze Forensi
- Tecniche Geologiche
- Materiali Geologici
- *Remote Sensing*

INTRODUZIONE

Le geoscienze forensi integrano diverse branche delle Scienze della Terra, come mineralogia, petrografia, geofisica, geochemica, pedologia e *remote sensing* offrendo un contributo cruciale alle indagini giudiziarie (Di Maggio, 2025). Il loro campo d'azione è ampio e può essere applicato a reati contro le persone, l'ambiente e i beni culturali. Il geoscientiato forense è sempre più richiesto da Tribunali, Procure e avvocati per svolgere perizie e consulenze tecniche, con l'obiettivo di individuare elementi probatori rilevanti ai fini del procedimento giudiziario (Barone & Di Maggio, 2023). Il suo ruolo richiede non solo preparazione scientifica, ma anche conoscenza della normativa ambientale e penale e una rigorosa etica professionale. Indipendentemente dal tipo di reato, il geoscientiato adotta un approccio sistematico: analizza e interpreta l'ambiente fisico, geografico e geologico dove si è consumato l'illecito, cercando indizi utili alla ricostruzione della dinamica criminale (Di Maggio & Barone, 2017). Lo studio del territorio avviene in due fasi complementari: analisi da remoto (cartografia e telerilevamento) e indagini dirette *in situ* per la caratterizzazione geologica, geochemica e geofisica dell'area interessata.



Fig. 1 - Immagini satellitari (2011 e 2013) della stessa area costiera: nel 2013 si rileva l'assenza di un manufatto contenente MCA, demolito, i cui detriti sono stati successivamente rinvenuti interrati nell'area stessa, destinata alla balneazione (cortesia Dr. Pier Matteo Barone). La risoluzione relativamente bassa delle immagini riflette le limitazioni dei *dataset* gratuiti disponibili, che, pur con tale vincolo, laddove dati più accurati non siano reperibili, permettono comunque di ricostruire processi di trasformazione antropica.

REATI AMBIENTALI

La Legge 68/2015 ha trasformato gli illeciti ambientali in veri e propri reati, richiedendo indagini di polizia giudiziaria supportate da esperti tecnici. Nei casi di sospetto inquinamento ambientale, il geoscientiato forense, di concerto con gli organi inquirenti, si occupa di ricercare e localizzare il potenziale sito inquinato, di verificare l'effettiva presenza di inquinanti e di caratterizzarli, sia nella tipologia che nella quantità (Di Maggio & Barone, 2019). Se esplicitamente richiesto dall'Autorità Giudiziaria, si occupa di fornire indicazioni sugli eventuali piani di bonifica ambientale, sulla base delle evidenze emerse nel lavoro di indagine. Tali attività sono finalizzate a comprovare se, in merito al procedimento giudiziario in questione, ci siano i presupposti dell'illecito ambientale in relazione alla pericolosità per l'ambiente e per la popolazione, in modo da permettere agli organi inquirenti di svolgere velocemente il loro compito. Il lavoro del geoscientiato forense è, quindi, preliminare ad una eventuale caratterizzazione finalizzata ad azione di bonifica di un sito inquinato, laddove la bonifica sia conseguente ad un illecito a danno dell'ambiente.

I rilevamenti da remoto nei reati ambientali

Il rilevamento da remoto permette di studiare aree di elevata estensione in tempi relativamente brevi e di indagare zone dove l'accesso da terra è difficoltoso, sia per problemi connessi direttamente al territorio sia per esigenze specifiche richieste dalle attività giudiziarie. Per esempio, le fotografie aeree e satellitari possono fornire importanti informazioni circa l'area da indagare e il loro utilizzo nelle fasi preliminari di una cognizione può rivelarsi efficace, consentendo un notevole risparmio di tempo ed energie (Di Maggio et al. 2016). Particolarmente efficace si è dimostrata la tecnica di analisi multi-temporale di fotografie aeree e satellitari. L'analisi dei fotogrammi che riproducono in anni diversi la stessa porzione di territorio permette, infatti, di valutare sia la sua evoluzione in un preciso intervallo temporale, sia le modificazioni antropiche e naturali che esso ha subito (**Fig. 1**). Un ulteriore supporto alle indagini sul territorio per localizzare aree inquinate è l'uso di sensori multispettrali montati su aerei, capaci di registrare la radiazione naturale rilasciata o riflessa da un *target* nelle bande visibile, infrarossa e termica. Questi dati generano immagini multibanda, utili per ottenere informazioni territoriali e produrre mappe tematiche accurate, analizzando la risposta spettrale nelle



Fig. 2 - Cavità all'interno di una cava di tufo dismessa, utilizzata illegalmente come sito di sversamento di rifiuti inerti e pericolosi, tra cui materiali contenenti amianto, con conseguente rischio ambientale e sanitario.

diverse bande. Nel campo dell'inquinamento ambientale, le tecniche multispettrali permettono di identificare le alterazioni chimico-fisiche di superfici e specchi d'acqua al fine di individuare e mappare materiali inquinanti dispersi, studiare il comportamento termico delle acque superficiali, mappare le tipologie algali e loro diffusione, valutare la torbidità ed il colore delle acque, indagare lo stato di salute della vegetazione in base a parametri biofisici e indici di vegetazione, localizzare le aree di sversamento dei rifiuti non autorizzate, accertare le destinazioni d'uso dei suoli, identificare, mappare e monitorare la presenza di amianto e altri materiali pericolosi.

Il rilevamento *in situ* e le analisi di laboratorio nei reati ambientali

Il sopralluogo *in situ* viene svolto per verificare l'effettiva presenza di rifiuti o di materiali inquinanti, la loro quantità e la loro pericolosità, per mezzo di varie tecniche (**Fig. 2**).

Le tecniche geofisiche, in particolare, permettono di localizzare rifiuti interrati, discariche e aree di contaminazione nel sottosuolo in modo non invasivo (Di Maggio, 2022). La possibilità di individuare un target sepolto di interesse forense dipende dalla sua natura rispetto a quella del materiale circostante, dalle condizioni ambientali in cui si trova, dalla sensibilità della tecnica e dello strumento di misura impiegato. Infatti, le tecniche geofisiche sono in grado di rilevare un bersaglio solo se il contrasto di proprietà fisiche *target*/materiale produce in superficie una variazione chimico/fisica misurabile.

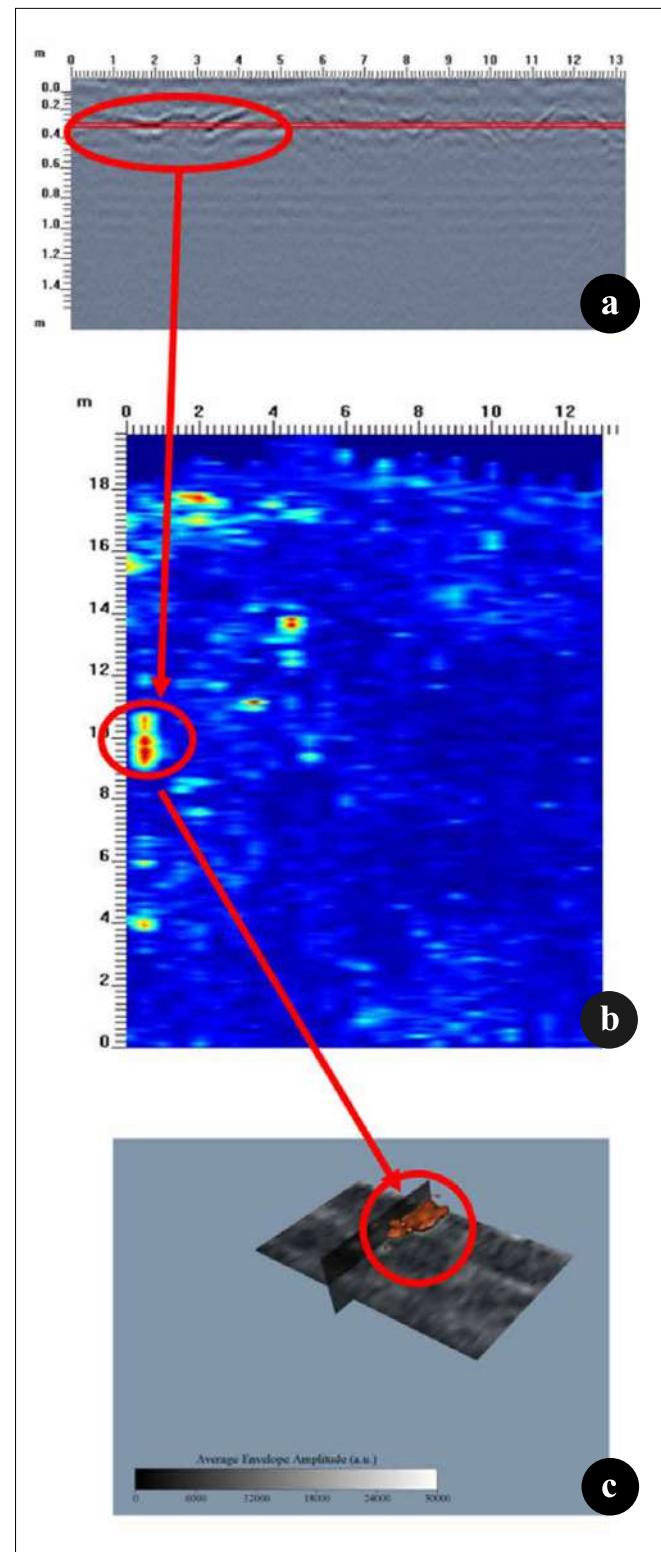


Fig. 3 - Tre rappresentazioni tipiche del GPR dello stesso target forense: **a)** radargramma; **b)** slice di profondità; **c)** pseudo 3D (cortesia Dr. Pier Matteo Barone).

Il metodo magnetico trova applicazione soprattutto nella ricerca di oggetti metallici magnetici sepolti, come fusti contenenti materiale nocivo ed inquinante.

La tomografia elettrica (ERT) viene impiegata molto proficuamente per rilevare contrasti di resistività nel terreno, identificando oggetti metallici, cavità o liquidi inquinanti, come il percolato da discarica.

In condizioni ottimali, il *georadar* (GPR), equipaggiato con antenne a medio-alta frequenza, può fornire informazioni sulla presenza, la forma e la posizione di oggetti sepolti metallici e non metallici come plastiche, resine, legno, materiali da costruzione, inquinanti non conduttori, a patto che questi siano in grado di generare, rispetto al materiale circostante, un contrasto di proprietà elettromagnetiche sufficientemente elevato (**Fig. 3**) (Barone & Di Maggio, 2019a).

Le tecniche geochimiche permettono di identificare e quantificare gli inquinanti nei terreni e nelle acque superficiali e di falda. La prassi prevede fasi di studio di un sito potenzialmente inquinato attraverso campionamenti di tipo speditivo e campionamenti canonici, per quei punti

che richiedono un approfondimento, secondo i parametri normativi (es. D.Lgs. 152/2006). Il campionamento di tipo speditivo serve per definire quali sono le problematicità del sito e quindi per snellire le eventuali analisi relative al campionamento canonico. La stessa procedura viene svolta per le analisi delle acque che richiedono lo spurgo della falda, previo studio delle sue caratteristiche. Per lo studio della diffusione degli inquinanti in falda si impiegano *software* specifici e carte tematiche di propagazione.

Tutte le informazioni sopra indicate sono integrate tramite sistemi GIS, fondamentali per correlare e visualizzare informazioni eterogenee all'interno di una mappa unitaria, utile per valutazioni tecnico-legali.

REATI CONTRO LA PERSONA

Le geoscienze forensi rappresentano un supporto efficace nelle indagini relative ai reati contro la persona, come sequestri di persona, omicidi, lesioni, aggressioni, minacce alla pubblica incolumità e scomparse. In questi casi, l'analisi geologica consente di ottenere informazioni preziose sull'ambiente geografico in cui il crimine è avvenuto o dove potrebbero essere stati occultati elementi di prova o i corpi delle vittime. Tecniche come lo studio delle tracce di terreno ritrovate su indumenti, veicoli o oggetti, permettono di collegare i soggetti coinvolti a specifici luoghi geografici, grazie alla caratterizzazione chimico-mineralogica e sedimentologica dei campioni (Di Maggio & Barone, 2017; Mercurio et al., 2019, 2023).

Lo studio delle morfologie superficiali naturali o artificiali è fondamentale per individuare fosse clandestine, fosse comuni o aree di interramento illegale.

L'analisi territoriale geomorfologica e idrogeologica è centrale nella pianificazione della ricerca di persone scomparse o sequestrate, specialmente in aree vaste, impervie o non urbanizzate.

Un ambito particolare riguarda le indagini giudiziarie legate a disseti idrogeologici (frane, colate detritiche, esondazioni) che hanno causato vittime, dove emergono presunte responsabilità omissive da parte delle autorità di protezione civile. In questi casi, il geoscientiato forense analizza la dinamica dell'evento, la storia geologica del territorio, i segnali premonitori trascurati e l'adeguatezza degli interventi di prevenzione, mitigazione ed allertamento della popolazione, fornendo una base tecnica per accettare negligenze o omissioni penalmente rilevanti.

Il rilevamento da remoto nei reati contro la persona

Il rilevamento da remoto è una risorsa strategica nelle indagini sui reati contro la persona, in particolare per pianificare la ricerca di persone scomparse. L'utilizzo combinato di immagini satellitari ad alta risoluzione, fotografie aeree e rilievi con droni consente di esaminare vaste aree territoriali in tempi rapidi e con dettaglio crescente. I droni, in particolare,



Fig. 4 - Calzature appartenenti a una vittima di omicidio, con tracce di terriccio prelevate per analisi forensi finalizzate alla localizzazione dell'ultimo luogo calpestato.

sorvolano aree impervie o difficilmente accessibili, generando ortofoto aggiornate e modelli digitali del terreno (DTM) in grado di evidenziare anomalie morfologiche, depressioni sospette, disturbi recenti del suolo o vegetazione alterata, che possono indicare la presenza di passaggi, evidenze, fosse o zone di occultamento.

Il telerilevamento viene anche utilizzato per l'analisi della scena del crimine, attraverso la valutazione delle vie di accesso e di fuga utilizzate dai criminali, la distribuzione spaziale degli elementi presenti sul terreno e l'identificazione di tracce antropiche (sentieri, segni di passaggio, depositi di materiali). L'integrazione con GIS consente una modellazione spaziale utile per ricostruire la dinamica del crimine e pianificare efficacemente le operazioni di ricerca.

Queste tecniche sono essenziali anche nell'ambito dei disseti idrogeologici con vittime umane. Immagini satellitari e i dati LIDAR o *radar* interferometrici possono documentare la dinamica dell'evento, individuare le aree colpite e analizzare la corrispondenza con le mappe di pericolosità e rischio preesistenti. Ciò consente di valutare l'efficacia delle azioni



Fig. 5 - Fasi di uno scavo stratigrafico forense finalizzato al recupero di resti umani.

di prevenzione e di allerta messe in atto (o omesse) dalle autorità competenti, fornendo elementi tecnici fondamentali per accertare eventuali responsabilità penali.

Il rilevamento *in situ* e le analisi di laboratorio nei reati contro la persona

Il rilevamento *in situ* e le analisi di laboratorio costituiscono strumenti fondamentali per ottenere elementi probatori oggettivi, soprattutto nei casi di occultamento di corpi, spostamenti sospetti e tracce geologiche da confrontare (Barone et al. 2022; Di Maggio & Barone, 2017). Il repertamento dei materiali geologici rappresenta una fase essenziale dell'attività investigativa e si svolge direttamente sulla scena del crimine. Il geoscientiato forense raccoglie campioni di terreno in punti ritenuti significativi: per esempio in prossimità di un corpo, di tracce di trascinamento o veicoli, oppure sugli indumenti o oggetti appartenenti alla vittima o a un sospettato (Fig. 4). I prelievi seguono protocolli rigorosi per evitare contaminazioni, etichettando ogni campione con coordinate, profondità, stratigrafia e condizioni ambientali.

I campioni raccolti vengono sottoposti ad analisi di laboratorio volte a caratterizzarne la composizione, la struttura e l'origine. Le tecniche includono analisi mineralogiche, petrografiche, geochimiche, granulometriche, morfoscopiche e spettroscopiche, nonché analisi della componente organica e antropogenica. Lo scopo principale di tali analisi è

confrontare le tracce di terreno presenti su oggetti, veicoli, scarpe o vestiti di un sospettato con i campioni prelevati da un luogo specifico, al fine di stabilire se esiste una possibile correlazione spaziale, tra un soggetto e l'area di interesse investigativo.

Un ambito particolarmente rilevante delle indagini geologiche è la localizzazione di corpi sepolti. Le modificazioni artificiali nel suolo, anche se visivamente non evidenti, possono essere rilevate con tecniche geofisiche non invasive. Tra queste, il *georadar* (GPR), la tomografia elettrica (ERT), la magnetometria e la resistività del suolo sono strumenti in grado di identificare anomalie stratigrafiche, vuoti, variazioni di umidità o materiali eterogenei che suggeriscono l'intervento umano (Barone & Di Maggio, 2019a). La scelta della tecnica dipende dalle condizioni geologiche locali, dalla profondità attesa del *target* e dal tipo di substrato. Individuata un'anomalia significativa, si procede con il recupero del corpo tramite scavo stratigrafico, condotto da geologi, geoarcheologi e antropologi forensi (Fig. 5). Lo scavo stratigrafico non ha solo lo scopo di riportare alla luce i resti umani, ma anche di documentare in modo dettagliato la sequenza dei depositi, le eventuali alterazioni antropiche e il posizionamento del corpo all'interno del contesto geologico. Ogni fase viene registrata fotograficamente, cartograficamente e mediante schede descrittive, al fine di garantire la tracciabilità e l'integrità della prova.

REATI CONTRO I BENI CULTURALI

Con la Legge n.893 del 18 Ottobre 2018, è stato introdotto nel Codice Penale il titolo VIII-bis, “Dei delitti contro il patrimonio culturale”, con l’obiettivo di armonizzare il sistema sanzionatorio e superare la frammentazione normativa tra Codice Penale e Codice dei Beni Culturali. La norma disciplina reati quali: riciclaggio, furto, appropriazione indebita, ricettazione, illecita detenzione, possesso ingiustificato di metal detector, contrabbando, danneggiamento, devastazione e saccheggio, e falsificazione.

In questo contesto, il geoscientziato forense riveste un ruolo cruciale, poiché molti beni culturali sono costituiti da materiali geologici naturali (rocce, minerali, fossili) o derivati (ceramiche, malte, vetri, pigmenti). Le sue competenze permettono, quindi, di identificare la provenienza dei materiali tramite analisi petrografiche, mineralogiche, geochimiche o paleontologiche, utili a distinguere un manufatto autentico da una contraffazione (Di Maggio, 2021). In casi di furto o ricettazione, lo studio dei materiali del manufatto può fornire elementi probatori sulla sua provenienza e valore. In situazioni di danneggiamento, il geoscientziato può valutare il tipo di alterazione, la natura dell’impatto (meccanico, chimico, ambientale) e contribuire alla ricostruzione dell’evento. Inoltre, in contesti di scavo illegale o uso improprio di strumenti come *metal detector*, le sue analisi stratigrafiche e sedimentologiche sono essenziali per ricostruire le dinamiche del reato e i danni arrecati al contesto archeologico.

Il rilevamento da remoto nei reati contro i beni culturali

Il rilevamento da remoto, in particolare attraverso l’analisi multi-temporale di immagini satellitari ad alta risoluzione, rappresenta uno strumento fondamentale per il monitoraggio e la tutela del patrimonio culturale su larga scala. Questa tecnica consente di rilevare variazioni nel territorio, come alterazioni morfologiche, scavi abusivi, distruzioni mirate o costruzioni non autorizzate, spesso in aree remote o difficilmente accessibili. In contesti di instabilità geopolitica o di conflitto armato, l’osservazione satellitare si è dimostrata essenziale per documentare in tempo quasi

reale la devastazione o il saccheggio di siti archeologici. Un esempio emblematico è quello delle città siriane di Apamea e Palmira, patrimonio UNESCO, gravemente danneggiate durante l’occupazione da parte dello Stato Islamico (🌐 <https://whc.unesco.org/en/list/23>). Le immagini satellitari hanno permesso di individuare distruzioni sistematiche di templi, tombe e monumenti, nonché attività di scavo illegale finalizzate alla sottrazione di reperti destinati al mercato nero, con lo scopo di finanziare attività militari attraverso la vendita di beni archeologici (**Fig. 6**).

Le missioni satellitari più utilizzate in questo ambito includono Sentinel-2 (programma Copernicus dell’ESA), che fornisce dati multispettrali gratuiti con una risoluzione spaziale fino a 10 metri, ideali per il monitoraggio multitemporale; Landsat 8 e 9 (NASA/USGS), che offrono una lunga serie storica di immagini con risoluzione di 30 metri, utile per valutazioni di lungo periodo; e i satelliti commerciali ad altissima risoluzione come WorldView-2 e WorldView-3 (Maxar Technologies), capaci di fornire dettagli fino a 30 cm, fondamentali per la rilevazione fine di cambiamenti sul suolo o danni puntuali ai monumenti. L’uso combinato di dati ottici e termici, integrato con sistemi GIS e tecniche di analisi di immagine, consente non solo di identificare le anomalie, ma anche di documentare e quantificare i danni, fornendo prove oggettive utili in ambito forense, investigativo e giudiziario.

Il rilevamento *in situ* e le analisi di laboratorio nei reati contro i beni culturali

Il rilevamento *in situ* e le analisi di laboratorio costituiscono un supporto fondamentale nella caratterizzazione dei materiali costituenti i beni culturali, specialmente nei casi di danneggiamento, mercato illegale, falsificazione o provenienza incerta. Il geoscientziato forense, operando sul campo, effettua rilievi stratigrafici, petrografici e mineralogici, documentando lo stato di conservazione, i contesti geologici originali e le eventuali alterazioni subite dai manufatti. In laboratorio, si eseguono analisi petrografiche in sezione sottile, spettrometrie (XRF, ICP-MS), diffrattometria a raggi X (XRD), microscopia elettronica (SEM-EDS) e analisi



Fig. 6 - Sito archeologico di Apamea (Siria). **a)** Immagine satellitare del 2011 che mostra il sito in condizioni intatte; **b)** immagine del 2013 che documenta l'estesa attività di scavo illecito condotta da gruppi jihadisti, finalizzata al traffico internazionale di reperti archeologici.



isotopiche, utili per determinare la composizione chimico-mineralogica dei materiali, la loro origine geologica e la presenza di eventuali trattamenti artificiali o sostanze che ne indichino la falsificazione. Queste tecniche permettono anche di confrontare materiali sospetti con campioni di riferimento, aiutando a stabilirne autenticità e provenienza.

Un ambito particolarmente sensibile è quello dei fossili pregiati, oggetto di traffici illeciti su scala internazionale. La loro identificazione e attribuzione stratigrafica richiedono competenze paleontologiche e sedimentologiche specifiche, che il geoscientiato forense può mettere in campo per distinguere reperti autentici da copie moderne o esemplari ricollocati in contesti falsificati. In caso di reperti sospetti, il geoscientiato svolge inizialmente le osservazioni paleontologiche per identificare e classificare l'esemplare, verificare se la specie o l'associazione di specie siano reali o frutto di invenzione, e analisi tafonomiche sui processi di fossilizzazione. Successivamente, svolge analisi fisiche,

chimiche e spettroscopiche per determinare la natura dei materiali utilizzati per creare il falso reperto o per ricostruirlo parzialmente. Nel caso di analisi di reperti sottratti al mercato illegale, il geoscientiato, oltre ad accertare se il reperto sia vero o falso, a studiarne la tafonomia e a classificarlo, ne determina l'età, anche attraverso analisi radiometriche, la rarità, la possibile provenienza, lo stato di conservazione ed eventualmente il valore, in termini di importanza scientifica e museale.

Dal punto di vista normativo, è rilevante osservare che anche la raccolta incontrollata dei fossili costituisce reato. Infatti, in Italia la raccolta dei fossili è regolamentata dalla legge n. 1089 del 1939 e dal Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio del 2004, che disciplinano anche le attività archeologiche. I fossili ritrovati sul nostro territorio sono di proprietà dello Stato, il quale a fronte di una denuncia di possesso può concedere o meno la possibilità di custodirli al denunciante (Di Maggio, 2025).

IN CONCLUSIONE...

Le geoscienze forensi rappresentano un supporto tecnico-scientifico essenziale nelle indagini giudiziarie, fornendo strumenti avanzati per l'analisi del contesto geologico, geomorfologico e ambientale. Dall'identificazione di siti contaminati alla localizzazione di sepolture clandestine, fino all'analisi di materiali geologici, all'autenticazione di reperti e alla valutazione di responsabilità nei dissetti idrogeologici, le tecniche di telerilevamento, prospezione geofisica, analisi mineralogiche e geochimiche permettono di acquisire evidenze oggettive ad alto valore probatorio (Barone & Di Maggio, 2019b).

L'interdisciplinarità e la precisione delle geoscienze rappresentano un pilastro indispensabile per l'accertamento tecnico nei reati contro la persona, l'ambiente e i beni culturali, soprattutto in un'epoca in cui la criminalità si fa sempre più sofisticata, offrendo strumenti scientifici in grado di ricostruire eventi complessi, localizzare evidenze probanti, individuare responsabilità e supportare il processo giudiziario con dati oggettivi, verificabili e integrabili con altre discipline forensi.

BIBLIOGRAFIA

Barone P.M. & Di Maggio R.M. (2019a). *Forensic geophysics: ground penetrating radar (GPR) techniques and missing person investigation*. Journal of Forensic Science Research, 4(4), 337-340.
DOI:10.1080/20961790.2019.1675353

Barone P.M. & Di Maggio R.M. (2019b). *Dealing with Different Forensic Targets: Geoscientists at Crime Scene*. In Fitzpatrick R.W. & Donnelly L.J. (eds). Forensic Soil Science and Geology. Geological Society, London, Special Publications, 492, 87-94.
<http://doi.org/10.1144/SP492-2017-274>

Barone P.M., Di Maggio R.M. & Mesturini S. (2022). *Materials for the study of the locus operandi in the search for missing persons in Italy*. Forensic Sciences Research, 2022, 7(3), 371-377.
DOI:10.1080/20961790.2020.1854501

Barone P.M. & Di Maggio R.M. (2023). *Exploring the Growing Importance of Forensic Gearchaeology in Italy*. Forensic Sciences, 3(4), 533-543.
<https://doi.org/10.3390/forensicsci3040037>

Di Maggio R.M. (2021). *How forensic geology can be a valuable support to investigate past crimes: A case study on the discovery of an 8th century AD burial, likely desecrated, at the necropolis of Santa Severa, Italy*. In Shvedchikova T., Moghaddam N., Barone P.M. (eds). Crimes in the Past: Archaeological and Anthropological Evidence. Springer, 11-20.
DOI:10.2307/j.ctvln9djz3

Di Maggio R.M. (2022). *Geologia forense e illeciti ambientali. Focus sulla Legge n. 68 del 22 maggio 2015*. In Baldi D., Uricchio V.F. (eds). Le bonifiche ambientali nell'ambito della transizione ecologica. Monografie di Geologia Ambientale ISBN 979-12-80811-00-4, pubblicazione della Società Italiana di geologia Ambientale (Sigea) e Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), 340-344.

Di Maggio R.M. (eds) (2025). *Le Geoscienze forensi. Dodicesimo volume della collana Scienza e Crimine - Gli strumenti scientifici al servizio delle indagini*. Le Scienze, anno II, 2, GEDI Gruppo Editoriale.

Di Maggio R.M. & Barone P.M. (eds) (2017). *Geoscientists at Crime Scene. A Companion to Forensic Geoscience*. Soil Forensics, Springer.
DOI:10.1007/978-3-319-58048-7

Di Maggio R.M. & Barone P.M. (2019). *La geologia forense applicata ai reati sull'inquinamento ambientale*. In Baldi D., Giangrasso M., Paparella S. (eds). Bonifica dei siti inquinati. Supplemento al n. 2/2019 ISSN 1591-5352 della rivista Geologia dell'Ambiente, periodico trimestrale della Società Italiana di geologia Ambientale (Sigea), 137-142.

Di Maggio RM., D'Orefice M. & Graciotti R. (2016). *L'utilizzo delle tecniche di fotointerpretazione aerea per reati contro l'ambiente ed il territorio*. Il Penalista (ISSN 2464-9635), Portali Tematici Giuffrè. A. Giuffrè Editore, Milano.

Mercurio M., Langella A., Di Maggio R.M. & Cappelletti P. (eds) (2019). *Analisi Mineralogiche in Ambito Forense*. Aracne Editrice, ISBN 978-88-255-2235-8

Mercurio M., Langella A., Di Maggio R.M. & Cappelletti P. (eds) (2023). *Mineralogical Analysis Applied to Forensics*. Soil Forensics, Springer, Cham.
<https://doi.org/10.1007/978-3-031-08834-6>

132.9 C 35



C 036



UNIL MEGOLO C.S.I. s.r.l. HOLE DT-1A

Esempio di cassa contenente 5 carote da 85 mm di diametro (PQ), di 1 metro ciascuna, a Megolo di Mezzo.



L'OTTAVO PILASTRO DELLA SAGGEZZA: *la missione Moho del progetto ICDP-DIVE*

a cura di Mattia Pistone, Marco Venier, Alba Simona Zappone, Alberto Zanetti, Marco Giardino, Simona Pierdominici, György Hetényi, Othmar Müntener, Luca Ziberna, Donato Giovannelli, Virginia Toy, Andrew Greenwood e Silvia Pondrelli

E più difficile accedere all'interno della Terra pochi chilometri sotto i nostri piedi che esplorare la superficie di un altro pianeta distante centinaia di migliaia o milioni di chilometri. L'esplorazione del nostro pianeta mediante le tecniche di perforazione rappresenta una delle più grandi sfide nel campo delle Geoscienze. Sin dagli anni '60, si è tentato di raggiungere il confine tra la crosta e il mantello noto come Moho. Questo confine che rappresenta le fondamenta dei continenti è solitamente fuori dalla portata della nostra tecnologia odierna. Tuttavia, in alcuni luoghi della Terra, è possibile raggiungere la Moho continentale a profondità accessibili dalla nostra tecnologia. La Zona Ivrea-Verbano nelle Alpi italiane è la nicchia ideale per scoprire la Moho a meno di 2 km di profondità. Il progetto DIVE (*Drilling the Ivrea-Verbano zone*) dell'*International Continental Scientific Drilling Project* (ICDP) permetterà lo studio diretto della Moho continentale per la prima volta nella storia della scienza.

CONTRIBUTI

AUTORI



Mattia Pistone

Dipartimento di Geologia,
Università della Georgia.



Marco Venier

Dipartimento di Scienze della Terra,
Università Johannes Gutenberg di Mainz.

Keywords

- Zona Ivrea-Verbano
- Crosta-mantello
- Moho
- Pseudotachiliti

Alba Simona Zappone,
Dipartimento di Scienze della Terra,
Politecnico Federale di Zurigo.

Alberto Zanetti,
Istituto di Geoscienze e Georisorse,
Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Marco Giardino,
Dipartimento di Scienze della Terra,
Università di Torino.

Simona Pierdominici,
Centro di Ricerca Tedesco per
le Geoscienze a Potsdam.

György Hetényi,
Istituto di Scienze della Terra,
Università di Losanna.

Othmar Müntener,
Istituto di Scienze della Terra,
Università di Losanna.

Luca Ziberna,
Dipartimento di Matematica,
Informatica e Geoscienze.

Donato Giovannelli,
Dipartimento di Biologia,
Università Federico II di Napoli.

Virginia Toy,
Dipartimento di Scienze della Terra,
Università Johannes Gutenberg
di Mainz.

Andrew Greenwood,
Istituto di Geofisica Applicata,
Università di Leoben.

Silvia Pondrelli,
Istituto Nazionale di Geofisica e
Vulcanologia, Sezione di Bologna.

AB IMIS: INTRODUZIONE

Gli esseri umani moderni (*Homo sapiens*) abitano la Terra da ~300.000 anni, eppure l'esplorazione del sottosuolo continua a essere una delle più grandi sfide con cui la nostra società continua a misurarsi. In particolare, i continenti su cui abitiamo sono parte integrante della crosta terrestre che rappresenta l'epidermide del nostro pianeta intimamente connesso con le dinamiche dell'atmosfera, dell'idrosfera, e della biosfera di cui facciamo parte. La crosta continentale rappresenta un archivio unico che abbraccia 4,2 miliardi di anni della storia della Terra. La crosta continentale copre il 41% della superficie terrestre, rappresenta il 70% del volume crostale totale della Terra e si trova ad una quota più elevata rispetto a quella della crosta oceanica, la quale è in gran parte subdotta a causa della sua

elevata densità rispetto a quella dei continenti. Le rocce ricche in silice che dominano le porzioni superiori della crosta continentale terrestre sono un unicum nel Sistema Solare e la loro origine è strettamente legata alla presenza di acqua liquida sulla Terra. La crosta si estende verticalmente dalla superficie fino alla discontinuità di Mohorovičić o Moho (Mohorovičić, 1910), che divide la crosta dal mantello come evidenziato dal repentino aumento della velocità delle onde primarie (P) da < 7 km/s a > 8 km/s (Fig. 1). Nelle rappresentazioni visive del sottosuolo mediante la propagazione delle onde sismiche (profili geofisici) tale discontinuità può manifestarsi come una linea apparentemente netta o come una zona di transizione (Fig. 1). Tuttavia, la sua corrispondenza con un confine riconoscibile tra rocce diverse è spesso complessa e tutt'altro che univoca. Rimane pertanto aperto l'interrogativo sulla natura petrologica, geochimica e strutturale della Moho. Tale quesito stimola tutt'oggi un dibattito scientifico di lungo corso iniziato a partire dalle ceneri di Trinity del progetto Manhattan (Bindi, 2025) con il nuovo ruolo assunto dalla scienza come motore del progresso nell'era della tecnica (Anders, 1956).

