

GEOLOGICAMENTE

MAGAZINE DI ATTUALITÀ E CULTURA DELLE GEOSCIENZE

Periodico della Società Geologica Italiana

n. 5 | luglio 2021

IL CAMPO VULCANICO DEI VOLSCI:

una finestra sulla
subduzione appenninica

LA RICERCA

dei cristalli impossibili

UN GEOLOGO

tra i banchi di scuola

DINOSAURI, CLIMA ED ESTINZIONE

Professione Geologo



Studiare il sottosuolo e i suoi movimenti



Sismografo Geode

È da sempre lo strumento di riferimento per la sismica professionale. Microzonazione, riflessione, rifrazione, downhole...



Trillium e Centaur Sensori e acquisitori sismici

I sensori broadband e gli acquisitori sismici Nanometrics sono i più famosi e performanti al mondo. Per dati di altissima qualità ed affidabilità.



Atom Sismografo wireless

Il nuovo sismografo Geometrics ultra compatto, passivo, wireless, per Vs a elevate profondità senza più cavi sismici.

Codevintec rappresenta anche:



CODEVINTEC

Tecnologie per le Scienze della Terra e del Mare

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

EXPLORE

the world in a whole new way

Ultra
High Resolution IRMS



Scopri un nuovo mondo nella spettrometria di massa

Lo spettrometro di massa ad altissima risoluzione Thermo Scientific™ Ultra™ HR-IRMS decreta un nuovo standard nella misura dei rapporti isotopici nei gas: apre la strada all'esplorazione di traccianti isotopici finora impensabili nelle scienze della terra e dell'atmosfera, nella ricerca climatica, nella geochimica del petrolio, nei gas nobili e molto altro. Permette la misura avanzata dei *clumped isotopes*, delle *position specific isotopes*, oltre a tutte le applicazioni classiche.

Ultra HR-IRMS, lo strumento che rivoluziona l'analisi isotopica in tutti i suoi aspetti.

Scopri di più su thermofisher.com/ultra

Oppure contattaci: isotopeanalysis-italy@thermofisher.com

GEOLOGICAMENTE

MAGAZINE DI ATTUALITÀ E CULTURA DELLE GEOSCIENZE

C

- P. 8** LA RICERCA
dei cristalli impossibili
- P. 16** UN GEOLOGO
tra i banchi di scuola
- P. 26** IL CAMPO VULCANICO
DEI VOLSCI:
*una finestra sulla
subduzione appenninica*
- P. 36** DINOSAURI, CLIMA
ED ESTINZIONE

S A

- P. 44** Associazione Italiana
DI VULCANOLOGIA
- P. 46** Associazione Italiana
PER LO STUDIO DEL
QUATERNARIO
- P. 48** Associazione
PALEONTOLOGICA
PALEOARTISTICA
Italiana
- P. 50** Associazione Nazionale
INSEGNANTI
SCIENZE NATURALI
- P. 51** Società
GEOCHIMICA
Italiana
- P. 53** Sezione
GEOLOGIA
Planetaria
- P. 54** Sezione
GEOETICA
*e Cultura
Geologica*
- P. 56** Sezione
GEOLOGIA
Strutturale
- P. 57** Sezione
GEOLOGIA
Ambientale
- P. 58** Sezione
GEOLOGIA
Himalayana
- P. 60** Sezione
GEORISORSE
ed energia
- P. 61** Sezione
GEOSCIENZE
*e Tecnologie
Informatiche*
- P. 63** Sezione
GEOLOGIA
Marina
- P. 64** Sezione
GEOsed
- P. 65** Sezione
Storia delle
GEOSCIENZE
- P. 66** Sezione
Giovani
GEOLOGI

Rivista quadrimestrale SGI - Società Geologica Italiana | Numero 5 | Luglio 2021 | SOCIETÀ GEOLOGICA ITALIANA 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 Enrico Capezuoli

COMITATO EDITORIALE Fabio Massimo Petti, Elena Bonaccorsi, Francesca Cifelli, Alessandro Danesi, Riccardo Fanti, Giulia Innamorati, Susanna Occhipinti, Domenico Sessa, Marco Chiari, Anna Giamborino, Eugenio Nicotra, Eleonora Regattieri e Orlando Vaselli

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

DIRETTORE RESPONSABILE Alessandro Zuccari



P. 68 GEOLOGY WITHOUT BORDERS
90° Congresso della Società Geologica Italiana

P. 70 UN NUOVO MODELLO SISMOTETTONICO
sull'origine del terremoto del 1908

P. 72 VOTAZIONE ONLINE:
per gli ordini professionali

P. 73 ETNA INQUIETA

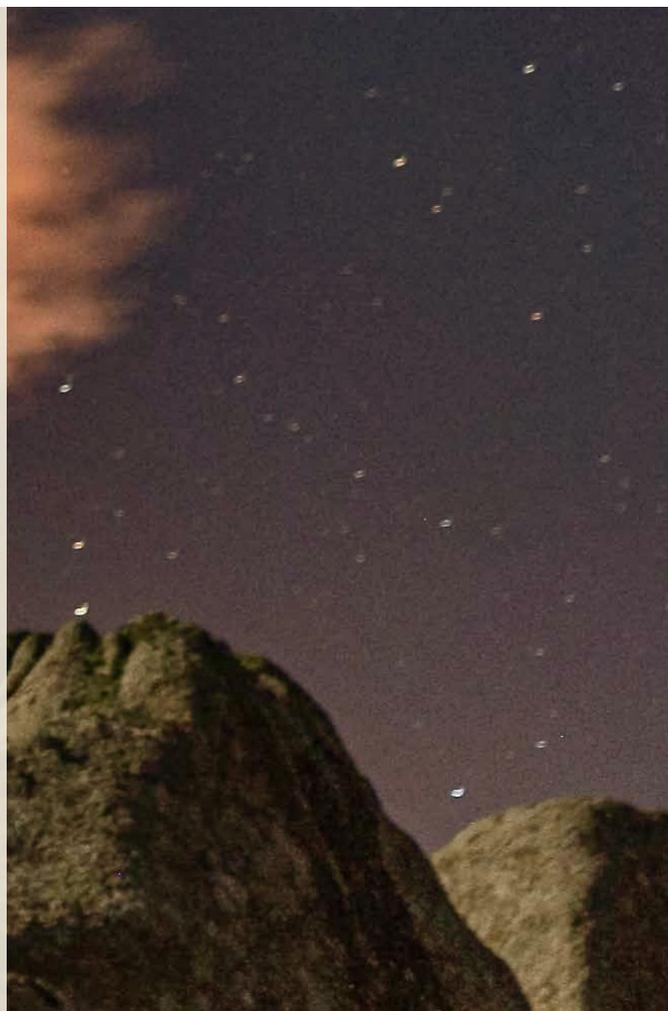
P. 74 "I FOSSILI UNA STORIA ITALIANA"
Il contributo Italiano alle prime conquiste della Paleontologia

P. 76 BE GEO SCIENTISTS 2021
"1° Congresso Nazionale dei Giovani Geoscientisti": i giovani di oggi, risorsa del domani

P. 78 ITALIAN JOURNAL OF GEOSCIENCES

P. 79 RENDICONTI ONLINE DELLA SGI

P. 80 GEOLOGICAL FIELD TRIPS & MAPS



P. 7 EDITORIALE

P. 81 INCONTRA GLI AUTORI

P. 82 EXTINCTION: *prima e dopo la scomparsa dei dinosauri*

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 digitale

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.

Foto in copertina: La colonna eruttiva prodotta durante il culmine dell'episodio parossistico avvenuto nella notte tra il 22 e il 23 febbraio 2021 al Cratere di Sud-Est dell'Etna, ripresa dall'Altopiano dell'Argimusco (ME) da Giorgio Costa. | Immagini interne: freepik.com

Chiuso in Redazione il 13 luglio 2021.



CTD Logger multiparametrico (conducibilità, temperatura, pressione)

- Precisione / scala di conducibilità del sensore:
 $\pm 1\%$ max. / 0,2...200 mS/cm
- Precisione / sensore Pt1000 per monitorare la temperatura:
 $\pm 0,1\text{ }^\circ\text{C}$ / -10...40 $^\circ\text{C}$
- Precisione / campo di pressione (profondità):
 $\pm 0,02\%$ FS max. / 5...200 m
- Applicazioni:
monitoraggio della qualità dell'acqua e del livello



Competenza nella idrologia

Unità di trasmissione dati a distanza GSM

- Logger multiparametrico
- Trasmissione dei dati via e-mail, FTP oppure SMS
- Multifunzionale
- Durata della batteria fino a 10 anni
- Facilità d'installazione
- Software incluso

Logger di pressione e temperatura

- Autonomo
- Di facile uso
- Durata della batteria fino a 10 anni
- Applicazioni:
 - Acqua dolce
 - Acqua salata
 - Acqua sporca
- Ottenibile in acciaio Inox, Hastelloy oppure in Titanio



EDITORIALE



Enrico
CAPEZZUOLI
Direttore Editoriale Geologicamente

È arrivata l'estate!! Un'estate con tante aspettative e tante speranze per il prossimo futuro. Un'estate che, dopo un lungo periodo di chiusure e limitazioni, ci vede desiderosi di uscire e viaggiare, permettendoci di assaporare e godere del mondo che ci circonda e delle sue bellezze come forse non mai.

Mi piace sottolinearlo, soprattutto dal punto di vista della mia professione e riconoscendo questa sensazione nella soddisfazione di poter portare i miei studenti in escursione, a vedere e toccare le rocce, a ragionare e discutere sul terreno... a vivere la Geologia!! È bello sapere di condividere questa esperienza con tanti colleghi, che mi hanno espresso le stesse sensazioni nel poter effettuare nuovamente queste escursioni. Portare gli studenti sul terreno, fargli vedere e "sentire" le rocce sarà sempre uno strumento insostituibile nel nostro mondo, nonostante articolate ed esaurienti lezioni in DAD e tecno-scientifici tour virtuali. E, non ultimo, di vedere questo appagamento anche negli studenti alla fine di lunghe (e talvolta stancanti!) giornate di attività di campagna.

Intanto proviamo, con questo nuovo numero di GeologicaMente, a farvi viaggiare con la mente, andando a scoprire i Cristalli Impossibili (ne avete mai sentito parlare??)

e la storia della loro avventurosa scoperta nella sperduta Siberia (contributo di L. Bindi), o magari nell'invogliarvi a visitare alcune aree della nostra meravigliosa Italia, talvolta più nascosta e meno nota, come i Monti Volsci e i loro vulcani (contributo di L. Cardello). I viaggi possono essere anche nel tempo, andando a rivivere le cause dell'estinzione dei dinosauri (contributo di A. Chiarenza), magari illustrati in meravigliose ricostruzioni "in carne e ossa" come nella Mostra Extinction di Gubbio (contributo di S. Maganuco). In questo numero, non mancano le informazioni e le notizie provenienti dal variegato mondo della Geologia e dalle sue molteplici associazioni, sezioni e professioni. Un grazie in particolare all'AIV e alle spettacolari immagini dell'attuale eruzione dell'Etna, altro superbo spettacolo che la natura ci permette di osservare (a debita distanza!).

Se poi, riusciamo a trasferire queste sensazioni (e conoscenze) alle nuove generazioni, come molti insegnanti di scuola riescono a fare con competenza (contributo di L. De Filippis), credo che sapremo tutti apprezzare quotidianamente il mondo che ci circonda... come riusciamo a fare ora dopo il lungo periodo di limitazioni.

Speriamo che l'autunno rappresenti il prolungamento e la conferma di queste sensazioni. Lo scorso anno l'autunno rappresentò un triste ritorno ad una condizione che pensavamo di aver superato (già pesantemente!) in maniera rapida. In realtà, il conto ci è stato presentato in maniera ancora più pesante.