Fino ad ora questo dibattito sulla Moho ha proposto diverse ipotesi sulla sua natura. Si ipotizza che la Moho sia un fronte di serpentizzazione (processo che altera i minerali ricchi in ferro e magnesio con il contributo di fluidi come l'acqua), un cambiamento di chimica e minerali (litologico) dalle rocce crostali a quelle del mantello, uno spartiacque tra rocce crostali ricche in plagioclasio e rocce mantelliche prive dello stesso minerale, o una discontinuità strutturale tra rocce aventi diverse tessiture o disposizioni spaziali di minerali. Determinare l'architettura e la geochimica interna della crosta continentale è una delle missioni chiave nel campo delle Geoscienze. L'esplorazione diretta dell'interno della Terra è fondamentale per studiare i processi geologici e le georisorse che modulano la vita sul nostro pianeta e il progresso della nostra società. Questa esplorazione permette di svelare molte incognite contenute nell'inaccessibile Terra solida studiate attraverso diverse tecniche geofisiche che offrono una radiografia interna del nostro pianeta. I dati geofisici, tra cui le velocità delle onde sismiche, i contrasti di densità, le anomalie magnetiche e i flussi di calore, sono cruciali per determinare le caratteristiche della struttura interna della Terra. Tuttavia, la complessità intrinseca di questi dati impedisce interpretazioni

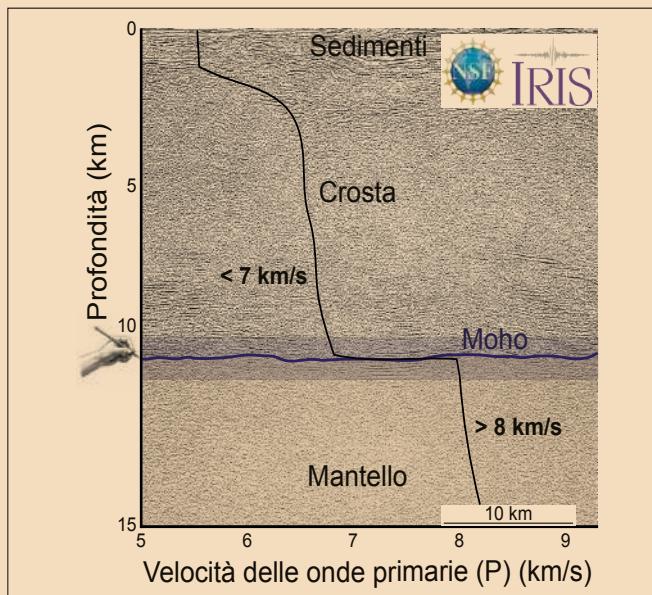


Fig. 1 - Esempio di rappresentazione visiva della litosfera (crosta+mantello) oceanica attraverso la propagazione delle onde sismiche primarie (P) (profilo sismico) con interpretazione dei dati per la definizione del confine Moho (come linea netta o zona di transizione). Profilo sismico prodotto dal consorzio universitario scientifico IRIS (*Incorporated Research Institutions for Seismology*) dell'unità SAGE (*Seismological Facility for the Advancement of Geoscience*) della NSF (*National Science Foundation*), ridefinito a più alta risoluzione mediante il modello 3.5 di ChatGPT (*Chat Generative Pre-trained Transformer*) dell'OpenAI Inc. (USA), e ridisegnato in questo contributo. La figura che mostra la mano con matita è prodotta da © 2000-2025 Dreamstime.

DE SCIENTIA PROFUNDI: BREVE STORIA DELLA PERFORAZIONE SCIENTIFICA

univoche e la loro applicazione ad una risoluzione più minuta (al di sotto di un chilometro) non è possibile alla scala della litosfera (l'involucro più esterno e rigido della Terra solida). In pratica, l'esplorazione indiretta dell'interno terrestre può avvenire a larga scala, ma con bassa o bassissima risoluzione, restituendo un'immagine poco definita; oppure ad altissima risoluzione, capace di offrire un dettaglio nitido ma isolato dal contesto di cui fa parte. Lo studio della Moho esposta in rare e antiche sezioni di crosta e mantello affioranti in superficie in seguito a processi di esumazione rappresenta un'inestimabile opportunità per comparare i contrasti chimici e fisici tra i due involucri della struttura a cipolla del nostro pianeta. Tuttavia la Moho esposta in sezioni oceaniche chiamate ofioliti mappate in Wadi Abyad (Oman), Tablelands nel Parco Nazionale di Gros Morne in Terranova (Canada) e il complesso dell'isola di Leka (Norvegia) e in sezioni continentali come quella di Premosello del Geoparco UNESCO Sesia Val Grande nella Zona Ivrea-Verbano (recentemente inserito tra i 200 siti di maggiore rilievo scientifico a livello mondiale dall'Unione Internazionale delle Scienze Geologiche: iugs-geoheritage.org/publications) presenta limiti significativi per una vera ricostruzione del confine originale tra crosta e mantello a causa dell'alterazione chimica e fisica delle rocce originali e a causa dei processi tettonici che hanno reso frammentarie o non continue le sezioni esposte. Dunque la perforazione scientifica può garantire l'opportunità di estrarre carote di roccia che catturano una sequenza litologica la cui continuità risulta difficilmente osservabile alla scala dell'affioramento roccioso esposto lungo strade, nelle rive dei fiumi, o in zone tettonicamente attive. Per quanto puntiforme, esplorare l'interno del nostro pianeta attraverso il recupero di campioni di roccia e misure in pozzo mediante la perforazione scientifica seguite da analisi di laboratorio, rappresenta la strategia migliore per osservare e studiare in situ le proprietà chimiche, fisiche e microbiologiche dei continenti. Come evocato nel titolo del libro di Lawrence d'Arabia (Lawrence, 1935) che si rifà al Libro dei Proverbi, "La sapienza ha costruito la sua casa e vi ha scavato i suoi sette pilastri", scoprire e studiare la Moho rappresenta l'ottavo pilastro della saggezza che, abbinata alla grande scoperta della dinamica delle placche degli anni '70 (compiuta proprio grazie alla perforazione scientifica), può offrire una risposta al perché esistono i continenti e la vita sul nostro pianeta.

L'esplorazione diretta della litosfera terrestre è una delle sfide globali a livello geopolitico e scientifico sin dalla fine del secondo dopoguerra. All'alba della Guerra Fredda, gli Stati Uniti e l'Unione Sovietica si sono confrontati per perseguire tre principali obiettivi: arrivare per primi sulla Luna, raggiungere il fondale più profondo degli oceani e perforare la Moho. Il 20 Luglio 1969 la missione Apollo 11 della NASA compì il grande salto sul suolo lunare dopo un viaggio di ~377.000 km. Da allora, le agenzie spaziali di tutto il mondo hanno esplorato da remoto la superficie di altri corpi planetari, inclusi asteroidi, comete, la superficie infernale di Venere a ~61 milioni di km da noi, o persino Marte situato a ~190 milioni di km dalla Terra. La seconda competizione mirata a raggiungere il punto più profondo dell'Oceano Pacifico occidentale fu completata il 23 Gennaio 1960, con il batiscafo Trieste di progettazione svizzera e costruzione italiana, utilizzato nel Progetto Nekton dell'Ufficio statunitense per le Ricerche Navali, immergendosi per ~11 km fino al fondo della Fossa delle Marianne (Piccard & Dietz, 1961). Nel 1961, la neonata agenzia statunitense NSF (*National Science Foundation*) sponsorizzò il Progetto Mohole (1958-1966) mirato a perforare la sottile crosta oceanica (5-10 km) fino al mantello superiore. Il Progetto Mohole perforò solo 177 metri recuperando principalmente sedimenti oceanici, ben lunghi dal raggiungere l'ambita Moho (Bascom, 1961).

Nonostante la disattesa del risultato, il progetto Mohole divenne la miccia che stimolò la corsa tecnologica per la perforazione *offshore* con i progetti DSDP (*Deep Sea Drilling Project*; dal 1968 al 1983), ODP (*Ocean Drilling Program*; dal 1985 al 2003), e IODP (*International Oceanic Drilling Program*; dal 2003 al 2013 e *International Ocean Discovery Program* dal 2013 al 2024) di grande rilevanza nella storia delle Geoscienze. Ad esempio, le missioni di perforazione della nave da ricerca Glomar Challenger hanno contribuito enormemente alla formulazione della teoria della tettonica a placche fornendo prove inconfutabili sulla deriva dei continenti e dell'espansione e rinnovamento dei fondali marini originariamente ipotizzati da Wegener (1915). Le missioni condotte con le navi da ricerca D/V Chikyū (地球 che significa Terra) della JAMSTEC (*Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology*) e JOIDES (*Joint Oceanographic Institutions for Deep Earth Sampling*) Resolution statunitense

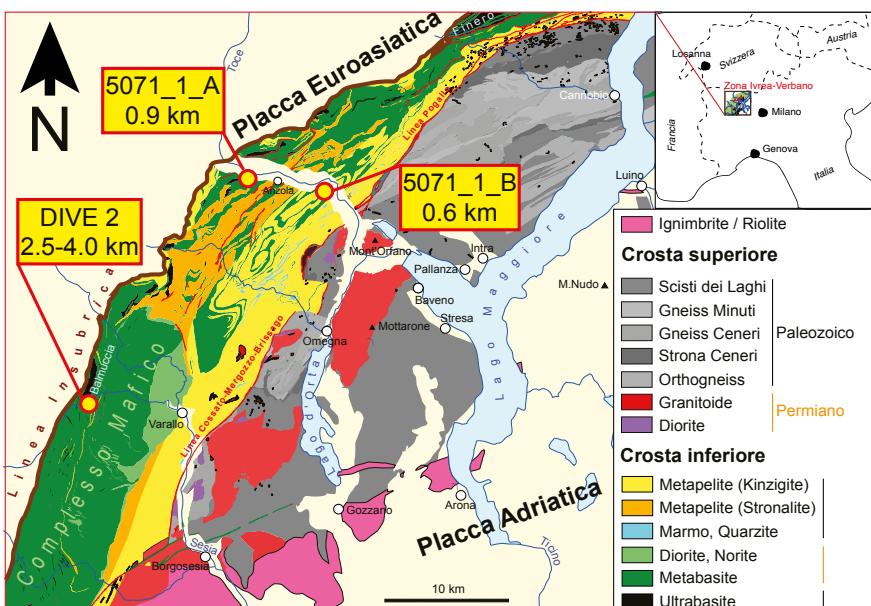
(quest'ultima nave andata in pensione un anno fa dopo ~40 anni di servizio) hanno permesso di recuperare preziosi campioni di rocce della crosta e del mantello della litosfera oceanica. Tuttavia, nessuna di queste missioni ha campionato l'intera sezione litosferica oceanica. Pertanto, nessuna di queste missioni ha mai esplorato la Moho in situ nonostante la crosta oceanica sia più sottile di quella continentale. Il pozzo *offshore* più profondo è di 3.3 km sotto il fondale oceanico, condotto durante il progetto NanTroSEIZE (*Nankai Trough Seismogenic Zone Experiment*) con la nave D/V Chikyū nel 2019. La ricerca della Moho oceanica potrebbe continuare con la nuova nave cinese D/V Meng Xiang (梦 想 che significa Sogno) varata all'inizio di quest'anno e avente capacità tecnologica di perforazione superiore alla D/V Chikyū. In contesti continentali, i pozzi *onshore* più profondi sono stati eseguiti nella fase matura della Guerra Fredda con il Bertha Rogers Well di 9.7 km in Oklahoma negli Stati Uniti nel periodo 1972-1974 e con il *Superdeep Borehole Kola*

di 12.3 km nella penisola di Kola in Russia tra il 1970 e il 1989. Quest'ultimo pozzo rappresenta il record mondiale di perforazione più profonda. Con le tecnologie di perforazione oggi disponibili non è possibile esplorare l'interno della Terra a profondità maggiori poiché temperatura e pressione aumentano progressivamente con la profondità. La crosta continentale ha uno spessore che varia notevolmente a seconda dei contesti tectonici. Facendo una media globale, la crosta continentale ha uno spessore medio di ~35 chilometri; a tale profondità, la pressione è almeno 11000 volte più grande della pressione atmosferica. Ciò spiega quanto sia difficile perforare, generare e mantenere un foro in un ambiente ad alta pressione; la nostra tecnologia odierna semplicemente non è in grado di sostenere la pressione esercitata dalle rocce in profondità. Nonostante lo sforzo di oltre 60 anni di perforazione scientifica, la missione verso il raggiungimento della Moho rimane tuttora una sfida aperta.

LAPIS VERBANNI: LA ZONA IVREA-VERBANO E IL PROGETTO ICDP-DIVE

Quali opzioni abbiamo per poter raggiungere la Moho sul nostro pianeta? Oltre ad esplorare gli ambienti oceanici in cui la crosta è relativamente sottile, è possibile condurre perforazioni scientifiche in regioni continentali in cui il movimento tectonico ha consentito alla litosfera di assottigliarsi, oppure ha permesso alle sue porzioni profonde (inclusa la Moho) di essere esumate fino a raggiungere profondità raggiungibili dalle nostre tecnologie. Tuttavia, in entrambi i regimi tectonici di estensione e collisione, porzioni cristali e mantelliche della litosfera possono essere notevolmente alterate da processi deformativi che possono anche rimuovere porzioni della sequenza litologica originaria. Tale rimozione può compromettere l'integrità della composizione e architettura della crosta originale, nonché rendere ardua l'identificazione della Moho. In contesti di *rifting* attivo che favoriscono l'assottigliamento della crosta, i gradienti geotermici potenzialmente elevati negano la possibilità di perforare per diversi chilometri di profondità. Al contrario, i margini tectonici collisionali che hanno permesso l'esumazione delle rocce della crosta inferiore e del mantello (originalmente collocate a più di 20-30 km di profondità) rappresentano dei siti molto complessi per la perforazione

ma più promettenti per poter raggiungere la Moho senza dover sostenere perforazioni profonde che sono ancora fuori dalla nostra portata. La probabilità che la sequenza litologica crosta-mantello non sia compromessa a causa dell'intensa tectonizzazione e dei cambiamenti metamorfici retrogradi di minerali e rocce causati dalla diminuzione della pressione e della temperatura durante l'esumazione è alquanto bassa, ma non nulla! Infatti, come riportato nel sesto volume di GeologicaMente, la sezione crostale della Zona Ivrea-Verbano nelle Alpi italiane rappresenta una rara avis poiché località tipo per lo studio della crosta continentale che conserva la sequenza spaziale e temporale di un'architettura forgiata tra Paleozoico e Giurassico ed esumata senza grandi alterazioni durante l'ogenesi (formazione della catena montuosa) alpina. La combinazione di dati geofisici, litologie esposte e presenza di



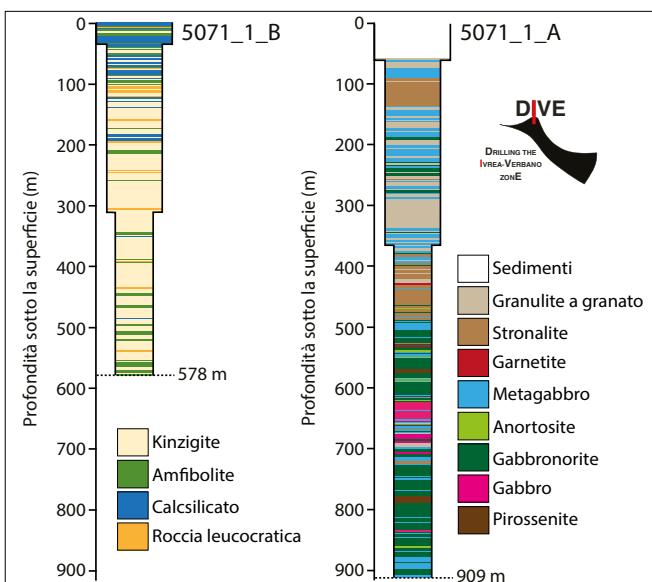


Fig. 3 - Litostratigrafia dei pozzi 5071_1_B e 5071_1_A (modificata dopo Greenwood et al., 2025) carotati utilizzando tre diametri di perforazione (non in scala rispetto alla scala verticale): SQ (126 mm), PQ (85 mm), e HQ (63.5 mm).

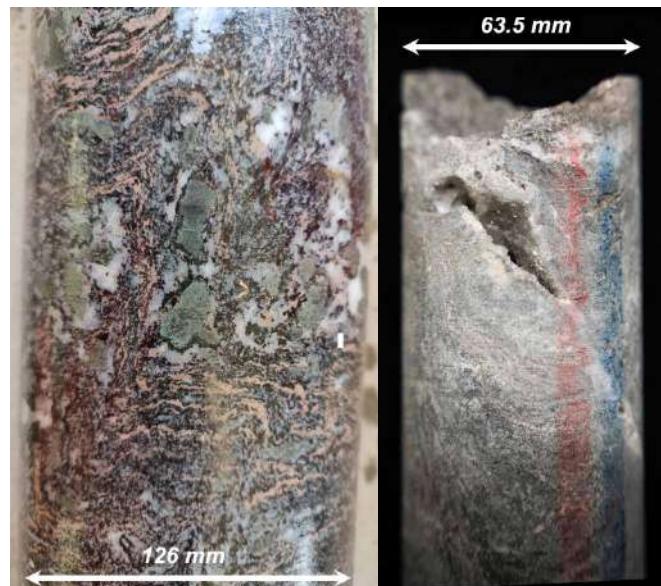


Fig. 4 - Esempi di carote di rocce metasedimentarie dal pozzo 5071_1_B: calcsilicato (sinistra) e kinzigit (destra). La kinzigit è protagonista nella presentazione TEDxUGA: youtube.com/watch?v=qvVHZUex3E.

corpi di mantello affioranti e privi di alterazione ha alimentato la concettualizzazione, la pianificazione e l'esecuzione del progetto DIVE (*Drilling the Ivrea-Verbano zone*) sponsorizzato dall'*International Continental Scientific Drilling Program* (ICDP) (Pistone et al., 2017). L'obiettivo del progetto ICDP-DIVE è quello di applicare una caratterizzazione geofisica, geochimica, petrologica e microbiologica della crosta continentale nei sondaggi previsti nella Zona Ivrea-Verbano (Fig. 2). Le attività di perforazione della prima fase del progetto ICDP-DIVE (*expedition ICDP 5071_1*) si sono svolte da Ottobre 2022 ad Aprile 2024. Oltre al sondaggio dedicato al recupero e studio della coltre sedimentaria, due sondaggi nella porzione di crosta inferiore della Zona Ivrea-Verbano hanno esplorato 578.5 m della sequenza metasedimentaria paleozoica a Ornavasso (pozzo 5071_1_B; IGSN: ICDP5071EH30001) e 909.5 m della sequenza largamente ignea del Permiano inferiore a Megolo di Mezzo, frazione di Pieve Vergonte (pozzo 5071_1_A; IGSN: ICDP5071EH10001) (Fig. 3). Questi pozzi sono situati in Val d'Ossola, nella Provincia del Verbano-Cusio-Ossola della Regione Piemonte (Fig. 2). Utilizzando la tecnica di carotaggio continuo *wireline*, con corona diamantata, è stato possibile carotare e recuperare l'intera sequenza stratigrafica da ogni pozzo. Durante e dopo le attività di perforazione sono state condotte misure geofisiche di pozzo mediante raggi gamma naturali e spettrali, suscettività magnetica, resistività elettrica, sonico per le velocità sismiche (P e S), *televiewer* acustico e ottico come descritto in dettaglio nel rapporto tecnico del progetto (Greenwood et al., 2025). Le carote di roccia sono state descritte e classificate dall'*équipe* scientifica durante le attività di perforazione e sono state ulteriormente sottoposte ad analisi geochimiche e petrofisiche presso il *Rock Core Repository* dell'Istituto Federale per le Geoscienze e le Risorse Naturali a Spandau-Berlino (Germania) (Greenwood et al., 2025).

Le attività di perforazione del pozzo 5071_1_B hanno esplorato

una sequenza metasedimentaria dominata da kinzigit (nome locale per gneiss felsici peralluminosi, rocce metamorfiche a grana medio-grossa che comprendono metapeliti e metapsammiti costituite da quarzo, plagioclasio, biotite, granato, feldspato potassico e sillimanite, disposti secondo strutture a bande), anfiboliti, calcsilicati (Fig. 4) e leucosomi (rocce metamorfiche aventi carattere igneo e metamorfico derivanti da fusione parziale della roccia di origine), con metasedimenti che dominano la litostratigrafia (~70%) e rocce metamorfiche (rocce con abbondante plagioclasio e minerali mafici o ricchi in magnesio e ferro che hanno subito trasformazioni metamorfiche intermedie) (~30%) (Fig. 3). Le rocce mostrano anche tessiture generate durante la fusione parziale (note con il nome locale di stronaliti che sono granuliti felsiche costituite da granato + plagioclasio + K-feldspato + quarzo ± biotite ± sillimanite che indicano l'elevato grado metamorfico) associate temporalmente alle intrusioni mafiche-ultramafiche del Permiano inferiore nella crosta inferiore. Alcune rocce mostrano anche la presenza di fessure (Fig. 4) che potrebbero ospitare potenziali estremofili della biosfera profonda che vivono in assenza di processi di fotosintesi.

Le attività di perforazione del pozzo 5071_1_A hanno campionato prevalentemente rocce mafiche e ultramafiche (85%) (Fig. 3) simili alle rocce rinvenute negli affioramenti esposti lungo la Strada Provinciale 9 in Val Mastallone e la Strada Provinciale 299 in Valsesia nella Zona Ivrea-Verbano. Le densità misurate delle rocce mafiche, comprese tra 2800 e 3200 kg/m³ e superiori a quelle delle rocce metasedimentarie (2500–2800 kg/m³), suggeriscono che la porzione più profonda della sezione perforata possa rappresentare una zona di transizione verso la Moho continentale. Per esempio, la presenza del granato, che aumenta di dimensioni e in abbondanza volumetrica rispetto ad altri minerali con l'aumentare della profondità del pozzo, può essere correlata con l'aumento di densità delle rocce osservato nel pozzo 5071_1_A (Fig. 5).

Entrambi i pozzi forniscono informazioni senza precedenti sulla variabilità verticale della crosta continentale inferiore, dimostrando come essa sia molto più eterogenea di quanto generalmente ritenuto. Il recupero completo delle carote ha permesso di preservare in modo continuo le transizioni litologiche, preservando le informazioni geochimiche e fisiche in esse contenute e che normalmente, negli affioramenti di superficie, in campagna, è quasi impossibile osservare.

Attualmente diversi gruppi di ricerca diretti dai principali direttori del progetto ICDP-DIVE e dai co-investigatori, che insieme a dottorandi, postdocs e giovani ricercatori costituiscono una corte di ~100 scienziati, stanno applicando una serie di analisi di laboratorio avanzate alla scala della roccia finalizzate a determinare in dettaglio le proprietà petrologiche, geochimiche, termiche, geofisiche, strutturali e geomicrobiologiche.



Fig. 5 - Esempi di carote di rocce mafiche provenienti dal pozzo 5071_1_A: metagabbro (destra) e gabbronorite (sinistra) a granato.

PSEUDOTACHYLITIS: RIVISITAZIONE DELLE ROCCE FORMATE DURANTE I TERREMOTI NELLA LITOSFERA PROFONDA

Un esempio di ricerca condotta sulle rocce della Zona Ivrea-Verbano, attualmente applicata anche alle carote provenienti dal pozzo 5071_1_A, riguarda lo studio delle pseudotachiliti. Le pseudotachiliti sono rocce particolari, costituite da materiale vetroso derivato da fusi generati lungo i piani di faglia durante terremoti molto veloci e di grande magnitudo e solidificati rapidamente. Le pseudotachiliti sono come dei misuratori della paleoseismicità. Lo studio delle pseudotachiliti formate nella litosfera profonda può chiarire i peculiari meccanismi che permettono la loro formazione in condizioni profonde, in cui normalmente ci aspetteremmo una risposta duttile delle rocce piuttosto che la loro fratturazione. Ciò ha importanti implicazioni per la nostra capacità di prevedere in che modo i terremoti rilasciano la tensione tettonica accumulata a livello globale.

Come si formano le pseudotachiliti? Sulla base di indagini di laboratorio eseguite da massimi esperti (Engelhardt, 1975; Di Toro et al., 2006; Aldrighetti et al., 2025), l'interpretazione più accreditata spiega che le pseudotachiliti si formano quando l'attrito e il conseguente riscaldamento localizzato lungo il piano di faglia inducono la fusione parziale della roccia durante il rapido scorrimento tra le due porzioni di roccia fratturata. Tuttavia, la sola fusione per attrito (in condizioni isobariche) richiede un gran dispendio di energia per raggiungere temperature di fusione della roccia che si frattura (**Fig. 6**). In pratica, il solo riscaldamento per attrito

richiede un enorme sforzo per oltrepassare la temperatura di solidus (la temperatura alla quale si inizia a fondere il minerale a più bassa temperatura di fusione nella roccia) e raggiungere elevate temperature che permettono una diffusa fusione parziale della roccia fino a formare la pseudotachilite per raffreddamento. Inoltre, le pseudotachiliti naturali non presentano una composizione geochimica riconducibile al solo processo di riscaldamento e fusione per attrito lungo il piano di faglia. Specificatamente le pseudotachiliti formatesi in rocce della crosta profonda e del mantello non risultano come prodotti di fusione operante a pressione costante.

Una recente ricerca basata sullo studio delle pseudotachiliti contenute nelle rocce peridotitiche del Massiccio di Balmuccia in Valsesia ha permesso di constatare che la dilatazione durante la fratturazione della roccia produce una diminuzione della pressione (o decompressione) all'interno della fessura appena formata (Pistone et al., 2025). La sola decompressione (in condizioni adiabatiche) non favorisce il superamento della temperatura di solidus della roccia e, quindi, la formazione di pseudotachiliti mediante fusione e rapido raffreddamento (**Fig. 6**). L'attrito e la decompressione legata alla rapida apertura della frattura nella roccia operano verosimilmente insieme per formare pseudotachiliti durante i terremoti (**Fig. 6**). Inoltre, se l'acqua è presente nella struttura dei minerali idrati, come inclusione fluida nei minerali, o come fluido situato lungo i bordi tra i minerali, la temperatura di solidus

L'OTTAVO PILASTRO DELLA SAGGEZZA: la missione Moho del progetto ICDP-DIVE

della roccia si abbassa, facilitando il superamento del solidus durante i processi di decompressione e attrito necessari per la formazione di pseudotachiliti (**Fig. 6**). Il recente studio ha unito l'indagine alla micro- e nanoscala della matrice vetrosa di pseudotachiliti naturali con la modellazione termodinamica finalizzata a ricostruire le condizioni petrologiche necessarie alla formazione di pseudotachiliti con composizione geochimica identica a quelle naturali. La correlazione tra dati analitici e risultati del modello ha permesso di proporre la decompressione come meccanismo inestricabilmente associato ai processi di frizione e riscaldamento per attrito (Pistone et al., 2025), questi ultimi già proposti in passato ma assunti come operanti in condizioni isobariche (Engelhardt, 1975; Di Toro et al., 2006). Le pseudotachiliti di Balmuccia dimostrano che, in condizioni idrate (0.5-1.0% in peso di H₂O sulla roccia totale) e con decompressioni di 0.3-0.9 GPa che avvengono durante lo scorrimento, la fusione della peridotite richiede un aumento di temperatura fino al 74% inferiore rispetto a quello necessario in condizioni anidre senza decompressione (Pistone et al., 2025). In sintesi, la presenza di acqua nelle rocce e la decompressione delle stesse durante la fratturazione possono facilitare la formazione delle pseudotachiliti durante i terremoti profondi con un riscaldamento dovuto all'attrito inferiore a quello proposto fino ad ora. Alla luce di questi risultati, è in corso una rivalutazione di molte pseudotachiliti generate durante il movimento tettonico dei blocchi litosferici, attraverso l'analisi di quelle riscontrate in numerose rocce mafiche e ultramafiche recuperate dal pozzo 5071_1_A del progetto ICDP-DIVE.

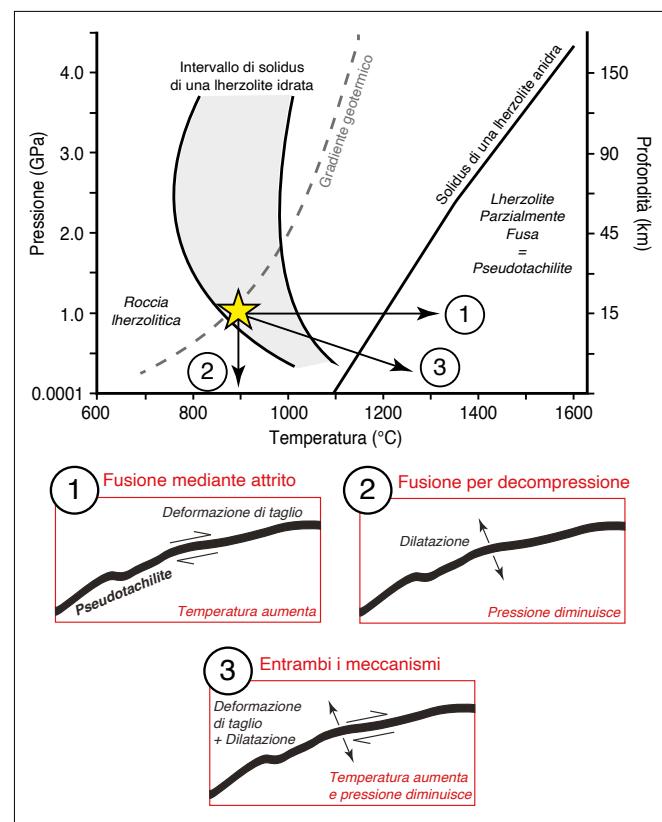


Fig. 6 - Diagramma pressione-temperatura che mostra gli scenari di formazione della pseudotachilita per fusione parziale della lherzolite attraverso il riscaldamento isobarico (1), la decompressione adiabatica (2) e la combinazione di riscaldamento e decompressione associati ad un terremoto nella litosfera. La conversione della pressione in profondità è basata sui calcoli di Pistone et al. (2020).

DESCENSUS AD MANTELLUM: VERSO LA SECONDA FASE DEL PROGETTO ICDP-DIVE

La prima fase del progetto ICDP-DIVE ha fornito i frutti sperati: condurre con successo la perforazione scientifica in rocce cristalline della Zona Ivrea-Verbano, recuperare il 100% delle carote, scoprire tutte le architetture e transizioni litologiche e strutturali, correlarle con i dati geofisici, e far progredire la conoscenza delle complessità insite nelle fondamenta dei continenti.

Tutto ciò rappresenta anche il prologo alla fase successiva e più ambiziosa del progetto ICDP-DIVE (DIVE 2; **Fig. 2**), che, per la prima volta nella storia della scienza, unirà l'esplorazione della Moho con lo studio delle georisorse sostenibili e naturali quali l'idrogeno e i minerali e metalli critici necessari per la transizione energetica. La Zona Ivrea-Verbano è storicamente nota per le sue miniere finalizzate all'estrazione di oro, ferro e nickel, operanti fino al 1945 (Fiorentini et al., 2002). Su richiesta della Commissione Europea, l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) ha recentemente stilato un dossier (Art.10, DL n. 84/2024; isprambiente.gov.it/files2025/attività/pne_finale.pdf) che rimarca l'avvio del programma di esplorazione mineraria nazionale che, per esempio, prevede l'estrazione di cobalto

(uno dei metalli critici necessari per le batterie per veicoli elettrici) a Punta Corna nelle valli di Lanzo in Piemonte (di rilevanza strategica a livello europeo) e la rivalutazione dei minerali metalliferi quali cobalto, ferro, rame, nichel ed elementi del gruppo del platino (Os, Ir, Ru, Rh, Pt, Pd) nella Zona Ivrea-Verbano. Uno degli obiettivi più significativi del progetto ICDP-DIVE è determinare se la Moho può essere associata ad una sorta di filtro osmotico dei fluidi (idrogeno e brine che trasportano metalli) che devono attraversare il confine tra crosta e mantello con caratteristiche petrologiche, geochimiche e strutturali molto diverse. Pertanto nel progetto ICDP-DIVE si intende indagare sul ruolo della Moho come modulatore nell'accumulo di minerali e metalli essenziali per la nostra società e su come i risultati legati a questo aspetto del progetto possano impattare le future campagne di rilevamento di materie prime critiche nella crosta profonda e mantello dato che le prospezioni geologiche finora condotte hanno mirato a depositi minerari della crosta superiore. Le attività di ricerca della seconda fase del progetto ICDP-DIVE continueranno ad essere accompagnate da una serie di iniziative di coinvolgimento scientifico del grande pubblico

sul territorio del Geoparco UNESCO Sesia ValGrande. Tali attività sono finalizzate a diffondere sia la conoscenza sulle relazioni fra biodiversità e biodiversità, sia la consapevolezza che il patrimonio geologico rappresenta un fondamentale servizio ecosistemico di tipo culturale come dimostrato dal progetto UNESCO "IUGS Geological Heritage sites" (unesco.org/en/iggp/igcp-projects/731). Il progresso del progetto ICDP-DIVE può essere seguito su questi siti ufficiali dell'ICDP (icdp-online.org/projects/by-continent/europe/dive-italy) e dell'Università di Trieste (dive2ivrea.org).

Il successo della prima fase del progetto ICDP-DIVE è stato possibile anche grazie al sostegno ricevuto dalle autorità locali e regionali, istituti pubblici e compagnie private, e alle persone che hanno accolto con genuino entusiasmo questa impresa scientifica. Pertanto l'*équipe* scientifica del progetto esprime la più profonda gratitudine all'Avv. Filippo Cigala Fulgosì e al Comune di Ornavasso, all'Avv. Maria Grazia Medali e al Comune di Pieve Vergonte, al Dott. Geol. Francesco D'Elia, al Sig. Giorgio Martinotti, al Sig. Ambrogio Ripamonti e il *team* Ripamonti (ripamonti.net), al Dott. Tullio Bagnati, al Sig. Marino Spadone e famiglia, al Dott. Enrico Zanoletti, al Sig. Flavio Lavarini, al Sig. Mauro Conti, al Sig. Stefano

Zucchi, all'O.M.B. S.r.l. (ombendotti.com/en/about-us), a Sostanza Food (sostanzafood.com/en/main), al Geoparco UNESCO Sesia Val Grande (sesiavalgrandegeopark.it), al Parco Nazionale Val Grande (parcovalgrande.it/Eindex.php), e all'Unione Montana delle Valli dell'Ossola (umvo.vb.it). Il progetto è stato sostenuto finanziariamente dall'*International Continental Scientific Drilling Program* (spedizione ID 5071), il Fondo nazionale svizzero per la ricerca scientifica (fondo 200021-204491), il Fondo nazionale austriaco per la ricerca scientifica (fondo P 35102-N), il Fondo nazionale tedesco per la ricerca scientifica (fondo TO901/1-1), l'Agenzia nazionale francese per la ricerca scientifica (fondo ANR-20-CE01-0200), il Consiglio Nazionale delle Ricerche attraverso il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (fondi PNRR-ITINERIS: IR0000032 e PNRRMEET: IR0000025), l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (fondi DIVE@INGV e INGV Pianeta Dinamico 2023-2025, Theme MT_UNLOCK, Grant CUP D53J19000170001, sostenuti dal Ministero per l'Università e la Ricerca), e la Commissione svizzera di geofisica e i molteplici contributi offerti dall'Università di Losanna (Svizzera), dall'Università degli studi di Trieste, e dall'Università della Georgia (USA).

BIBLIOGRAFIA

Aldrigghetti S., Pennacchioni G. & Di Toro G. (2025). Earthquake dynamics from pseudotachylite microstructure. *Earth and Planetary Science Letters*, 663, 119, 424.

Anders G. (1956). *Die Antiquiertheit des Menschen*. C.H. Beck, pp. 353.

Bascom W. (1961). *A Hole in the Bottom of the Sea: The Story of the Mohole Project*. Doubleday, 1st edition, p. 376.

Bindi L. (2025). *Le ceneri di Trinity – La nascita di nuovi materiali dall'apocalisse atomica*. Gruppo editoriale Tab S.r.l., p. 122.

Brack P., Ulmer P. & Schmid S. (2010). A crustal magmatic system from Earth mantle to the Permian surface: Field trip to the area of lower Valsesia and val d'Ossola (Massiccio dei Laghi, Southern Alps, Northern Italy). *Swiss Bulletin for Applied Geology*, 15(2), 3-21.

Di Toro G., Hirose T., Nielsen S., Pennacchioni G. & Shimamoto T. (2006). Natural and experimental evidence of melt lubrication of faults during earthquakes. *Science*, 311, 647-649.

Engelhardt P.V. (1975). Electron microscopy study of hyalomylonites-evidence for frictional melting. *Tectonophysics*, 28, 1-12.

Fiorentini M.L., Grieco G., Ferrario A. & Tunesi A. (2002). Petrological and metallogenetic outlines of the Valmaggia ultramafic pipe (Ivrea zone), NW Alps, Italy. *Periodico di Mineralogia*, 71, 219-239.

Greenwood A., Venier M., Hetényi G., Ziberna L., Heeschken K., Pacchiera L., Lemke K., Dutoit H., Bonazzi M., Degen S., Li J., Secrétan A., Trabi B., Tholen S., Lefevre N., Auclair S., Mariani D., Del Rio M., Černok A., Bhattacharyya A., Narduzzi F., Mansouri H., Urueña C., Beltramini M., Hawemann F., Velicogna M., Toy V.G., Dominique J., Longo A., Tonietti L., Barrosa B., Brusca J., Nappi N., Gallo G., Esposito M., Diana S.C., Bastianoni A., Eckert E., Confal J., Pondrelli S., Agostinetti N.P., Tertyshnikov K., Caspari E., Truchi L., Wiersberg T., Baron L., Giovannelli D., Pistone M., Müntener O. & Zanetti A. (2025). Drilling the Ivrea-Verbano zone (DIVE) - ICDP Operational Report - Phase 1. In press.

Lawrence T.E. (1935). *Seven Pillars of Wisdom*. Subscribers' Edition, 1st edition, ISBN 0-385-41895-7, p. 660.

Mohorovičić A. (1910). The earthquake of 8 October 1909. Yearbook of the Meteorological Observatory in Zagreb for the year 1909 (in Croatian and German), 9, 1-63.

Piccard J. & Dietz R.S. (1961). *Seven Miles Down: The Story of the Bathyscaphe Trieste*. G.P. Putnam's Sons, 1st edition, p. 249.

Pistone M., Müntener O., Ziberna L., Hetényi G. & Zanetti A. (2017). Report on the ICDP workshop DIVE (drilling the Ivrea-Verbano zone). *Scientific Drilling*, 23, 47-56.

Pistone M., Ziberna L., Hetényi G., Scarponi M., Zanetti A. & Müntener O. (2020). Joint geophysical-petrological modeling on the Ivrea geophysical body beneath Valsesia, Italy: Constraints on the continental lower crust. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 21, e2020GC009397.

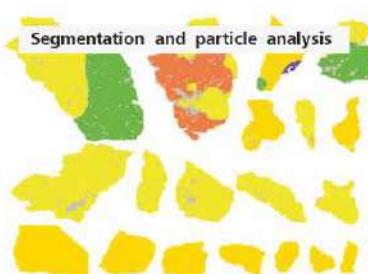
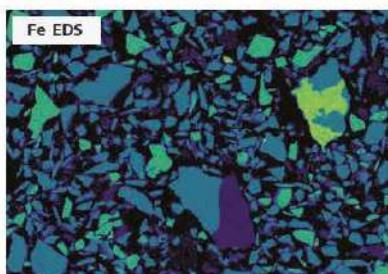
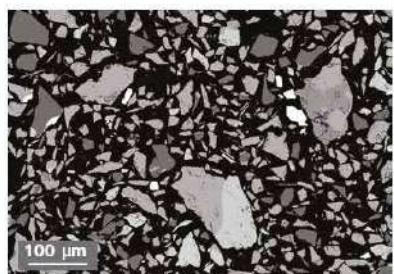
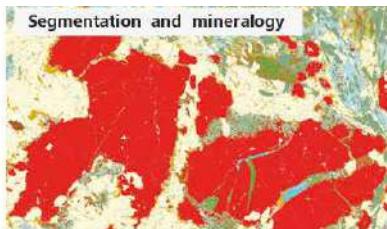
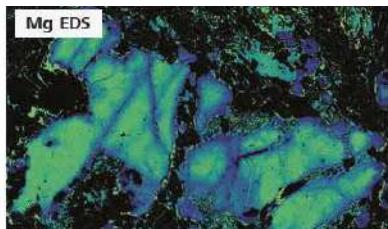
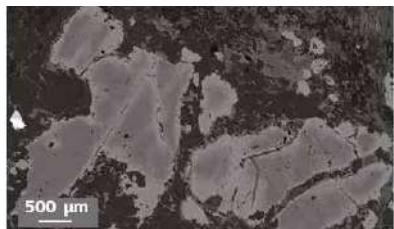
Pistone M., Toy V.G., Formo E. & Robyr M. (2025). Can pseudotachylites form via fracture-induced decompression melting under hydrous conditions? *Tektonika*, 3, 58-80.

Wegener A. (1915). *Die Entstehung der Kontinente und Ozeane*. Vieweg & Sohn, Braunschweig, p. 94.

Altre due foto mostranti la carota di roccia riportata nel pannello di destra di figura 3.

Potenzia e automatizza l'analisi con l'AI

ZEISS Phase Identifier AI



IMAGE

Le immagini ottenute al microscopio elettronico a scansione (SEM) rappresentano la fase preliminare per comprendere il campione e possono costituire la base per una prima analisi d'immagine o per studi più approfonditi mediante rivelatori microanalitici.

EXPLORE

Le informazioni microanalitiche forniscono dati essenziali sul campione, ma i grandi dataset possono introdurre errori. Phase Identifier AI automatizza la segmentazione e la classificazione dei minerali, garantendo un'analisi oggettiva e interattiva in tempo reale.

DISCOVER

Grazie alla segmentazione automatica, il flusso di lavoro si conclude con l'estrazione di dati funzionali, che forniscono informazioni chiave sui campioni analizzati.



www.zeiss.com/microscopy/phase-identifier



Seeing beyond

AL CUORE DELLA RICERCA: *la Biblioteca dell'ISPRA*

a cura di **Marco Pantaloni, Fabiana Console e Filomena Severino**

Nel panorama della ricerca ambientale italiana, la Biblioteca dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) costituisce un punto di riferimento stabile per studiosi, tecnici e cittadini interessati a queste tematiche. L'articolo intende offrire una panoramica aggiornata sulle origini e sulla storia della Biblioteca, sul suo ruolo a supporto della ricerca e sui servizi che essa mette a disposizione degli utenti, fino ad arrivare ai progetti di digitalizzazione e di catalogazione del patrimonio bibliografico e cartografico attualmente in corso. L'obiettivo è quello di porre in evidenza non solo la funzione conservativa, che naturalmente appartiene a una biblioteca scientifica, ma anche il ruolo proattivo e dinamico che essa svolge nella gestione dell'*information literacy*, contribuendo in maniera significativa alla diffusione della conoscenza e alla crescita della consapevolezza ambientale nella società contemporanea.





Marco Pantaloni

ISPRA, Biblioteca, Roma.

Keywords

- Library
- Information Retrieval
- Bibliographic Research

Fabiana Console

ISPRA, Biblioteca, Roma.

Filomena Severino

ISPRA, Biblioteca, Roma.

LA STORIA DELLA Biblioteca

La Biblioteca dell'ISPRA ha origini lontane. La necessità di istituire una biblioteca specializzata in ambito geologico venne sollevata già da Bartolomeo Gastaldi nel 1861, durante i lavori della Giunta consultiva che doveva stabilire le norme per la formazione della Carta Geologica d'Italia. Il progetto si concretizzò nel 1867 con l'istituzione del Regio Comitato Geologico al quale venne attribuito, tra gli altri, il compito di "accogliere e conservare i materiali e i documenti relativi" necessari alla formazione della Carta Geologica d'Italia (Sella, 1862). La prima sede del Comitato, e quindi della biblioteca, fu Firenze, allora capitale del Regno d'Italia (Ercolani, 2017).

Il primo catalogo della biblioteca venne pubblicato nel 1870 sul primo numero del Bollettino del Regio Comitato Geologico d'Italia, aggiornato poi annualmente. Il nucleo originario era composto da circa 250 volumi, frutto di una donazione del Ministero dell'Agricoltura, Industria e Commercio (MAIC) e di geologi e studiosi privati (Pantalone et al., 2017). Contemporaneamente alla sua istituzione, venne avviata un'intensa attività di scambio di pubblicazioni con corrispondenti istituzioni scientifiche nazionali ed estere che hanno contribuito in maniera significativa alla crescita delle collezioni. La biblioteca venne infatti definita "libreria speciale valutabilissima, in corrispondenza con molti istituti geologici d'Europa e di fuori [dai quali] riceve non poche opere che si ripromette di ricambiare".

Nel 1873 venne fondato il Regio Ufficio Geologico, al quale venne assegnata la Biblioteca del Regio Comitato. Trasferita a Roma, venne inizialmente collocata nell'ex convento di S. Maria della Vittoria e successivamente in una sede provvisoria presso la Scuola d'applicazione per gli Ingegneri di San Pietro in Vincoli fino al 1883, quando venne finalmente trasferita nel nuovo edificio del Regio Ufficio Geologico di Largo di Santa Susanna.

Nonostante le difficoltà, grazie a nuove acquisizioni ma soprattutto a una intensa attività di scambi, nel 1879 la biblioteca disponeva di un patrimonio di circa 1.000 carte geologiche e topografiche e di circa 3.300 volumi, comprese molte opere fondamentali e i principali periodici di geologia e paleontologia. Degno di nota, uno dei più importanti classici dell'epoca: il "*Système silurien du centre de la Bohême*" di Joachim Barrande, acquistato nel 1881 per 1.400 Lire.

La realizzazione del primo Catalogo della Biblioteca, concluso nel 1893, a cura del geologo Pompeo Moderni, fu un compito impegnativo per il quale si dovettero completare, riordinare

e classificare circa 7.000 schede di periodici, monografie e carte; venne stampato nel 1894, in 400 copie. Il catalogo, seguito da alcuni supplementi, fu pubblicato fino al 1915 in appendice al Bollettino del Regio Ufficio Geologico.

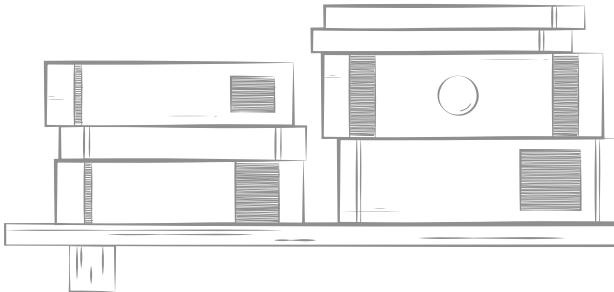
Il patrimonio della biblioteca era comunque in continua crescita e, nel 1894, il posseduto era di circa 12.000 tra volumi e opuscoli e 4.000 tra carte topografiche e geologiche. Sul finire del secolo, grazie agli acquisti, agli scambi e ai doni, l'incremento fu di ben 1.800 fra volumi e opuscoli e di oltre 250 fogli di carte geologiche e topografiche.

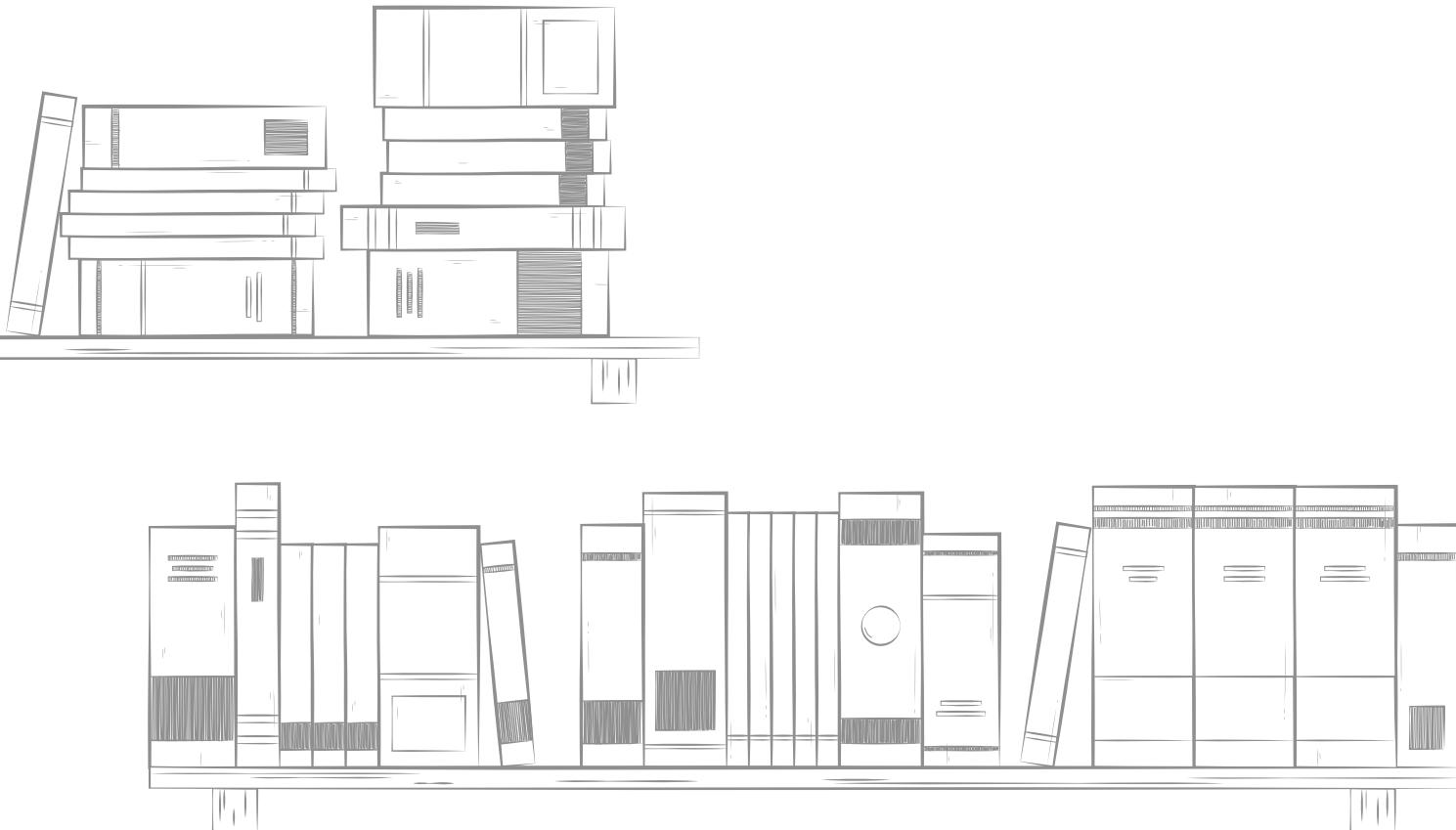
La Grande Guerra provocò una drastica diminuzione del materiale in scambio in arrivo, con ritardi e dispersioni di spedizioni; si chiusero tutti i contatti con la Germania, con l'Impero Austro-Ungarico (Console et al., 2015) e con il Belgio. Negli anni compresi tra l'immediato dopoguerra e quelli fino all'avvento del Fascismo mancarono quasi completamente informazioni riguardo le attività della biblioteca. Solo nel 1927 venne riavviato il lavoro di inventariazione e catalogazione su schede e vennero riattivati i canali di scambio, almeno fino allo scoppio della Seconda Guerra Mondiale nel 1939.

Nel secondo dopoguerra le attività ripresero grazie all'arrivo di nuove risorse, economiche e di personale. Sotto la direzione del Prof. Francesco Scarsella si riattivarono gli scambi e si realizzò il riordinamento sistematico del materiale posseduto e la compilazione di un nuovo catalogo, ordinato secondo i criteri della Biblioteca Vaticana. Il grande sforzo compiuto venne registrato dall'enorme afflusso di studiosi esterni, passati dal numero di 575 nel 1957 ai quasi 1500 nel 1960 (Ercolani, 2017).

Nonostante le cospicue erogazioni economiche date al Servizio Geologico e conseguenza della Legge Sullo (L. 68/1960), le stesse erano destinate, quasi esclusivamente, alle attività di rilevamento geologico, e l'attività di scambio tra le istituzioni era il canale primario per l'accrescimento delle collezioni librarie.

Negli anni '80 si cominciò a sviluppare un lavoro di informatizzazione dei cataloghi cartacei della biblioteca; questa operazione divenne fondamentale e non più procrastinabile quando, nel 1987, il Servizio Geologico e la biblioteca passarono al Ministero dell'Ambiente. Una commissione tecnica composta da bibliotecari, geologi e informatici del Servizio Geologico d'Italia, dell'ICCU e dell'Italsiel, realizzò un software di information retrieval finalizzato alla gestione della biblioteca. Il nuovo software venne realizzato secondo i protocolli e gli standard del Servizio Bibliotecario Nazionale





- SBN (Servizio Geologico d'Italia, 1989).

Contemporaneamente all'istituzione del sistema coordinato del Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali (DSTN), sotto la Presidenza del Consiglio dei Ministri, in applicazione della Legge 183/89 sulla difesa del suolo, che vedeva riuniti il Servizio Geologico, il Servizio Idrografico e Mareografico, il Servizio Sismico e il Servizio Dithe, nasce il progetto di informatizzazione della biblioteca (Carusone & Morroni, 1996). Grazie ad una Convenzione tra Servizio Geologico d'Italia, il consorzio GEODOC e il Ministero del Lavoro, venne realizzato un centro di documentazione geologica del territorio nazionale, riferimento per gli operatori e centro informativo per la tutela dell'ambiente.

Il progetto GEODOC effettuò la catalogazione descrittiva e semantica del materiale cartografico e bibliografico (monografie e periodici): venne quindi creata una base dati di oltre 40.000 articoli tratti dalle più importanti riviste italiane di Scienze della Terra, corredati di descrittori semantici usando il Lessico fornito dal CNR.

Nel 1994 la biblioteca divenne Polo GEA, nel Servizio Bibliotecario Nazionale dell'Istituto Centrale per il Catalogo Unico (ICCU) del Ministero dei Beni Culturali, specializzata nell'ambito delle Scienze della Terra e venne realizzata la "migrazione" dei dati relativi a monografie e periodici nella base dati Indice. Il trasferimento dalla Sede storica di Largo di Santa Susanna comportò la collocazione del materiale biblio - cartografico in parte nella nuova sede di Via Curtatone 3 e, in parte, nei magazzini della Protezione Civile di Castelnuovo di Porto (Roma).

Nel 2003, con la costituzione dell'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici (APAT), la biblioteca unisce le raccolte a quelle della Biblioteca dell'ANPA, con tematiche afferenti maggiormente all'ambito ambientale. Sono questi gli anni in cui la biblioteca lavora alla realizzazione di un tesoro per il suo campo tematico e, nel 2006, a seguito della collaborazione tra APAT e CNR, viene pubblicato il Thesaurus Italiano di Scienze della Terra (ThIST) (Carusone & Olivetta, 2006). Nel 2008, con la costituzione dell'Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale (ISPRA), vengono integrate fisicamente e informaticamente anche le collezioni e i dati catalografici delle biblioteche dell'Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica (INFS), con sede a Ozzano dell'Emilia (Bologna), e dell'Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e tecnologica Applicata al Mare (ICRAM) di Roma. Nel 2018 la biblioteca accoppiava, nella sede di Roma, parte del patrimonio dell'Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque di Venezia costituito da periodici, monografie moderne e antiche.

È così che la biblioteca, accanto al nucleo "geologico" iniziale, amplia le proprie raccolte includendo tematiche ambientali, discipline afferenti alla pesca marittima, all'acquacoltura e al monitoraggio delle acque, ai sedimenti e agli ambienti costieri, alla biologia della conservazione, alla genetica e all'ecetologia della fauna selvatica omeoterna. Oggi la biblioteca dell'Istituto è dislocata su due sedi: la sede centrale, in via Vitaliano Brancati 48 a Roma, e la sede di via Ca' Fornacetta 9 a Ozzano dell'Emilia (Bologna). Inoltre, dispone di un magazzino demaniale ubicato in Lungotevere Gassman, sempre a Roma.

IL POSSEUDO

La biblioteca possiede una collezione bibliocartografica provenienti da oltre 170 paesi del mondo. La grande maggioranza dei titoli proviene dall'Italia, poi dagli Stati Uniti, Gran Bretagna, Francia, Germania, Paesi Bassi e Austria. Tra i paesi asiatici, il più rappresentato è il Giappone, seguito dalla Cina (Severino et al., 2014).

Nella sede principale dell'Istituto risiede il cuore storico della biblioteca: la cosiddetta “stanza dei libri antichi”, nella quale sono conservate le opere più preziose eredità del Servizio Geologico d’Italia e del Servizio idrografico del Magistrato alle Acque di Venezia. Si tratta di opere a carattere naturalistico (**Fig. 1**), geologico, paleontologico e idrologico, relative perlopiù al territorio nazionale (Console, 2014). Il fondo antico annovera 1.941 monografie e atlanti, datati tra il 1600 e il 1860 (**Tab. 1, Fig. 2**). Degno di nota è anche il fondo di carte manoscritte ed inedite (**Tab. 2, Fig. 3**). Questi volumi e le carte rappresentano la sintesi e la testimonianza di come, in poco più di quattrocento anni, si sia passati da una generica storia naturale a vere e proprie discipline afferenti alle Scienze della Terra e dell’Ambiente.

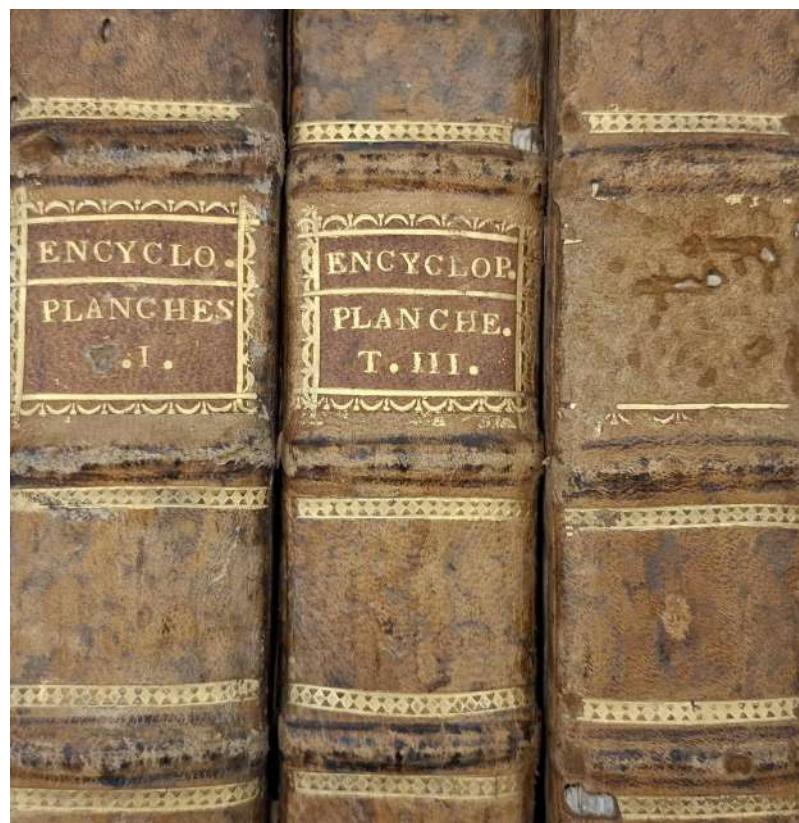


Fig. 1 - Alcuni dei volumi dell'*Encyclopédie Histoire Naturelle*, patrimonio della Biblioteca ISPRA.

Autore	Anno	Titolo
Louis Ferdinand Marsili	1725	Histoire Physique de la mer.
A. F. Frisac	1770	Voyage historique a la miniere et aux maremmes de Campiglia.
Abate Giuseppe Maria Mecatti	1752	Racconto storico-filosofico del Vesuvio e particolarmente di quanto è occorso in quest’ultima eruzione principiata il dì 25 Ottobre 1751 e cessata il dì 25 Febbraio 1752 al luogo detto l’Atrio del Cavallo.
Francesco Sforzino da Carcano	1622	I tre libri de gli uccelli da rapina di m. Francesco Sforzino da Carcano, nobile vicentino. Ne’ quali si contiene la vera cognitione dell’arte de’ struccieri, & il modo di conoscere, ammaestrare, reggere, & medicare tutti gli augelli rapaci. Con un Trattato de’ cani da caccia del medesimo.
Antonio Vallisneri	1726	Lezione accademica intorno l’origine delle fontane, con le annotazioni per chiarezza maggiore della medesima (Fig. 2).
Carlo Silvestri	1736	Istorica e geografica descrizione delle antiche paludi adriane, ora chiamate, Lagune di Venezia, ... con le principali notizie dell’antichissime città di Adria, e Gavello.
Giambattista Passeri	1775	Della storia de’ fossili dell’agro pesarese, e d’altri luoghi vicini.
Michele Augusti	1780	Dei terremoti di Bologna, opuscoli.
Senato della Repubblica di Venezia	1604	Parte presa nell’eccellentissimo senato. 1604, Adi 29 Ottobre. In materia della Brenta.
Senato della Repubblica di Venezia	1599	Carrattada da esser compartida tra li particolari per occasion del taglio del Pò, decretada nell’eccellentiss. Senato à 16 settembre 1599.

Tab. 1 - Alcuni tra i più antichi volumi del fondo rappresentativi delle diverse discipline.

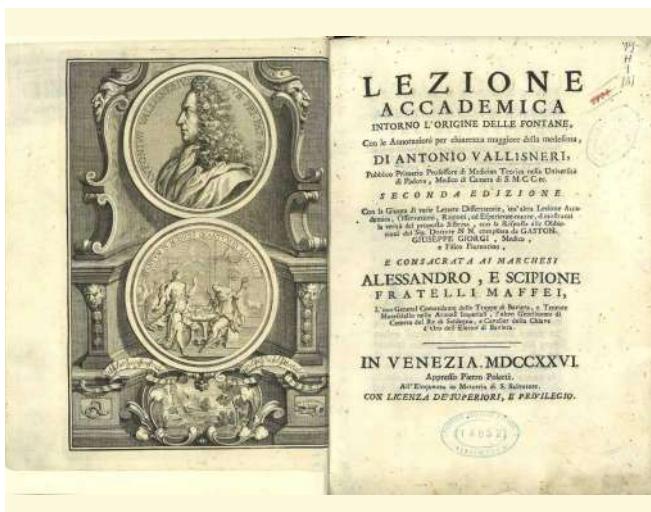


Fig. 2 - Frontespizio della “Lezione accademica intorno l’origine delle fontane”, di Antonio Vallisneri (edizione del 1726). Questo è uno dei volumi più preziosi del patrimonio dei volumi antichi della Biblioteca.

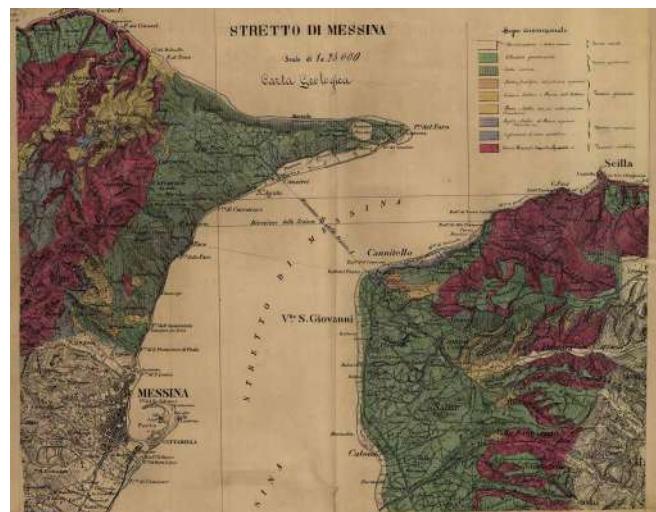


Fig. 3 - Carta Geologica dello Stretto di Messina in scala 1:25.000, di Giuseppe Segenza, 1868-1877.

Autore	Anno	Titolo
Giovanni Battista Brocchi	1820-1830	Abbozzo di carta geologica di Roma, su base topografica di Roma di Giovanni Battista Nolli del 1773.
Giuseppe Ponzi	1831-1846	Carta corografica [geologica] dello Stato Pontificio, indicante le Dogane, i Posti armati dalla Truppa di Finanza, le strade doganali, la fascia bimiliare di divieto, e le Dogane estere che corrispondono alle Pontificie.
Torquato Taramelli	1866-1880	Carta geologica delle Provincie Venete su base topografica del Regno Lombardo Veneto del 1833.
Bonaventura Montani	1850-1854	Carte geognostica del distretto di Avezzano e sue adiacenze.
Giuseppe Seguenza	1868-1877	Carta geologica dello Stretto di Messina con sezioni (Fig. 3).
Giuseppe De Giorgi	1870-1881	Carta geologica della Basilicata, del Cilento e della Provincia di Lecce in 13 fogli.

Tab. 2 - Esempi di carte geologiche e geomatiche manoscritte e inedite.

	Periodici nazionali e internazionali	4.484 titoli - ca. 80.000 volumi
	Monografie	57.563 di cui 1.941 antiche
Cartografia IGMI, geologica e geomatica	Carte	27.937 di cui 2.964 storiche
	Carte illustrate	19.960
	Note illustrative	33.000
	Carte in formato digitale	995
	Risorse elettroniche	4.326
Foto aeree	Volo Lazio - SIAT 1979-1981	3.952
	Volo Italia - GAI 1954-56	23.571

Tab. 3 - Il patrimonio della Biblioteca.

LA CRESCITA DEL POSSEDUTO

Gli scambi di pubblicazioni tra la biblioteca e le principali Istituzioni e i Servizi geologici, sia europei che extraeuropei, costituiscono da sempre uno degli strumenti più rilevanti per la crescita del patrimonio bibliografico e cartografico. Attraverso questo circuito, la biblioteca invia le opere edite dall'Istituto, tra cui carte geologiche e geotematiche, le Memorie del Servizio

geologico d'Italia e l'*Italian Journal of Geosciences*, rivista nata nel 2009 dalla fusione del Bollettino del Servizio Geologico d'Italia e del Bollettino della Società Geologica Italiana. Un'importante implementazione dei servizi offerti agli utenti è stata resa possibile grazie alla Convenzione stipulata nel 2016 tra ISPRA e la Società Geologica Italiana, finalizzata

a garantire il mantenimento e l'aggiornamento del fondo dei periodici scientifici in scambio della Società presso la Biblioteca ISPRA. Questo accordo ha consentito di arricchire in maniera significativa la disponibilità di letteratura specializzata, rafforzando il ruolo della biblioteca come punto di riferimento per la comunità scientifica nazionale e internazionale.

IL RUOLO DELLA Biblioteca NELLA RICERCA

Duplice è il ruolo che la biblioteca dell'Istituto svolge: se da una parte, infatti, è orientata all'attività di conservazione del suo pregiato patrimonio biblio-cartografico, dall'altra la sua principale missione consiste nell'essere tra gli organi deputati al supporto dell'attività di ricerca dei numerosi ricercatori e tecnologi dell'Ente, ma anche di tutta la comunità scientifica che a lei si rivolge tramite i servizi al pubblico (Furlani et al., 2021). La biblioteca dell'Istituto, però, apre le sue porte, non solo fisiche ma anche virtuali, al contesto urbano cui appartiene: alle scuole, alle università e alle categorie di professionisti che, a vario titolo, cercano il suo supporto per la realizzazione di studi di settore. Ecco quindi che, solo in un apparente silenzio e in un'immobile staticità, persegue l'obiettivo che oggi viene definito come "terza missione".

La Biblioteca ISPRA, inoltre, è certificata UNI EN ISO 9001:2015 e, in virtù del processo di Qualità a cui appartiene, da numerosi anni è sottoposta, con cadenza regolare, ai processi di controllo delle procedure sia da parte di valutatori interni che esterni (AUDIT). Questa certificazione conferisce alla biblioteca un valore aggiunto: in ogni attività di processo, infatti, sottoposta agli audit periodici, si monitorano eventuali problematicità riscontrate e soprattutto, laddove presenti, sono attuate le azioni correttive finalizzate alla loro soluzione. Nello specifico, l'accesso alla biblioteca è consentito al personale dell'ISPRA e a studiosi esterni nel rispetto delle norme del Regolamento e della normativa vigente.

La biblioteca offre il servizio di *reference* (Fig. 4), sia

in presenza, con personale specializzato, sia a distanza, per ricerche semplici e complesse allo scopo di agevolare la fruizione delle sue risorse e per il reperimento della documentazione chiesta. Viene offerta un'alfabetizzazione

di base nella ricerca tramite il catalogo *on line* (OPAC -  <https://cloud.sbn.it/opac/GEA>) della biblioteca, soprattutto per chi è all'inizio nel suo percorso di ricerca ed ha poca familiarità con cataloghi e banche dati specifiche del settore. La biblioteca accoglie i propri utenti nelle sale di studio dotate di postazioni informatiche collegate in rete, con il collegamento a due scanner (uno piano e uno planetario) in grado di gestire l'acquisizione ottica di documenti di varie tipologie e dimensioni, soprattutto volumi storici e riviste.

La consultazione del materiale disponibile può avvenire quindi sul posto o, in alternativa, l'utente può optare per il prestito la cui durata può variare a seconda della tipologia del materiale preso e della necessità di consultazione.

Laddove dopo un'attenta ricerca bibliografica sull'OPAC il materiale non sia disponibile nelle collezioni, la biblioteca offre il reperimento dello stesso tramite il servizio di prestito interbibliotecario e fornitura documenti (ILL-DD) che garantisce l'ottenimento del materiale con tempistiche rapide e per lo più senza nessun onere di spesa (Severino, 2012). Tutto ciò, infatti, è garantito in quanto la biblioteca aderisce a reti di cooperazione bibliotecaria quali, ad esempio, ILL-SBN, NILDE, ACNP.



Fig. 4 - Reference desk della Biblioteca ISPRA.

LA RICERCA STORICA

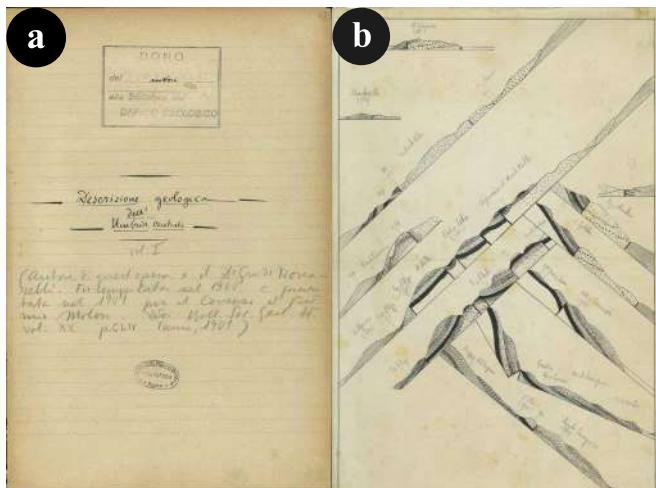


Fig. 5 - Frontespizio **a)** e tavole **b)** del manoscritto “Descrizione geologica dell’Umbria”, donato alla biblioteca dall’autore, Guido Bonarelli, il giorno 6 Luglio 1950.

Fig. 6 - La R.N. Talassografica durante la “Missione italiana per l’esplorazione dei Mari di Levante” compiuta nel 1920.



La biblioteca conserva l’Archivio storico del Regio Comitato Geologico e del Servizio Geologico d’Italia; questi documenti, fondamentali per ricostruire la storia della geologia nel nostro Paese, partono dal 1861 e arrivano fino agli anni ’50 del XX secolo. L’archivio conserva manoscritti, relazioni, disegni, schemi e un fitto epistolario amministrativo e, talvolta, privato. È in corso un progetto di digitalizzazione e catalogazione di questo materiale che ha contribuito, in parallelo con analoghi progetti sviluppati da altri fondi archivistici, alla ricostruzione dei legami profondi, e talvolta conflittuali, tra gli scienziati che hanno partecipato allo sviluppo delle Scienze Geologiche in Italia (Lupi et al., 2024; Pantaloni et al., 2025).