Per il momento, l'augurio mio (e di tutto il Comitato Editoriale) è che questa estate possa riservare queste sensazioni a tutti.

Mai motto di SGI fu più adatto: Mente..... et Malleo!!

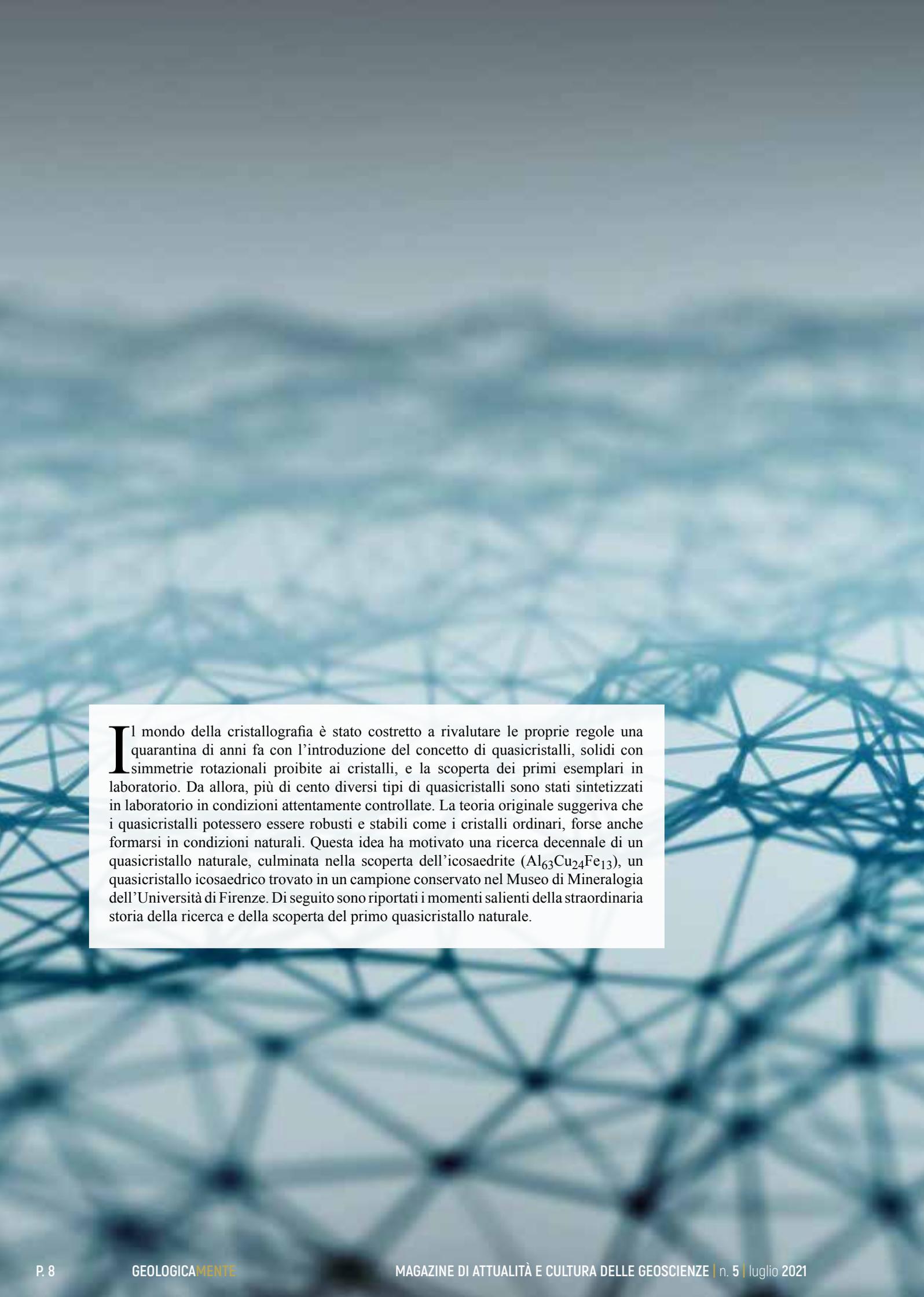
GEOLOGICAMENTE
MAGAZINE DI ATTUALITÀ E CULTURA DELLE GEOSCIENZE
Periodico della Società Geologica Italiana

Per il tuo spazio su questa rivista
contatta



www.agicom.it





Il mondo della cristallografia è stato costretto a rivalutare le proprie regole una quarantina di anni fa con l'introduzione del concetto di quasicristalli, solidi con simmetrie rotazionali proibite ai cristalli, e la scoperta dei primi esemplari in laboratorio. Da allora, più di cento diversi tipi di quasicristalli sono stati sintetizzati in laboratorio in condizioni attentamente controllate. La teoria originale suggeriva che i quasicristalli potessero essere robusti e stabili come i cristalli ordinari, forse anche formarsi in condizioni naturali. Questa idea ha motivato una ricerca decennale di un quasicristallo naturale, culminata nella scoperta dell'icosaedrite ($Al_{63}Cu_{24}Fe_{13}$), un quasicristallo icosaedrico trovato in un campione conservato nel Museo di Mineralogia dell'Università di Firenze. Di seguito sono riportati i momenti salienti della straordinaria storia della ricerca e della scoperta del primo quasicristallo naturale.



LA RICERCA

dei cristalli impossibili

a cura di Luca Bindi



PRIMA DELL'INIZIO

Per migliaia di anni, gli unici solidi ordinati conosciuti, naturali o sintetici, sono stati i cristalli, in cui gli atomi sono disposti secondo uno schema periodico che si ripete regolarmente e che mostra una simmetria rotazionale discreta. Secondo i teoremi matematici scoperti nel XIX secolo, la periodicità può verificarsi solo per alcune simmetrie rotazionali: sono consentiti assi di simmetria uno, due, tre, quattro e sei; ma gli assi di simmetria cinque, sette, otto o più sono severamente vietati (Lima-de-Faria, 1990). La simmetria icosaedrica, che include sei assi di simmetria cinque indipendenti, è super proibita. Nel 1984 però fu ipotizzato un nuovo tipo di solido che violava le regole di simmetria stabilite (Levine e Steinhardt, 1984) e, indipendentemente, Dan Shechtman, Ilan Blech, Denis Gratias e John Cahn (Shechtman et al., 1984) annunciarono la scoperta di una lega di alluminio-manganese che diffrangeva gli elettroni come un cristallo, ma presentava la simmetria icosaedrica proibita. L'ipotetica nuova classe di solidi, denominati quasicristalli, abbreviazione di cristalli quasiperiodici, eludeva le regole cristallografiche convenzionali perché mostrava un modello atomico che, invece di essere periodico, era descritto da una somma di due o più funzioni periodiche incommensurabili (ovvero con periodi con un rapporto irrazionale). Poiché sono riducibili ad una somma di funzioni periodiche, i quasicristalli, quando sottoposti ai raggi X, mostrano una diffrazione come i cristalli, sebbene con una simmetria impossibile.

La costruzione geometrica che ispirò l'idea originaria è la tassellatura di Penrose [dal nome del suo inventore Sir Roger Penrose (1974)], costituita da una coppia di tessere che possono combaciare solo in un modello con simmetria pentagonale (Fig. 1 - lato sinistro). Levine e Steinhardt (1984) mostrarono che la simmetria cinque era possibile perché le tessere di Penrose si ripetono con frequenze relativamente incommensurabili e che lo stesso principio quasiperiodico poteva essere usato per costruire unità poliedriche con sporgenze e fori sulle loro facce che limitano il modo in cui si uniscono insieme, cosicché le unità potessero combaciare solo in un solido tridimensionale con simmetria icosaedrica (Fig. 1 - lato destro). Quando Shechtman

Keywords

Quasicristalli
Meteoriti
Mineralogia
Spedizione scientifica

et al. (1984) pubblicarono il loro sorprendente modello di diffrazione, Levine e Steinhardt (1984) dimostrarono che esso era in accordo con la loro previsione teorica per un quasicristallo icosaedrico. Nonostante l'accordo, sia la teoria che la scoperta sperimentale furono accolte con scetticismo perché si era sempre pensato che gli atomi non potessero auto-organizzarsi in un modello così peculiare senza introdurre un'alta densità di difetti. Finalmente, nel 1987, An-Pang Tsai e collaboratori riportarono la sintesi di un quasicristallo di composizione $Al_{63}Cu_{24}Fe_{13}$ (analogo sintetico dell'icosaedrite naturale) che mostrava un grado estremamente elevato di perfezione strutturale (Tsai et al., 1987). Da allora, sono stati identificati ben più di cento materiali quasicristallini di qualità simile, molti con simmetria icosaedrica, ma anche con altre simmetrie proibite previste dalla teoria dei quasicristalli (Janot, 1997; Steurer e Deloudi, 2008). Tuttavia, nonostante i numerosi esempi pubblicati, la comune visione della comunità scientifica era che questi materiali fossero delle stranezze intrinsecamente delicate e metastabili ottenibili solo in condizioni altamente controllate in laboratorio. Queste considerazioni sono state una delle motivazioni chiave per la ricerca dei quasicristalli naturali. La scoperta di un quasicristallo in natura avrebbe infatti dimostrato che questi materiali sono robusti come i cristalli e sono esistiti molto prima di essere sintetizzati in laboratorio. Inoltre, la scoperta avrebbe aperto un nuovo capitolo nello studio della mineralogia, alterando per sempre la classificazione convenzionale delle forme dei minerali.

La ricerca è iniziata in maniera informale nelle principali collezioni museali subito dopo che i quasicristalli furono scoperti sperimentalmente in laboratorio. Poi, alla fine degli anni Novanta, è iniziata una vera e propria ricerca sistematica utilizzando uno schema basato sui dati di diffrazione da polveri per l'identificazione di possibili nuovi quasicristalli (Lu et al., 2001). Lu et al. (2001) avevano utilizzato dati di diffrazione da polveri per la loro ricerca sistematica perché esisteva una raccolta di oltre ottantamila diffrattogrammi nell'*International Center for Diffraction Data Powder Diffraction File (ICDD-PDF)*, tra cui quasi novemila di minerali. Utilizzando un complesso algoritmo, la ricerca di Lu et al. (2001) portò all'identificazione di sei minerali tra i cento candidati più promettenti ad essere quasicristalli. La loro pubblicazione del 2001 includeva un'offerta per condividere i nomi di ulteriori candidati dell'elenco con tutti i collaboratori disposti a testare i minerali delle loro collezioni. Alla chiamata risposi io nel 2007...

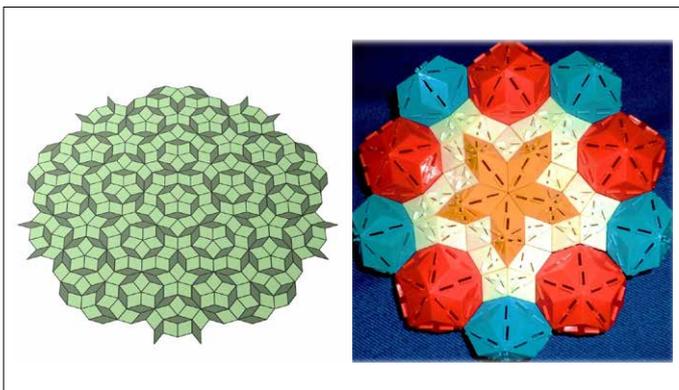


Fig. 1 - A sinistra, un frammento della tassellatura di Penrose composta da due tipi di tessere (verde chiaro e verde scuro) disposte con simmetria cinque; a destra, un frammento di un modello di quasicristallo icosaedrico tridimensionale composto da quattro tipi di unità poliedriche.