Il patrimonio cartografico della biblioteca, come illustrato in **Tab. 3**, è rappresentato da carte geografiche, topografiche, geologiche e geomatiche ed è indubbiamente il più importante nell’ambito delle Scienze della Terra in Italia. Negli ultimi anni è stato fatto un importante lavoro di acquisizione della cartografia antica in formato digitale; le carte sono state restaurate, analizzate storicamente, catalogate con Standard ISBD-CM, indicizzate attraverso il Thesaurus THIST di Scienze della Terra, digitalizzate (a risoluzione di 300 dpi) e rese disponibili al *download* nel catalogo OPAC della biblioteca, permettendo ai ricercatori e agli storici della scienza di elaborare le informazioni contenute in queste carte e valutare lo sviluppo e l’evoluzione delle conoscenze e dei principi delle Scienze Geologiche. Recentemente è stata completata l’acquisizione in digitale e l’*upload* dell’intera collezione di Cartografia geologica in scala 1:100.000 realizzata dal Servizio Geologico, sia per la prima che per la seconda edizione (Carusone et al., 1996).

Nell’archivio sono conservati anche i quaderni e le carte di campagna di alcuni dei geologi che, nel XIX secolo, hanno lavorato presso il Servizio Geologico d’Italia: Secondo Franchi, Venturino Sabatini, Federico Sacco, Vittorio Novarese, ecc. Anche in questo caso, l’analisi approfondita di questi documenti e un confronto con lo stato delle conoscenze attuali degli stessi luoghi percorsi dai geologi del passato, ha permesso di valutare l’evoluzione scientifica e, soprattutto, il grande contributo offerto da questi scienziati oltre 100 anni fa (Mosca et al., 2022; Barale et al., 2025). Di particolare interesse anche una raccolta del materiale documentale originale (appunti, manoscritti, carte, relazioni) donato alla biblioteca da scienziati dell’area geologica e ambientale (**Fig. 5**).

Il patrimonio documentale fotografico è rappresentato da oltre 28.000 foto aeree, appartenenti perlopiù al Volo Italia e ad altre serie di riprese aeree, talvolta realizzate per specifici progetti. Alcune serie fotografiche con riprese da terra appartengono, ad esempio, alla spedizione di Secondo Franchi in Tripolitania del 1912, al viaggio della nave Tremiti per la Missione Italiana Mari di Levante del 1920 (**Fig. 6**), a una raccolta di immagini sul Quaternario glaciale in Europa tra il 1909 e il 1938 e, tra le più recenti, a quelle scattate tra il 1952 e il 1955

da Gustavo Fagnani e Sergio Venzo durante la realizzazione del foglio geologico 18 Sondrio, in scala 1:100.000 (**Fig. 7a**). L'acquisizione del materiale conservato presso la sede di Venezia del Servizio Idrografico ha permesso di recuperare un gran numero di fotografie scattate nella seconda metà del '900 durante i rilievi idrologici e durante le misure batimetriche nella laguna di Venezia, oltre che una preziosa raccolta di fotografie a grande formato realizzate dal fotografo trentino Giovanni Battista Unterveger (**Fig. 7b**).

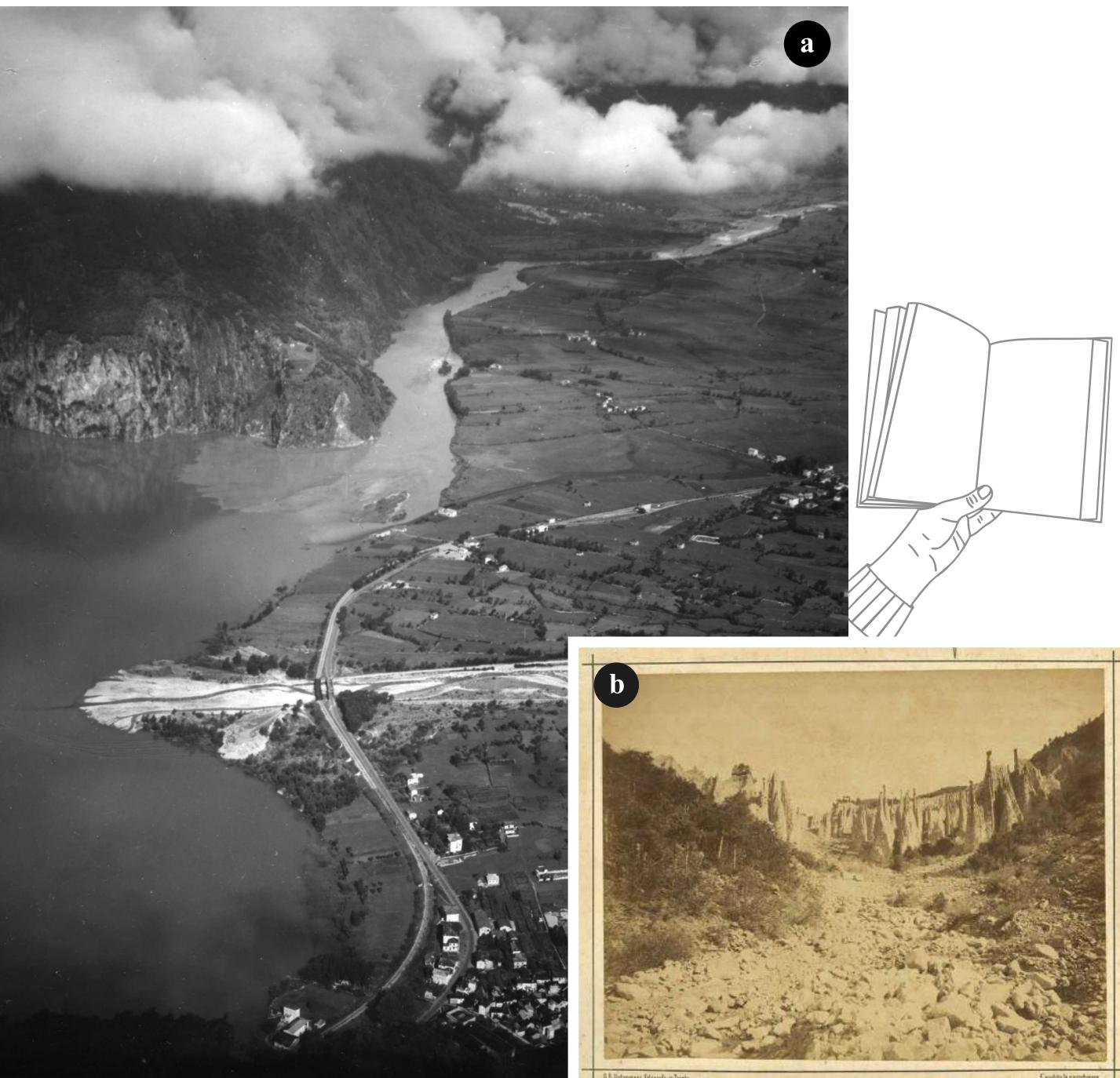


Fig. 7 - La Mera ed il conoide del torrente Codera. Fotografia acquisita nel 1955 nell'ambito delle attività di rilevamento del foglio geologico Sondrio in scala 1:100.000 da Gustavo Fagnani e Sergio Venzo (**a**). Piramidi di terra di Segonzano (Val Cembra, Trento), anno 1880 ca., Giovanni Battista Unterveger, fotografo in Trento (**b**). Archivio fotografico Biblioteca ISPRA.



CONCLUSIONI

Per l'enorme valore del patrimonio bibliografico, cartografico e documentale, la Biblioteca dell'ISPRA rappresenta uno dei più importanti centri per la conservazione e la diffusione del sapere scientifico in campo geologico-ambientale nel nostro Paese. La biblioteca rappresenta il punto di partenza per qualsiasi ricerca debba essere sviluppata e costituisce il punto di arrivo dei risultati prodotti durante queste stesse ricerche. Il mantenimento della funzionalità della biblioteca, e il suo necessario arricchimento in termini di contenuti e di conoscenza, costituisce uno dei punti di forza dell'ISPRA; la biblioteca rappresenta le solide basi sulle quali è costruita la cultura scientifica, non solo dell'Istituto, ma di tutta la comunità. Preservare e incrementare questo patrimonio significa garantire continuità, autonomia e qualità alla ricerca, oltre che a custodire quella memoria scientifica che ha contribuito, e

continuerà a contribuire, allo sviluppo delle discipline nelle quali l'Istituto è protagonista.

Nel futuro, le biblioteche come quella dell'ISPRA sono chiamate a un ruolo ancora più ampio: non soltanto custodi della conoscenza, ma nodi attivi di una rete in grado di favorire l'accesso aperto alle informazioni, sostenere la ricerca interdisciplinare e accompagnare le nuove generazioni nella costruzione di una solida *information literacy* ambientale. In un mondo in rapido cambiamento, in cui le sfide ecologiche e climatiche impongono risposte sempre più tempestive, le biblioteche rimangono spazi di mediazione culturale e scientifica, luoghi di incontro tra memoria storica e innovazione, strumenti indispensabili per trasformare il sapere in consapevolezza e la conoscenza in azione.

BIBLIOGRAFIA

- Barale L., Mosca P., Console F. & Pantaloni M. (2025).** *The problem of the age of "greenstones" in the Western Alps: the perspective of Carlo Bruno*. Rendiconti Online della Società Geologica Italiana, 66, 24-35.
<https://doi.org/10.3301/ROL.2025.14>
- Carusone A. & Morroni E. (1996).** *Il progetto Geodoc. Un viaggio durato tre anni*. Bollettino AIB, 36, 167-183.
- Carusone A., Morroni E. & Zanfrà S. (a cura di) (1996).** *La carta geologica d'Italia: un itinerario bibliografico*. Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento per i servizi tecnici nazionali, Biblioteca, Roma, 149 pp.
- Carusone A. & Olivetta L. (a cura di) (2006).** *ThIST: Thesaurus Italiano di Scienze della Terra*. APAT, Roma, 591 pp.
- Console F. (2014).** *Il cuore storico della Biblioteca ISPRA: la "stanza dei libri antichi"*. Ideambiente, 47-48.
- Console F., Pantaloni M. & Petti F.M. (2015).** *The historical analysis of the original manuscript Geologische Spezialkarte maps on the Austro-Italian war front*. Rendiconti Online della Società Geologica Italiana, 36, 49-52.
<https://doi.org/10.3301/ROL.2015.141>
- Ercolani G. (2017).** *Dal Regio Comitato Geologico all'ISPRA: una biblioteca al servizio delle geoscienze*. In: Console F., Pantaloni M., Tacchia D., La cartografia del Servizio geologico d'Italia. Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia, 100, 46-53.
- Furlani C., Mozzi P., Bottazzi F., Cianci E., Blanc K., Coltellacci D., Console F., Lualdi M., Cerretti A., Iannace A., Chiodetti A.G., Ferrara G., Di Palo L., Di Pietro S., Ingui M.R., De Simone G. & Ranchino M.A. (2021).** *Geosciences and Education: what role can libraries play?* Atti del convegno SGI-SIMP, Trieste.
- Lupi C., Console F. & Severino F. (2024).** *Torquato Taramelli (1845-1922), pioneer of the glossary and the series of formations for modern geology in Italy between 1867 and 1881*. Rendiconti Online della Società Geologica Italiana, 62, 118-129.
<https://doi.org/10.3301/ROL.2024.15>
- Mosca P., Barale L., Console F., Corno A., Frasca G. & Pantaloni M. (2022).** *The geology of the Western Alps through the field notebooks of Secondo Franchi (1859-1932)*. Italian Journal of Geosciences, 141(1), 121-144.
<https://doi.org/10.3301/IJG.2022.05>
- Pantaloni M., Console F. & Petti F.M. (2017).** *1867: notizie geologiche dalle Province del Regno d'Italia*. In: Console F., Pantaloni M., Tacchia D., La cartografia del Servizio geologico d'Italia. Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia, 100, 7-44.
- Pantaloni M., Macini P. & Console F. (2025).** *Life, science, and faith of Antonio Stoppani in the bicentenary of his birth*. Italian Journal of Geosciences, 144, 1-17.
<https://doi.org/10.3301/IJG.2025.04>
- Sella Q. (1862).** *Sul modo di fare la Carta geologica del Regno d'Italia*. Atti della Società Italiana di Scienze Naturali, 4, 43 pp.
- Servizio Geologico d'Italia (1989).** *Progetto per la gestione informatica della Biblioteca del Servizio geologico Nazionale, linee generali di automazione*. Bollettino del Servizio Geologico d'Italia, 108, 55-113.
- Severino F. (2012).** *La Biblioteca dell'ISPRA: un'antica vocazione allo scambio che si rinnova*. I numeri del servizio ILL-DD. Biblioteche oggi, 30(3), 33-35.
- Severino F., Console F. & Pantaloni M. (2014).** *Tra le carte geologiche della Biblioteca ISPRA*. Biblioteche oggi, XXXII, 7, 49-55.



Associazione Italiana DI GEOGRAFIA FISICA E GEOMORFOLOGIA

• a cura di Sandro Moretti, Pierluigi Confuorto, Federico Raspini,
Matteo Del Soldato, Veronica Pazzi e Marta Pappalardo

🌐 www.aigeo.it

LE GIORNATE AUTUNNALI *AIGeo 2025 a Firenze*



Fig. 1 - Il nuovo direttivo AIGeo per il periodo 2026-2028.

Assemblea dei Soci, Convegno ed Escursione dedicati alla geomorfologia applicata e ambientale

Si sono svolte a Firenze, nella prestigiosa sede del complesso di Sant'Apollonia, dal 9 all'11 Ottobre 2025, le tradizionali "Giornate autunnali AIGeo", che hanno riunito la comunità italiana di geografia fisica e geomorfologia per un intenso programma di incontri, confronti scientifici e attività sul territorio. L'evento, ospitato dal Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Firenze, ha compreso l'Assemblea dei Soci, l'VIII Convegno Nazionale AIGeo "Geomorfologia applicata e ambientale" ed un'escursione scientifica dedicata ai paesaggi urbani fiorentini.

Nella giornata del 9 Ottobre, presso l'Auditorium di Sant'Apollonia alla presenza di 91 partecipanti, si è svolta l'Assemblea dei Soci. Dopo i saluti istituzionali, i lavori si sono aperti con la relazione del Prof. Valerio Agnesi sui 25 anni di attività dell'Associazione Italiana di Geografia Fisica e Geomorfologia, seguita da un ampio momento di confronto sui progetti in corso, le attività dei gruppi di lavoro e le prospettive future dell'AIGeo. L'assemblea ha

visto anche due importanti momenti: sono stati nominati il nuovo consiglio direttivo (**Fig. 1**) e i nuovi coordinatori della sezione giovani geomorfologi, ed è stato confermato il Prof. Mauro Soldati come presidente per il prossimo triennio. La giornata si è conclusa con la consueta cena sociale, organizzata presso la Trattoria Napoleone in piazza del Carmine.

Il 10 Ottobre ha avuto luogo il cuore scientifico dell'evento, l'VIII Convegno Nazionale AIGeo, dedicato alla memoria del Prof. Mario Panizza, già docente di Geomorfologia all'Università di Modena e Reggio Emilia e figura di riferimento nel panorama geomorfologico italiano e internazionale. Il convegno ha registrato 29 contributi presentati in forma di *poster* e 9 relazioni ad invito che hanno toccato temi di grande attualità, dalla gestione dei corsi d'acqua agli impatti dei cambiamenti climatici, fino al rapporto tra geomorfologia e patrimonio culturale. La giornata si è aperta con un ricordo di Mario Panizza (**Fig. 2**), affidato al Prof. Alberto Carton e al Prof. Mauro Soldati, seguito dagli interventi



Fig. 2 - Intervento del Prof. Mauro Soldati, confermato Presidente AIGeo anche per il periodo 2026-2028.



Fig. 3 - L'Intervento del Prof. Massimo Rinaldi (Università di Firenze), tra gli interventi di studiosi provenienti da università e centri di ricerca nazionali e internazionali.

di studiosi provenienti da università e centri di ricerca nazionali e internazionali, tra cui Mihai Micu (*Romanian Academy*), Emmanuel Reynard (*University of Lausanne*), Massimo Rinaldi (Università di Firenze; **Fig. 3**), Valter Maggi (Università di Milano-Bicocca), Claudio Margottini (UNESCO Chair, Università di Firenze), Lukas Rettig (Premio Fratianni 2025, Università di Padova) e Francisco Gutiérrez (Università di Saragozza). Le sessioni scientifiche, scandite da due momenti di confronto con i *poster* (**Fig. 4**), hanno offerto un quadro ampio delle nuove ricerche e applicazioni della geomorfologia nei contesti attuali climatici, ambientali, territoriali e culturali.

A concludere le giornate, l'11 Ottobre, si è svolta l'escursione scientifica “Firenze e i suoi paesaggi: un itinerario di geomorfologia urbana”, curata dal Dipartimento di Scienze della Terra dell’Università di Firenze. L’itinerario, che ha coinvolto il quartiere Oltrarno e l’area di Piazzale Michelangelo, ha mostrato ai partecipanti come le caratteristiche geologiche e geomorfologiche abbiano influenzato lo sviluppo storico, architettonico e urbanistico della città. Dalle pietre di Palazzo Pitti, simbolo del rapporto tra geologia e architettura, ai casi di instabilità urbana come la frana del Lungarno Torrigiani, fino alle memorie idrauliche delle grandi piene dell’Arno e alle frane storiche del versante di San Miniato, l’escursione ha offerto una lettura geoscientifica del paesaggio fiorentino, concludendosi nel Giardino di Boboli, esempio emblematico di trasformazione di antiche cave in spazi paesaggistici monumentali.

Le Giornate autunnali AIGeo 2025 hanno rappresentato un momento di sintesi e rilancio per la comunità geomorfologica italiana, riaffermando il ruolo dell’Associazione come punto di riferimento per la ricerca, la divulgazione e la valorizzazione del territorio. Il successo dell’incontro fiorentino, segnato da un’ampia partecipazione e da un clima di dialogo costruttivo (**Fig. 5**), conferma la vitalità e la coesione di una comunità scientifica impegnata ad affrontare con competenza e passione le sfide della gestione e tutela dei paesaggi italiani.



Fig. 4 - La Sessione *posters* del VIII Convegno Nazionale AIGeo ‘Geomorfologia applicata e ambientale’ Firenze, 10-11 Ottobre 2025.



Fig. 5 - Il gruppo di organizzatori dell’evento del Dipartimento di Scienze della Terra - UNIFI.



Associazione Italiana PER LO STUDIO DEL QUATERNARIO

• a cura di Eleonora Regattieri

✉ www.aiqua.it

WORKSHOP

I proxy isotopici come strumenti per la ricostruzione dei climi e degli ambienti del Quaternario: metodologie, significato e applicazioni

L'Associazione Italiana per lo Studio del Quaternario (AIQUA), in collaborazione con il Gruppo di Lavoro Paleoclima del CNR DSSTTA, organizza un *workshop* tematico dedicato ai *proxy* isotopici come strumenti per la ricostruzione dei climi e degli ambienti del Quaternario. L'evento si terrà presso l'Area della Ricerca del CNR di Pisa nei giorni 5 e 6 Marzo 2026.

L'evento sarà articolato in una sessione scientifica-teorica articolata su interventi di vari esperti riguardanti le principali metodologie ed applicazioni isotopiche, seguita da brevi presentazioni dei partecipanti e da una visita guidata ai laboratori dell'Istituto di Geoscienze e Georisorse (CNR-IGG), centro di eccellenza per la geochimica isotopica, con dimostrazioni strumentali e momenti di confronto tra ricercatori senior e giovani studiosi.

Il *workshop* si concluderà con una escursione scientifica presso l'Antro del Corghia (Lucca), una delle più estese grotte carsiche d'Europa e sito di riferimento per la paleoclimatologia del Quaternario. L'escursione offrirà l'opportunità di discutere

sul campo l'impiego dei speleotemi come archivi naturali di informazioni climatiche, anche alla luce delle numerose ricerche condotte in questo sistema carsico negli ultimi decenni.

L'evento è rivolto in particolare a studenti, dottorandi, assegnisti e giovani ricercatori, con l'obiettivo di fornire strumenti concettuali e operativi per l'utilizzo consapevole dei *proxy* isotopici nello studio del Quaternario.

Ulteriori dettagli su programma, modalità di iscrizione e *call for abstract* saranno a breve disponibili su www.aiqua.it e paleoclima.cnr.it.

Ricordiamo che la partecipazione a tutti gli eventi AIQUA è gratuita per i soci in regola con la quota annuale. Sul sito www.aiqua.it è possibile saldare la quota 2026 a tariffa ridotta fino al 31 Gennaio 2026 e versare eventuali contributi come socio sostenitore.

WOMEN AND *Geosciences*

Recentemente AIQUA ha promosso un sondaggio rivolto ai propri soci per indagare come le donne vivono la geologia del Quaternario, sia nel percorso accademico sia in quello professionale, e quali azioni auspicano per favorire una maggiore parità di genere.

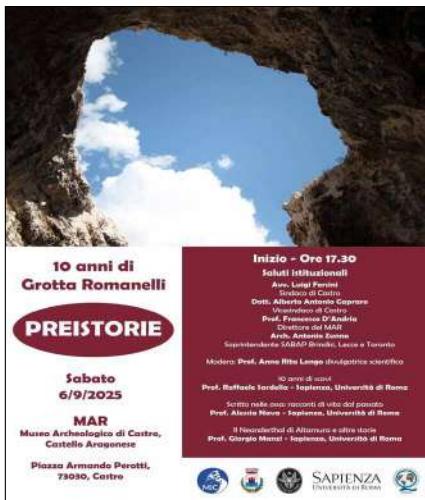
I risultati sono stati raccolti e pubblicati nel volume speciale *Women and Geosciences*

(*Editors*: Daniela Di Bucci, Luisa Sabato, Martina Zucchi) della rivista *Journal of Geoethics and social Geosciences*, che offre una panoramica aggiornata sul ruolo delle donne nelle geoscienze.

✉ journalofgeoethics.eu/index.php/jgsg/issue/view/7



PATROCINI AIQUA



AIQUA ha concesso il proprio patrocinio alla conferenza organizzata in occasione del decennale dall'avvio degli scavi di Grotta Romanelli e al Paleofest di Montevarchi, a testimonianza del costante impegno dell'associazione nella promozione della ricerca scientifica e della divulgazione archeologica e paleontologica.

TRAVEL GRANT AIQUA

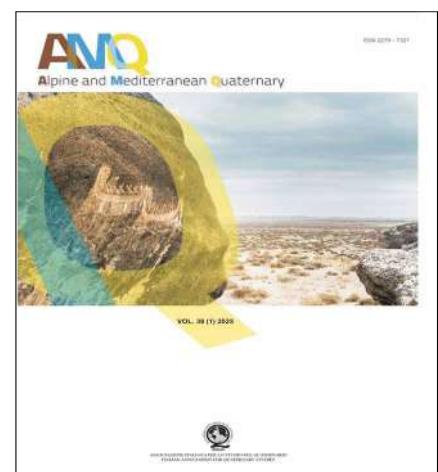
AIQUA promuove un *Travel Grant* di 350 € destinato al miglior *poster* presentato BeGeo (begeos.it). Il riconoscimento comprende anche un anno di associazione gratuita a AIQUA.



ALPINE AND MEDITERRANEAN QUATERNARY (AMQ)

Alpine and Mediterranean Quaternary (AMQ) è la rivista scientifica ufficiale di AIQUA, dedicata alla pubblicazione di studi originali e ricerche multidisciplinari sul Quaternario. La rivista, *gold open access* e *peer-reviewed*, rappresenta un punto di riferimento per studiosi di geologia, archeologia, paleontologia, paleoecologia e scienze affini. AMQ promuove la diffusione di conoscenze innovative e di qualità, valorizzando sia contributi di taglio locale che ricerche di respiro internazionale. Grazie alla natura digitale e ad accesso libero, i contenuti sono fruibili da una comunità scientifica ampia e diversificata. Invitiamo ricercatori, giovani studiosi e professionisti a inviare i propri articoli, note brevi o recensioni, contribuendo alla crescita di una rivista che unisce rigore scientifico e apertura interdisciplinare.

● <https://amq.aiqua.it/index.php/amq/index>



CONVEGNO AIQUA 2026 SAVE THE DATE Cagliari, 28-29 Maggio 2026

Siamo lieti di annunciare date e *location* del prossimo convegno annuale AIQUA: Cagliari, 28-29 Maggio 2026. Come di consueto, l'evento includerà l'Assemblea annuale dei soci e un'escursione in siti di rilievo per lo studio del Quaternario. Un ampio spazio sarà dedicato alle presentazioni dei giovani ricercatori. Il titolo e il programma sono in via di definizione e saranno pubblicati a breve su aqua.it.

Associazione PALEONTOLOGICA PALEOARTISTICA *Italiana*

● a cura di Anna Giamborino

🌐 www.paleoappi.it

STORIE DI FOSSILI DIMENTICATI: *la collezione di Cà Negra*

Nelle sale della Collezione di Geologia “Museo Giovanni Capellini” di Bologna, una collezione rimasta in silenzio per quasi un secolo ha ripreso vita. Sono i reperti provenienti dalla cava di Cà Negra, un inghiottitoio carsico dell’Istria settentrionale, oggi scomparso (Figg. 1 e 2). Questi fossili raccontano di un paesaggio pleistocenico popolato da grandi erbivori, predatori feroci e piccoli mammiferi, ma anche delle prime interazioni tra l’uomo e l’ambiente circostante. La storia di questa collezione affonda le radici negli anni ’30 del Novecento, quando Michele Gortani, allora direttore del museo bolognese, incaricò lo speleologo Franco Anelli di esplorare la cava di Cà Negra, minacciata dall’avanzare delle attività estrattive. Le esplosioni avevano messo in luce un ricco e variegato deposito fossilifero con ossa di rinoceronti, cavalli, cervi, iene, orsi, insieme a una miriade di micromammiferi e resti di uccelli, pesci, anfibi e rettili. Per evitare la perdita di questo patrimonio, Anelli raccolse in fretta i reperti, li catalogò, li imballò e iniziò una prima identificazione.

Ma lo scoppio della Seconda Guerra Mondiale interruppe ogni attività scientifica. Le casse furono inviate a Bologna e conservate nella Collezione di Geologia, dove rimasero chiuse per decenni, avvolte nei giornali dell’epoca usati come imballaggio. Nel frattempo, la cava di Ca’ Negra fu definitivamente distrutta dalle mine, oggi ne restano solo fotografie e appunti.

La recente riapertura e analisi della collezione ha riportato alla luce un patrimonio straordinario di oltre 20.000 reperti, di cui più di 6.000 identificati a livello di famiglia. Il lavoro di recupero è stato lungo e meticoloso, ha richiesto l’apertura dei vecchi imballaggi, la pulizia delle ossa, la classificazione anatomica e tassonomica e la stima del numero minimo di individui presenti.

I risultati hanno rivelato una biodiversità inattesa con cervidi e bovidi a dominare la scena, ma non mancano cavalli, rinoceronti e suidi. Tra i carnivori compaiono iene, felini, orsi e canidi, mentre i micromammiferi - criceti, arvicole, topi e pipistrelli - hanno offerto preziosi indizi sull’ambiente e sul clima. Anche gli anfibi,

Fig. 1 - Reperti di Cà Negra con imballaggi originali.



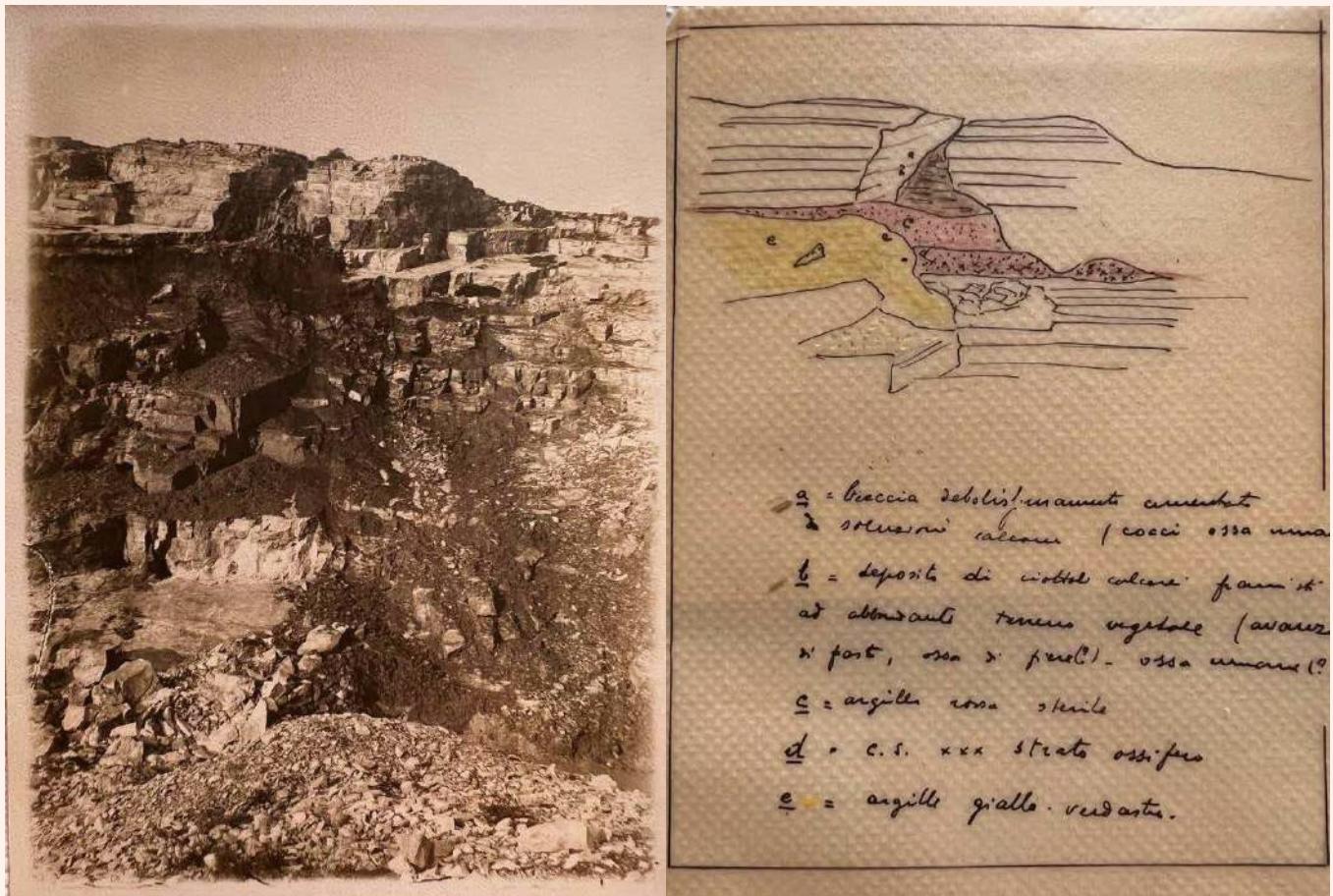


Fig. 2 - Fotografia e suddivisione in orizzonti della Cava di Cà Negra fatte da Franco Anelli.

con centinaia di resti di rospi, raccontano di ambienti umidi e della presenza di laghetti temporanei.

L'insieme dei dati restituisce l'immagine di un paesaggio a mosaico del Pleistocene, dominato da foreste dal clima temperato-umido, ma anche da ampi spazi aperti di steppa e tundra, capaci di ospitare specie adattate a condizioni più fredde.

Grazie alle analisi condotte sui reperti, è stato possibile distinguere due principali orizzonti di provenienza, con una netta prevalenza di fossili dal secondo livello. Nei macromammiferi l'identificazione si è basata soprattutto su crani, mandibole, ossa lunghe e denti, elementi fondamentali anche per la classificazione dei micromammiferi. La distribuzione delle specie mostra una predominanza di micromammiferi, seguiti da anfibi, rettili, pesci e uccelli, quindi grandi erbivori e infine carnivori: una composizione che riflette l'equilibrio naturale delle catene trofiche, con molte prede a sostegno di pochi predatori.

La modalità di deposizione dei reperti sembra però legata a dinamiche diverse, i resti mostrano evidenze di cadute accidentali, eventi naturali, ma anche attività umane. Alcune ossa di grandi erbivori presentano segni di bruciature e lavorazione, indizi di pratiche di macellazione. Ancora più affascinanti sono i *cutmarks* rinvenuti nei livelli più antichi, che potrebbero spingersi indietro fino all'epoca dei Neanderthal, aprendo nuove prospettive di ricerca sul rapporto tra uomo e ambiente nel Quaternario.

Inoltre, il confronto con altri giacimenti dell'area istriana permette oggi di collocare Cà Negra in un contesto più ampio: un territorio carsico ricco di cavità naturali, usate dagli animali come tane e dagli esseri umani come riparo o deposito.

La vicenda di Cà Negra dimostra che i musei non sono archivi statici, ma veri laboratori di ricerca. Quelle casse dimenticate hanno offerto, dopo quasi un secolo, nuove informazioni sulla biodiversità, sull'ecologia e persino sul comportamento umano nel Quaternario. Un promemoria prezioso su quanto siano importanti le collezioni storiche nella loro capacità di conservare risposte a domande che la scienza non ha ancora saputo formulare.

Mentre il presente è attraversato da rapidi cambiamenti climatici, riscoprire questi materiali diventa essenziale per comprendere l'evoluzione degli ecosistemi e la resilienza delle specie. Collezioni come quelle di Cà Negra insegnano che il passato non è mai davvero muto, basta saper ascoltare. Ogni museo, con i suoi scaffali e le sue scatole, custodisce potenziali nuove scoperte. Gli studi sulla collezione, intanto, sono ancora in corso e chissà quali altre storie potrà raccontare in futuro. Non sempre servono viaggi esotici o scavi in terre lontane, talvolta, i fossili più sorprendenti aspettano solo di essere riportati alla luce, proprio sotto il nostro naso.

a cura di Alessia Furlan e Anna Giamborino



Società PALEONTOLOGICA Italiana

● a cura di Annalisa Ferretti

🌐 www.paleoitalia.it



Il logo della prima Scuola SPI tenutasi a Torino il 25 e 26 Settembre 2025.
Grafica a cura di Fabio Franceschi.



Fig. 1 - L'attenzione dei partecipanti è stata sempre attiva nel corso dei due giorni della Scuola di Paleontologia. Qui alcuni momenti delle presentazioni di Giulio Pavia e Stefano Cresta.

Nei giorni 25 e 26 Settembre 2025 si è svolta a Torino la prima Scuola di Paleontologia (**Fig. 1**) organizzata dalla Società Paleontologica Italiana (SPI). Consapevole che la Paleontologia italiana in passato si è distinta nello studio di alcuni gruppi fossili che sono oggi poco valorizzati, la SPI ha deciso di impegnarsi nell'organizzazione di corsi tematici per trasferire conoscenze alle giovani generazioni, anche con la finalità di facilitare l'orientamento in termini di argomenti e di sedi disponibili per tesi di vario livello e approfondimenti personali. L'obiettivo della SPI è quello di organizzare una scuola all'anno, favorendo la massima partecipazione e senza costi di iscrizione. La Scuola SPI 2025, dal titolo “Ammonoidi: presente e futuro di un gruppo di fossili fondamentale nella storia della Paleontologia”, è stata realizzata in collaborazione con il Corso di Dottorato in Scienze della Terra dell’Università degli Studi di Torino presso il Dipartimento di Scienze della Terra. Il programma, molto ricco e variegato, è stato messo a punto in collaborazione con l’Associazione Neroniade, coordinata da Stefano Cresta.

La risposta dei partecipanti, 45 studenti di vari corsi di laurea e di dottorato, provenienti da tutta Italia, è stata sin da subito estremamente positiva, con esaurimento dei posti disponibili in poche ore.