PRIMO CONTATTO: UN ANNO DI FALLIMENTI

Iniziai ad esaminare i minerali candidati forniti da Lu et al. (2001) presenti nelle collezioni mineralogiche del Museo di Storia Naturale dell'Università di Firenze ma purtroppo nessuno di questi si rivelò un quasicristallo icosaedrico o qualcosa di straordinario. Il problema, come si scoprì in seguito, era che i dati nel catalogo ICDD-PDF contenevano errori tali da fornire falsi positivi. Dopo un anno di fallimenti ebbi l'intuizione di testare minerali che non erano elencati nel catalogo ICDD-PDF ma le cui composizioni erano simili a quelle dei quasicristalli sintetizzati in laboratorio. La ricerca presto si concentrò su un campione denominato "khatyrkite" (Fig. 2), acquisito dal museo di Firenze nel 1990 e catalogato come proveniente dalla regione Khatyrka, montagne del Koryak, nella regione autonoma della Chukotka, nella parte nord orientale della penisola della Kamchatka (Bindi et al., 2009, 2011, 2012). Come riportato per la prima volta da Razin et al. (1985), la khatyrkite, nominalmente di formula $(\text{Cu,Zn})\text{Al}_2$, è un minerale tetragonale trovato in associazione con cupalite, nominalmente $(\text{Cu,Zn})\text{Al}$, che è ortorombica. Insieme a questi minerali ce n'era uno, ancora sconosciuto, di formula $\text{Al}_{63}\text{Cu}_{24}\text{Fe}_{13}$.

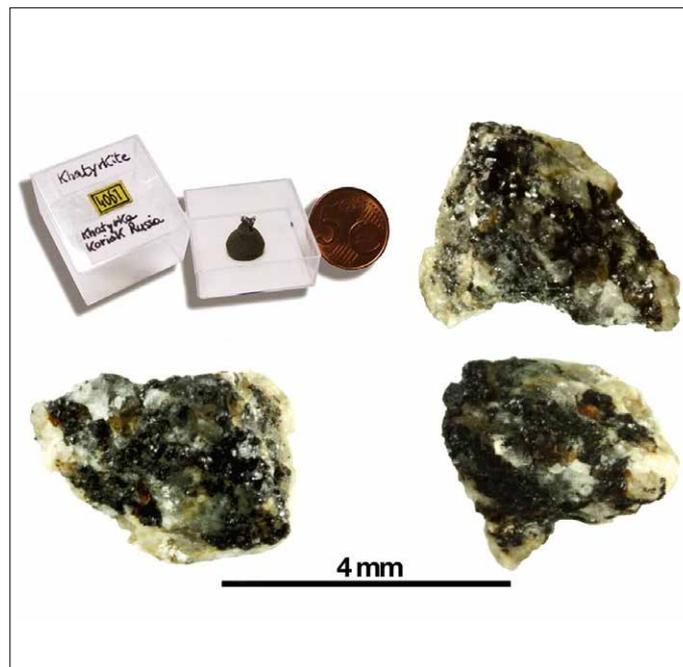


Fig. 2 - Diverse visuali del campione originale studiato appartenente alle collezioni del Museo di Storia Naturale dell'Università di Firenze (numero di catalogo 46407/G). Il materiale nerastro rappresenta una lega metallica di rame e alluminio con microinclusioni di icosahedrite, il primo quasicristallo naturale.

QUASI HAPPY NEW YEAR!

La composizione e la diffrazione a raggi X del minerale sconosciuto trovato nel campione del Museo di Firenze (cioè $\text{Al}_{63}\text{Cu}_{24}\text{Fe}_{13}$) sembravano promettenti perché corrispondevano esattamente a quelle del quasicristallo sintetizzato da Tsai et al. (1987), ma durante la ricerca erano stati molti i falsi positivi e quindi dovevamo essere molto cauti. Serviva una prova diretta: un'immagine del reticolo di diffrazione che mostrasse la simmetria cinque. Per questo motivo, nel novembre 2008 inviai due piccoli frammenti del minerale sconosciuto a Paul Steinhardt dell'Università di Princeton per uno studio dettagliato in microscopia elettronica a trasmissione. Il primo giorno del 2009, giorno in cui è stata effettuata la caratterizzazione del nuovo minerale tramite un microscopio elettronico a trasmissione, fu trovata la firma inconfondibile di un quasicristallo icosaedrico (Fig. 3): picchi netti e intensi disposti in linea retta in un reticolo incommensurato con simmetria due, tre e cinque. Gli angoli tra gli assi di simmetria erano chiaramente coerenti con la simmetria icosaedrica. Ad esempio, l'angolo tra gli assi di simmetria due e cinque fu misurato essere $31.6(5)^\circ$, che concorda perfettamente con l'angolo di rotazione ideale tra gli assi due e cinque di un icosaedro ($\arctan 1/\tau \approx 31.7^\circ$, dove $\tau = (1 + \sqrt{5})/2$). Il 2 Gennaio 2009 Paul Steinhardt mi mandò una e-mail intitolata "Quasi Happy New Year", che anticipava il fatto di aver trovato la prova sperimentale che stavamo cercando. Trent'anni dopo che il concetto di quasicristallo era stato introdotto per la prima volta, il primo quasicristallo naturale era stato scoperto... oppure no?

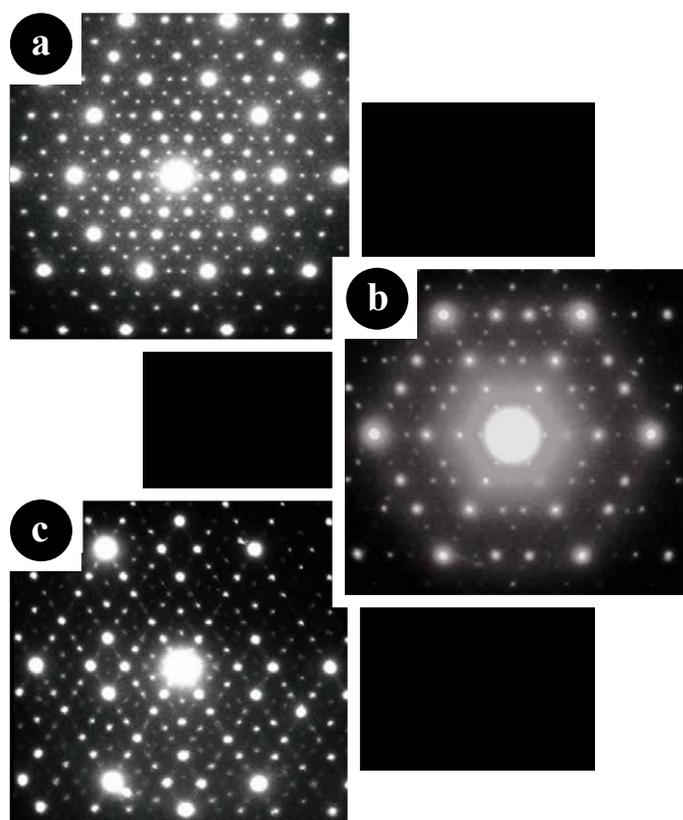


Fig. 3 - La firma inconfondibile di un quasicristallo icosaedrico consiste in picchi acuti disposti in linee rette in un reticolo incommensurabile con simmetria cinque (a), tre (b) e due (c).

IMPOSSIBILE

I dati di diffrazione ottenuti a Princeton mostravano un grado di perfezione strutturale significativamente più elevato rispetto a quelli trovati per i tipici quasicristalli prodotti in laboratorio. E questo sembrava davvero impossibile. Come poteva essersi formato un tale minerale? Fummo tutti d'accordo che doveva trattarsi di condizioni geologiche molto insolite. Per aiutarci a risolvere il mistero, Steinhardt contattò il geologo Lincoln S. Hollister (Università di Princeton), che prontamente dichiarò "Impossible!" riguardo alla possibilità che il campione fosse naturale. La sua preoccupazione non era tanto il grado di perfezione strutturale del quasicristallo ma, piuttosto, la sconcertante presenza di alluminio metallico in esso. L'alluminio metallico ha infatti un'affinità fortissima per l'ossigeno, come poteva quindi questo non essere presente in un minerale formato sulla superficie della Terra? Tuttavia, Hollister suggerì che se doveva esistere un meccanismo di formazione per materiali di questo tipo doveva essere o al confine mantello-nucleo del nostro pianeta o in una collisione fra asteroidi nello spazio. Questa discussione ci condusse a visitare l'esperto di meteoriti Glenn J. MacPherson presso il *Natural History Museum* dello *Smithsonian Institution*. Glenn, dopo aver sentito la storia del nostro campione, emise un verdetto ancora più negativo, fornendo diversi motivi aggiuntivi per cui il campione non poteva essere una meteorite e che doveva essere quasi sicuramente antropogenico.

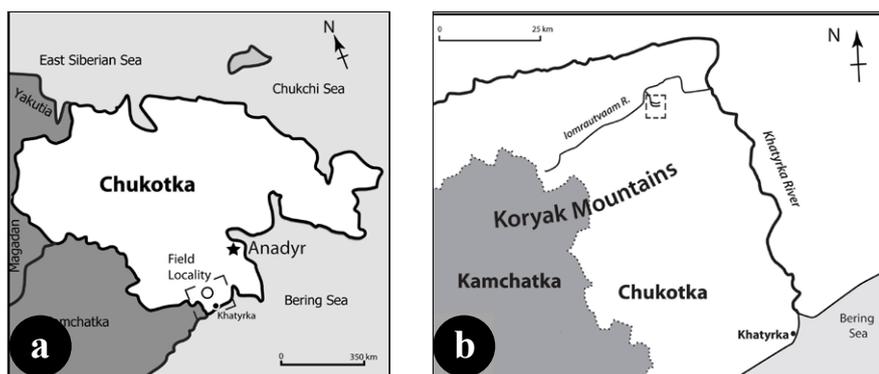


Fig. 4 - Mappa della Chukotka situata nella parte nord orientale della penisola della Kamchatka nell'estremo est della Russia. La distanza fra Anadyr e la località di campionamento è di circa 280 Km. Sulla destra è riportato un particolare della mappa mostrata a sinistra che mostra il sito di campionamento nelle montagne del Koryak.

INTRIGO INTERNAZIONALE

Nonostante gli scoraggianti verdetti ottenuti da Hollister e MacPherson, io e Paul decidemmo comunque di portare avanti con entusiasmo lo studio del campione seguendo due strade: 1) cercare di risalire alla provenienza del campione per vedere se potevamo legittimare o smentire la sua etichetta rivendicandolo come minerale naturale delle montagne del Koryak; 2) esaminare attentamente ogni singolo granello del campione per cercare prove dell'origine naturale rispetto a quella antropica. Tracciarne la provenienza fu problematico sin dall'inizio. L'unica informazione era un'etichetta che descriveva il campione come proveniente dalla stessa località del primo descritto da Razin et al. (1985), corredata da una lettera in cui si affermava che il campione era stato venduto al museo di Firenze da un collezionista di Amsterdam nel 1990. Nel corso del successivo anno e mezzo, attraverso una interminabile indagine forense, la provenienza del campione fu fatta risalire – attraverso una serie di commerci, contrabbandi e ricerca di platino – fino al suo scopritore originale, Valery V. Kryachko. Kryachko era stato mandato da Razin sulle montagne del Koryak per cercare platino. Studiò diverse centinaia di chilogrammi di argille lungo il torrente Listventovyi ma non trovò platino; tuttavia, trovò alcuni frammenti di fasi metalliche che sottopose a Razin al suo ritorno come prova del suo sforzo. Un frammento di quello stesso campione studiato da Razin nel 1985 arrivò, attraverso canali complicati, nelle collezioni del Museo di Firenze.

SPAZIO INTERNO O SPAZIO ESTERNO?

In contemporanea al tracciamento del campione fiorentino, ogni singolo granello di polvere del campione stesso fu sottoposto a decine di indagini di laboratorio. Un importante passo avanti fu la scoperta di un grano di stishovite di 50 nanometri (Bindi et al., 2012) associato al quasicristallo. La scoperta della stishovite, un polimorfo della silice, SiO_2 , che si forma solo a pressioni elevatissime (100,000 volte quelle atmosferiche), eliminò in un istante tutte le teorie antropogeniche e quasi tutte quelle naturali, tranne le prime due sollevate nella discussione iniziale con Hollister: un impatto tra asteroidi nello spazio o materiale formatosi nel mantello profondo. Una volta accertata la provenienza e trovata una chiara evidenza di laboratorio per un'origine naturale, abbiamo proposto che il quasicristallo fosse valutato dalla *International Mineralogical Association* (IMA) per essere considerato una nuova specie mineralogica. Il primo quasicristallo naturale è stato ufficialmente accettato dalla Commissione Nuovi Minerali dell'IMA e denominato icosaedrite per la simmetria icosaedrica della sua struttura atomica (Bindi et al., 2011). Tuttavia,



Fig. 5 - Membri della spedizione nelle montagne del Koryak (da sinistra a destra): Bogdan Makovskii, Vadim Distler, Marina Yudovskaya, Valery Kryachko, Glenn MacPherson, Luca Bindi, Victor Komelkov, Olga Komelkova, Alexander Kostin, Christopher Andronicos, Michael Eddy, Will Steinhardt. Al centro Paul Steinhardt. Foto di W.M. Steinhardt.

restava il problema di risolvere l'origine dell'icosaedrite: lo spazio interno, nelle profondità terrestri vicino al confine nucleo-mantello, o lo spazio esterno, in collisioni di meteoriti. Le due possibilità sono state discriminate da un'indagine con sonda ionica sulle composizioni rare degli isotopi dell'ossigeno ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ e $^{17}\text{O}/^{16}\text{O}$) (Clayton et al., 1976), che è stata condotta presso il *California Institute of Technology*. Le misure degli isotopi dell'ossigeno hanno indicato chiaramente che il campione è extraterrestre con valori di isotopi simili ai costituenti delle inclusioni ricche di calcio e alluminio (CAI) delle condriti carboniose CV3 e CO3, tra le più antiche meteoriti che si siano formate nel nostro sistema solare. Tuttavia, materiali arricchiti di alluminio e rame non erano mai stati osservati in precedenza nelle condriti carboniose e la loro formazione non poteva essere chiarita tramite lo studio del poco materiale rimasto del campione originario. L'unica speranza era trovare nuovi campioni; ma l'unica vera possibilità di trovare altri campioni con le stesse proprietà era di tornare nel luogo in cui erano stati trovati i campioni originali: il torrente Listvenitovyi, un tributario del grande fiume Khatyrka, nelle montagne Koryak nell'estremo oriente della Russia (**Fig. 4**).

UN VIAGGIO AI CONFINI DEL MONDO

Con Paul Steinhardt eravamo riusciti a trovare V.V. Kryachko contattando prima il tutore del suo dottorato di ricerca, Vadim Distler, presso l'IGEM dell'Accademia delle Scienze Russa di Mosca. A partire dai primi contatti, Distler e Kryachko si offrirono di aiutare a organizzare una spedizione alla ricerca di nuovi campioni. Grazie al generoso sostegno finanziario di un donatore anonimo, la remota possibilità di realizzare la spedizione divenne realtà. Il viaggio non sarebbe stato possibile senza la straordinaria organizzazione di Distler, Kryachko e Marina Yudovskaya (IGEM). Il 22 luglio 2011, un team di dieci scienziati provenienti da Stati Uniti, Russia e Italia, due autisti e un cuoco (**Fig. 5**) si ritrovarono alla periferia della città di Anadyr, la capitale della Chukotka, pronti a salire a bordo di strani veicoli cingolati che li avrebbero portati attraverso la tundra e le montagne del Koryak fino al torrente Listvenitovyi. Il contingente statunitense era composto da Christopher Andronicos (*Purdue University*), esperto di geologia strutturale, Glenn MacPherson (*Smithsonian Institution*, Washington), ex direttore della Divisione Mineralogica al *Natural History Museum*, Will Steinhardt (*Harvard University*), Michael Eddy (MIT), Alexander Kostin (BH Billiton), Paul Steinhardt (*Princeton University*) e lo scrivente (Università di Firenze). Victor Komelkov e Bogdan Makovskii erano i conducenti dei cingolati; la moglie di Victor, Olga Komelkova, era la cuoca, accompagnata da Bucks, il loro gatto indomabile.

C

TROVATO NIENTE?

Lo straordinario viaggio in uno dei luoghi più remoti del pianeta portò allo studio di oltre 1,5 tonnellate di argilla lungo le gelide acque del torrente Listvenitovy. Nel corso dei quattro anni successivi, sono stati trovati nove nuovi campioni attraverso un'accurata ricerca granello dopo granello dei materiali riportati indietro dalla spedizione. Questi ritrovamenti hanno fermamente stabilito che il quasicristallo e la roccia che lo contiene fanno sicuramente parte di un meteorite condritico carbonioso - materiale più antico ed incontaminato che si conosca, la cui composizione chimica assomiglia a quella della nebulosa solare - con inclusioni di calcio-alluminio che risalgono a 4,5 miliardi di anni fa, momento di formazione del nostro sistema solare.

OSSERVAZIONI CONCLUSIVE

La scoperta dell'icosaedrite spinge l'età del più antico quasicristallo intorno ai 4,5 miliardi di anni, l'età di tutte le condriti non equilibrate conosciute. La presenza all'interno di una meteorite dimostra che i quasicristalli possono formarsi in natura all'interno di un mezzo complesso e disomogeneo. Questa storia dimostra come la mineralogia possa continuare a dare importanti contributi alla scienza. Molti nuovi minerali che sono rinvenuti oggi hanno composizioni e strutture cristalline finora sconosciute. Chi lo sa, forse in futuro scopriremo materiali quasicristallini con nuove composizioni o nuove simmetrie proibite non ancora osservate in laboratorio, o forse anche nuove fasi della materia che non sono state ancora nemmeno pensate.

Ringraziamenti

Questo articolo riassume il lavoro che ha tratto grandi benefici da tutti i miei collaboratori K. Deffeyes, J.M. Eiler, Y. Guan, L.S. Hollister, P.J. Lu, J. Poirier, N. Yao e il team della spedizione mostrato nella **Fig. 4**.

BIBLIOGRAFIA

Bindi L., Eiler, J. Guan, Y. Hollister, L.S. MacPherson, G.J. Steinhardt, P.J. & Yao N. (2012). *Evidence for the extra-terrestrial origin of a natural quasicrystal.* Proceedings of the US National Academy of Sciences, 109, 1396-1401.

Bindi L., Steinhardt P.J., Yao, N. & Lu P.J. (2009). *Natural Quasicrystals.* Science, 324, 1306-1309.

Bindi L., Steinhardt P.J., Yao N. & Lu P.J. (2011). *Icosahedrite, $Al_{63}Cu_{24}Fe_{13}$, the first natural quasicrystal.* American Mineralogist, 96, 928-931.

Clayton R.N., Onuma, N. & Mayeda T.K. (1976). *A classification of meteorites based on oxygen isotopes.* Earth and Planetary Science Letters, 30, 10-18.

Janot C. (1997). *Quasicrystals: A Primer.* DiVincenzo D. and Steinhardt P.J. Eds, Oxford University Press, Oxford.

Levine D. & Steinhardt, P.J. (1984). *Quasicrystals: A New Class of Ordered Structures.* Physical Review Letters, 53, 2477-2480.

Lima-de-Faria J. (1990). *Historical Atlas of Crystallography.* Kluwer Academic Publisher, Dordrecht.

Lu P.J., Deffeyes K., Steinhardt P.J. & Yao N. (2001). *Identifying and Indexing Icosahedral Quasicrystals from Powder Diffraction Patterns.* Physical Review Letters, 87, 275507-1-275507-4.

Penrose R. (1974). *The role of aesthetics in pure and applied mathematical research.* Bulletin of the Institute of Mathematics and its Applications, 10, 266-271.

Razin L.V., Rudashevskij N.S. & Vyalsov L.N. (1985). *New natural intermetallic compounds of aluminum, copper and zinc - khatyrkite $CuAl_2$, cupalite $CuAl$ and*

zinc aluminides from hyperbasites of dumite-harzburgite formation. Zapiski Vsesoyuznogo Mineralogicheskogo Obshchestva, 114, 90-100 (in Russian).

Shechtman D., Blech I., Gratias D. & Cahn J. (1984). *Metallic phase with long-range orientational order and no translational symmetry.* Physical Review Letters, 53, 1951-1954.

Steurer W. & Deloudi S. (2008). *Fascinating Quasicrystals.* Acta Crystallographica, A64, 1-11.

Tsai A.P., Inoue A. & Masumoto T. (1987). *A stable quasicrystal in Al-Cu-Fe system.* Japanese Journal of Applied Physics, 26, L1505.



Il partner definitivo per geingegneri e geoscienziati

Risolvi problemi complessi, gestisci il rischio e prendi decisioni migliori durante il ciclo di vita dei progetti.

Seequent
Lyceum 2021

22 Settembre 2021

Together
Towards
Tomorrow

Partecipa all'evento
gratuito online.

www.adalta.it/Lyceum ►

Seequent è leader nel supporto all'elaborazione di modelli in campo geologico, geoambientale e scienze della terra e offre strumenti innovativi e integrati per la collaborazione in team e lo sviluppo di progetti ingegneristici.

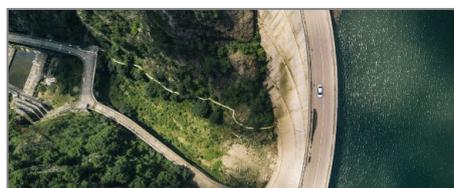
In più di 100 nazioni, professionisti nell'Industria, negli Istituti di ricerca e nelle Università, utilizzano le tecnologie Seequent per affrontare le attuali sfide nelle geoscienze e raggiungere ottimi risultati.

Le Soluzioni Seequent

I software Seequent combinano l'analisi, la visualizzazione 2D e 3D e la gestione dei dati in progetti ad ampia scala: costruzione di tunnel stradali e ferroviari, rilevamento e gestione delle acque sotterranee, esplorazione geotermica, mappatura di infrastrutture subacquee, valutazione delle risorse e dello stoccaggio sotterraneo di combustibile nucleare esaurito, e molto altro...



Industria Mineraria



Ingegneria Civile



Ambiente



Energia



Idrocarburi



Ordigni inesplosi

Software e tecnologie collaborative

GeoStudio	Modellazione della stabilità dei pendii, della deformazione del terreno e del trasferimento di calore e di massa nel suolo e nella roccia.
Leapfrog	Modellazione 3D di dati geologici del sottosuolo, stima delle risorse, verifica e tracciabilità del modello.
Oasis montaj	Modellazione 3D del sottosuolo terrestre e degli ambienti sottomarini, integrata mappatura GIS e gestione dei dati di geoscienze.
Seequent Central	Visualizzazione, modifica e gestione dei dati e della cronologia del progetto 3D all'interno di un ambiente Cloud. Condivisione via Web con i colleghi o con le parti interessate.