Nove relatori hanno illustrato un’ampia varietà di aspetti storici e

tecnico-metodologici, sistematici, bio- e cronostratigrafici, museali

e riguardanti geositi ad ammonoidi, per un totale di 16 ore di seminario.

Gli ammonoidi sono un gruppo fortemente iconico, strettamente legato al fascino geometrico dell’andamento spirale del loro guscio. Sono uno dei gruppi fossili identificati per primi nella storia della Paleontologia a partire da Konrad Gesner a metà del 1500, dopo che Plinio il Vecchio aveva citato gli *Ammonis cornua* nel 77 d.C. Dopo interessanti studi pre-linneani, gli ammonoidi divengono il gruppo su cui viene fondata la bio- e cronostratigrafia nel XIX secolo. Il concetto di fossile-guida (*Leit-Muscheln*) venne definito da Leopold von Buch nel 1839 studiando prevalentemente ammonoidi del Giurassico, poco dopo negli anni 1856-1858 Albert Oppel definì il concetto cronostratigrafico di “Zona”, sulla base di studi su ammonoidi del Giurassico.

Al giorno d’oggi gli ammonoidi sono un gruppo molto attrattivo per ricerche avanzate che riguardano la loro paleobiologia, le analisi morfostrutturali sull’architettura della conchiglia e la ricostruzione di modelli e linee evolutive. Non hanno perso però l’utilità come strumenti per la biocronostratigrafia ad alta risoluzione, pur necessitando spesso di revisioni sistematiche per

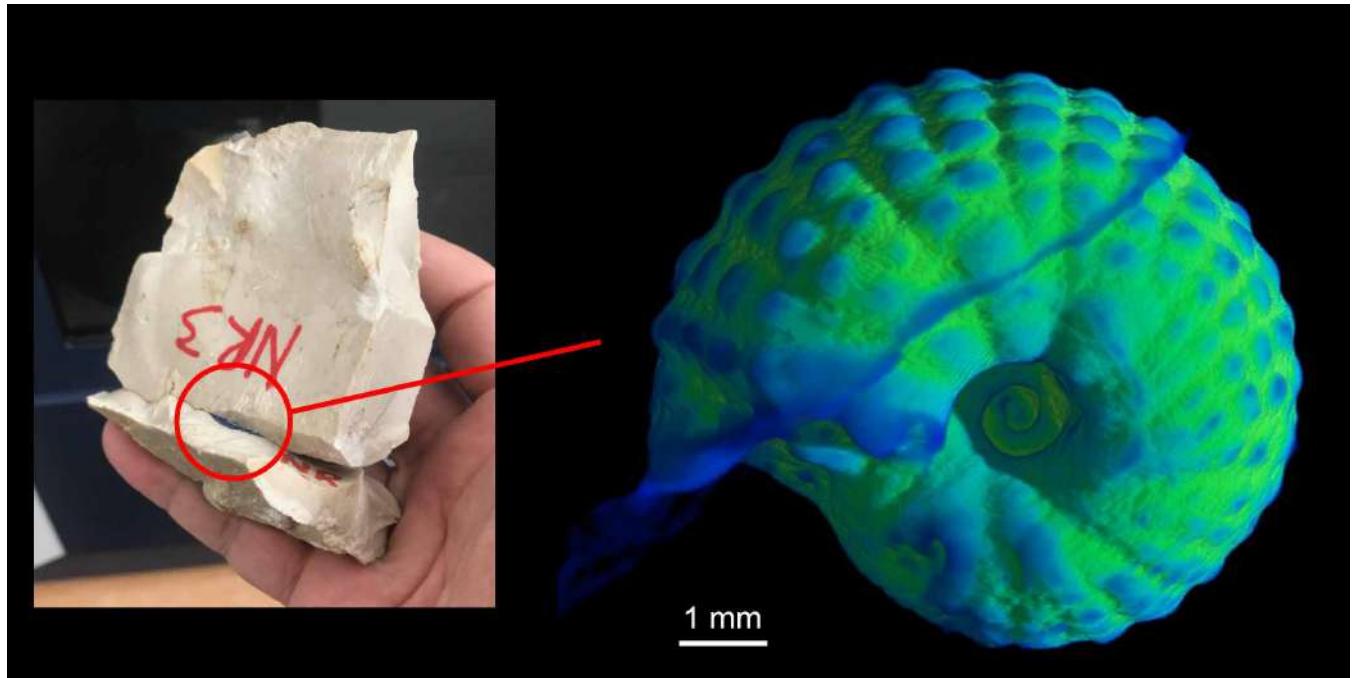


Fig. 2 - Calco virtuale di una impronta di *Halorites* (Norico) contenuto all'interno di un blocco di calcare dei Monti Sicani (Sicilia), ottenuto tramite microtomografia a raggi X (XR μ CT) (elab. M. Voltolini).

aggiornare concetti di generi e specie definiti più di un secolo fa, con metodi e conoscenze antiquati.

Ad un breve messaggio di benvenuto da parte del Presidente e del Vice-Presidente SPI, è seguita una introduzione sul gruppo curata da Marco Balini (UNIMI). Gli interventi successivi hanno riguardato i metodi e le tecniche di preparazione (Ruben Marchesi, UNIMI), metodi di analisi tafonomica ed applicazioni per lo studio dei fossili rimaneeggiati, con numerosi esempi del Giurassico della Francia (Giulio Pavia, UNITO), e tecniche avanzate di ricostruzione e analisi 3D con l'utilizzo di microtomografia a raggi X (Marco Voltolini, UNIMI) (Fig. 2).

La seconda giornata della Scuola è stata dedicata agli ammonoidi come componenti del patrimonio paleontologico del territorio e dei musei, ed alla presentazione di studi in corso su ammonoidi del Triassico, Giurassico e Cretacico.

Carolina D'Arpa (UNIPA) ha presentato la storia delle ricche collezioni di ammonoidi di G.G. Gemmellaro, conservate presso l'omonimo Museo Geologico dell'Università di Palermo, e lo splendido geosito giurassico di Rocca Palumba, affascinante non solo paleontologicamente ma anche paesaggisticamente. Stefano Cresta (Neroniade) ha illustrato il Monte Nerone, che si distingue per la quantità di affioramenti fossiliferi ad ammoniti, fondamentali per datare le successioni sedimentarie giurassiche esposte sulle varie pendici del monte e per ricostruirne la storia geologica. Le ricchezze del Monte Nerone e di altre aree dell'Appennino Umbro-Marchigiano sono esposte nel bellissimo Museo Brancaleoni di Piobbico (Pesaro-Urbino) dove l'associazione Neroniade sta raccogliendo e valorizzando vecchie e nuove collezioni in collaborazione con la SABAP An-Pu ed il comune di Piobbico.

Marco Balini (UNIMI) ha presentato l'attualità degli ammonoidi per la definizione delle scale chronostratigrafiche, attraverso alcuni esempi di GSSP del Triassico definiti con gli ammonoidi in località italiane.

Antonello D'Alessandro (Neroniade) ha presentato uno studio in corso sugli ammoniti del Sinemuriano-Pliesbachiano di Gorgo a Cerbara, in situ fossilifero ormai distrutto da attività di cava, di cui esistono solo tre collezioni depositate nei musei di Piobbico, Apecchio e Fano.

Problematiche diverse sono state presentate da Francesco Macchioni (Neroniade), che ha descritto l'impostazione del lavoro e i risultati di una tesi di dottorato sugli ammoniti del limite Pliesbachiano/Toarciano nell'appennino Umbro-Marchigiano e nelle unità subbetiche della Spagna meridionale.

L'ultima presentazione del seminario è stata tenuta da Christian Conti (UNIPI), il più giovane dei relatori, che si appresta ad iniziare il Dottorato di Ricerca sugli ammoniti del Cretacico e che ha presentato alcuni studi in corso sulle relazioni tra fattori ambientali e sviluppo delle faune ad ammoniti, in particolare sugli ammoniti eteromorfi.

Non sono mancate le interazioni dirette con i partecipanti alla Scuola, sia durante le esposizioni che con una cena in gruppo tenutasi la sera del 25 Settembre.

Il forte apprezzamento per la Prima Scuola SPI è emerso chiaramente dalle risposte al questionario finale inviato ai partecipanti, che hanno fornito spunti preziosi per la progettazione della Seconda Scuola SPI prevista nel 2026.

a cura di Marco Balini e Massimo Delfino

Associazione Italiana DI VULCANOLOGIA

● a cura del Consiglio Direttivo AIV

🌐 www.aivulc.it/it

SCUOLA “Bruno Capaccioni” 2025



Fig. 1 - Foto di gruppo dei partecipanti alla Scuola di Vulcanologia “Bruno Capaccioni” durante l’escursione a Stromboli.

Dal 3 al 9 Settembre 2025 si è svolta a Lipari la Scuola di Vulcanologia “Bruno Capaccioni” (**Fig. 1**), promossa dall’Associazione Italiana di Vulcanologia (AIV) in collaborazione con IAVCEI e INGV e con il patrocinio del Parco Archeologico delle Isole Eolie “Luigi Bernabò Brea”. L’iniziativa, giunta ormai alla sua sedicesima edizione, rappresenta un appuntamento annuale consolidato per studenti universitari delle lauree triennali e magistrali in discipline geologiche. L’obiettivo principale è fornire solide basi sulla conoscenza dei sistemi vulcanici e dei processi eruttivi, integrando lezioni teoriche e attività pratiche direttamente sul campo.

L’edizione 2025 è stata coordinata da Federico Lucchi e Claudio Tranne (Università di Bologna), Eugenio Nicotra (Università della Calabria) e Gianfilippo De Astis (INGV-Roma1), con la partecipazione di altri docenti e ricercatori, tra cui Jacopo Natale (Università di Bari) e Simona Scollo (INGV-OE Catania).

Le richieste di partecipazione sono state 50, a testimonianza del grande interesse che le attività di terreno continuano a suscitare tra gli studenti di geoscienze. I posti disponibili erano 25 e sono stati

assegnati a studenti provenienti da numerose università italiane (tra cui Roma Sapienza e Roma Tre, Bologna, Napoli, Catania, Messina, Cagliari, Firenze, Palermo, Perugia, Pisa).

Il programma ha previsto una combinazione di lezioni teoriche, ospitate presso il Museo Archeologico Regionale Eoliano, e quattro giorni di esercitazioni pratiche sulle isole di Lipari, Vulcano e Stromboli. I partecipanti hanno potuto approfondire lo studio delle morfologie vulcaniche, dei depositi piroclastici e lavici e dei meccanismi eruttivi, discutendo sul campo i diversi processi di trasporto e deposizione, dalla caduta di materiale vulcanico alle correnti piroclastiche, fino ai *lahar*. Ampio spazio è stato dato anche al riconoscimento delle principali forme di collasso vulcanotettonico e alla relazione tra dinamiche magmatiche ed edifici vulcanici.

Le escursioni hanno toccato alcuni dei siti più rappresentativi della geologia eoliana. A Lipari, gli studenti hanno osservato le successioni piroclastiche e i duomi riolitici del settore sud, datati tra 42 e 20 mila anni, ed il cono di pomice riolitica di Monte Pilato insieme con la celebre colata ossidianacea di Rocche Rosse da esso emessa, nell’ultima fase di attività eruttiva sull’isola, in età medievale. A Vulcano l’escursione si è concentrata sul settore settentrionale, includendo la piattaforma lavica di Vulcanello e il cono della Fossa, teatro dell’eruzione del 1888-90, fondamentale per comprendere le dinamiche di costruzione e distruzione di un vulcano attivo. L’ultima giornata ha previsto il trasferimento a Stromboli, dove è stata effettuata un’escursione nel settore nord-orientale dell’isola, tra le tracce delle fessure eruttive oloceniche e la colata di San Bartolo di età romana. Infine, dal punto panoramico di quota 290 m, sul bordo nord-est della Sciara del Fuoco, gli studenti hanno potuto osservare direttamente l’attività stromboliana dei crateri sommitali, che continua a modellare la morfologia sommitale del vulcano e a condizionare l’evoluzione della Sciara. La Scuola di Vulcanologia “Bruno Capaccioni” si conferma dunque un’esperienza formativa di grande valore, capace di coniugare rigore scientifico, attività pratica e un clima di condivisione tra docenti e studenti. Un appuntamento che ogni anno rinnova l’entusiasmo e la passione per lo studio dei vulcani e che rappresenta un tassello fondamentale nella formazione dei futuri geologi e vulcanologi.

WORKSHOP CONGIUNTO “*Experimental and numerical modelling approaches to investigate gravity flows*”

Dal 15 al 19 Settembre si è tenuto il workshop “*Experimental and numerical modelling approaches to investigate gravity flows*”, organizzato nell’ambito dei progetti European Union Next-GenerationEU (*National Recovery and Resilience Plan - NRRP*, Mission 4, Component 2, Investment 1.3 - D.D. 1243 2/8/2022, PE00000005): 1) PRIN-PNRR 2022 P2022CLRTF “*Improving the modeling capabilities of geophysical granular flows through experimental and numerical simulations*”; 2) RETURN Extended Partnership.

Il workshop, organizzato presso il Dipartimento di Scienze della Terra e Geoambientali dell’Università degli Studi di Bari “Aldo Moro” (Fig. 2) e il Laboratorio Camilab dell’Università della Calabria (Fig. 3), ha visto la partecipazione di 13 delegati senior, di cui 6 invitati dall’estero, e 12 dottorandi e giovani ricercatori dall’Italia e dall’estero. Dal 15 al 16 Settembre, il workshop si è svolto presso l’Università di Bari, con lezioni da parte dei delegati senior e presentazione da parte dei dottorandi e giovani ricercatori. Inoltre, si è proceduto alla visita delle strumentazioni di laboratorio utili ai fini delle tematiche del workshop (es., reometro per polveri).

Dal 17 al 19 settembre, il workshop si è svolto presso l’Università della Calabria, con un esperimento dimostrativo di flusso granulare nella canaletta a grande scala del Camilab, che è stata ulteriormente adattata per generare flussi granulari nell’ambito del progetto PRIN-PNRR 2022. Successivamente si è proceduto all’analisi dei



Fig. 2 - Foto di Gruppo dei partecipanti al workshop congiunto “*Experimental and numerical modelling approaches to investigate gravity flows*”.



Fig. 3 - Esperimento dimostrativo di flusso granulare nella canaletta a grande scala presso il CAMILAB, Università della Calabria.

dati raccolti dal sistema di acquisizione. Il workshop si è concluso con una giornata di discussioni articolate in tre tavole rotonde, ad ognuna delle quali è stata attribuita un argomento di discussione, ritenuto critico per la modellistica sperimentale e numerica delle correnti di gravità in ambito geologico.

Progetto VOLT VOLcanoes as Teachers

Nell’ambito del progetto Erasmus+ “*VOLT - VOLcanoes as Teachers*”, l’Associazione Italiana di Vulcanologia ETS, oltre al *training* per gli insegnanti di Scienze delle scuole elementari e medie partner del progetto, ha organizzato il *field-trip* finale alle Isole Eolie dal 9 al 12 Settembre 2025. Al *field-trip* hanno partecipato gli insegnanti e gli alunni delle tre scuole provenienti dall’Italia (Albero della Tuscia nel comune di Farnese, VT), Grecia (scuola primaria sull’isola di Kos), Islanda (Stapaskoli nei dintorni della città di Keflavik) e gli altri *partner* nazionali

e internazionali. I giorni sul terreno sono stati dedicati all’osservazione dei depositi piroclastici e da attività effusiva presenti sull’isola di Salina (9 e il 12 Settembre), all’ascensione al cratere de La Fossa di Vulcano e visita al centro informativo INGV “Marcello Carapezza” (10 Settembre) (Fig. 4), all’osservazione dell’attività esplosiva stromboliana con affaccio sulla Sciara del Fuoco presso l’isola di Stromboli (11 Settembre). Il *field-trip* ha regalato momenti di grande interesse scientifico-divulgativo, condivisione ed intensità emotiva.



Fig. 4 - Visita al centro informativo INGV “Marcello Carapezza” di Vulcano nel corso del *field-trip* legato al progetto Erasmus+ “*VOLT - VOLcanoes as Teachers*”.



Associazione Nazionale INSEGNANTI SCIENZE NATURALI

• a cura di Susanna Occhipinti

🌐 www.anisn.it/nuovosito

IESO 2025: un successo internazionale e la sfida di Torino 2026

Gli Esiti di Ji'njin: un'udizione da ricordare

Le Olimpiadi Internazionali di Scienze della Terra (IESO) 2025, tenutesi dal 7 al 17 Agosto a Ji'njin, in Cina (Fig. 1), hanno rappresentato ancora una volta un momento di eccellenza scientifica e di incontro culturale tra giovani talenti provenienti da tutto il mondo. L'edizione cinese ha confermato l'importanza crescente di questo evento nel panorama educativo internazionale, vedendo la partecipazione di 32 squadre nazionali con oltre 120 studenti accompagnati dai loro mentori.

La manifestazione si è articolata secondo il format consolidato che caratterizza le IESO: prove teoriche approfondite che spaziano dalla geologia, alle scienze ambientali, affiancate da prove pratiche che mettono alla prova le competenze operative degli studenti. Ma i veri elementi distintivi delle IESO sono l'*International Team Field Investigation* (ITFI) e l'*Earth System Project*: un'esperienza unica nel panorama delle olimpiadi scientifiche internazionali. In queste attività, infatti, squadre miste di studenti di diverse nazionalità lavorano insieme su progetti di ricerca sul campo, favorendo la collaborazione internazionale e costruendo legami di amicizia che spesso durano ben oltre la competizione.

I risultati ottenuti dalla squadra italiana, 7 medaglie, hanno evidenziato il buon livello della preparazione degli studenti nelle scienze della Terra.

- 3 medaglie di bronzo nelle prove individuali
- 2 medaglie d'oro nell'*Earth Science Project*
- 1 argento e 1 bronzo nell'*International Team Field Investigation*

La competizione ha visto emergere talenti eccezionali, con prestazioni che dimostrano come le nuove generazioni siano sempre più consapevoli dell'importanza delle geoscienze per affrontare le sfide del cambiamento climatico e della sostenibilità ambientale, soprattutto in quei paesi, l'Est del Mondo e gli USA, dove l'impegno per la preparazione della squadra vede un supporto economico decisamente rilevante. Gli esiti della manifestazione hanno premiato non solo la preparazione tecnica, ma anche la capacità di lavorare in team internazionali, di comunicare in inglese contenuti scientifici complessi e di applicare conoscenze teoriche a situazioni pratiche reali.

Il Valore Formativo delle IESO: molto più di una competizione

Le Olimpiadi Internazionali di Scienze della Terra rappresentano un'esperienza formativa di valore inestimabile per i giovani partecipanti. Al di là dell'aspetto competitivo, questi eventi costituiscono una vera e propria palestra di crescita personale e professionale. Gli studenti non solo approfondiscono le proprie conoscenze scientifiche, ma sviluppano competenze trasversali fondamentali: la capacità di lavorare sotto pressione, di collaborare con persone di culture diverse, di comunicare efficacemente in contesti internazionali e di applicare il metodo scientifico a problemi concreti.

L'esperienza delle IESO contribuisce in modo significativo all'orientamento universitario e professionale dei partecipanti. In molti paesi gli ex-partecipanti proseguono gli studi in ambito geologico, ambientale o in Scienze della Terra, spesso mantenendo contatti internazionali che si trasformano in collaborazioni di ricerca durante il percorso universitario e nella carriera professionale. Il *network* di relazioni che si crea durante le IESO diventa un patrimonio prezioso per tutta la vita, favorendo la mobilità internazionale degli studenti e dei ricercatori nel campo delle geoscienze. In Italia purtroppo questo ponte tra le IESO e i percorsi universitari in campo geoambientale è ancora da consolidare. Occorre guardare alle Geoscienze con occhi nuovi e un approccio più innovativo verso una disciplina fondamentale per la tutela dell'ambiente, la conoscenza e la gestione delle risorse necessarie al presente e al futuro, la riduzione e lo stoccaggio della CO₂. Questo permetterà di affrontare in modo preparato e consapevole le sfide ambientali, energetiche e climatiche che il futuro ci pone.

Le IESO svolgono un ruolo cruciale nella sensibilizzazione dei giovani verso le tematiche ambientali e la sostenibilità. In un'epoca in cui le sfide climatiche e ambientali richiedono risposte scientifiche innovative e politiche lungimiranti, formare giovani preparati e motivati nelle Scienze della Terra diventa una priorità strategica per ogni nazione. I partecipanti alle IESO diventano spesso ambasciatori delle geoscienze nelle loro scuole e comunità, contribuendo a diffondere la cultura scientifica e la consapevolezza ambientale.



Fig. 1 - Olimpiadi Internazionali di Scienze della Terra (IESO) 2025.

Verso Torino 2026: un progetto ambizioso per l'Italia

Con grande orgoglio annunciamo che stiamo lavorando intensamente per organizzare le IESO 2026 in Italia, con Torino come città ospitante, dal 20 al 27 Agosto 2026. Questo progetto rappresenta un'opportunità straordinaria per il nostro Paese di dimostrare la propria eccellenza nell'organizzazione di eventi scientifici internazionali e di valorizzare il ricco patrimonio geologico e ambientale italiano.

La scelta di Torino non è casuale: la città piemontese vanta una tradizione consolidata nelle Scienze della Terra, con l'Università di Torino che rappresenta un polo di eccellenza nella ricerca geologica e ambientale. Il territorio circostante offre inoltre contesti geologici di straordinario interesse scientifico e didattico, dalle Alpi occidentali ai depositi glaciali del Canavese, dalle ophioliti del Geoparco della Valsesia o della Moho nel parco della Valgrande e delle lave a *pillow* al confine con la Francia.

Prevediamo la partecipazione di circa 40 squadre da tutto il mondo, per un totale di oltre 250 partecipanti tra studenti, mentori e osservatori internazionali. L'evento rappresenterà una vetrina importante per l'Italia scientifica e offrirà l'opportunità di rafforzare i legami con la comunità internazionale delle geoscienze.

Un progetto collaborativo e partecipativo

Per realizzare questo ambizioso progetto, stiamo costruendo una rete di collaborazione che coinvolge tutti gli attori del panorama geoscientifico italiano ed europeo. Il nostro approccio si basa su due pilastri fondamentali: la collaborazione in rete e il sostegno finanziario diffuso.

Per quanto riguarda la collaborazione in rete, stiamo coinvolgendo università, enti di ricerca, associazioni professionali e organizzazioni internazionali. Ogni partner può contribuire con le proprie competenze specifiche: dall'*expertise* scientifica per la preparazione delle prove, al supporto logistico per l'organizzazione dell'evento, dalla promozione nelle scuole alla creazione di materiali didattici. Questa rete collaborativa garantirà non solo il successo dell'evento, ma anche un impatto duraturo sul sistema educativo e di ricerca italiano.

In parallelo, stiamo sviluppando un piano di *crowdfunding* che ci permetterà di realizzare l'evento in modo significativo e all'altezza

degli standard internazionali. Il *crowdfunding* non rappresenta solo uno strumento di raccolta fondi, ma anche un mezzo per coinvolgere la comunità più ampia nella realizzazione del progetto. Ogni contributo, dal più piccolo al più consistente, rappresenterà un mattone nella costruzione di questo evento che porterà l'Italia al centro dell'attenzione internazionale nel campo dell'educazione geoscientifica.

Stiamo inoltre collaborando attivamente con le principali organizzazioni internazionali del settore. La European Geosciences Union (EGU) e l'International Union of Geosciences, attraverso il suo comitato educativo, il COGE (Commission for Geoscience Education) e l'IGEO (International Geoscience Education Organisation) promotore delle IESO e l'European Federation of Geologists, rappresentano partner strategici per garantire la qualità scientifica e l'impatto internazionale dell'evento.

Un invito alla partecipazione

Lanciamo un appello a tutta la comunità geoscientifica italiana ed europea affinché si unisca a questo progetto ambizioso. Ogni contributo è prezioso: dal supporto scientifico alla promozione dell'evento, dal sostegno finanziario alla condivisione di expertise organizzativa. Le IESO 2026 a Torino potranno essere un successo solo grazie alla partecipazione attiva di tutti coloro che credono nell'importanza dell'educazione scientifica e nella valorizzazione delle geoscienze.

Invitiamo università, centri di ricerca, associazioni professionali, aziende del settore, istituzioni pubbliche e privati cittadini a contattarci per definire insieme le modalità di collaborazione più adatte. Ogni partner avrà l'opportunità di essere riconosciuto come sostenitore dell'evento e di beneficiare della visibilità internazionale che le IESO garantiscono.

Il successo delle IESO 2026 a Torino rappresenterà non solo un traguardo per l'Italia, ma anche un investimento nel futuro delle geoscienze europee e internazionali. Insieme possiamo fare la differenza, creando un evento che rimarrà nella memoria di tutti i partecipanti e che contribuirà a formare la prossima generazione di geoscientifici.

Per informazioni sulla partecipazione al progetto IESO 2026 Torino o per contribuire al *crowdfunding*, contattate il comitato organizzatore (email: susocchip@gmail.com).



Società GEOCHIMICA *Italiana*

✉ a cura di Orlando Vaselli

🌐 www.societageochimica.it

Care Colleghe e cari Colleghi,
desidero iniziare questa lettera per esprimere le più vive congratulazioni da parte della So.Ge.I. a Linda Zaniboni (UNITO) che, durante il Congresso IMWA (*International Mine Water Association*) 2025, tenutosi a Braga (Portogallo) dal 6 all'11 Luglio 2025, si è aggiudicata uno dei cinque premi per le migliori presentazioni orali e poster da parte di studenti.



Fig. 1 - Vulcano Summer School 2025.

Un successo a livello internazionale è stato quello che ha avuto la *Vulcano Summer School 2025 - In situ measurements and sampling of volcanic gases* tenutasi all'Isola di Vulcano (Isole Eolie), dal 9 al 13 Giugno 2025, che ha visto la presenza impressionante di 160 partecipanti (tra studenti e docenti) (Fig. 1). La *Summer School* attrae persone da molti paesi del mondo e richiede un grande impegno da parte degli organizzatori (Rebecca Biagi, Sergio Calabrese, Lorenza Li Vigni, Guendalina Pecoraino, Antonio Randazzo, Franco Tassi, Francesco Tripodi e Stefania Venturi) per garantire che questo evento si ripeta ogni anno.

Un altro evento che ha visto il coinvolgimento, come soggetto patrocinatore la So.Ge.I. è stato il 18° Simposio Internazionale sull'Interazione Acqua-Roccia e il 15° Simposio Internazionale sulla Geochimica Isotopica Applicata (IAGC3 - WRI-18 & AIG-15) che si è svolto a Cagliari dal 16 al 21 Giugno 2025,

con Giovanni De Giudici che ha agito come l'artefice di questo importante evento internazionale con una organizzazione pressoché perfetta. Il successo è stato incredibile, nonostante alcune defezioni da parte dei ricercatori statunitensi dovute alla recente politica di Trump. All'interno delle escursioni post-congresso, Federica Meloni e il sottoscritto hanno organizzato un'escursione geotermica-geochimica a Larderello e al Monte Amiata (Fig. 2), con la collaborazione di Alessandro Lenzi e Giorgio Simoni (ENEL-GreenPower), Daniele Rappuoli (Presidente del Parco Nazionale Museo delle Miniere del Monte Amiata) e con la partecipazione attiva di colleghi cinesi, giapponesi e russi. Un paio di settimane dopo la *Summer School* di Vulcano e circa una settimana dopo il congresso di Cagliari, dal 1 al 4 Luglio, si è svolta la quinta edizione di CAMGEO (“Campionamento e Analisi di Matrici Geologiche”) presso il Dipartimento di Scienze della Terra,



Fig. 2 - Post-congress excursion Amiata-Larderello.



Fig. 3 - Quinta edizione CAMGEO.

dell'Ambiente e delle Risorse (DiSTAR) dell'Università di Napoli Federico II, organizzata da Salvatore Dominech e da Stefano Albanese, sotto gli auspici della So.Ge.I. Questa scuola ha avuto come tema principale: Siti Contaminati e Valutazione del Rischio Ambientale. Membri della So.Ge.I. e altri esperti del CNR, dell'INGV e delle agenzie ambientali regionali (ARPAC, ARPAS) e del settore industriale hanno tenuto interessanti relazioni che sono state apprezzate dai 21 partecipanti alla Scuola. Le escursioni hanno riguardato "Napoli Orientale", un'area contaminata da idrocarburi, attualmente, in fase di bonifica (Fig. 3), e i "Laghetti di Castelvolturno". La sesta edizione di CAMGEO è prevista per il 2027.

Successivamente, al 2° Congresso della So.Ge.I., tenutosi a Perugia nel 2024, Maurizio Barbieri, Elisabetta Dore e Nicolas Greggio hanno gestito uno *special issue* pubblicato da *Environmental Geochemistry and Health* (IF: 3.8, Springer), riguardante la Sessione di Geochimica Ambientale del congresso. Inoltre, è in fase di definizione ed organizzazione il 3° Congresso della So.Ge.I. che si terrà a Ravenna tra la fine di Giugno ed inizio Luglio 2026.

L'ultimo evento organizzato dalla So.Ge.I. ha avuto luogo presso la Miniera del Siele (Fig. 4) e Abbadia San Salvatore (Fig. 5) con relativa visita alla zona di produzione di mercurio liquido, attualmente in fase di messa in sicurezza. È stato un evento di due giorni (7 e 8 Settembre 2025) dedicato al mercurio avente come titolo: Il mercurio, da elemento "ricercato" ad elemento "bandito". Questo convegno ha visto la partecipazione di soci So.Ge.I., docenti universitari italiani e stranieri, personale ISPRA e CNR e relatori delle autorità locali. L'evento, a partecipazione gratuita, è stato finanziato dal Museo del Parco Nazionale delle Miniere del Monte Amiata e dalla So.Ge.I. Un sentito ringraziamento agli organizzatori: Daniele Rappuoli, Federica Meloni, Stefano Covelli ed Elena Pavoni.

Oltre al 3° Congresso della Società Geochimica Italiana e alla *Summer School* di Vulcano, ci sono altre proposte anche se allo stato attuale non si sono ancora concretizzate. Nel prossimo numero di GeologicaMente daremo credito alle nuove iniziative.



Fig. 4 - Scorcio della Miniera del Siele.



Fig. 5 - Scorcio della Miniera di Abbadia San Salvatore MC.

Vi ricordo che, per ulteriori approfondimenti sulle attività della So.Ge.I., al sito societageochimica.it/newsletter sono disponibili le *newsletter* pubblicate a livello quadrimestrale. Infine, vi ricordo infine anche i canali *social* della So.Ge.I.:

[x.com/SocietaGe](https://twitter.com/SocietaGe)

<https://www.facebook.com/profile.php?id=100069443424996>

instagram.com/societageochimica_it

it.linkedin.com/company/societageochimicaitaliana

Storia delle GEOSCIENZE

● Coordinatore: Marco Romano

🌐 www.socgeol.it/368/storia-delle-geoscienze.html

CONVEGNO ANNUALE DELLA SEZIONE STORIA DELLA GEOSCIENZE:

Torino, 17-19 Giugno 2025



Fig. 1 - Foto di gruppo al Museo Regionale di Scienze Naturali di Torino.

Dal 17 al 19 Giugno 2025 si è tenuto a Torino il primo convegno annuale estivo della Sezione Storia delle Geoscienze della Società Geologica Italiana. L'iniziativa, organizzata dai soci Pietro Mosca, Sabrina Bonetto e Luca Barale, ha voluto rendere omaggio alla prima riunione della SGI svolta in Piemonte, a Ivrea, tra il 17 e il 20 Settembre 1893, su impulso dell'allora Presidente, Arturo Issel. Il programma ha ripercorso alcuni luoghi e tematiche di quell'incontro storico, intrecciando memoria scientifica e valorizzazione del territorio.

La prima giornata si è svolta nella suggestiva cornice del Museo Regionale di Scienze Naturali di Torino, recentemente rinnovato. Qui si è tenuta una sessione di comunicazioni con interventi di Marco Romano, Pietro Mosca, Sabrina Bonetto, del Direttore del museo Marco Fino e di Mattia Sella. Al termine della sessione, il Direttore ha guidato i partecipanti in una visita esclusiva alle collezioni e ai nuovi allestimenti, tra reperti storici di grande pregio, testimonianze di leggendarie spedizioni scientifiche e innovative esposizioni museali (Fig. 1). Il Museo, che torna a essere aperto al pubblico dopo una chiusura di oltre dieci anni, custodisce e valorizza ricchissime collezioni naturalistiche provenienti da tutto il mondo, comprese quelle storiche dell'Università di Torino.

La seconda giornata è stata dedicata alla prima escursione, ripercorrendo alcune tappe della riunione SGI del 1893. In mattinata i partecipanti hanno visitato i Monti Pelati e la Miniera di Olivina di Vidracco, per poi proseguire nel pomeriggio verso



Fig. 2 - Foto di gruppo all'interno della cava di gesso a Murisengo.

Montalto Dora e l'Anfiteatro Morenico della Serra di Ivrea, uno degli affioramenti glaciali più spettacolari e importanti d'Italia. La terza giornata ha condotto i convenuti nella zona della Collina di Torino-Monferrato. Qui si è svolta la visita a una cava di gesso a Murisengo (Fig. 2), di proprietà della società Estrazione Gesso. La cava, interamente coltivata in sotterraneo all'interno del Complesso Caotico della Valle Versa, è organizzata su cinque livelli e sfrutta un metodo di estrazione a camere e pilastri, calibrato sulle caratteristiche meccaniche del materiale. Nel pomeriggio l'escursione si è conclusa alla Basilica di Superga, che domina la città dall'alto con la sua imponente architettura barocca. Nei pressi della basilica è stata d'obbligo una visita al monumento dedicato al Grande Torino, che commemora la tristemente nota tragedia avvenuta sul colle nel 1949.

Il convegno ha registrato una buona partecipazione e un eccellente riscontro, inaugurando una nuova serie di appuntamenti della Sezione Storia delle Geoscienze. L'obiettivo è quello di riscoprire e valorizzare le escursioni storiche della SGI, mettendo in luce località e affioramenti che hanno avuto un ruolo fondamentale nello sviluppo delle geoscienze in Italia.

Con l'auspicio che questo primo incontro possa diventare una tappa fissa negli anni a venire, la Sezione dà appuntamento al prossimo anno per una nuova tappa di questo viaggio nei luoghi in cui si è fatta la storia della geologia italiana.

a cura di Marco Romano e Simone Fabbi

GEOsed

• Coordinatore: **Marcello Tropeano**

🌐 www.socgeol.it/369/geosed.html

Care/i associate/i della nostra Sezione GeoSed, durante la prima giornata del Congresso SIMP-SGI di Padova (16-18 Settembre 2025), dove molte/i di noi erano presenti con comunicazioni orali o poster, ci ha raggiunto la notizia della prematura scomparsa di Luca Costamagna, un nostro affezionato e storico socio, responsabile dell'organizzazione del nostro congresso del 2015 a Cagliari. Abbiamo chiesto ai colleghi della sua sede un breve ricordo che viene proposto in questa pagina.

Cari amici e colleghi, domenica scorsa (14 Settembre 2025, NdR) si è spento Luca Giacomo Costamagna (**Fig. 1**), Professore Associato di Sedimentologia e Stratigrafia e docente nei corsi di laurea di Scienze Geologiche e Naturali dell'Università degli Studi di Cagliari. Ci lascia un collega schivo, schietto amante del cinema di fantascienza, dello spazio, ma soprattutto della geologia di cui era profondamente innamorato.