C

UN GEOLOGO

tra i banchi di scuola

a cura di **Luigi De Filippis**



L'insegnamento delle Scienze della Terra nei licei, sebbene ampiamente previsto dalla normativa vigente, non è così scontato, anzi, spesso risulta dimenticato o relegato a pochissimi argomenti da trattare velocemente a fine anno scolastico da parte di molti insegnanti di scienze naturali, in netta maggioranza laureati in biologia. L'esperienza ultraventennale dell'autore, un geologo, che ha «girovagato» come insegnante precario in alcune scuole superiori della provincia romana fino ad approdare in ruolo nel liceo scientifico dove attualmente insegna, è qui riassunta come un viaggio introspettivo nelle aule scolastiche esplorando, non senza divertimento e autoironia, molte delle contraddizioni e delle potenzialità della scuola italiana. In particolare questo breve contributo tenta di «fotografare» una situazione generale cristallizzata che forse non è del tutto conosciuta ai geologi non addetti ai lavori ma anche di fornire ottimisticamente degli esempi in parte risolutivi.



INTRODUZIONE

Quella che vi sto per raccontare è una storia geologica a lieto fine. Si perché magari i miei studenti non conosceranno l'anno della seconda guerra punica ma credetemi quasi tutti conoscono le serie di reazione di Bowen e le principali differenze tra un magma basaltico e uno granitico; qualcuno addirittura riconosce una faglia sul terreno e il più coraggioso prova a prenderne la giacitura. Cosa c'è di strano? Che il sottoscritto insegna in un liceo, per l'esattezza al Liceo Scientifico Statale "Lazzaro Spallanzani" di Tivoli.

Ai molti geologi che mi chiedono come sono finito ad insegnare in un liceo rispondo che in realtà è stato un percorso naturale, dettato dal mio desiderio di insegnare e da alcune esperienze di vita quotidiana.

Ho sempre amato insegnare, già da piccolo giocavo a "stare in cattedra", invitando, sotto neanche tanto velate minacce, le malcapitate sorelle ad ascoltare le mie pseudo-lezioni. E ancora oggi, quando entro in classe, quale che sia il mio umore, mi sento improvvisamente bene. Le giovani menti sono la mia ricarica giornaliera, capitale umano a cui trasmettere qualcosa di buono (Fig. 1).

Perché geologia? Nel settembre 1988, dopo l'esame di maturità e un'estate di *trekking* sull'Appennino Centrale a Quark (SuperQuark sarebbe nato solo nel 1995) vidi i coniugi Krafft su un vulcano in eruzione. Erano anche i giorni della difficile scelta universitaria. Da lì a poche ore decisi che volevo fare il vulcanologo!

Queste righe nascono dal desiderio di fare un po' d'ordine mentale su quegli anni che mi hanno portato ad essere il geologo e l'insegnante che sono oggi. Spero, senza presunzione, possano tornare utili ai giovani colleghi che vorranno diventare dei geo-prof.

Fig. 1 - Con gli studenti della curvatura geologico-ambientale sullo Stromboli (aprile 2019).



Scienze della Terra

Scuola

Didattica

Attività laboratoriale

GEOLOGO TRA UNIVERSITÀ, LIBERA PROFESSIONE E SCUOLA: «A professò, i geologi portano sfiga!»

Come per la maggior parte degli insegnanti la mia avventura dietro una cattedra inizia a seguito del superamento di un concorso nazionale, quello del 1999. All'epoca già svolgevo la libera professione come geologo da tre anni e collaboravo con il Dipartimento di Scienze Geologiche (oggi Dipartimento di Scienze) dell'Università Roma Tre. In quei primi anni mi furono affidati anche i primi incarichi di docenza universitaria quale supporto alla didattica. L'ambiente dinamico di Roma Tre ha sicuramente giovato alla mia formazione scientifica, vedendomi in diversi ruoli: consulente geologo a numerosi progetti del dipartimento, rilevatore CARG, studente del primo Master in GIS e telerilevamento, docente a contratto e infine ricercatore durante il dottorato di ricerca.

Parallelamente alla libera professione e all'attività scientifica a Roma Tre mi "facevo le ossa" come insegnante di scuola superiore, con i primi incarichi in alcuni istituti della provincia romana. A quel periodo risalgono alcuni aneddoti divertenti della mia carriera scolastica.

Nel 2002 insegnavo al Liceo Classico "Claudio Eliano" di Palestrina e durante la gita scolastica di fine anno in Sicilia

IL RUOLO ALLE SUPERIORI E IL DOTTORATO DI RICERCA

Durante un campo di rilevamento geologico nel 1991 ad Amatrice (Rieti) i professori mi soprannominarono il *tiburtino*, per via dei miei natali, nomignolo che mi avrebbe accompagnato per sempre. Un po' la provenienza, un po' il soprannome, il destino ha voluto che qualche anno dopo mi avvicinassi seriamente al *lapis tiburtinus*. Proprio il travertino in seguito mi ha avvicinato al mondo della scuola, infatti un'amica maestra alle elementari mi chiese di fare qualche lezione sulle rocce per i suoi alunni. Nel 1999 una scuola media di Tivoli Terme (Roma) mi contattò per aiutarli in un progetto finanziato dal MIUR. Organizzai così con l'Università Roma Tre un gruppo di lavoro sui travertini e sulle acque termali del Bacino delle Acque Albule, area termale ed estrattiva compresa nei comuni di Tivoli e Guidonia-Montecelio, con seminari ed escursioni per gli studenti, coinvolgendo anche il locale Centro per la Valorizzazione del Travertino Romano (CVTR). Tra il 2002 e il 2004, un'altra scuola ci chiese di partecipare ad un progetto sulle risorse idriche dell'Alta Valle dell'Aniene. Insieme pianificammo una serie di attività didattiche sia nei

al Teatro Greco di Siracusa riuscii ad organizzare (non senza difficoltà!) per la mia classe tutta al femminile un'escursione alle Gole dell'Alcantara per osservare da vicino i basalti dell'Etna che avevamo studiato in classe. Era una giornata molto calda e le acque dell'Alcantara erano molto invitanti; per scherzo proposi un tuffo. Una studentessa mi prese sul serio e si tuffò nelle gelide acque dell'Alcantara e dopo di lei tutte le altre, ultimo il loro professore di scienze. Nuotammo per almeno venti minuti sotto gli sguardi severi delle colleghe di Greco e Latino. In un'altra occasione, sempre al "Claudio Eliano", ero alla prese con una lezione sui minerali quando parlando della famiglia delle miche dissi che da studente universitario nella mia camera da letto avevo una bellissima mica brasiliana dello stato di Minas Gerais che purtroppo non ritrovavo più. La classe dopo qualche secondo di silenzio esplose in una fragorosa risata. Solo dopo un po' capii che "mica" era stato interpretato come "amica".

Nel 2004 insegnavo sempre a Palestrina ai geometri dell'ITCG "Luzzatti" come supplente di Geografia economica. Puntualmente finivo sempre a parlare di geologia. A ridosso delle vacanze di Natale sapendo che sarei rimasto a casa perché era nata da pochi mesi la mia primogenita mi ero procurato qualche buona lettura e il nuovissimo DVD del *National Geographic* "Tsunami, l'onda killer". Entusiasta di quell'acquisto nel salutare i miei studenti l'ultimo giorno di lezione dissi che al ritorno dalle vacanze avremmo parlato di *tsunami*. Quel 26 dicembre a Sumatra si verificò un terremoto M9.0 che colpì una vastissima area dell'Oceano Indiano generando uno tsunami gigantesco (ribattezzato il *Grande Tsunami*) che causò circa 300.000 vittime. Rientrati dalle vacanze natalizie, al mio ingresso in aula, uno studente esordì senza nemmeno salutarmi: "A professò, i geologi portano sfiga!".

locali scolastici che sul campo. Nacque così "Acque in rete" un progetto didattico sull'idrogeologia e la geologia che coinvolse decine di studenti. Oltre alle escursioni organizzammo anche una sessione di *rafting* sul fiume Aniene. Per me fu un'ulteriore esperienza formativa, sia come geologo che come docente.

Nel 2003 l'incarico come rilevatore CARG decise il mio futuro nella ricerca per i successivi dieci anni. Fino ad allora mi ero occupato di travertini dal punto di vista divulgativo nelle scuole, con il CARG iniziai a studiarli seriamente. L'aspetto che mi attrasse subito di questa roccia carbonatica continentale era la capacità di registrare variazioni climatiche ed eventi tettonici. Oltre agli aspetti sedimentari ero attratto dalle diverse morfologie che questi depositi carbonatici erano riusciti a creare nel tempo geologico attraverso l'interazione clima vs tettonica. In particolare mi affascinavano i *fissure ridge*, rilievi di travertino allungati e fratturati a cui spesso, se attivi, sono associate sorgenti termominerali. Fu durante la *meeting* annuale della *Geological Society of America* del 2007 a Denver e ad un tour geologico che dal Colorado mi portò in New Mexico attraverso Utah e Arizona, che decisi di approfondire lo studio sui travertini con un dottorato di ricerca. Al ritorno ne parlai con Renato Funicello che fu subito contento dell'idea spronandomi a scrivere un progetto di ricerca non solo sui travertini di Tivoli ma di «allargare» lo studio a quelli mediterranei, in particolare



a comprenderne il rapporto clima-tettonica; motivato più che mai mi spinsi anche oltre oceano! (De Filippis et al. 2012a,b, 2013). Un progetto ambizioso richiede un contributo economico importante. L'animo del geologo libero professionista mi spinse a «bussare» al CVTR che già aveva finanziato la mia partecipazione a *Denver 2007* dove proprio presentando uno studio sui travertini di Tivoli, avevo in qualche modo pubblicizzato ulteriormente quella roccia la cui coltivazione come materiale lapideo all'epoca rappresentava ancora il 5% del PIL del Lazio. Fu così che i cavatori tiburtini finanziarono una borsa di dottorato all'Università Roma Tre, che mi aggiudicai nel settembre 2008.

Il dottorato di ricerca è stato senza dubbio un periodo interessante sia dal punto di vista della ricerca che da quello umano. Un giorno di maggio del 2010, mentre lavoravo alla *Stony Brook University* (New York), mi arrivarono i saluti e l'incoraggiamento del Prof. Robert L. Folk da Austin, Texas, un mio mito nonché uno dei massimi esperti di rocce carbonatiche al mondo. Ne fui felicissimo. La rete di conoscenze che mi sono costruito allora oggi mi permette, come insegnante, di avere maggiori opportunità di accesso a progetti e collaborazioni nazionali e internazionali.

PROFESSORE AL LICEO SPALLANZANI

Terminato il periodo di aspettativa per dottorato fui assegnato come docente di ruolo al Liceo "Lazzaro Spallanzani" di Tivoli. Conoscevo già l'enorme potenziale di quella scuola per l'insegnamento della geologia e in particolare dell'enorme sforzo che Felice De Angelis e Tomaso Favale, insegnanti-geologi, stavano facendo da anni per la promozione della didattica delle Scienze della Terra, senza non pochi ostacoli da parte dei colleghi di altre discipline.

Nella scuola italiana, compreso il liceo scientifico, le materie umanistiche hanno sempre avuto un ruolo privilegiato. I docenti "umanistici" stessi si sentono troppo spesso portatori di verità assolute. Più avanti cercherò di illustrare una mia personalissima analisi sui motivi storici e sociali che hanno portato a questa situazione di ingiustificata disparità tra discipline. Quante volte i miei studenti, terrorizzati da una prova di latino o di italiano, mi chiedono di rinviare una verifica di scienze programmata da settimane!

Quando arrivai allo Spallanzani mi aspettavo di trovare un'isola felice per le materie scientifiche ma purtroppo le mie esperienze passate in altri istituti scolastici furono inesorabilmente (ri) confermate. Compresi che l'unico modo di riuscire ad attrarre l'interesse degli studenti verso le scienze naturali fosse quello di creare qualcosa di assolutamente nuovo, che andasse oltre i libri di testo. La classe di concorso di scienze naturali, caso più unico che raro in Europa, prevede tre discipline da insegnare, tra mille difficoltà organizzative: chimica, biologia e scienze della Terra. Questo comporta che i docenti di scienze provengano da corsi di laurea assai diversificati e troppo spesso ognuno attribuisce

maggior importanza alla disciplina a lui più "vicina". Poiché i biologi sono la maggioranza e i geologi la netta minoranza ecco che la biologia è sempre stata la materia più insegnata. Prima della Riforma Gelmini (2010) i pochi elementi di geologia (minerali e rocce) venivano insegnati al quinto anno del liceo, in quella parte del programma conosciuta come "geografia astronomica". Spesso però, data la predominanza dei laureati in biologia, mal disposti verso l'astronomia e la geologia, a causa dei corsi universitari seguiti, di questi argomenti si faceva poco o nulla. Nel 2015 con i colleghi Felice De Angelis e Tomaso Favale, geologi come me, partecipammo ad un convegno del MIUR a Rovereto sul nuovo indirizzo LS-OSA (Liceo Scientifico-Opzione Scienze Applicate) introdotto nei licei dalla riforma Gelmini. Parlando con i vari colleghi delle scuole di tutta Italia, a cinque anni dalla riforma, capimmo che nulla era cambiato. A parte qualche liceo nella maggioranza dei licei italiani si insegna solo biologia e chimica!

Sono consapevole che il Liceo Spallanzani è un'anomalia nella scuola italiana ma anche qui non è sempre stato così. Alcune coincidenze favorevoli hanno permesso tutto quello che siamo oggi. Nel 1986 in questo liceo di provincia arrivò un giovane professore di scienze, Tomaso Favale, da poco laureatosi in geologia alla Sapienza. Tomaso, che ben conosceva lo Spallanzani essendone stato studente, guidato dalla sua passione per la geologia e per la vulcanologia con il suo amabile modo di insegnare, fece subito presa sugli studenti e sui colleghi. Nel 1996 approdò allo Spallanzani un altro appassionato geologo tiburtino, Felice De Angelis. I due geologi-insegnanti non senza difficoltà, data la ritrosia di alcuni colleghi e dei vari dirigenti scolastici a dare spazio alla geologia, sono riusciti a compiere il miracolo. In quegli anni varie iniziative didattiche nelle geoscienze li hanno portati a vincere un premio da una rivista del settore nonché ad accedere a finanziamenti statali con cui hanno potuto realizzare vari progetti tra cui una mostra permanente sulla geologia del Lazio. Nel 2010, da soli, hanno costruito una stazione sismica attualmente funzionante che viene anche monitorata dall'INGV. Quando nel 2011 mi unii alla squadra dei geologi-insegnanti portai con me nuovi stimoli ed energia, insieme alla rete di conoscenze che mi ero andato costruendo negli anni in campo accademico. Da subito, insieme a Felice e Tomaso, mi sono tuffato nella sfida di rafforzare l'insegnamento delle Scienze della Terra allo Spallanzani. Ho partecipato ad una serie di eventi e scuole internazionali per insegnanti europei quali EGU-GIFT (Vienna, 2012), CLIL-Comenius (Colchester, 2013), *Subitop* (Loutraki, 2016), *Corinth Rift Laboratory School* (Nafpaktos, 2018), *Subitop/TopoEurope* (Granada, 2019) che mi hanno permesso di aprire ai miei studenti un'importante finestra sulla moderna ricerca scientifica. Nel 2012, anche sulla spinta delle partecipazioni ai GIFT (*Geosciences Information For Teachers*), organizzati annualmente a Vienna dall'EGU (*European Geosciences Union*), ho creato le Conferenze Scientifiche Spallanzani che dal 2017 sono diventate le *Lectiones Magistrales* "Renato Funicello" (LMRF). Alle LMRF ogni anno partecipano molti scienziati, dall'Italia e dall'estero da vari ambiti di ricerca. Per ben due volte abbiamo avuto l'attuale presidente dell'INGV Prof. Carlo Doglioni, e poi tantissimi amici e colleghi.

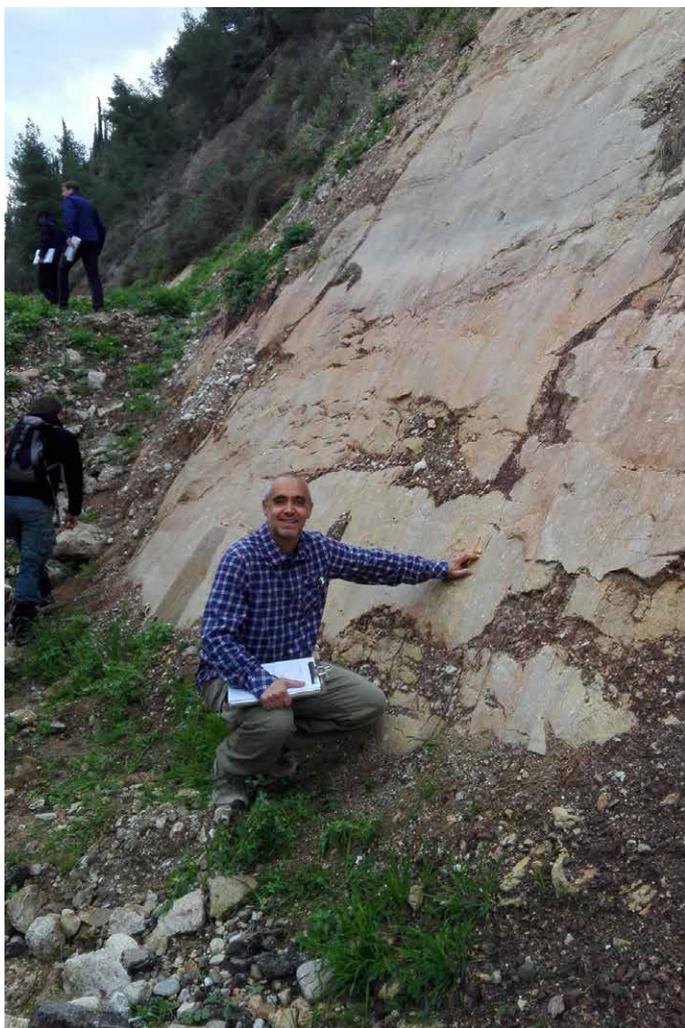


Fig. 2 - Il Prof. Luigi De Filippis sulla Faglia di Helike (Peloponneso settentrionale, Grecia).

Al Prof. Renato Funicello nel 2014 abbiamo dedicato il nuovo laboratorio di Scienze della Terra del liceo, un luogo dinamico di condivisione dei saperi dove i nostri studenti toccando con mano gli ingredienti del pianeta ne comprendono meglio i fenomeni e i processi in atto.

Nel 2015 il Liceo Spallanzani entra come scuola partner del Dipartimento di Scienze - Sezione Geologia - dell'Università Roma Tre nel progetto europeo SUBITOP (*Understanding subduction zone topography through modelling of coupled shallow and deep processes*). Uno degli scopi di Subitop, il cui capofila era l'istituto di ricerca GFZ di Potsdam (Germania), era quello di formare 15 giovani ricercatori europei attraverso borse di studio per dottorati di ricerca nel campo della geodinamica, della geofisica, della geologia e della geomorfologia. Gli stessi ricercatori poi, coadiuvati dai docenti geologi individuati nelle scuole appartenenti al *network* scientifico, avrebbero svolto attività di divulgazione nelle scuole stesse. Le università ed i licei coinvolti avevano sede nelle città di: Potsdam, Oslo, Zurigo, Barcellona, Roma (per l'Italia l'Università Roma Tre ed il Liceo Spallanzani di Tivoli), Durham, Utrecht, Edinburgo, Rennes e Montpellier. In particolare le ricerche erano indirizzate

allo studio della subduzione. Come spieghiamo ai nostri studenti nel presentare il progetto, l'Italia, paese altamente dinamico dal punto di vista sismico e vulcanico, così come tutto il Mediterraneo, è sede di subduzioni, tra cui quella che ha generato la catena appenninica e che partecipa tuttora, anche attraverso l'azione delle forze esogene, all'evoluzione morfologica della penisola.

Subitop prevede varie fasi tra cui periodi di formazione "sul campo", come il field trip svoltosi nel Golfo di Corinto (Grecia) dal 24 al 30 novembre 2016, dove il sottoscritto, insieme ad altri colleghi europei, ha potuto osservare alcune delle più importanti faglie attive della Grecia (Fig. 2), capaci di generare terremoti di magnitudo $M \geq 7$.

In più occasioni, tra il 2017 e il 2019, nel Laboratorio di Scienze della Terra "Renato Funicello" abbiamo ospitato due giovani ricercatori francesi afferenti a Subitop, allora dottorandi presso l'Università Roma Tre, Malwina San Jose e Arthur Briaud. I due geologi d'oltralpe, illustrando i loro progetti di ricerca, hanno accompagnato i nostri studenti attraverso le meraviglie della tettonica delle placche. Il 27 settembre 2019, all'interno della Notte Europea dei Ricercatori svoltasi a Roma Tre, alcune di quelle ragazze e ragazzi hanno poi "raccontato" al pubblico la geologia imparata allo Spallanzani.

L'ANNUS MIRABILIS DELLA GEOLOGIA ALLO SPALLANZANI E IL COVID-19

Il 2018 è stato senz'altro l'annus mirabilis per l'insegnamento della geologia allo Spallanzani. L'Università Roma Tre ci ha donato una *sismobox*, un vero e proprio *kit* per simulare il comportamento di rocce ed edifici durante un terremoto. Tomaso Favale, insieme ai suoi studenti, progettò e realizzò una *sandbox*, per modellare analogicamente le deformazioni cristalline che accompagnano un'orogenesi (Fig. 3). Con il progetto di alternanza scuola-lavoro (asl) "Le applicazioni



Fig. 3 - Una *sandbox* costruita dal Prof. Tomaso Favale con i suoi studenti.



Fig. 4 - Il Dott. Pio Sella durante una prova geoelettrica al Liceo Spallanzani (Tivoli, Roma).

professionali della geologia della geofisica” il geologo Pio Sella (Geomagellan) eseguì con gli studenti alcune prove geofisiche in situ (Fig. 4). A marzo organizzai un campo geologico all’Elba visitando le cave di granito ai piedi del Monte Capanne, la faglia normale a basso angolo di Zuccale e la miniera di Punta Calamita a Capoliveri, dove i miei studenti hanno potuto raccogliere minerali e, insieme ai geologi Pio Sella, Costantino Zuccari e Valerio Noti (fondatore di Terre Logiche srl), effettuare escursioni e misure GPS (Fig. 5). A settembre poi, al rientro dalla *CRL School* di Nafpaktos (Grecia), una scuola estiva dell’EGU sulla sismologia, avviai un gemellaggio con un liceo di Atene dove insegna l’amico e collega Fotis Danaskos. In quei giorni avevo ormai le idee abbastanza chiare su come procedere per

dare seguito alla già positiva e consolidata collaborazione pluriennale tra il Liceo Spallanzani e il Dipartimento di Scienze dell’Università Roma Tre. Negli ultimi anni si erano fatte sempre più frequenti le richieste di informazioni da parte dei cittadini riguardo alcuni eventi geologici in Italia e nel mondo, in particolare riguardo i catastrofici terremoti del 2016 nell’Italia centrale. Spesso infatti i miei colleghi ed io eravamo invitati da associazioni locali ad una serie di incontri per informare la popolazione sugli eventi sismici in atto. Fu così che nell’autunno 2018 iniziai, insieme alle professoressse Francesca Cifelli e Francesca Funicello dell’Università Roma Tre, un’attenta riflessione sull’importanza dell’insegnamento delle geoscienze nella scuola moderna. Da

quello scambio di opinioni quell’anno scolastico nacque nel mio liceo, in convenzione con il Dipartimento di Scienze di Roma Tre, un percorso di potenziamento delle Scienze della Terra, oggi conosciuto come Curvatura Geologico-Ambientale, che coinvolge il triennio finale di una sezione OSA del nostro liceo, e che ci vede organizzare eventi, campi scientifici e seminari con l’Università Roma Tre, l’EGU e l’INGV. Inoltre, nell’ambito dell’ASL (oggi PCTO), ho ideato nel 2018 il progetto “Mediterraneo dinamico” che, grazie alla collaborazione del Dott. Tullio Ricci (INGV), nell’aprile 2019 ci ha visti sullo Stromboli durante una delle sue più intense attività vulcaniche (Fig. 6). Nell’aprile del 2020 eravamo nuovamente pronti per un campo vulcanologico a Santorini (Grecia) ma il Covid-19 ci ha fermati.