Nato nel 1961, si è laureato con lode in Scienze Geologiche presso l'Università "Federico II" di Napoli. Subito dopo la laurea si è trasferito in Sardegna, dove ha iniziato la propria attività professionale come geologo presso Progemisa S.p.A., per poi intraprendere la carriera accademica presso il Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche dell'Università di Cagliari.

Autore di più di quaranta pubblicazioni su riviste scientifiche nazionali ed internazionali, i suoi interessi spaziavano dalla sedimentologia dei depositi continentali, in particolare la sequenza permo-triassica, allo studio stratigrafico delle successioni carbonatiche cambriane e mesozoiche. Socio della Società Geologica Italiana (SGI) e della Sezione di Geologia del Sedimentario (GeoSed) è stato sostenitore ed organizzatore di numerose iniziative tra le quali ricordiamo l'escursione per il



Fig. 1 - Luca Costamagna

congresso della Società Internazionale di Sedimentologia IAS (27th IAS meeting, Alghero 2009) e l'organizzazione XII Congresso GeoSed a Cagliari nel 2015. La geologia sarda e nazionale ha perso un suo protagonista instancabile ed il Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche un docente appassionato.

Con profondo affetto gli amici e colleghi sardi

Fig. 2 - Locandina della X Giornata "Incontri di Geologia".

Resta spazio per annunciarvi il nostro prossimo appuntamento che si terrà a Bologna nei giorni 11 e 12 Dicembre 2025 (**Fig. 2**). Per informazioni su queste giornate fate riferimento al seguente indirizzo email:

incontridigeologia@unibo.it

GEOETICA e Cultura Geologica

Coordinatore: **Enrico Cameron**

www.socgeol.it/371/geoetica-e-cultura-geologica.html

La Sezione di Geoetica e Cultura Geologica della SGI promuove i temi della geoetica a livello nazionale e internazionale e coordina la rete internazionale della IAPG - *International Association for Promoting Geoethics* (geoethics.org). Inoltre, è parte integrante dell'*International Geoethics Research Infrastructure* (IGRI) costituita dalla IAPG, dalla Commissione di Geoetica dell'*International Union of Geological Sciences* (IUGS) e dalla Cattedra di Geoetica dell'*International Council for Philosophy and Human Sciences* (CIPSH). Di seguito si riportano informazioni sulle principali attività promosse, sostenute o condotte direttamente dalla sezione nei mesi scorsi, sugli eventi programmati nei prossimi mesi e si segnalano iniziative editoriali in corso.



Fig. 1 - Locandina dell'*International Geoethics Day 2025*.

nostre società. Porre al centro la Geoetica nelle scelte energetiche significa favorire la salvaguardia degli ecosistemi e garantire che le decisioni di oggi contribuiscano anche al benessere delle generazioni future.

Sito web: geoethics.org/geoethics-day.

Geoethics Medal 2025

Le candidature dovranno essere presentate entro il 31 Dicembre 2025, inviando a iapgeoethics@aol.com la documentazione relativa al candidato che è indicata al seguente indirizzo:

geoethics.org/geoethics-medal. Le candidature saranno valutate da una commissione internazionale.

Commissione di Geoetica dello IUGS: raccomandazioni per l'uso etico dell'Intelligenza Artificiale nelle geoscienze
La Commissione di Geoetica dello IUGS ha pubblicato il documento “*Artificial Intelligence (AI) Ethics Recommendations for the Geoscience Community*”, redatto dal suo *Task Group on AI in Geosciences*. Questo rapporto presenta raccomandazioni per l’applicazione etica dell’Intelligenza Artificiale nelle geoscienze ed è destinato a geoscientifici che operano in ambito accademico, industriale, governativo e non governativo, nonché a decisori politici. Il documento individua otto temi fondamentali, ciascuno corredata da raccomandazioni per affrontare questioni etiche attuali o potenziali nelle geoscienze. Esso include strumenti

International Geoethics Day 2025

La 9^a edizione dell'*International Geoethics Day* è stata celebrata il 16 Ottobre 2025, tema di quest’anno la “Geoetica per un futuro energetico sostenibile” (Fig. 1). L’evento ha voluto sottolineare l’importanza del contributo dei geologi ad un futuro di sostenibilità energetica per le

pratici e semplici per valutazioni etiche e analisi dei rischi. Le raccomandazioni presenti nel documento mirano a promuovere un’integrazione dell’AI nelle pratiche geoscientifiche che sia responsabile, giusta e sostenibile, al servizio del bene pubblico, nel rispetto dei diritti umani e in grado di contribuire in maniera significativa all’integrità delle geoscienze e alla tutela della Terra. Questo importante documento è stato revisionato da un gruppo internazionale di esperti ed è stato successivamente approvato all’unanimità dal Consiglio Direttivo della Commissione di Geoetica. Per saperne di più e per scaricare il documento in formato pdf: www.geoethics.org/post/artificial-intelligence-ai-ethics-recommendations-for-the-geoscience-community.

Keynote Lectures

- ▶ Silvia Peppoloni (Presidente della IAPG) ha tenuto il 5 Novembre 2025 una *keynote* dal titolo “*Geoethics as a Foundation for Navigating the Ethical Responsibilities of Geologists in a Changing Age*” al 5th IPGC (*International Professional Geology Conference*) che si è svolta a Saragozza (Spagna): 5th-ipgc.com.
- ▶ Silvia Peppoloni (Presidente della IAPG) ha tenuto il 2 Ottobre 2025 una *keynote* dal titolo “*Geoethics and DEIA: Values, Principles, and Methods for Building a Fair and Sustainable Future*” al CAAWG11 (*11th International Conference of the African Association of Women in Geosciences*) che si è svolto a Kampala (Uganda): <https://aawg.ug>.

Nuovo Special Issue sull’Africa del *Journal of Geoethics and Social Geosciences* (JGSG)

Questo numero speciale, curato da Silvia Peppoloni e Giuseppe Di Capua, esplora le intersezioni tra geoscienze, etica e società in Africa, un continente caratterizzato da ricchezza geologica, diversità culturale, sfide ambientali e disuguaglianze socio-economiche. Si invitano contributi che mostrino come geoetica e geoscienze sociali possano orientare pratiche, governance e impatti sociali verso una geoscienza più responsabile, sostenibile e vicina alle comunità locali. Per saperne di più: journalofgeoethics.eu/index.php/jgsg/catalog/category/geoethics-in-africa.

GEOLOGIA Himalayana

➤ Coordinatrice: Chiara Montomoli

🌐 www.socgeol.it/381/geologia-himalayana.html

37TH HIMALAYA-KARAKORAM-TIBET (HKT) WORKSHOP: *un resoconto*

Torino, 1-6 Settembre 2025



Fig. 1 - Foto di gruppo dei partecipanti al 37th HKT.

Dal 1 al 6 Settembre 2025 si è svolta a Torino la 37^a edizione dell'Himalaya-Karakoram-Tibet (HKT) Workshop (hktworkshop2025.it/index.html), congresso internazionale organizzato dalla Sezione di Geologia Himalayana della Società Geologica Italiana e dal Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Torino.

L'evento, tornato in Italia dopo 11 anni (ultima volta a Lucca nel 2014), ha riunito circa 100 studiosi da tutto il mondo (Fig. 1).

Il programma si è aperto con uno *short course* “*Microtectonics of Himalayan rocks: a tale of beauty*” tenuto dai Proff. Chiara Montomoli e Salvatore Iaccarino, dedicato alle rocce himalayane e con un “*ice breaker party*” nella splendida cornice del Museo Regionale di Scienze Naturali, arricchito dall'intervento dell'alpinista Matteo Sella sulla spedizione al K2 del 2024.

Dal 2 al 4 settembre si sono svolte le sessioni scientifiche incentrate su i temi più vari, spaziando dalla geologia, tettonica, paleontologia, petrologia, sismicità, geomorfologia, ghiacciai, idrogeologia fino a cambiamenti climatici, incentrati sul sistema HKT. I vari contributi scientifici sono stati raccolti in un *Abstract book* della SGI consultabile al seguente sito:

🌐 socgeol.it/N6724/37th-himalaya-karakoram-tibet-workshop.html



Fig. 2 - Foto di gruppo dei partecipanti all'escursione post-congresso sulle Alpi Occidentali.

Il 5 e 6 Settembre i partecipanti hanno preso parte a un'escursione nelle Alpi Occidentali (Fig. 2), tra Monviso e Valle Germanasca, con particolare attenzione ai risultati del progetto CARG del Foglio 172 “Pinerolo” *in progress*. Infine, vogliamo cogliere l'occasione per ringraziare tutti i partecipanti al workshop, le varie istituzioni coinvolte e la componente studentesca per il supporto.

GEOSCIENZE e Tecnologie Informatiche

● Coordinatrice: Matia Menichini

🌐 www.socgeol.it/374/geosciente-e-tecnologie-informatiche-git.html

GIT e impresa

Nell'ottica di fornire nuovi stimoli e opportunità ai più giovani, nell'ambito del XIX convegno nazionale GIT (Milazzo 2025), è stato

riproposto l'evento GIT-IMPRESA: un momento di confronto in forma di dibattito fra i giovani ricercatori, il mondo accademico e le aziende che supportano il



Fig. 1 - Rappresentanti delle imprese che hanno partecipato al dibattito.



Fig. 2 - Momenti di confronto con giovani ricercatori.

convegno, come Codevintec, Ecosearch, ESRI Italia, GeoSoul Italia, Hortus, SOCOTEC Italia, Symples, TerreLogiche, TopCon Positioning Italy.

L'evento è nato e si è sempre caratterizzato per spirito di innovazione e attenzione verso i bisogni dei più giovani, chiedendo in cambio impegno e assunzione di responsabilità, troppo spesso ritenuti appannaggio di chi ha maggiore esperienza e un percorso accademico e/o di ricerca già avanzato.

A Milazzo 2025 (Figg. 1 e 2) sono emersi alcuni punti di sicuro interesse e meritevoli di approfondimento: la difficoltà di trovare da parte del mondo della ricerca applicazioni efficaci per i propri temi; problemi per le piccole imprese nel riservare tempo e fondi per approfondire la ricerca e per individuare personale formato nel proprio ambito; la mutua difficoltà di individuare partner qualificati per lavorare in maniera congiunta ed efficace; la carenza di numeri, in genere di iscritti, in ambiti viceversa vitali per le esigenze del prossimo futuro, se rapportati alle potenzialità del settore.

La società ed il mercato impongono ruoli definiti - ed è bene che essi restino chiari - ma appare evidente come esista una precisa esigenza nell'offrire maggiori possibilità di confronto, anche diretto fra ricerca e impresa. Ad esempio, l'impegno per l'organizzazione di eventi specifici come già esistente fra le Aziende (*BtoB* - *Business to Business*), di appuntamenti aperti e diffusi, di occasioni di confronto tesi a soddisfare bisogni di ricerca e di impresa (*BtoS* - *Business to Science*), nel pieno rispetto dei ruoli, ma traendone reciproci vantaggi, possono contribuire senz'altro in maniera significativa a nuove opportunità per i nostri giovani.

GEOLOGIA *Strutturale*

Coordinatore: **Andrea Brogi**

www.socgeol.it/400/geologia-strutturale-gigs.html



Fig. 1 - Lorenzo Stori, insieme a due co-autori della guida, riceve il premio Miglior Guida all'Escursione.

Come oramai da consuetudine, anche quest'anno il GIGS ha supportato due premi dedicati a giovani ricercatori: il premio annuale Miglior Guida all'Escursione di Geologia Strutturale e Tettonica ed il premio biennale Miglior Pubblicazione di Giovani Ricercatori - Geologia Strutturale e Tettonica. La cerimonia di consegna si è svolta durante l'assemblea annuale della SGI,

nell'ambito del congresso congiunto SIMP-SGI tenutosi a Padova dal 16 al 18 Settembre. Il premio Miglior Guida all'Escursione è stato vinto da Lorenzo Stori (**Fig. 1**), autore della guida geologica: L. Stori, S. Lombardi, M. Perozzo e S. Tamburelli, dal titolo: *From Permian to Miocene: a journey through the Briançonnais margin*. Il premio Miglior Pubblicazione di Giovani Ricercatori è stato assegnato ad Alessio



Fig. 2 - Paolo Boncio, co-autore dell'articolo Testa et al. (2023), ritira il premio per la Miglior Pubblicazione di Giovani Ricercatori.

Testa, autore della pubblicazione scientifica: A. Testa, P. Boncio, S. Baize, F. Mirabella, S. Pucci, B. Pace, M. Riesner, C. Pauselli, M. Ercoli, L. Benedetti, A. Di Chiara e R. Civico, dal titolo: *Paleoseismological Constraints on the Anghiari Normal Fault (Northern Apennines, Italy) and Potential Implications for the Activity of the Altotiberina Low-Angle Normal Fault* (**Fig. 2**). *Tectonics*, 42(9), e2023TC007798; 2023. Ai due vincitori, le più vive congratulazioni da parte del Consiglio Direttivo.

Un sentito ringraziamento inoltre va a tutti coloro che hanno partecipato ai due bandi, ricordando che sarà possibile presentare i propri lavori durante la riunione annuale della sezione GIGS 2025, che si svolgerà il 27 Novembre a Roma, presso la sede INGV.



Fig. 3 - Foto di gruppo presso Villa Lanzi (Campiglia Marittima) dei partecipanti alla Summer School "Giacimenti Minerari".

Nell'ambito delle iniziative della sezione GIGS segnaliamo che dal 22 al 26 Settembre 2025, si è svolta la prima *Summer School* "Giacimenti Minerari", organizzata dalla Scuola di Specializzazione in Discipline Ambientali di ISPRA, SIMP e SGI. L'evento, sostenuto dalla collaborazione tra le sezioni GIGS e GGM, si è tenuto nella sede storica di Villa Lanzi, all'interno del Parco Archeominerario di San Silvestro presso Campiglia Marittima (Livorno), sottolineando la sinergia tra le tematiche della geologia strutturale e lo studio dei giacimenti minerari. Alla scuola hanno partecipato 25 studenti, selezionati da un numero più ampio di candidature (**Fig. 3**).

GEOLOGIA

Ambientale

● Coordinatrice: Laura Sanna

🌐 www.socgeol.it/401/geologia-ambientale.html

A SCUOLA DI GEOLOGIA AMBIENTALE: *la sperimentazione attiva delle nuove generazioni*



Fig. 1 - Un momento delle attività di monitoraggio in grotta.

I Percorsi per le Competenze Trasversali e per l’Orientamento (PTCO) rappresentano un’importante opportunità per gli studenti delle scuole superiori, offrendo occasioni pratiche per esplorare ambiti professionali spesso poco noti o percepiti come distanti dal proprio piano di studi. È il caso della geologia, una disciplina fondamentale per comprendere il nostro Pianeta, l’ambiente e i fenomeni naturali, ma non sempre valorizzata nei curricoli scolastici tradizionali. Eppure, attraverso progetti originali e interdisciplinari, anche gli studenti di indirizzi umanistici o artistici possono essere coinvolti attivamente nella scoperta delle Scienze della Terra, come dimostra un’iniziativa del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR). Il principale ente di ricerca italiano infatti propone esperienze concrete in vari cicli di istruzione (da quelli scientifici a quelli tecnico-industriali, dai settori professionali agli studi classici), tra cui quelle di geologia ambientale, attività che toccano temi oggi molto sentiti dai giovani, come i cambiamenti climatici, la tutela dell’ambiente e del territorio, la gestione delle risorse naturali e i rischi naturali. Nell’anno scolastico che si è recentemente concluso, l’Istituto di Geologia Ambientale e Geoingegneria del CNR ha sperimentato in un liceo classico ad indirizzo musicale il progetto intitolato “Melodia delle grotte”. L’attività ha avuto come obiettivo la comprensione degli scambi gassosi tra geosfera e atmosfera, misurando all’interno di una grotta turistica le principali variabili meteorologiche (temperatura, umidità

relativa, pressione barometrica, concentrazione di anidride carbonica, intensità e direzione dell’atmosfera sotterranea). Il programma formativo ha coinvolto i ragazzi in (1) attività di laboratorio, durante le quali hanno imparato a conoscere gli strumenti e le tecnologie impiegate nei rilievi in grotta; (2) in escursioni sul campo e in grotta, per l’osservazione e misurazione diretta dell’ambiente ipogeo (**Fig. 1**); (3) nella rielaborazione artistica dei dati, che ha permesso loro di unire competenze scientifiche e musicali in una performance creativa unica. I dati raccolti non sono stati semplicemente analizzati da un punto di vista scientifico ma hanno costituito l’ossatura di un vero e proprio progetto audiovisivo. Nello specifico grazie all’impiego di sensori ultrasonici, la velocità di spostamento delle masse d’aria tra interno ed esterno della cavità è stata trasformata in suono e successivamente integrata in una composizione di musica elettronica accompagnata da immagini video registrate nella profondità della grotta dai partecipanti. Questo tipo di percorso ha il merito di rendere tangibile e coinvolgente la geologia, mostrando come le sue applicazioni non si limitino a contesti tecnici o accademici, ma possano dialogare con l’arte, la musica, la percezione sensoriale (**Fig. 2**). In particolare, l’esperienza ha messo in luce come lo studio delle dinamiche sotterranee - solitamente oggetto della speleologia e della geologia ambientale - possa suscitare curiosità scientifica anche in coloro che non avevano considerato in precedenza l’idea di proseguire gli studi in ambito geologico.

Questo approccio può essere esteso a tutte le discipline delle geoscienze, stimolando le nuove generazioni a comprendere il valore interdisciplinare della conoscenza, ad apprezzare l’importanza della ricerca applicata al territorio e a scoprire nuove possibili vocazioni professionali, in campi che uniscono scienza, tecnologia e creatività. Una missione che anche la sezione di geologia ambientale si propone di seguire.



Fig. 2 - Illuminare il buio da spunto anche all’espressione grafica.

MATERIE PRIME STRATEGICHE

e valorizzazione dei giacimenti minerari

● Coordinatore: Simone Vezzoni

🌐 www.socgeol.it/508/materie-prime-e-giacimenti-ggm.html

Una settimana intensa che ha visto impegnati docenti provenienti dal mondo dell'università, della ricerca e dell'industria, fornendo ai partecipanti una visione ampia delle attività del geologo nell'ambito delle risorse minerali. La prima Scuola Estiva "Giacimenti Minerari" (**Fig. 1**), organizzata dalla Scuola di Specializzazione in Discipline Ambientali di ISPRA, SIMP e SGI con le sezioni GGM e GIGS, si è svolta dal 22 al 26 Settembre a Campiglia Marittima (Livorno), presso il Parco Archeominerario di San Silvestro.



Fig. 1 - Locandina della prima Scuola Estiva "Giacimenti Minerari" con indicati l'elenco dei docenti, gli enti organizzatori e i patrocinii.

La Scuola ha visto l'alternanza di lezioni teoriche ed attività pratiche, come il rilevamento geologico nelle gallerie della miniera del Temperino, il log di un sondaggio minerario e la visita alla miniera di feldspati di Botro ai Marmi (**Fig. 2**). La serata del "Salotto geologico", è stata un'ulteriore occasione di confronto fra i partecipanti e il mondo dell'industria e quella degli "Speed talks" un proficuo momento di condivisione delle esperienze. I dati raccolti dagli stessi partecipanti durante le attività di terreno sono stati impiegati nella giornata conclusiva della Scuola per discutere e interpretare insieme la sequenza degli eventi geologici del sistema magmatico-idrotermale di Campiglia Marittima. Come lo studio delle mineralizzazioni, che richiede competenze in tutti i settori della geologia (e non solo), anche la Scuola è il risultato di una sinergia fra le Società e gli Enti che hanno contribuito alla sua realizzazione. Questa prima esperienza ci auguriamo sia stimolo per le future attività anche nell'ottica della convenzione firmata fra ISPRA, SGI e SIMP.

a cura di Il Comitato Scientifico della Scuola Estiva "Giacimenti Minerari" - A. Brogi, F. Fumanti, G. Funaioli, F. Granitzio, B. Marchesini, N. Mondillo, S. Naitza, D. Pieruccioni, S. Rocchi, M. Simonetti e S. Vezzoni.



Fig. 2 - Foto di gruppo dei partecipanti durante la visita e il rilevamento effettuato presso la miniera di feldspati di Botro ai Marmi. Sullo sfondo, un iconico affioramento di skarn (Foto: A. Brogi).

GEOLOGIA Marina

Coordinatore: Fabiano Gamberi

www.socgeol.it/255/geologia-marina.html

L'attività di formazione dei futuri geologi marini è una delle finalità della nostra sezione. In tale ottica segnaliamo tre importanti iniziative che hanno visto l'impegno di molti afferenti alla nostra sezione. La prima iniziativa - "Marine Geology Advanced School: Deep-Sea Frontiers" - si è tenuta a Bologna, presso la sede ISMAR del CNR, dal 27 al 31 Gennaio 2025 (**Fig. 1**). La scuola ha visto la presenza di 40 partecipanti. Oltre a lezioni frontali, tenute anche da docenti internazionali, si è dato molto spazio ad esercitazioni. Alla scuola hanno partecipato anche alcune studentesse inquadrate nel progetto "Women in Blue" (**Fig. 2**) del quale presentiamo una relazione a parte. La "Scuola Estiva di Geomorfologia, Ecologia e Biologia" di cui riportiamo una più estesa descrizione, si è svolta a Settembre nell'isola di Procida (**Fig. 3**).

IL PROGETTO "Women in Blue: training opportunities in ocean science"

Nel 2025 l'Istituto di Scienze Marine (ISMAR) del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) ha sviluppato il progetto di formazione "Women in Blue: training opportunities in ocean science". Il progetto ha consentito la partecipazione di dieci scienziate, provenienti da Argentina, Bangladesh, Ghana, Kiribati, India, Mauritius, Nepal, Nigeria, Tonga, alla "Marine Geology Advanced School: Deep-Sea Frontiers" (**Fig. 2**) e alla campagna oceanografica WOMBlue a bordo della nave Gaia Blu del CNR dall'1 al 7 Agosto 2025.

a cura di Marzia Rovere

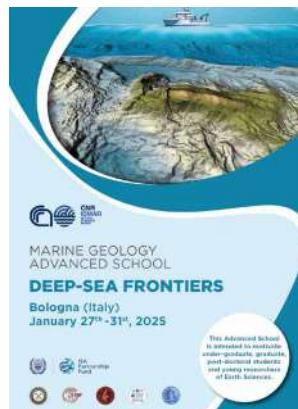


Fig. 1 - La locandina della "Marine Geology Advanced School: Deep-Sea Frontiers".



Fig. 2 - Le studentesse del progetto "Women in Blue" durante un'esercitazione alla scuola "Marine Geology Advanced School: Deep-Sea Frontiers".

FORMARE IL FUTURO DELLA RICERCA NELLE SCIENZE DEL MARE: la sesta edizione della "Scuola Estiva di Geomorfologia, Ecologia e Biologia in ambiente marino e insulare"



Fig. 3 - I partecipanti, i docenti e gli organizzatori della "Scuola Estiva di Geomorfologia, Ecologia e Biologia in ambiente marino e insulare", tenutasi a Procida dall' 8 al 13 Settembre 2025.

Nell'isola di Procida, dall'8 al 13 Settembre scorso, si è svolta la sesta edizione della "Scuola Estiva di Geomorfologia, Ecologia e Biologia in ambiente marino e insulare", promossa dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), in collaborazione con Sapienza Università di Roma e Università di Chieti-Pescara (**Fig. 3**). La scuola è ormai un appuntamento consolidato per i giovani scienziati interessati allo studio e alla

tutela degli ecosistemi marini e costieri. La formazione sul campo ne rappresenta la componente centrale, con esercitazioni pratiche a terra e in mare ad integrazione delle attività teoriche. Di particolare pregio è stata quest'anno la disponibilità della nave oceanografica "Lighea" di ISPRA. Tra i patrocinatori figurano il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, l'Istituto Idrografico della Marina, la Società Geologica Italiana con la sua sezione di

Geologia Marina, l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), la Joint Research Unit EMSO Italia, il Centro di Ateneo Terra-Mare dell'Università d'Annunzio, oltre alle istituzioni locali come l'Area Marina Protetta Regno di Nettuno, la Riserva Naturale Statale di Vivara e il Comune di Procida. In un periodo in cui sono in aumento le attività economiche a mare, la scuola ha un significato strategico: da una parte contribuisce a soddisfare l'esigenza di formazione di specialisti, dall'altra rappresenta un investimento concreto nella costruzione di competenze tecniche e scientifiche per lo studio e la tutela della biodiversità e dell'ambiente marino. L'ampio interesse manifestato dai numerosi enti patrocinatori conferma la natura sistemica dell'iniziativa: un punto di incontro tra enti di ricerca, università e istituzioni territoriali, uniti dall'obiettivo di promuovere la conoscenza, soddisfare le richieste del mercato del lavoro e gestire sostenibilmente l'ambiente e le risorse marine.

a cura di Elena Romano

GEOLOGIA *Planetaria*

● Coordinatrice: Barbara Cavalazzi

● www.socgeol.it/372/geologia-planetaria.html

UN GEOLOGO TRA TERRA E PIANETI: *l'eredità di Riccardo Pozzobon*

“La lezione che ho imparato da Riccardo è l'incredibile generosità con la quale voleva trasmettere la sua conoscenza, sempre con il sorriso e gli occhi che gli scintillavano.”
(Luca Parmitano, Padova, SGI 2025)

Queste parole racchiudono la personalità di Riccardo Pozzobon, collega e amico, scomparso prematuramente e tragicamente il 2 Settembre 2025 sul ghiacciaio Mendenhall (Alaska), durante una missione scientifica sostenuta dal National Geographic Grant Program.

Ricercatore a tempo determinato presso il Dipartimento di Geoscienze dell'Università di Padova, Riccardo era tra i più stimati geologi planetari della sua generazione. Cofondatore nel 2016 del progetto ESA/PANGAEA (www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/CAVES_and_Pangaea/What_is_PANGAEA), ha formato astronauti - tra cui lo stesso Parmitano - all'esplorazione di ambienti terrestri analoghi a quelli lunari e marziani, in preparazione alle future missioni umane (Figg. 1 e 2). Scienziato brillante e rigoroso, univa alla profonda competenza un'inesauribile passione per la ricerca e una naturale disponibilità verso gli altri. Tra i suoi contributi più significativi si ricordano la stima delle dimensioni dei tubi di lava lunari e marziani, la modellazione 3D della prima cavità sotterranea sulla Luna (es., Carrer, Pozzobon et al., 2024) e l'applicazione di analisi frattali alla distribuzione di faglie e bocche eruttive su Marte e corpi ghiacciati del Sistema Solare (es. Pozzobon et al., 2019).

Nel campo della cartografia geologica planetaria, Riccardo ha svolto un ruolo di primo piano nei progetti PLANMAP-Planetary Mapping (planmap.eu) e GMAP-Geologic Mapping of Planetary bodies (www.europlanet.org/europlanet-2024-ri/gmap), contribuendo alla realizzazione di carte integrate morfostratigrafiche, compostionali e tridimensionali, oggi punto di riferimento internazionale.

Con spirito aperto e generoso, ha inoltre ideato e coordinato la *Geology and Planetary Mapping Winter School* (www.planetarymapping.eu), che ha formato centinaia di giovani ricercatori e professionisti provenienti da tutto il mondo, promuovendo la crescita di una nuova generazione di geologi planetari.

Riccardo lascia un vuoto profondo, umano e scientifico, nella nostra comunità. La sua curiosità, la sua competenza e il suo entusiasmo per la scoperta continueranno a ispirare chiunque condivida la sua passione per la scienza e per l'esplorazione del nostro e degli altri mondi.

La comunità della Geologia Planetaria Italiana si raccolgono intorno alla compagna Claudia e al loro bambino, unita nel dolore e nel ricordo di uno scienziato visionario e di un amico indimenticabile.



Fig. 1 - Il team PANGAEA al Jameo della Gente dal quale si accede al tubo di lava del vulcano la Corona (Lanzarote-Spagna).



Fig. 2 - Riccardo durante una delle sue lezioni frontali nell'ambito dell'addestramento degli astronauti ESA PANGAEA, mentre introduce un modello digitale del terreno del cratere di Ries e Steinheim (Germania). Crediti: @ESA.

Per chi desidera offrire un sostegno concreto, è stato attivato un sito di raccolta fondi, accessibile al seguente link: buonacausa.org/cause/riccardopozzobon.

a cura della comunità della Geologia Planetaria Italiana ed Europea

Link:

- www.planetarymapping.eu
- planmap.eu
- www.europlanet.org/europlanet-2024-ri/gmap
- www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/CAVES_and_Pangaea/What_is_PANGAEA

Bibliografia:

Pozzobon R., Mazzarini F., Massironi M., Rossi A.P., Pondrelli M., Cremonese G. & Marinangeli L. (2019). Fluids mobilization in Arabia Terra, Mars: Depth of pressurized reservoir from mounds self-similar clustering. Icarus, 321, 938-959.

Carrer L., Pozzobon R., Sauro F., Castelletti D., Patterson G.W., & Bruzzone L. (2024). Radar evidence of an accessible cave conduit on the Moon below the Mare Tranquillitatis pit. Nature Astronomy, 8(9), 1119-1126.

IdroGEOLOGIA

Coordinatore: Maurizio Polemio

www.socgeol.it/376/idrogeologia.html

LA NUOVA CARTA IDROGEOLOGICA D'ITALIA *alla scala 1:500.000*

A partire dallo scorso Giugno è stata presentata per la prima volta nell'ambito del convegno *Flowpath2025*, a Torino, la nuova Carta Idrogeologica d'Italia alla scala 1:500.000 (CII500K) (**Fig. 1**).

La carta è il frutto della collaborazione tra ISPRA e l'Università degli Studi di Milano - Dipartimento di Scienze della Terra "Ardito Desio"; la carta ha visto anche la collaborazione di ISTAT per quanto riguarda i dati delle sorgenti captate e del Centro Euro-Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici (CMCC) per l'analisi dei dati di precipitazione ed evapotraspirazione storici, attuali e previsionali. Hanno inoltre partecipato allo sviluppo della cartografia le Autorità di Bacino Distrettuali, oltre che una serie di esperti di vari contesti professionali e scientifici nell'ambito del, probabilmente, primo esperimento di "cartografia partecipata" della storia italiana.

Obiettivo di questo progetto cartografico è stato il superamento della precedente cartografia di riferimento risalente ai primi anni '80 di J.J. Fried, J. Mouton & F. Mangano (1982), tuttora citata nei testi normativi, ma per molti aspetti superata a fronte dei numerosi studi regionali sviluppati negli ultimi anni e grazie anche all'evoluzione dell'idrogeologia quantitativa.

La CII500K, disponibile al sito

<http://idrogeologia.isprambiente.it>, costituisce anche una sperimentazione di soluzioni cartografiche che potranno integrare le attuali linee guida CARG per la realizzazione delle cartografie tematiche idrogeologiche alla scala 1:50.000; in tal senso la cartografia è anche connessa al Progetto CARG che ha contribuito alla sua stampa e allestimento. La CII500K integra, aggiorna e rende omogenei i dati e le conoscenze esistenti, e i suoi dati saranno oggetto di aggiornamento e arricchimento periodici, per garantire uno strumento dinamico e aggiornato nel tempo.

Questi aggiornamenti periodici consentiranno non solo di correggere eventuali potenziali sviste di un prodotto cartografico così vasto ed importante, ma anche di avere una cartografia dinamica, sempre aggiornata e condivisa negli anni a venire. Fino al primo trimestre del 2026 sarà possibile partecipare ad una prima revisione del prodotto finito, attraverso un *web gis* le cui credenziali possono essere richieste all'indirizzo email

CII500K@isprambiente.it.

a cura di Francesco La Vigna



Fig. 1 - La Carta Idrogeologica d'Italia 1:500.000 nel suo formato integrale (figura non in scala).

Bibliografia:

Fried J.J., Mouton J. & Mangano F. (1982). *Studio sulle risorse in acque sotterranee dell'Italia*. Commissione delle Comunità Europee vol. 6 dell'Atlante delle risorse idriche sotterranee della Comunità Europea - "Tema 1 - Acquiferi".



SARA ELECTRONICS

IL TUO PARTNER IDEALE PER LA GEOFISICA

Semplifica il tuo lavoro con un unico interlocutore per strumenti e software di elaborazione.
Contattataci per esplorare le nostre soluzioni flessibili, modulari, competitive.

DoReMi©:
Sismografo modulare
a telemetria digitale.
Data quality check
direttamente in sito.



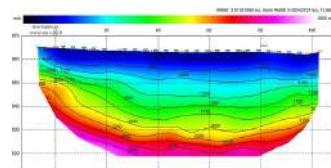
SSDH:
Nuova sonda slim per
indagini **downhole** con
cavo e sonda separabili.



GEOBOX:
Il sensore ideale per
indagini **HVS**.
Curva HV in tempo reale!

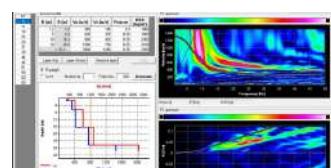


GEOEXPLORER:
La soluzione completa per
la classificazione della
categoria di suolo.
Licenza lifetime senza
canoni annuali.

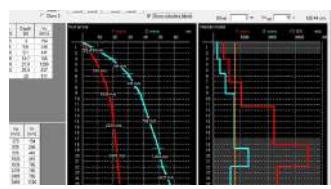


Tecniche di:

- rifrazione;
- tomografia;
- hvsr;
- masw;
- downhole;
- tomografia;
- vibrazioni
- ricerche acquiferi.



RICHIEDI UNA DEMO!



 **sara**



AQUANEST: la soluzione innovativa per la gestione sostenibile delle acque meteoriche

Aquanest è un sistema modulare (SUdS) per la gestione sostenibile delle acque meteoriche in ambito urbano. I moduli drenanti favoriscono l'infiltrazione, il rallentamento e la ritenzione delle acque piovane, riducendo l'impatto delle precipitazioni più intense sulle infrastrutture.

Fedele al principio dell'invarianza idraulica, Aquanest tutela la naturale capacità del suolo di regolare il deflusso delle acque, mantenendolo anche in contesti di intensa urbanizzazione entro limiti di sicurezza, prevenendo allagamenti e sovraccarico della rete fognaria.

I moduli, efficienti e versatili, sono facili da installare e adattabili a diversi progetti. Realizzati con materiali resistenti (polipropilene riciclato e cariche minerali), assicurano lunga durata (oltre 50 anni) e azzerano i costi di manutenzione.

In un'epoca di cambiamenti climatici ed eventi meteorologici estremi, Aquanest contribuisce alla resilienza urbana, gestendo efficacemente grandi volumi d'acqua e prevenendo potenziali danni a cose e persone. Il sistema favorisce inoltre il ciclo dell'acqua riducendo il carico sui sistemi fognari.

Aquanest ha un elevato coefficiente di resa vuoto/pieno (96%) e resiste a carichi pesanti (60 tonnellate). Il sistema di aggancio dei moduli garantisce estrema stabilità nel tempo e facilita le ispezioni. La geometria dei moduli ha notevoli vantaggi anche sul piano logistico, semplificando il trasporto degli elementi.

Aquanest è ideale per realizzare bacini disperdenti, vasche di accumulo e di laminazione.



IL CONGRESSO CONGIUNTO SIMP-SGI PADOVA 2025

“Le Geoscienze e le sfide del XXI Secolo”

 geoscienze.org/padova2025

Il congresso “Le Geoscienze e le sfide del XXI Secolo”, organizzato dalla Società Italiana di Mineralogia e Petrologia (SIMP) e della Società Geologica Italiana (SGI), si è tenuto a Padova dal 15 al 18 Settembre 2025 presso il centro “Padova Congress”. Il congresso è iniziato il 15 Settembre con il *PhD Day* organizzato dai dottorandi, la tavola rotonda CARG & Materie Critiche organizzata dal Sen. Ruggiero Quarto, due *workshop* e la cerimonia di apertura alla quale hanno partecipato i rappresentanti delle maggiori istituzioni scientifiche e professionali Italiane e Regionali nell’ambito delle Geoscienze. Le 38 sessioni scientifiche del congresso hanno preso il via il 16 Settembre, con 1139 partecipanti accreditati e 1070 contributi. Nell’evidenziare il ruolo fondamentale che le Geoscienze ricoprono per consentire all’umanità di affrontare le sfide del XXI secolo, le *plenary lectures* si sono focalizzate su temi di grande attualità: l’impatto dell’umanità come agente geologico sull’ambiente (Jan Zalasiewicz), il trasporto di calore negli oceani e al suo impatto sul clima (Sabrina Speich), la rilevanza della geologia mineraria per la società (Wolfgang Maier) e l’esplorazione del Sistema Solare e la geologia planetaria (Luca Parmitano). In quest’ultimo contributo, l’astronauta Parmitano e successivamente i colleghi Massironi e Sauro hanno ricordato la straordinaria figura di Riccardo Pozzobon (**Fig. 1**), giovane ricercatore patavinio, a tempo determinato, scomparso il 2 Settembre 2025 durante attività di ricerca in Alaska (v. “Un geologo tra Terra e pianeti: l’eredità di Riccardo Pozzobon”, Sezione Geologia Planetaria, pag. 71). Tra le oltre mille persone presenti in platea vi era anche la famiglia di Riccardo.

La nuova formula dei contributi orali, di 8+2 minuti di discussione, ha consentito di presentare lavori in tempi sufficienti da farne comprendere l’innovatività e dare più spazio alle sessioni poster (**Fig. 2**), dove si è potuto discutere in maniera approfondita le proprie ricerche. Il congresso ha mostrato il livello altissimo della ricerca di base e applicata Italiana nelle Geoscienze, quasi sempre portata avanti da giovani ricercatrici e ricercatori. Notevole anche la partecipazione alle tre escursioni organizzate (Alpi, Dolomiti e Venezia). L’evento sociale del congresso è stato il concerto organizzato da musicisti e cantanti geologhe e geologi, con la partecipazione di diverse centinaia di persone. Il congresso ha avuto grande risonanza mediatica, come attestato dai 15 servizi televisivi su reti nazionali (inclusi TG2, TG3, TG-Leonardo e TG5) e regionali, dai più di 100 articoli tra *online* e cartacei e dalle oltre



Fig. 1 - Il momento di ricordo del giovane ricercatore patavinio Riccardo Pozzobon a conclusione della *plenary lecture* di Luca Parmitano (Congresso SIMP-SGI Padova 2025).



Fig. 2 - Una delle numerose sessioni poster, molto partecipate, del Congresso SIMP-SGI Padova 2025.

250.000 visualizzazioni sui *social media*.

Teniamo a ringraziare le segreterie SIMP-SGI e Bernardo Carmina per la professionalità e impegno profuso nella preparazione del Congresso. Insieme a loro, le tante persone, tra cui gli *helpers*, gli organizzatori delle escursioni, dei *workshop* e delle tavole rotonde, i membri del comitato organizzatore e del comitato scientifico, coordinato da Stefano Poli, che hanno reso questo Congresso un evento così prezioso.

Ringraziandovi per la vostra partecipazione al congresso, passiamo il testimone a Lara Maritan (Unipd) e Fabrizio Berra (Unimi), che organizzeranno il prossimo congresso congiunto SGI-SIMP che si terrà nella stessa sede a Padova nel Settembre 2026. Siamo sicuri che le due Società continueranno ad essere unite nell’organizzazione di questo congresso, il più importante a livello nazionale, e speriamo di tante altre attività, nell’interesse della nostra comunità e delle future generazioni. A tale riguardo, confidiamo anche nel coinvolgimento massiccio nei futuri congressi di altre società e comunità delle Geoscienze. Uniti saremo più forti e, soprattutto, più utili al nostro Paese nell’affrontare e superare le sfide del XXI secolo.



L'ETERNAUTA

🌐 [bibliotecadigital.exactas.uba.ar/
download/mensula/mensula_n027.pdf](http://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/mensula/mensula_n027.pdf)

Una recente serie televisiva ha riportato alla ribalta una delle maggiori opere di letteratura disegnata, il fumetto “L’Eternauta”, scritto dall’argentino Héctor Germán Oesterheld (HGO - 27 Luglio 1919/ desaparecido 1978 (?)) e disegnato da Francisco Solano Lopez alla fine degli anni 50. Una prima edizione è arrivata in Italia nel 1969, realizzata da Alberto Breccia e diffusa su *Linus*. Successivamente l’opera è stata pubblicata nel nostro paese tra il 1977 e il ’78 dal settimanale *Lanciostory* e sulla rivista L’Eternauta a partire dal 1980 (**Fig. 1**).

Non molti sanno che HGO ha studiato Scienze Naturali con indirizzo geologico all’Università di Buenos Aires tra il 1937 e il 1944 completando tutti gli esami, ma senza discutere la tesi di laurea. Questo gli bastò comunque per poter lavorare come geologo nel laboratorio di mineralogia del *Banco de Credito Industrial Argentino* a partire dal 1947, dove si occupò di valutare i giacimenti minerari. Durante la sua lunga carriera di studente HGO ottenne una borsa di studio dall’*YPF* (Ente nazionale argentino del petrolio) che gli aveva permesso, dal Dicembre 1938 al Maggio 1940, di fare degli stage presso alcuni giacimenti petroliferi (**Fig. 2**). Negli stessi anni, correge bozze presso una tipografia sviluppando un profondo interesse per la scrittura e la sceneggiatura di fumetti. Nel 1955, con il fratello Jorge, fonda la “*Editorial Frontera*” dove pubblica fumetti con personaggi mitici come il famoso Sargento Kirk, Ticonderoga e Ernie Pyke disegnati da Ugo Pratt.

L’interesse per la geologia di HGO era nato probabilmente già da adolescente, quando aveva sviluppato una forte curiosità per il mondo naturale, spinto anche dal fatto che negli anni ’30 del secolo scorso, in Argentina c’era una forte attenzione per le risorse energetiche e l’*YPF*, il cui servizio geologico era stato fondato da Guido Bonarelli pochi anni prima, era nel pieno sviluppo e il lavoro del geologo era ritenuto prestigioso e molto richiesto. Probabilmente la scelta di studiare la geologia era maturata insieme al suo amico di liceo Felix Gonzalez Bonorino, poi diventato famoso geologo argentino.

Tra il 1947 e il ’48, pubblica dei libri divulgativi per ragazzi su *La vida de los animales prehistóricos*, *La aventura del petróleo* e *La extraordinaria aventura de la Tierra* nei quali coniuga le sue conoscenze di Scienze Naturali con la sua bravura nello scrivere e divulgare. In quegli anni, la letteratura lo affascinava e il suo spirito progressista e per certi versi anarchico gli “stava stretto” nel lavoro di geologo da laboratorio, tanto che lasciò la sua occupazione nel 1950 per dedicarsi a tempo pieno all’attività di scrittore/sceneggiatore di fumetti. Fu direttore della rivista *Más Allá* nella quale curò una sezione dedicata alla divulgazione scientifica riguardante le Scienze della Terra. Oltre a numerosi personaggi di successo scrive la saga dell’Eternauta. Si tratta di una storia di fantascienza che si svolge a Buenos Aires con un’invasione aliena da parte di esseri extraterrestri spietati e dalla crudele volontà di sterminio. L’Eternauta è il personaggio che narra gli eventi di questa invasione a Juan Salvo, che non è altro che l’alter ego dello scrittore. Si tratta di un testo innovativo e carico di umanità, con i personaggi coinvolti nel racconto riferibili



Fig. 1 - L’Eternauta disegnato da Francisco Solano Lopez.



Fig. 2 - Oestrerheld H.G. nel 1939 (foto F. González Bonorino; da Fracchia, 2018).

ad uomini normali piuttosto che super eroi, che rendono la lettura dell’opera estremamente partecipata, anche per la presenza di un vero e proprio “eroe collettivo”. Uno dei messaggi forti che si legge nel fumetto è anche la lotta degli oppressi contro gli oppressori, lotta che non sempre purtroppo porta alla vittoria finale ed ha uno stretto legame con la storia personale di HGO, della sua famiglia e il dramma dei *desaparecidos* in Argentina. Le sue quattro figlie e i suoi due generi sono stati sequestrati ed assassinati dagli squadroni della morte durante la dittatura Vileda, tra il 1976 e il 1977. Due dei quattro nipoti sono tutt’ora *desaparecidos* mentre gli altri due furono riconsegnati alle nonne. Il 27 Aprile 1977, HGO viene sequestrato e probabilmente assassinato nel 1978. Le sue spoglie mortali non sono mai state ritrovate.

Il personaggio dell’Eternauta, è un uomo capace di attraversare lo spazio e il tempo, tema molto vicino ai geologi, dal quale è possibile interpretare, sia dal punto di vista filosofico che scientifico, l’avventura umana della conoscenza. È stato un profondo romanzo, uno scrittore che è riuscito a passare dalle scienze naturali e dalla geologia, a quelle di sceneggiatore (*guyonista*) di fumetti inserendo nella narrazione tutto il rigore scientifico e la sua passione per l’impegno politico e sociale. HGO non è l’unico geologo “convertitosi” al mondo del fumetto. In Italia il pisano Leo Ortolani è il creatore del famoso personaggio *Rat-man* alter ego di Deboroh la Roccia, i cui fumetti sono stati pubblicati per la prima volta nel 1989, proprio su un supplemento della rivista L’Eternauta...ma questa è un’altra storia.

Per chi vuol saperne di più:

Oestrerheld H.G. (2024). *L’Eternauta*. Edizioni Panini, 368 p.. Fracchia D., 2018 - “En busca del geólogo olvidado: Héctor Germán Oesterheld sus años en la FCEN”, *La Mensula*, 12, 27, 8.

INCONTRO AL SENATO: *Cartografia Geologica e Materie Prime Critiche in Italia*

Oggi solo circa la metà del nostro Paese è descritto da una cartografia geologica moderna, e meno del 5% da una cartografia tematica di carattere geologico (carte minerarie, idrogeologiche, della pericolosità geologica, ecc.). Eppure la straordinaria importanza della cartografia geologica, anche per le applicazioni minerarie, era già ben chiara al Ministro delle Finanze Quintino Sella che fonda nel 1867 il Comitato Geologico e promuove il primo progetto cartografico geologico nazionale (scala 1:100.000) conclusosi nel 1976. Questa cartografia è superata: basti pensare all'impatto della teoria della tettonica delle placche degli anni '60 del secolo scorso nelle nostre discipline. Questa arretratezza spinse la nostra comunità alla realizzazione del Progetto Finalizzato di Geodinamica (PFG) la cui sintesi è la carta geologica d'Italia al

1:500.000 (1990-1992). Questa carta, di straordinaria importanza per la comprensione dell'assetto strutturale, la sismo-tettonica e la pericolosità sismica del nostro Paese, ha limitato impiego applicativo. Di conseguenza, nasce nel 1989 il progetto CARG con l'obiettivo di coprire con 636 fogli l'intero territorio nazionale con una cartografia al 1:50.000. I finanziamenti iniziali furono sufficienti alla copertura del 43% del nostro Paese, cui fece seguito una lunga fase di stasi, dal 2000 fino al 2020. Nel periodo 2020-2024, grazie anche all'azione del Sen. Ruggiero Quarto, il CARG riprende slancio con un finanziamento di 86 M€, che ha consentito l'avvio di circa un centinaio di fogli geologici e geotematici, che allorquando terminati garantiranno una copertura del 64% del territorio nazionale.

Purtroppo, l'ultima Legge di Bilancio (2024) prevede un finanziamento di 1 M€/anno per i prossimi tre anni: al costo di ca. 600 k€ per foglio, occorreranno 140 anni per completare il progetto CARG. Eppure viviamo in un Paese fragile, dove gli effetti del cambiamento globale in atto (innalzamento del livello del mare, desertificazione, salinizzazione delle falde, aumento della frequenza di frane e alluvioni, ecc.) possono essere gestiti mediante una conoscenza del territorio che solo la Geologia può offrire. Inoltre, per lo sviluppo e il benessere del nostro Paese abbiamo bisogno di acqua dolce, energia (anche geotermica), materie prime. Se sono necessari 140 milioni di Euro per il completamento del progetto CARG, in Italia spendiamo 12-15 miliardi di Euro all'anno per la gestione di catastrofi ambientali di origine naturale e antropica.

A queste emergenze si è recentemente aggiunta la necessità, sancita a livello europeo con il *Critical Raw Material Act*, di ripensare alle politiche di sfruttamento delle risorse minerarie presenti nel nostro Paese. L'importanza delle nuove materie prime critiche richiede un fondamentale aggiornamento delle conoscenze di base in prima istanza con lo sviluppo di una moderna cartografia geomineraria. È evidente che siamo in una situazione emergenziale e occorre un



Fig. 1 - Il senatore Ruggiero Quarto interviene alla giornata dedicata al CARG e alla ricerca di materie prime critiche (Palazzo Giustiniani, Senato della Repubblica, Roma, 2 Ottobre 2025).

finanziamento strutturale alla cartografia Geologica e Geotematica. Inoltre, i finanziamenti discontinui e limitati come quelli attuali, impediscono di mantenere personale specializzato e precario per la produzione delle carte geologiche, con grave danno per il nostro Paese: il costo per la preparazione di un singolo rilevatore oscilla tra i 120-200 k€, tra laurea, dottorato e anni di post-dottorato. Giovedì 2 Ottobre 2025, su iniziativa della Vice-Presidente del Senato Mariolina Castellone, si è svolto presso il Senato della Repubblica il Convegno "Il contributo della Cartografia Geologica d'Italia nella ricerca della Materie Prime Critiche" (**Fig. 1**). Il Convegno ha visto la partecipazione di parlamentari ed esperti del Governo, dei direttori dei maggiori Enti coinvolti e di esperti Italiani nel settore cartografico e minerario (ISPR, OGS, CNR, INGV, CNG...). Le due società (SIMP & SGI) in una comunicazione congiunta e con loro tutti gli oratori e le oratrici, hanno evidenziato la rilevanza delle nostre discipline e del progetto CARG per lo sviluppo sostenibile del nostro Paese e per la sua resilienza alle sfide ambientali e industriali. È stato anche evidenziato il problema del depauperamento generale della cultura geologica, come attestato dal calo delle iscrizioni ai nostri corsi di Laurea a fronte della drammaticità dell'attuale situazione ambientale o dall'aumento della domanda di Geologi qualificati nel mercato del lavoro.

Si è proposto di trasformare il Progetto CARG attualmente finalizzato alla produzione di una cartografia geologica moderna, in un Programma Scientifico Infrastrutturale Strategico per l'Italia, dotato di un congruo fondo continuo negli anni. Questo consentirebbe il completamento della cartografia geologica e geotematica e il suo aggiornamento, fondamentale in questa situazione di emergenza ambientale ed economico-sociale, e di non perdere il prezioso patrimonio di personale altamente specializzato nella cartografia e nel reperimento delle risorse minerarie formatosi grazie alla didattica e alla ricerca delle università e degli organismi di ricerca.

GIÙ NEGLI ABISSI:

*un viaggio
interattivo nel cuore
degli oceani*

Studiare la geologia della Terra non significa soltanto osservare montagne, faglie o vulcani: gran parte dei processi più rilevanti si nascondono sotto il mare. Eppure queste strutture, fondamentali per capire l'evoluzione della Terra, restano invisibili agli occhi umani: a centinaia o migliaia di metri sotto il livello del mare, dove regnano buio e pressioni estreme.

Nello studio della geologia sottomarina, ogni informazione deve essere raccolta con strumenti geofisici e tecnologie d'esplorazione avanzati: sonar che trasformano onde acustiche in mappe, magnetometri che rivelano la tessitura invisibile della crosta, robot

subacquei che raggiungono profondità estreme. I fondali marini non si vedono: si ricostruiscono, pezzo dopo pezzo, attraverso un lavoro che unisce geoscienze, ingegneria e tecnologia.

Per portare il pubblico a contatto con una dimensione affascinante ma ancora poco conosciuta, l'Immaginario Scientifico - Museo della Scienza di Trieste ha inaugurato, nel Settembre 2025, l'*exhibit* interattivo "Giù negli abissi", una nuova installazione permanente realizzata in collaborazione con l'Università degli Studi di Trieste e con l'Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale - OGS, nell'ambito del progetto di ricerca iNEST - *Interconnected Nord Est Innovation Ecosystem*, finanziato dal PNRR. Lo Spoke 8 di iNEST, coordinato da UniTS, è dedicato alle tecnologie marittime, marine e delle acque interne e include tra i suoi obiettivi la divulgazione



Fig. 1 - Globo digitale interattivo dell'installazione: un viaggio virtuale nei fondali oceanici.



Fig. 2



Fig. 3

scientifica verso il grande pubblico. In quest'ottica si è scelto di valorizzare l'esperienza dell'Immaginario Scientifico, che da oltre trent'anni punta sulla sperimentazione diretta e sul "toccare con mano", offrendo contenuti accessibili a persone di ogni età attraverso un linguaggio inclusivo e chiaro anche per i non specialisti.

Il risultato è un *exhibit* unico: un percorso multimediale e interattivo che invita i visitatori a calarsi negli abissi oceanici. Cuore dell'installazione è un globo digitale interattivo (**Fig. 1**). Ruotandolo e selezionando le diverse fasce di profondità, i visitatori possono intraprendere un viaggio ideale dalla superficie alle fosse oceaniche (**Figg. 2, 3 e 4**). Ogni livello rivela paesaggi nascosti: dorsali dove nasce nuova crosta terrestre, vulcani sottomarini, pianure abissali e fosse che scendono a più di 10.000 metri. Ma non solo: l'*exhibit* mostra anche le infrastrutture che attraversano il mare, dai cavi per le telecomunicazioni ai parchi eolici *offshore*, testimoniando come la società umana interagisca con questo ambiente remoto.

L'esperienza è arricchita da una sezione dedicata alla strumentazione. Sei obbligatoriamente raccontano le tecniche di indagine utilizzate dai ricercatori per "vedere l'invisibile": ecoscandagli, veicoli sottomarini, sistemi di campionamento.

L'inaugurazione, avvenuta il 26 Settembre 2025 durante la Notte Europea dei Ricercatori - SHARPER, ha visto la partecipazione di rappresentanti del mondo accademico e istituzionale, a sottolineare il valore dell'iniziativa come momento di incontro tra scienza e società.

"Giù negli abissi" è più di un'installazione museale: è un invito a scoprire quanto i fondali oceanici, pur lontani e misteriosi, siano parte integrante della nostra vita quotidiana e del futuro del pianeta.



Fig. 4



L'Immaginario Scientifico è un museo interattivo e multimediale con sedi a Trieste e Pordenone. Ispirato al modello anglosassone dei science centre, invita i visitatori a sperimentare in prima persona, costruendo il proprio percorso tra scienza e curiosità. A Trieste ha sede nel Magazzino 26, nel Porto Vecchio, un esempio di archeologia industriale dove storia e innovazione si incontrano.

1 - Artista. 2 - Curatrice artistica della mostra.

3 - Dipartimento di Geoscienze, Università di Torino.

UNA MONTAGNA DI... SEgni

Impronte di ghiaccio e 480 ore di luce

UN INCONTRO STRAORDINARIO TRA ARTE E SCIENZA: *Mountain's Eyes*

Domenica 7 Settembre 2025 al Forte di Bard - Opera Mortai (Valle d'Aosta) si è tenuta, a chiusura della mostra "Una montagna di... segni - Impronte di ghiaccio" aperta dal 7 Agosto al 7 Settembre, un momento di dialogo unico tra arte e scienza con Roberto Ghezzi e Rodolfo Carosi.

Questo *finissage* ha rappresentato il momento conclusivo del percorso espositivo che ha celebrato il rapporto profondo tra l'arte e la natura delle montagne. L'artista toscano Roberto Ghezzi, protagonista di spedizioni alpinistiche di ricerca, ha dialogato con il Prof. Rodolfo Carosi, geologo e docente del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Torino. Durante l'incontro sono stati proiettati video e testimonianze fotografiche come documentazione del progetto di ricerca condotto sulle montagne dell'Himalaya, offrendo ai partecipanti una visione diretta dell'esperienza artistica e scientifica.

Roberto Ghezzi ha illustrato il suo progetto di ricerca più significativo: "*The Mountain's Eyes*", un'indagine artistica innovativa che ha portato l'artista sulle montagne dell'Himalaya con una domanda affascinante: "Come e cosa vedrebbero le montagne più alte della terra, se qualcuno donasse loro degli occhi?". Durante la sua spedizione (Fig. 1) verso il campo base dell'Annapurna (8091mt), Roberto Ghezzi ha "donato occhi" alle montagne attraverso piccole macchine fotografiche stenopeiche costruite con materiali di recupero, lasciate tra le rocce per 20 giorni. La luce ha così impresso sulla carta fotografica l'immagine di ciò che le montagne vedono da millenni, condensato in un "battito di ciglia" lungo 480 ore (Figg. 2 e 3). Il Prof. Rodolfo Carosi, specializzato in geologia strutturale e tectonica ha portato la sua *expertise* scientifica per esplorare insieme a Ghezzi i territori dell'Himalaya dal punto di vista geologico, offrendo una prospettiva scientifica unica sui luoghi che hanno ispirato l'artista (Fig. 4).



Fig. 1 - Roberto Ghezzi al campo base dell'Annapurna.



Fig. 2 - Foto con foro stenopeico dopo 480 ore di esposizione.



Fig. 3 - Altro esempio di foto con foro stenopeico.

480 ORE DI LUCE *Arte, Scienza ed Ecologia Ambientale*

Dal 18 Settembre al 18 Ottobre si è tenuta una mostra personale di Roberto Ghezzi a Torino nelle sale della galleria Moitre in via S. Giulia 37 con curatrice artistica Elena Radovix (Fig. 5).

Quattrocentottanta ore di luce, questo il titolo scelto per illuminare le circa trenta opere selezionate nella vasta produzione di Ghezzi, tra cui le Naturografie®, monotipie, piccole pitture a olio, disegni, fotografie stenopeiche, video e taccuini di viaggio che saranno presenti in mostra.

Una restituzione visiva della sensibilità e dell'inclinazione dell'artista per dare voce e sostanza agli ambienti naturali attraverso un processo poetico e scientifico al contempo. Le opere di Ghezzi sono il frutto di lunghe residenze in territori remoti e spesso estremi come l'Islanda, l'Alaska, le Isole Svalbard, la Patagonia, la Groenlandia e il Nepal.

La fotografia stenopeica, realizzata con carta Ilford e una rudimentale camera oscura ricavata da una lattina di birra raccolta sull'Annapurna - residuo lasciato da altri e trasformato in strumento creativo - utilizzata per registrare movimento del sole dall'alba al tramonto in sette giorni di esposizione. Il paesaggio scrive se stesso attraverso trasformando il documento fotografico in una composizione astratta.

Alcune conferenze tra artisti e scienziati coinvolti nel progetto si sono tenute a chiusura della mostra il 18 Ottobre, presso l'Orto Botanico di Torino e il Centro Studi Sereno Regis (Sala Gandhi Via Giuseppe Garibaldi, 13 Torino) sono intervenuti:

● **Roberto Ghezzi**, Artista.

● **Prof. Rodolfo Carosi**, Professore Ordinario di Geologia Strutturale, Università di Torino, Presidente della Società Geologica Italiana.

● **Prof. Gabriele Romeo**, Professore Ordinario di Fenomenologia delle Arti Contemporanee, Accademia Albertina di Belle Arti di Torino; Presidente AICA Italia, *Board Member AICA International* (Parigi).

● **Orietta Brombin**, curatrice AEF PAV Parco Arte Vivente, Centro sperimentale d'arte contemporanea, e docente di Museologia del contemporaneo all'Accademia Albertina di Belle Arti di Torino.

● **Fioly Bocca**, Scrittrice.

● **Alessio Moitre**, Presidente *Exhibitio*, Art Director Galleria Moitre.

Modera: **Elena Radovix**, Curatrice della mostra.



Fig. 4 - Rodolfo Carosi e Roberto Ghezzi dialogano con il pubblico il 7 Settembre al Forte Bard in Valle d'Aosta.



Fig. 5 - Locandina della mostra.

1 - Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Università di Bologna.

2 - Museo Civico di Storia Naturale di Milano.

3 - Associazione Paleontologica Paleoartistica Italiana.

OCEANI PERDUTI

Giganti marini al tempo dei dinosauri

 paleoaquarium.it

 museokosmos.eu/mostre/oceaniperduti

“Oceani Perduti. Giganti marini al tempo dei dinosauri” è la mostra inaugurata lo scorso 27 Settembre e aperta al pubblico fino al 28 Giugno 2026 presso Kosmos - Museo di Storia Naturale dell’Università di Pavia (Fig. 1).

L’esposizione riporta in vita animali che hanno popolato la Terra tra 550 e 66 milioni di anni fa, per regalare al pubblico un’esperienza interattiva senza pari. Grazie a modelli a grandezza naturale di dimensioni colossali (Fig. 2), animazioni e ricostruzioni 3D, i visitatori potranno immergersi nel tempo profondo, comprendendo in modo coinvolgente l’evoluzione dei vertebrati acquatici.

Per l’ampiezza di contenuti scientifici e per l’approccio espositivo, “Oceani Perduti. Giganti marini al tempo dei dinosauri” si annuncia come una mostra senza eguali nel panorama delle rassegne dedicate ai rettili marini preistorici. Interamente sviluppata in Italia, è una mostra inedita, la più completa tra quelle a marchio *PaleoAquarium*. I protagonisti principali sono i rettili, tra cui ittiosauri, plesiosauri, mosasauri e tartarughe, ma accanto a loro si possono ammirare pesci antichi e invertebrati sorprendenti che popolavano i mari prima e dopo l’epoca dei dinosauri.

Il progetto è nato dalla collaborazione tra Kosmos Museo di Storia naturale dell’Università di Pavia con *PaleoAquarium* - l’originale *format* espositivo della società *Prehistoric Minds* - ed è stato realizzato da un team multidisciplinare sotto la guida di paleontologi professionisti. I percorsi di approfondimento sono studiati per il pubblico generico, per i bambini e per gli esperti, in collaborazione con l’Associazione Paleontologica Paleoartistica Italiana (APPI).

La mostra è a cura del paleontologo Simone Maganuco, ideatore del *format* espositivo *PaleoAquarium*, in collaborazione con Paolo Guaschi, Stefano Maretti, Edoardo Razzetti, curatori di Kosmos, mentre le illustrazioni sono del paleoartista Davide Bonadonna, direttore artistico del progetto.

Le sezioni della mostra sono 24 e complessivamente lungo il percorso sono presenti oltre 50 ricostruzioni di animali preistorici, 10 calchi di fossili ottenuti dagli originali e 8 postazioni multimediali, di cui 3 interattive. Sono inoltre presenti una sezione “*Making of*” che racconta il percorso che va dai fossili alla ricostruzione “*in vivo*” degli animali, sia come scultura fisica sia come animazione virtuale, e la galleria di paleoarte, che ci riporta visivamente ad ecosistemi antichi e ambienti scomparsi. Mondi visti e ricreati dai più noti illustratori del settore in un perfetto equilibrio tra precisione scientifica e impatto visivo.

La mostra sarà accompagnata da una ricca offerta educativa curata da *ADMaiora*, con visite guidate, laboratori per scuole di ogni ordine e grado, e da un ciclo di seminari ed incontri con esperti del settore organizzati da APPI in collaborazione con il Museo Kosmos.



Fig. 1 - Locandina “Oceani Perduti. Giganti marini al tempo dei dinosauri”.



Fig. 2 - Kosmos, Sala Elasmo, *Tyllosauro*.

L’esposizione gode del patrocinio del Comune di Pavia, dell’APPI - Associazione Paleontologica Paleoartistica Italiana, della SGI - Società Geologica Italiana, dell’ANMS - Associazione Nazionale Musei Scientifici e della SPI - Società Paleontologica Italiana. In collaborazione con Shopping Center Fiordaliso e con il mensile *Focus* come *media partner*.

«Partiamo dalla concretezza degli oggetti esposti e dalle storie che raccontano, desunte dai fossili, per comunicare in modo accattivante ma rigoroso le tematiche più generali e i concetti-chiave che essi rappresentano, dalle parentele tra i vari organismi alle più importanti innovazioni anatomiche messe in campo nel corso dei milioni di anni per poter respirare, muoversi, nutrirsi e riprodursi nell’ambiente acqueo. L’obiettivo è anche quello di fornire spunti critici a un pubblico di non esperti per dare una visione aggiornata del passato alla luce dei continui progressi della ricerca scientifica. Ogni giorno, infatti, si scoprono nuovi tasselli di questo grande puzzle che permette di ricostruire l’evoluzione della vita sulla Terra. Con questo approccio riusciamo a stupire e meravigliare il visitatore ma, al tempo stesso, a riportarlo sui binari del dato scientifico, smontando idee radicate nell’immaginario collettivo e spesso alimentate dalla cultura *pop*. Vogliamo infatti presentare questi esseri che ci hanno preceduto come veri e propri animali, al pari di quelli odierni, e non come mostri marini hollywoodiani».

RECENSIONE

Air, Water, Earth, Fire *How the System Earth Works*

Autore Sandro Conticelli



Angelo Peccerillo
“Air, Water, Earth, Fire
How the System Earth Works”
Springer-Nature Book
© 2021

La Terra è un pianeta dinamico, e proprio per questo è imprescindibilmente un pianeta abitabile. Il tutto ha avuto origine dalle rocce e dalla loro trasformazione profonda. Dinamica interna del pianeta che ha permesso la differenziazione delle porzioni profonde in un nucleo metallico avvolto da un mantello silicatico. Dinamica interna che sin dal tempo profondo del pianeta ha governato la separazione dal mantello degli elementi essenziali per la vita, accumulandoli nella porzione esterna del pianeta andando a formare litosfera, idrosfera, criosfera, astenosfera e biosfera. Dinamica interna che differenziando le rocce, la terra, attraverso i processi magmatici, il fuoco, ha separato di fatto l’acqua e l’aria, gli altri due elementi dell’essenza profonda del divenire naturale nella cultura Aristotelica.

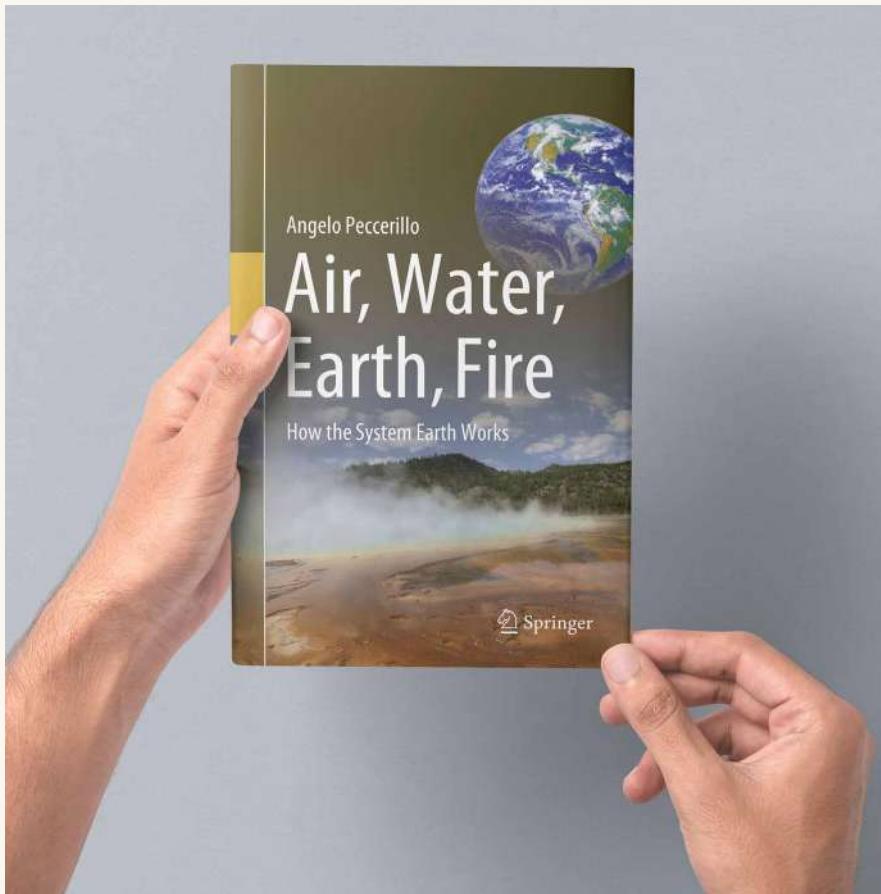
Il libro “*Air, Water, Earth, and Fire - How the system Earth work*” scritto dal Professor Angelo Peccerillo[†], e pubblicato da Springer-Nature, è la versione inglese,

riveduta e ampliata, dell’omologo in lingua italiana dello stesso autore apparso nel 2018. Il libro descrive in maniera chiara ed essenziale la struttura del pianeta Terra oltre ai processi che ne hanno governato l’evoluzione dal momento della sua origine ad oggi, meccanismi che hanno portato all’attuale struttura a sfere concentriche ciascuna di esse caratterizzata da particolari caratteristiche fisiche, chimiche e reologiche ed essenziali per la nascita e permanenza della vita sul pianeta.

I processi fisici e chimico-fisici interni governano la dinamica del pianeta e ne modellano la sua superficie, innescando terremoti ed eruzioni vulcaniche. Vulcanismo e sismicità due fenomeni naturali, e in alcuni casi catastrofici, che accompagnano ineluttabilmente le maggiori trasformazioni del mondo superficiale connesse con le masse d’acqua marine (idrosfera) e continentali, l’atmosfera e la criosfera. Trasformazioni planetarie che possono essere oggi decodificate in maniera scientifica così da aiutarci a definire i cambiamenti climatici, le aree di accumulo di elementi e minerali critici utili per lo sviluppo tecnologico della specie umana, oltreché a prevenire e mitigare l’inquinamento antropogenico in contrapposizione a quello geogenico, e i pericoli naturali alla base della mitigazione e prevenzione del rischio sismico, vulcanico e idrogeologico.

Il libro, scritto in maniera chiara, nonostante il rigore scientifico risulta essere una piacevole lettura moderna di una disciplina antica quanto il mondo, la geologia, che affonda le sue radici nell’origine dell’universo e dei pianeti, affrontando in maniera olistica il funzionamento del pianeta Terra. Un libro che ci aiuta a comprendere i meccanismi di come geosfera, atmosfera, criosfera, biosfera e atmosfera si siano modificate dall’Adeano a oggi, così da rendere la Terra un pianeta abitabile dall’uomo e dalle altre forme di vita, ma soprattutto resiliente definendo altresì il limite invalicabile oltre il quale i cambiamenti globali entrano in una fase di irreversibilità.

Un libro utile anche per coloro che, con lo sguardo rivolto alle stelle, vogliono comprendere il funzionamento dei corpi celesti extraterrestri e degli esopianeti con la consapevolezza di quali siano i meccanismi che sovrintendono al funzionamento dell’unico pianeta che possiamo studiare direttamente: la Terra.