Fig. 5 - Il Dott. Costantino Zuccari (a sinistra) e il Prof. Luigi De Filippis (a destra) con gli studenti in una escursione all’Isola d’Elba.



Fig. 6 - Durante un'esplosione dello Stromboli (aprile 2019, ph. Dott. Tullio Ricci).

La scuola, come altri settori della società civile, ha risentito enormemente della pandemia, in particolare negli ultimi mesi dello scorso anno scolastico. Quest'anno ci siamo attrezzati da subito per ovviare, in parte, al mancato utilizzo dei laboratori. La fortuna di avere degli ampi spazi esterni ci ha permesso di svolgere alcune attività didattiche in outdoor. Ci siamo così tuffati, con i nostri studenti, nella riorganizzazione di tutto il materiale geologico (minerali, rocce e fossili) collezionato negli anni (**Fig. 7**). L'idea è di creare un piccolo museo che sarà presto accessibile al pubblico con il fine di fornire un servizio didattico alle scuole del territorio e alla popolazione locale. Inoltre, visto che non potevamo andare nei laboratori, abbiamo portato i laboratori in aula; collegando un microscopio dotato di telecamera alla LIM della classe ho condiviso, anche con chi temporaneamente seguiva le lezioni da casa, immagini di minerali, rocce e fossili, con estrema soddisfazione da parte degli studenti che hanno partecipato con entusiasmo (**Fig. 8**).



Fig. 7 - Il Prof. Maurizio Riccio con degli studenti nel Laboratorio di Scienze della Terra "Renato Funicello".



Fig. 8 - Degli studenti osservano minerali al microscopio condividendo le immagini con i compagni in aula e a casa durante la pandemia da Covid-19.



LA DIDATTICA DELLE SCIENZE DELLA TERRA OGGI

Uno degli ingredienti fondamentali per il successo di un insegnante è anche la fortuna nell'incontrare presidi illuminati, ed io in questo mi sento fortunato. La Dirigente Scolastica Dott.ssa Lucia Cagiola e alcuni suoi predecessori hanno sicuramente un ruolo fondamentale nella crescita della geologia al Liceo Spallanzani.

L'interesse che i dipartimenti di geologia delle università romane hanno mostrato in questi anni per il nostro liceo ci ha sicuramente lusingato, stimolato e incoraggiato e, personalmente, mi ha anche fatto riflettere su quella che è la crisi delle geoscienze, non solo in Italia ma in tutta Europa. Credo che i motivi di questa crisi, evidente soprattutto in ambito universitario con una radicale diminuzione nel numero degli iscritti, vadano ricercati sia nell'offerta formativa delle università che nell'atavico assetto didattico della scuola italiana, che vede da sempre il predominio incontrastato delle discipline umanistiche. Mentre scrivevo queste righe mi sono imbattuto in un interessante articolo dal titolo *"Geology is at a crossroads"* (vedasi sitografia allegata) di Erik Klemetti. L'autore, analizzando la crisi delle geoscienze a livello globale, spiega che quello che sta accadendo è uno scollamento tra la ricerca geologica, che va avanti senza sosta e la proposta didattica delle università. Troppi corsi di laurea in geologia sono ancora "tagliati" su misura per la ricerca petrolifera ed invece la società moderna necessita di strategie didattiche che affrontino i temi ambientali attuali e che soprattutto preparino esperti sui rischi geologici, sui cambiamenti climatici e sulla transizione energetica. Il mancato assist "scolastico" alle università va invece ricercato a mio parere molto indietro, nell'impalcatura legislativa della Riforma Gentile (1923). Questa infatti prevedeva la formazione classica e umanistica, cui venne dato ampio spazio nel nuovo ordinamento, come unico mezzo di istruzione per formare le future classi dirigenti fasciste; così al Liceo classico venne attribuita molta importanza, e ricopriva un ruolo fondamentale quindi, nella formazione dirigenziale e amministrativa. Data la mia esperienza ultraventennale nell'insegnamento sono sempre più convinto che il bagaglio culturale di un insegnante non è dato solo dai corsi seguiti all'università o dai libri letti ma soprattutto dagli incontri con personaggi che ne segnano il destino, che ne stimolano gli interessi. Il mio modo di insegnare, le strategie didattiche e le cose che mi diverto a fare ogni giorno sono il risultato delle esperienze fatte, come il "toccare" diversi aspetti della vita da geologo: nel mio caso la libera professione e la ricerca.

Se dovessi dare dei nomi ai miei mentori me ne vengono in mente due in particolare, Francesca Bianchi, la mia professoressa di scienze alle superiori, che con il suo cantilenare "genesi e morfologia della Terra" mi fece innamorare di questa disciplina e Renato Funicello, che comprese di me cose che ancora non erano ben chiare a me stesso. Se passando davanti la stanza di

Renato (sempre aperta) ti chiamava, poteva significare che stavi per imparare qualcosa, magari attraverso un libro che ti avrebbe consigliato o un'idea di ricerca che ti offriva generosamente. Renato aveva capito lo slancio passionale con cui a 38 anni mi rimettevo in discussione affrontando un dottorato di ricerca. Ricordo ancora le parole che pronunciò il 21 febbraio 2008 durante una riunione con il CVTR dove eravamo andati ad illustrare insieme a Claudio Faccenna il progetto di ricerca sulla neotettonica dei travertini mediterranei: "Luigi è un geologo che insegna al liceo e spinto da grande curiosità verso la scienza in generale vuole raggiungere il più alto livello di specializzazione accademica, il dottorato, per poi tornare a scuola dai suoi studenti ancora più preparato e motivato di prima". In quelle poche parole c'era tutto quello che poi avrei fatto come insegnante.

Un insegnante non deve mai smettere di formarsi e per questo motivo con i miei colleghi allo Spallanzani partecipiamo di buon grado ai PLS (Progetto Lauree Scientifiche) organizzati dalle università Roma Tre e Sapienza. Anche all'interno del mio dipartimento organizziamo incontri formativi per docenti di scienze, ultimo quello pre-pandemia del 17 dicembre 2019, dove la professoressa Giulia Realdon, field officer della EGU ci entusiasmo attraverso l'utilizzo di semplici esperimenti di laboratorio "povero" alla portata di tutti, come quelli del bellissimo sito inglese www.earthlearningidea.com per la didattica delle geoscienze, ideato dal Prof. Chris King (attuale responsabile del *Committee on Education* dell'EGU) e dal suo staff della *Keele University*.

Negli ultimi anni accade di ricevere la visita di ex studenti che si stanno creando la loro strada nel campo della geologia e delle scienze naturali. Non sono molti ad aver intrapreso questa strada, ma tre nostri ex studenti in particolare hanno terminato o stanno facendo un dottorato.

Se oggi mi chiedessero qual è il desiderio più ricorrente nel mio futuro di geologo-insegnante non avrei dubbi ad affermare che se alcuni giovani geologi scegliessero di insegnare nella scuola tutta la comunità geologica ne gioverebbe. La nostra disciplina ha davvero bisogno di essere fatta conoscere alle nuove generazioni, ai futuri adulti.

Auspicio che le sfide del futuro ci vedano, anche come geologi-insegnanti, in prima fila nel formare i giovani sui temi della geotica, quali i cambiamenti climatici, il riscaldamento globale, la transizione energetica e lo sviluppo sostenibile. Non a caso da poco anche in Italia è stato creato il nuovo Ministero della Transizione Ecologica che, mi auguro, si avvarrà sempre di più delle conquiste delle geoscienze. Forza colleghi, c'è ancora tanto da fare e la "rivoluzione geologica" nella scuola è appena iniziata!

BIBLIOGRAFIA

De Filippis L., Faccenna C., Billi, A. Anzalone, E., Brilli M., Özkul M., Soligo M., Tuccimei P. & Villa I.M. (2012a). Growth of fissure ridge travertines from geothermal springs of Denizli basin, western Turkey. Geological Society of America Bulletin, 124, 1629-1645, <https://doi.org/10.1130/B30606.1>

De Filippis L. & Billi A. (2012b). Morphotectonics of fissure ridge travertines from geothermal areas of Mammoth Hot Springs (Wyoming) and Bridgeport (California). Tectonophysics, 548-549, 34-38, <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2012.04.017>

De Filippis L., Faccenna C., Billi A., Anzalone E., Brilli M., Soligo M. & Tuccimei P. (2013). Plateau versus fissure ridge travertines from Quaternary geothermal springs of Italy and Turkey: interactions and feedbacks among fluid discharge, paleoclimate, and tectonics. Earth-Science Reviews, 123, 35-52, <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2013.04.004>

SITOGRAFIA

www.spallanzanitivoli.edu.it/pagine/progetto-curvedatura-geologico-ambientale

www.spallanzanitivoli.edu.it/pagine/stazione-sismica

www.spallanzanitivoli.edu.it/pagine/le-scienze-dello-spallanzani

www.researchgate.net/profile/Luigi-De-Filippis-2

www.facebook.com/geologicaliceospallanzani

www.youtube.com/playlist?list=PLMio5t_ebYzZU89SyZ51jbNHdJCzkhPc
(canale Youtube sulla didattica delle Scienze della Terra di Luigi De Filippis)

www.discovermagazine.com/planet-earth/geology-is-at-a-crossroads

www.earthlearningidea.com

www.subitop.eu/home





Il Campo Vulcanico dei Volsci (CVV) è costituito da circa cinquanta centri monogenici, datati tra 0,76 e 0,23 milioni di anni fa e rappresenta uno dei più intriganti risultati della subduzione della Placca adriatica, che scorre al di sotto dell'Appennino. Il CVV è stato formato da ripetuti eventi di rapida risalita, direttamente dal mantello e lungo delle faglie, di piccoli volumi di magma poco differenziato, che definiamo “eruzioni-pallottola”. L'utilizzo di questi “corridoi di risalita” è avvenuto lungo degli strappi laterali della placca in subduzione, riconoscibili dagli allineamenti dei centri eruttivi. Lo studio dei prodotti eruttati apre una “finestra” sulle dinamiche profonde di subduzione e sui processi di risalita dei magmi, avvenuti anche attraverso l'interazione esplosiva magma-acqua. L'eccezionalità del CVV consiste nella possibilità di poter individuare con maggior dettaglio i siti di tale interazione nel substrato pre-vulcanico, una condizione rara nei grandi vulcani centrali.



IL CAMPO VULCANICO DEI VOLSCI: *una finestra sulla subduzione appenninica*

a cura di G. Luca Cardello, Fabrizio Marra, Danilo M. Palladino, Lorenzo Consorti,
Mario Gaeta e Gianluca Sottiflì

Sulla sinistra, esempio di eruzione freatomagmatica. Foto di Kienle Juergen scattata a Ukinrek (Alaska).
Sulla destra, deposito freatomagmatico di Patrica (Frosinone).