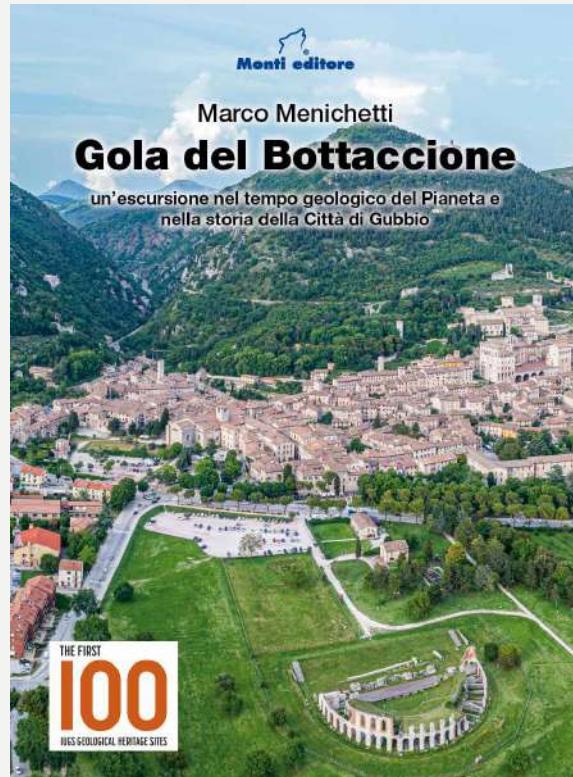
[†] Il giorno 21 Ottobre 2025, durante la composizione di questo numero, è venuto a mancare all’affetto dei suoi cari e dei suoi allievi il Prof. Angelo Peccerillo.

NEWS *in pillole*

Gola del Bottaccione Un'escursione nel tempo geologico del Pianeta e nella storia della Città di Gubbio

È stata pubblicata recentemente una guida divulgativa sulla "Gola del Bottaccione - un'escursione nel tempo geologico del Pianeta e nella storia della Città di Gubbio" curata da Marco Menichetti, docente di Geologia presso l'Università di Urbino. La Gola del Bottaccione è nota da sempre a tutti quelli che si interessano di Scienze della Terra ed è percorsa e studiata da diverse generazioni di geologi. L'Unione Internazionale delle Scienze Geologiche (IUGS) l'ha inserita tra i primi 100 geositi a livello mondiale. In questa località, situata poco a nord di Gubbio, nel Preappennino umbro, affiora con continuità una porzione di rocce sedimentarie pelagiche della successione stratigrafica meso-cenozoica umbro-marchigiana in un intervallo temporale che si estende tra 160 e 10 milioni di anni. Nella gola affiora il limite stratigrafico Cretacico-Paleogene (K/Pg), dove è stata rilevata per la prima volta l'anomalia di iridio che ha permesso di elaborare l'ipotesi di un'estinzione di massa, inclusa quella dei dinosauri non aviani, causata dall'impatto di un asteroide 66 milioni di anni fa.

Nel testo di 176 pagine e corredata da 237 tra fotografie e illustrazioni, viene presentata una lettura a tutto campo di questa piccola porzione di territorio ricca di elementi naturali e antropici. La guida è organizzata in tre parti: una iniziale che introduce alcuni concetti di geologia attraverso i quali vengono descritte le rocce che si incontrano nella Gola; in una seconda parte vengono illustrati i lineamenti ambientali della flora, della fauna e del clima; infine, nella terza parte, sono descritti quattro itinerari, che si sviluppano lungo e attorno alla Gola. In alcune schede vengono presentati gli aspetti storici e naturalistici salienti che spaziano dalla diga del



Bottaccione, all'acquedotto medioevale, dai mulini alle cave, dalle mura urbane alle grotte e all'Eremo di San Ambrogio, nonché gli elementi principali della tradizione eugubina con l'albero di Natale e la Festa dei Ceri. La guida è reperibile presso l'editore Monti: www.iga-cartografia.it/gola-del-bottaccione/

Italian Journal of Geosciences



NEWS *in pillole*

“Le geoscienze con occhi nuovi: non solo sassi e catastrofi” Un nuovo approccio all'insegnamento delle Scienze della Terra

Riflessioni e metodologie per avvicinare gli studenti alla comprensione dei processi terrestri, stimolare la curiosità e formare cittadini consapevoli delle sfide ambientali del futuro

È appena stato pubblicato “Le geoscienze con occhi nuovi: non solo sassi e catastrofi”, un innovativo volume firmato da Susanna Occhipinti che promette di rivoluzionare l’approccio all’insegnamento delle Scienze della Terra. Il libro affronta una sfida cruciale per il mondo dell’educazione scientifica: come rendere le geoscienze più coinvolgenti, rilevanti e significative per studenti e docenti.

L’autrice, forte della sua esperienza di ricerca e sperimentazione in numerose classi, propone un ripensamento radicale dell’identità disciplinare delle geoscienze, troppo spesso percepite come una materia che si occupa solamente di “sassi e catastrofi”. Il volume esplora invece la natura complessa e interdisciplinare di questa scienza, illustrando come essa rappresenti una chiave fondamentale per comprendere le sfide globali contemporanee, dai cambiamenti climatici alla gestione sostenibile delle risorse.

Particolarmente interessante è la proposta di rivoluzionare il curricolo tradizionale, passando da un approccio *bottom-up* (che parte dai minerali per arrivare ai sistemi globali) a uno *top-down*, che introduce prima il quadro generale della tettonica delle placche per poi scendere ai fenomeni specifici. Questo, secondo l’autrice,



consentirebbe agli studenti di apprezzare meglio come i singoli elementi si inseriscono nel contesto più ampio dei sistemi terrestri. Il libro, strutturato in 18 capitoli, spazia da riflessioni epistemologiche sulla natura delle geoscienze a proposte didattiche concrete, come l’uso di modelli, l’approccio narrativo allo studio dei minerali e delle rocce, e le “connessioni impreviste” tra eventi geologici e storia umana. Non mancano approfondimenti su temi innovativi come la geologia forense, le tecnologie digitali nell’insegnamento e il ruolo delle geoscienze nel raggiungimento degli “Obiettivi di Sviluppo Sostenibile”.

In un’epoca in cui i dipartimenti di Scienze della Terra vedono un preoccupante calo di iscrizioni (emblematica la recente chiusura del Dipartimento alla Vrije Universiteit di Amsterdam), questo testo offre spunti preziosi per rinnovare l’interesse verso una disciplina fondamentale per il nostro futuro. Come scrive l’autrice nell’introduzione: Le Geoscienze non sono soltanto “sassi e catastrofi”, ma costituiscono una chiave di lettura fondamentale per interpretare il passato, comprendere il presente e immaginare un futuro sostenibile per il nostro pianeta.

Il volume si rivolge a insegnanti, educatori e appassionati delle Scienze della Terra, offrendo loro strumenti per trasformare l’insegnamento da semplice trasmissione di nozioni a esperienza di scoperta e comprensione del sistema Terra, nella sua affascinante complessità.

GEOCAST: la Geologia a 360 gradi



“Geocast: la geologia a 360 gradi”, un progetto ideato da Anna Laura ed Elena, due giovani geologhe con la voglia di condividere la loro passione e avvicinare sempre più persone, soprattutto i più giovani, al mondo delle Scienze della Terra.

Nato dal desiderio di unire divulgazione scientifica e comunicazione digitale, Geocast porta la geologia fuori dai laboratori e dalle aule universitarie, rendendola protagonista sui *social* e nelle piattaforme di ascolto più amate.

Attraverso un linguaggio semplice, diretto e coinvolgente, il progetto mira a rompere gli stereotipi che spesso rendono la geologia una materia percepita come distante dalla vita quotidiana, mostrando invece quanto sia presente in tutto ciò che ci circonda: dalle montagne alle città, dalle risorse naturali ai cambiamenti climatici.

Su Instagram, Facebook e TikTok ([@geologia.sdt](#)) troverete pillole, curiosità e interviste brevi, perfette per chi vuole imparare divertendosi. Su YouTube e Spotify (“Geocast”) invece, spazio ai *podcast* più lunghi e approfonditi, dove esperti e professionisti raccontano il loro percorso e le tante sfaccettature del mondo geologico.

Per scoprire il lato giovane, fresco e innovativo della geologia non puoi non seguire Geocast!



NEWS *in pillole*

Le Collezioni Museali ISPRA in mostra al Museo delle Civiltà

Il 3 Ottobre 2025 è stato inaugurato, presso il Salone delle Scienze del Museo delle Civiltà di Roma, il riallestimento della mostra permanente “Animali, Vegetali, Rocce, Minerali: Le collezioni ISPRA”. La mostra, è dedicata alle Collezioni Geologiche e Storiche del Servizio Geologico d’Italia. Essa è il risultato di un accordo di collaborazione fra la Direzione Generale Musei del Ministero della Cultura, attraverso il Museo delle Civiltà e l’ISPRA.

Nel Salone delle Scienze e nell’atrio ad esso antistante, è stata esposta una ricca selezione di prestigiosi reperti delle Collezioni Paleontologiche, Litologiche, Mineralogiche e Storiche tra le migliaia che costituiscono il patrimonio geologico museale dell’ISPRA.

L’insieme di queste Collezioni documenta l’attività di rilevamento, studio e raccolta svolta dai Geologi del Servizio Geologico d’Italia, e non solo, per la conoscenza e del territorio a partire dalla seconda metà dell’800.

In particolare, sono esposte la Collezione dei Plastici geologici storici realizzati a mano fra il XIX e il XX secolo, le pietre ornamenti usate già nell’antichità nelle collezioni litologiche Pescetto e De Santis, diversi Fossili Tipo inclusi nelle Collezioni Paleontologiche, minerali dall’Italia e dal mondo, e la strumentazione storica.

La mostra è visitabile al primo piano all’interno del percorso del Museo delle Civiltà. L’accesso è possibile acquistando il biglietto d’ingresso per il Museo stesso.

Per informazioni sugli orari e sulle modalità di accesso:
 www.museodellecivilta.it.



LOTTI 2026: 100 anni di ricerche Geologiche in Umbria



Dal 18 al 20 Febbraio 2026 si terrà a Spoleto, nella prestigiosa sede del Teatro Menotti, il Convegno “Lotti 2026: 100 anni di ricerche geologiche in Umbria”, organizzato dalla Società Geologica Italiana, dal Dipartimento di Fisica e Geologia dell’Università di Perugia, dalla Regione Umbria e dal Comune di Spoleto, con il contributo scientifico di ISPRA. Il convegno celebra il centenario

della pubblicazione della “Descrizione geologica dell’Umbria” di Bernardino Lotti, una monografia che spazia sui principali aspetti della geologia regionale, dalla stratigrafia alla tettonica fino alla idrogeologia e alle risorse minerarie. La scelta di Spoleto come sede congressuale si deve al particolare ruolo che questa città e il suo territorio hanno occupato nelle ricerche di Lotti. A Spoleto, inoltre, Lotti organizzò e presiedette il Congresso della Società Geologica del 1912. In quella occasione fu inaugurata la Sala XVII settembre dell’allora Teatro Massimo (oggi Teatro Menotti), che ospiterà il convegno. Il programma si articola in tre giornate, e si propone di ricostruire l’evoluzione delle conoscenze geologiche sull’area umbro-marchigiana, sottolineandone gli sviluppi

più recenti e i problemi ancora aperti. La prima giornata (18 Febbraio, ore 16-20) sarà dedicata ad una sessione di Storia della Geologia, rivolta alla figura di Bernardino Lotti e alla geologia del suo tempo. La seconda giornata (19 Febbraio, ore 9-19) sarà riservata a comunicazioni scientifiche sulla geologia dell’Italia centrale e sul tema dei rischi e delle risorse. La terza giornata (20 Febbraio, ore 9-13) prevede una breve escursione sui “Luoghi di Lotti”, dentro e fuori le mura urbane di Spoleto.

La prima circolare del convegno è scaricabile al link:  <https://mustspoleto.com/events/lotti-2026>, dove è anche possibile registrarsi e sottomettere contributi (entro il 30/11/2025). La seconda circolare, con il programma dettagliato delle comunicazioni scientifiche, sarà pubblicata il 15/12/2025.

NEWS *in pillole*

Il primo Scientific Drilling Forum della nuova era IODP³



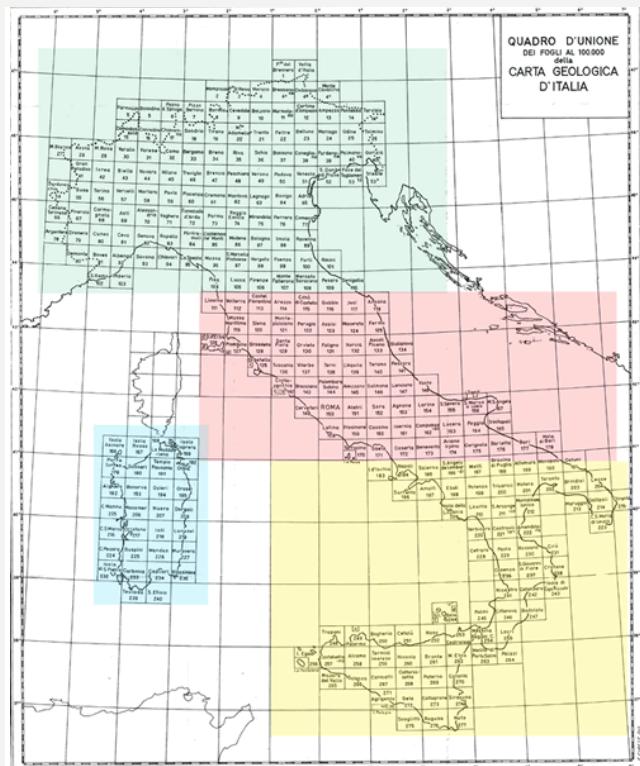
**(CNR-IAS, Capo Granitola, Trapani,
14-15 Ottobre 2025)**

Dal 14 al 15 Ottobre 2025 si è svolto a Capo Granitola (TP), presso la sede del CNR-IAS (Istituto per lo Studio degli Impatti Antropici e la Sostenibilità in Ambiente Marino), il primo *Scientific Drilling Forum* della nuova era del programma di perforazione oceanica IODP3 (*International Ocean Drilling Programme*).

Organizzato da ECORD (*European Consortium for Ocean Research Drilling*) e dal CNR-DSSTTA (Dipartimento Scienze del Sistema Terra e Tecnologie per l'Ambiente), con il supporto dell'OGS (Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale), l'evento ha rappresentato un momento di confronto internazionale sulle strategie e le prospettive della perforazione scientifica.

Il Forum è stato concepito per essere lanciato nel 2025 come piattaforma per lo scambio di idee, la definizione di priorità condivise e la promozione di collaborazioni tra programmi di perforazione marina e continentale. Oltre 50 delegati provenienti da quattro continenti hanno partecipato ai lavori, in rappresentanza dei principali programmi coinvolti: IODP3 (ECORD, JAMSTEC per il Giappone e il consorzio ANZIC per Australia e Nuova Zelanda), lo statunitense *Scientific Ocean Drilling Coordination Office* (SODCO) - NSF, il *Deep Ocean Drilling Program* (DODP) cinese e l'*International Continental Scientific Drilling Program* (ICDP). Durante le due giornate, i partecipanti hanno condiviso aggiornamenti sulle attività in corso, discusso future spedizioni e *workshop*, avviato proposte di cooperazione per la formazione e la divulgazione, e affrontato temi comuni come la gestione coordinata dei campioni di carote custoditi negli archivi della perforazione oceanica scientifica. Il Forum ha messo in evidenza il ruolo fondamentale della perforazione scientifica nella comprensione dei sistemi terrestri e nell'affrontare le sfide ambientali globali, al fine di rafforzare la cooperazione internazionale e garantire un accesso equo alle opportunità scientifiche e ai dati tra diversi paesi e istituzioni.

La raccolta: Cartografia geologica in scala 1:100.000



Quadro di unione dei fogli geologici in scala 1:100 000

L'intera raccolta della Cartografia geologica in scala 1:100.000 è disponibile per il *download* ad alta risoluzione. La raccolta, che include sia le prime che le seconde edizioni dei fogli geologici, è accessibile attraverso il catalogo OPAC della Biblioteca ISPRA.

accessibile attraverso il catalogo OPAC della Biblioteca ISI RA. Gli utenti possono navigare nel catalogo OPAC ( <https://cloud.sbn.it/opac/GEA/ricercaAvanzata>) per cercare e scaricare i singoli fogli in formato *raster*. Laddove disponibili, è possibile effettuare il *download* anche delle relative Note Illustrative.

Questa iniziativa rende un patrimonio scientifico di grande valore accessibile a ricercatori e professionisti, contribuendo alla diffusione della conoscenza geologica del territorio italiano e alla valorizzazione del patrimonio cartografico geologico della Biblioteca ISPRA.

Per semplificare la ricerca, il *link* di partenza con l'elenco completo dei fogli geologici in scala 1:100.000 in prima, seconda ed eventuale copia anastatica, è il seguente: <https://cloud.sbn.it/opac/GEA/dettario/documento/GEA0217731>

La ricerca è ancora più semplice conoscendo il nome o il numero del foglio (es., Bari, foglio 177; Biella, foglio 43; ecc.).

Nella scheda OPAC, il *link* all'immagine *raster* è nelle righe in basso.

Sia la Cartografia geologica in scala 1:100.000 che le relative Note Illustrative vengono diffuse con licenza CC-BY 4.0, che permette di condividere e modificare il materiale alla condizione che ne venga riconosciuta l'attribuzione all'ISPRA.

NEWS *in pillole*

Ampio successo per il convegno di Geologia sul territorio di Punta Bianca e del promontorio del Caprione (La Spezia)

(3-5 Ottobre 2025, Bocca di Magra) Fondazione E.T.S. Pro Monte Caprione

PRO MONTE CAPRIONE
FONDAZIONE E.T.S.

La prima edizione della giornata di convegno dedicata alla geologia, alla storia, alle scienze naturali e all'archeologia del territorio di Punta Bianca (Ameteglia) ha riscosso un notevole successo sia di pubblico sia di addetti ai lavori. L'incontro ha proposto una rassegna di studi dedicati all'aggiornamento professionale dei geologi, con il patrocinio dell'Ordine dei Geologi della Liguria e la presenza del Presidente Alessandro Scarpati.

Dopo l'intervento del Presidente della Società Geologica Italiana, Prof. Rodolfo Carosi, e i saluti istituzionali delle Amministrazioni locali e del Parco di Montemarcello-Magra, i lavori del convegno sono iniziati con la presentazione dell'APS Pro Monte Caprione



Intervento del Prof. Rodolfo Carosi.

sul territorio omonimo. L'associazione ha illustrato la valorizzazione delle emergenze storiche, archeologiche e più strettamente legate agli argomenti trattati, gestita dall'Arch. Joshua Enrico Pagano e con contributi da parte di tutti i soci.

Il convegno ha offerto una descrizione completa della storia geologica del territorio, partendo dalle descrizioni del Prof. Paolo Roberto Federici che, negli anni 1964-1966, dedicò ricerche alla caratterizzazione dei fossili dei marmi di Punta Bianca durante il rilevamento del foglio n° 249 Massa, accertandone l'età triassica, di circa 230 milioni di anni fa, e già allora individuandone le caratteristiche di "geosito" riconosciuto a livello nazionale.

Il Prof. Walter Landini ha illustrato l'importanza degli affioramenti con le orme di dinosauri rinvenute alla Baia Blu, presso Lerici, anch'essi riconoscibili a pieno titolo come "geosito". Questi ritrovamenti, dedicati alla memoria di Ilario Sirigu, rappresentano un raro esempio locale di tracce fossili del Triassico, risalenti al periodo del primo significativo sviluppo dei dinosauri, e sono quindi da preservare e valorizzare con particolare attenzione.

Il Prof. Giovanni Raggi, esperto di idrogeologia e geologia applicata locale ed ex docente a Pisa, ha esposto studi sulle emergenze di sorgenti termali degli Stagnoni nei pressi di La Spezia, con ipotesi su una provenienza di acque calde dal potenziale serbatoio geotermico della Lunigiana, in corrispondenza della parte più a nord delle Alpi Apuane (Terme di Equi).

Con l'intervento del Prof. Rodolfo Carosi, Ordinario di Geologia Strutturale all'Università di Torino e attivo nell'area di Punta Bianca

da circa trent'anni, sono stati approfonditi in modo dettagliato, anche grazie a studi recentissimi del 2024, gli aspetti tettonici della successione rocciosa della falesia marmorea e delle rocce circostanti, portando nuovi dati sul periodo della loro trasformazione metamorfica.

Lo sviluppo delle ricerche è stato illustrato in continuità con l'intervento precedente, attraverso il resoconto del ricercatore del CNR Samuele Papeschi, rilevatore e coautore della più recente carta geologica del territorio, da Punta Bianca ad Ameglia, pubblicata nel 2020.

I lavori sono proseguiti nel pomeriggio con l'esposizione dei risultati delle indagini geotecniche, nonché dei lavori di messa in sicurezza delle paleofrane nell'area del Monte Murlo, presso Montemarcello, illustrate dal Geologo Stefano Palandri.

Gli studi sugli utilizzi dei Marmi di Punta Bianca nel periodo romano e medievale, nella città di Luni e il loro reimpiego nel territorio di Sarzana, sono stati presentati dal Geologo Sergio Mancini della APS Pro Monte Caprione, con un resoconto dei dati sulle miniere di ferro di Bocca di Magra, situate nei pressi del Monastero di Santa Croce. La rassegna delle emergenze speleologiche, delle caratteristiche e delle esplorazioni più recenti delle cavità carsiche del Promontorio del Caprione è stata presentata dal Presidente del Gruppo Speleologico Lunense, Daniele Sigismondi.

Gli studi presentati al Convegno hanno confermato il valore del territorio di Punta Bianca come geosito nazionale e del Promontorio del Monte Caprione, dove la lettura integrata di rocce, acqua, ecosistemi, paesaggi storici e memorie collettive produce conoscenze nuove e strumenti concreti di tutela.

INCONTRA

gli Autori

1. ZARA FRANCESCHINI

Zara Franceschini, nata a Firenze, svolge l'intero percorso studi presso l'Università degli Studi di Firenze con dei periodi all'estero nell'ambito del programma Erasmus e nei successivi anni di dottorato. Consegue il dottorato di ricerca in Scienze della Terra, con una borsa di co-tutela italo-francese istituita tra l'Università di Firenze e quella di Orléans in Francia. Il suo progetto di ricerca fornisce una ricostruzione della stratigrafia vulcanica e dell'evoluzione vulcano-tettonica del settore centrale del *Main Ethiopian Rift*. Attualmente ha un assegno di ricerca presso l'Università di Firenze e si occupa dello studio stratigrafico e compositazionale di prodotti di eruzioni freatiche, con Vulcano (Isole Eolie) e Kuchinoerabujima (Giappone) come principali casi studio.



2. MATTIA PISTONE

Mattia Pistone ha conseguito la Laurea in Scienze Geologiche presso l'Università G. D'Annunzio di Chieti e la Laurea Magistrale in Geodinamica, Geofisica e Vulcanologia presso l'Università di Roma La Sapienza. Ha conseguito un dottorato di ricerca in Scienze della Terra presso il Politecnico Federale di Zurigo (Svizzera). Ha condotto progetti di ricerca post-dottorato presso l'Università di Bristol (Regno Unito) e il Museo Nazionale di Storia Naturale dello Smithsonian (Washington, DC, USA). È stato *Maitre Assistant* presso l'Università di Losanna (Svizzera) e ha servito come *Assistant Professor* in Petrologia e Vulcanologia presso l'Università della Georgia (USA). Attualmente è *tenured Professor* Associato e direttore del gruppo di ricerca MAGMA MIA nella medesima università. È uno dei sette direttori del progetto ICDP-DIVE.



3. MARCO VENIER

Marco Venier ha conseguito la laurea triennale in Geologia, la laurea magistrale in Geoscienze, e il dottorato di ricerca in Scienze della Terra, Matematica e Fluidodinamica presso l'Università di Trieste. Per il progetto ICDP-DIVE ha collaborato come *Site Manager*, sta conducendo una ricerca sulle carote dei pozzi 5071_1_A e 5071_1_B e sta contribuendo alla pianificazione della seconda fase del progetto finalizzata all'esplorazione *in situ* della Moho. Attualmente è Alexander von Humboldt Fellow presso la Johannes Gutenberg Universität di Mainz (Germania). Le sue attività di ricerca si focalizzano sulla mobilità dei solfuri nella crosta continentale inferiore e sui processi di serpentinizzazione e carbonatazione lungo strutture tettoniche, con particolare attenzione alle implicazioni per le materie prime critiche e i sistemi energetici del futuro.



4. ROSA MARIA DI MAGGIO

Rosa Maria Di Maggio, laureata con lode in Scienze Geologiche presso l'Università Sapienza di Roma, ha oltre venticinque anni di esperienza in ambito forense, maturata presso la Polizia Scientifica e come libero professionista. Esperta in analisi della scena del crimine, terreni, materiali inorganici, beni culturali e *remote sensing*, ha lavorato su casi di rilievo nazionale e internazionale. Svolge attività didattica in Italia e all'estero, ha pubblicato articoli scientifici e curato il primo libro italiano sulla Geologia Forense. È *peer reviewer* per riviste internazionali, vincitrice dell'*Investigation & Forensic Awards* 2017, 2019 e 2022, e membro della Commissione Direttiva della IUGS *Initiative on Forensic Geology* (UNESCO).



5. MARCO PANTALONI

Geologo, dirigente tecnologo presso l'ISPRA, si occupa di cartografia geologica, banche dati e storia della geologia. Autore di diverse carte geologiche e geomatiche e di oltre 100 pubblicazioni scientifiche, ha curato volumi sulla cartografia e sulla storia della geologia. Responsabile della Biblioteca dell'ISPRA, segue le attività di sviluppo, diffusione e valorizzazione del patrimonio biblio-cartografico e fotografico. Attualmente è Segretario generale della Sottocommissione Europa della Commissione per la Carta Geologica del Mondo (CGMW/CCGM) e membro per l'Italia della *International Commission on the History of Geological Sciences* (INHIGEO-IUGS). Cofondatore della Sezione di storia delle geoscienze della Società Geologica Italiana, ha collaborato alla redazione del volume sulla storia della Società. Da anni, dedica parte della sua attività ad iniziative di terza missione per il trasferimento dei risultati della ricerca e per la valorizzazione e la tutela del territorio e dei siti di interesse geologico-ambientale.



6. ANDREA BLOISE

Andrea Bloise è Professore associato di Mineralogia presso il Dipartimento di Biologia, Ecologia e Scienze della Terra dell'Università della Calabria (Unical). Presso lo stesso ateneo, ha conseguito la laurea in Scienze Geologiche (2002) e il Dottorato di ricerca (2006). Possiede competenze nella sintesi di cristalli, nella diffrazione a raggi X su polveri, nella microscopia elettronica a trasmissione, nonché nell'analisi termica. Ha inoltre collaborato a numerosi progetti scientifici di rilevanza nazionale e internazionale. La sua principale linea di ricerca è focalizzata sulla caratterizzazione e inertizzazione dei minerali amiantiferi. È autore o coautore di oltre 120 pubblicazioni internazionali "peer-review" ed è attualmente referente scientifico della sezione di Mineralogia e Petrografia del Sistema Museale Universitario dell'Unical.

AUTORI



Bloise Andrea

Dipartimento di Biologia, Ecologia e Scienze della Terra, Università della Calabria. Sistema Museale Universitario - SiMU, Sezione Mineralogia e Petrografia, Università della Calabria.

Fuoco Ilaria

Dipartimento di Biologia, Ecologia e Scienze della Terra, Università della Calabria.

Vespasiano Giovanni

Dipartimento di Biologia, Ecologia e Scienze della Terra, Università della Calabria.

Villella Saverio

Dipartimento di Biologia, Ecologia e Scienze della Terra, Università della Calabria.

La Russa Mauro Francesco

Dipartimento di Biologia, Ecologia e Scienze della Terra, Università della Calabria.

Piersante Costanza

Dipartimento di Biologia, Ecologia e Scienze della Terra, Università della Calabria.

Parisi Francesco

Dipartimento di Biologia, Ecologia e Scienze della Terra, Università della Calabria.

De Rosa Rosanna

Dipartimento di Biologia, Ecologia e Scienze della Terra, Università della Calabria.

Piluso Eugenio

Dipartimento di Biologia, Ecologia e Scienze della Terra, Università della Calabria.

Filicetti Sara

Dipartimento di Biologia, Ecologia e Scienze della Terra, Università della Calabria.

Russo Luigi

Dipartimento di Biologia, Ecologia e Scienze della Terra, Università della Calabria.

Apollaro Carmine

Dipartimento di Biologia Ecologia e Scienze della Terra, Università della Calabria.

UN VIAGGIO NELLA STORIA DELLA TERRA: *il Museo di Mineralogia e Petrografia dell'Università della Calabria, tra collezioni e realtà virtuale*

Maggiori informazioni

📍 Via P. Bucci, cubo 14b, 5° piano | Arcavacata di Rende, CS

✉️ infomusei@unical.it 📸 simu.unical

🌐 unal.it/campus/vivere-il-campus/sistema-museale/musnob/mineralogia-e-petrografia

Immagine di sfondo: ingresso della Sezione di Mineralogia e Petrografia del SiMU, Università della Calabria.

Il Museo di Mineralogia e Petrografia è una delle sezioni del Sistema Museale Universitario (SiMU) dell'Università della Calabria (Unical). Il SiMU è distribuito in vari spazi all'interno del campus universitario e comprende quattro sezioni principali: l'Orto Botanico, il Museo di Zoologia, il Museo di Paleontologia e il Museo di Mineralogia e Petrografia. Le collezioni ospitate offrono un quadro completo della biodiversità e della storia geologica del pianeta Terra, in un costante intreccio tra ricerca scientifica, didattica e divulgazione. Con la presenza anche del RiMuseum (dedicato all'ambiente e al tema dei rifiuti) e del MIAI - Museo Interattivo di Archeologia Informatica - situati nell'area urbana della città di Rende, il SiMU costituisce una rete museale unica, capace di raccontare i sistemi naturali e antropici con linguaggi moderni e accessibili, offrendo servizi educativi e installazioni multimediali che avvicinano studenti, famiglie e cittadini ai temi della scienza e della sostenibilità. All'interno di questa rete, la sezione di Mineralogia e Petrografia custodisce e valorizza un ricco patrimonio di campioni mineralogici e petrografici. Le collezioni documentano la varietà

e la bellezza dei minerali, le caratteristiche delle rocce, la loro genesi ed evoluzione, offrendo uno spaccato affascinante dell'incessante attività geodinamica del nostro pianeta. All'interno del Museo di Mineralogia e Petrografia trovano posto oltre 3.000 esemplari di minerali e rocce provenienti da tutto il mondo, con uno spazio dedicato alla geodiversità calabrese. Le collezioni si completano con esposizioni tematiche di pregio, tra cui la Collezione "P. Orlandi", che comprende circa 500 campioni, tra cui cristalli di quarzo geminati provenienti dal Perù (Fig. 1), cristalli di ematite, corindone e galena di elevato pregio estetico; la Collezione "C. Principe", donata dalla Dott.ssa Claudia Principe dell'IGG-CNR di Pisa, con circa 800 lastre di rocce provenienti da tutto il mondo; e la Collezione di Minerali Fluorescenti, composta da 40 campioni (principalmente fluoriti) che, sotto luce UV, rivelano sorprendenti effetti cromatici. Il percorso espositivo si completa con il Giardino Geologico, un'area all'aperto dove sono esposti 16 grandi blocchi rocciosi rappresentativi dell'Arco Calabro.

Accanto all'esposizione rappresentativa dei principali gruppi di

MUSEO DI MINERALOGIA E PETROGRAFIA

minerali, con il supporto di strumenti multimediali, i visitatori intraprenderanno un viaggio affascinante nell'universo dei cristalli e delle rocce. Attraverso l'uso di Visori per la Realtà Virtuale, i visitatori possono camminare sulla superficie lunare o esplorare l'interno di una grotta, e da lì addentrarsi fin nel reticolo cristallino dei minerali presenti in quegli ambienti, un'esperienza che permette di confrontare l'armonia del reticolo cristallino con il disordine della materia amorfa. Una colonna *Ledwall* mostra ai visitatori la cristallizzazione di un minerale, rivelandone la sua complessa struttura cristallina. Uno schermo *Oled* interattivo (Fig. 2), permette di riconoscere i cristalli e raccontarli attraverso testi, immagini e modelli 3D. Un modello 3D interattivo di un vulcano (Fig. 3) simula le principali tipologie di attività eruttive che hanno modellato il nostro pianeta, mentre una *Sandbox* con realtà aumentata, permette di simulare diverse dinamiche geologiche. Sono presenti spazi dedicati ai principali ambienti di formazione delle rocce: sedimentario, metamorfico e igneo. Ogni spazio è arricchito da materiale didattico multimediale e dotato di microscopi, per lo svolgimento di attività laboratoriali. Un grande *Ledwall* guida i visitatori in un viaggio spettacolare, dall'origine dell'universo fino al cuore di un cristallo. Il racconto mette in contrapposizione il caos dell'universo e l'armonia del reticolo cristallino, unendo didattica e suggestione visiva (Fig. 4).

Il museo non è solo esposizione: è anche ricerca. Le principali linee riguardano lo studio delle georisorse del territorio, studi in ambito ambientale e naturalistico. Ampio spazio è riservato alla didattica: visite guidate, laboratori scientifici e creativi, seminari e percorsi tematici pensati per ogni grado scolastico, per avvicinare le nuove generazioni al fascino delle scienze geologiche. Non mancano attività rivolte a famiglie e singoli visitatori, che possono così sperimentare in prima persona la bellezza e la complessità del mondo dei minerali e delle rocce.

Con le sue collezioni, i suoi strumenti multimediali e la sua apertura al territorio, il Museo di Mineralogia e Petrografia arricchisce il percorso interdisciplinare dell'intero Sistema Museale dell'Università della Calabria. Un luogo dove la scienza incontra il pubblico, raccontando la storia della Terra con linguaggi innovativi e contribuendo alla diffusione della cultura scientifica e della consapevolezza ambientale.



Fig. 1 - Cristallo di quarzo geminato secondo la legge del Giappone, dalla Collezione P. Orlando.

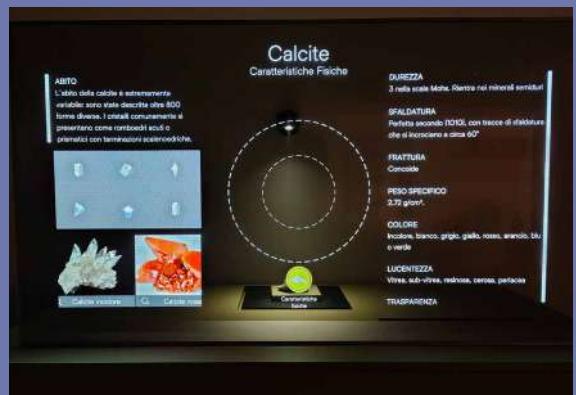


Fig. 2 - Schermo *Oled* trasparente e interattivo per la visualizzazione dinamica delle caratteristiche minerali.



Fig. 3 - Un modello 3D interattivo di vulcano per la simulazione e l'osservazione delle principali tipologie di eruzione.



Fig. 4 - Dalla scala cosmica a quella atomica: il *Ledwall* copre l'intera narrazione, dall'origine dell'universo al reticolo cristallino.



KELLER

WE ARE KELLER PRESSURE

NEW BRAND – SAME QUALITY



«SWISS PRECISION» WORLDWIDE

KELLER Pressure established in 1974 is the market-leader in the production of piezoresistive pressure measurement technology.

Manufacturing takes place at the headquarters in Winterthur ensuring every product bears the «Swiss Made» seal of quality and embodies the Swiss understanding of quality, functionality, and reliability.



keller-pressure.com