INTRODUZIONE

Negli ultimi decenni la ricerca geologica ha formulato una visione più raffinata dell'evoluzione tettonica della penisola italiana nel corso del Quaternario e in particolare dell'ultimo milione di anni. Questo periodo è segnato da variazioni geografiche, connesse anche alla nascita di vulcani lungo la costa tirrenica. Con l'obiettivo di individuare gli effetti del "motore geodinamico" che ha guidato il movimento delle placche, abbiamo dettagliato la storia più recente dell'evoluzione del margine tirrenico tra il Lazio e la Campania (**Fig. 1**) attraverso lo studio degli allineamenti vulcanici e dei loro prodotti. Già Tuzo Wilson, padre della Tettonica delle Placche (vedi Burke and Wilson, 1973), individuava negli allineamenti vulcanici intra-placca gli effetti dello spostamento di una placca al di sopra di una sorgente di alimentazione magmatica lungo una o più direttrici principali. In alternativa, gli allineamenti vulcanici possono crearsi in prossimità dei limiti di placca con dei magmi che sono in grado di risalire attraverso delle grandi faglie litosferiche. In entrambi i casi, le informazioni dirette relative alle dinamiche di placca possono essere ricostruite alla grande scala. Nel margine tirrenico queste informazioni possono essere osservate anche ad una scala più piccola, come per esempio nei campi vulcanici che sorgono lungo dei lineamenti tettonici.

Un campo vulcanico, a differenza dei grandi vulcani centrali come i Colli Albani, il Somma-Vesuvio o l'Etna, è un insieme di piccoli centri eruttivi, generati da singole eruzioni di modesta magnitudo, detti monogenici. Nel Lazio le eruzioni dei centri monogenici sono avvenute con modalità del tutto peculiari, in quanto i magmi che le hanno alimentate sono stati in grado di risalire all'interno della catena appenninica lungo dei lineamenti tettonici (Stoppa, 1995; Cardello et al., 2020), con implicazioni anche sulla circolazione di fluidi profondi e caldi (Barberio et al., 2021).

Anche se è raro trovare dei centri eruttivi nel cuore del sistema montuoso Alpi-Appennini, è altresì comune riscontrare altrove grandi centri magmatici in ambienti orogenici. Si pensi ai batoliti e ai sistemi calderici della Cordigliera delle Ande, che coinvolgono enormi quantità di magma, che si intrudono come fusi progressivamente più acidi durante la risalita verso la superficie. Nel nostro caso, la peculiarità consiste nel fatto che i piccoli volumi di magma che hanno generato i centri monogenici dell'Appennino centrale, sono riusciti, nonostante le loro modestissime masse, a risalire da zone di alimentazione profonde situate nel mantello. Questo processo è avvenuto in tempi geologicamente rapidi, in quanto i magmi più recenti dei centri monogenici non hanno avuto modo di cristallizzare e



Fig. 1 - D.M. Palladino e F. Marra alla ricerca degli affioramenti da campionare per le indagini di laboratorio.

Keywords

Vulcani
Tettonica
Appennino
Tirreno

differenziarsi nella crosta superiore. Un altro aspetto significativo è l'interazione esplosiva tra i magmi e gli acquiferi carbonatici appenninici, che ha dato luogo ai "peperini", i prodotti più tipici dell'interazione esplosiva fra magma e acqua.

Entrambi questi aspetti sono trattati in questo contributo, che mostra i risultati stratigrafici, strutturali, vulcanologici, geocronologici e petrologici che ci hanno aiutato a meglio vincolare un nuovo elemento della geodinamica dell'Appennino tra Roma e Napoli: il Campo Vulcanico dei Volsci (**Fig. 3; Volsci Volcanic Field**; Cardello et al., 2020; Marra et al., 2021). Considerando che i magmi sono di origine sub-crostante, siamo giunti alla conclusione che rappresentano una manifestazione rara e preziosa della subduzione della Placca adriatica. La risalita attraverso la litosfera di fusi magmatici primitivi dalle profondità del mantello è avvenuta attraverso uno "strappo" laterale della placca di subduzione al di sotto dell'Appennino centrale nota come "*Central Apennines slab window*" (Rosenbaum and Piana Agostinetti, 2015).

Oltre ad aver inquadrato il "ruolo" geodinamico del CVV, le evidenze scientifiche sulla risalita dei magmi apportano qualche informazione in più sul funzionamento dei campi vulcanici. La nostra ricerca può anche contribuire alla valutazione del rischio vulcanico del CVV, in un'area abitata da circa 400.000 persone.

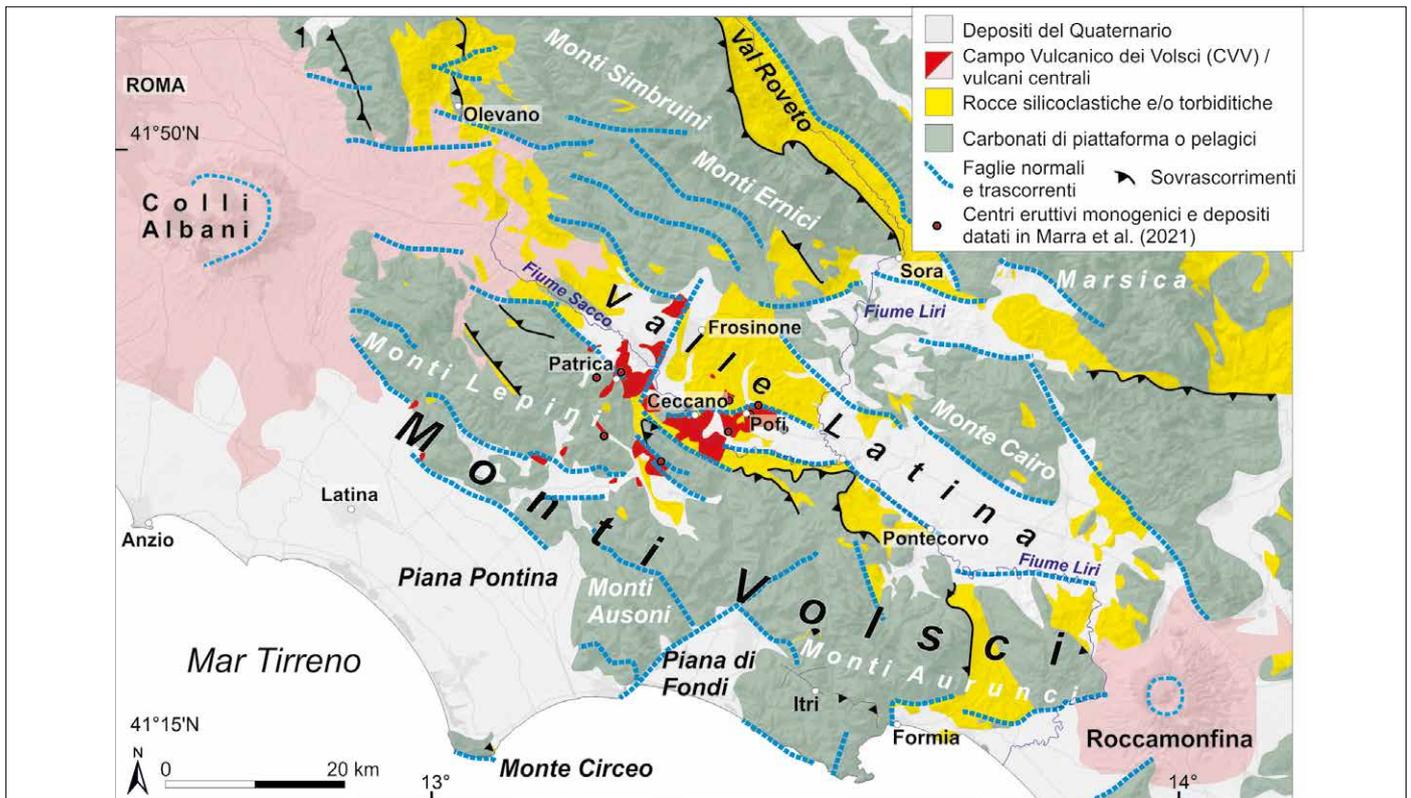


Fig. 4 - Carta geologica semplificata dell'Appennino centrale interno (da Marra et al., 2021; modificata).

Durante il Pliocene (5 – 2,6 Ma), il fronte della Catena appenninica migrò verso est, causando l'estensione della crosta appenninica e del fondale del Mar Tirreno. Questo movimento ha portato al progressivo ribassamento di vaste aree dell'Appennino più interno, così sepolte sotto i sedimenti marini. Tra il Bacino tirrenico settentrionale e meridionale, corrispondente all'attuale "linea del 41° parallelo" (Conti et al., 2017 e riferimenti all'interno), che demarca aree a diversa velocità di espansione della crosta, si impostò un allineamento di centri eruttivi tra le Isole Pontine (Conte et al., 2020) e la Provincia magmatica Campana (Fig. 3).

Dal Pleistocene (2,6 – 0,01 Ma) a oggi, l'Appennino centrale ha subito un progressivo sollevamento che ha esasperato le antiche geometrie, favorendo la formazione di bacini continentali laddove si erano accumulati i depositi di fossa prospicienti la catena. Questo è accaduto all'interno della Valle Latina e delle piane costiere del Lazio (Centamore et al., 2010), e ha innalzato i rilievi composti da calcari e dolomie (Figg. 2 e 4).

IL FASCINO DI UNA TETTONICA ATTUALE INATTESA

Nel corso degli ultimi due milioni di anni le faglie normali hanno accumulato notevoli rigetti tettonici, prodotti del movimento tra i blocchi di faglia, che nei Monti Volsci possono raggiungere un chilometro di spostamento (Fig. 5). Nell'ultimo milione di anni alcune di queste faglie sono state utilizzate per la risalita dei fusi magmatici del CVV.

Una volta delineato il passato, qual è la situazione tettonica attuale? Come riportato dai sismologi, l'Appennino interno è guidato dall'estensione che agisce attraverso delle faglie normali, che dominano lo strato sismogenetico più superficiale, mentre in profondità prevalgono le forze compressive.

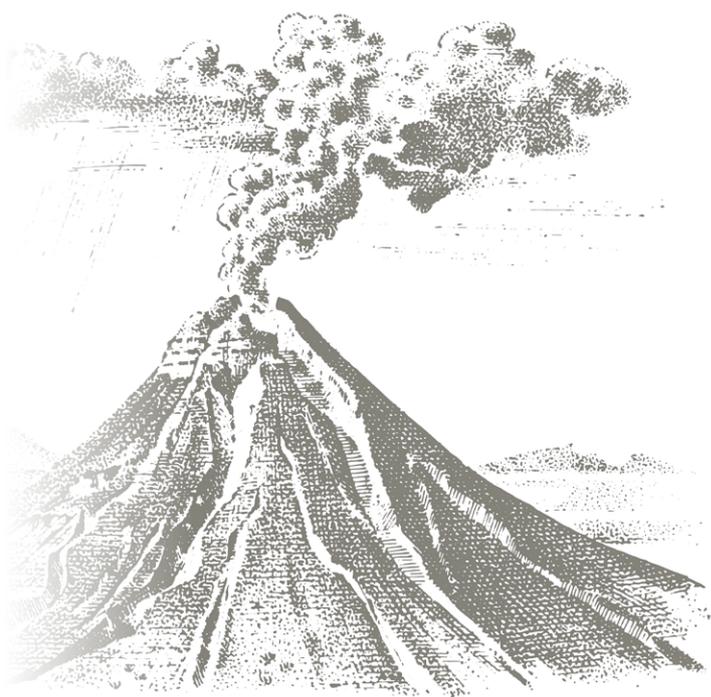
L'area di studio del CVV riporta alcuni terremoti avvenuti in epoca storica, come ad esempio quelli di Ceccano (A.D. 1170) e di Sezze (A.D. 1756), rispettivamente con magnitudo ricostruita 5,1 e 4,4 (Rovida et al., 2020). Data la scarsità e la frammentarietà delle fonti pubblicate, la capacità di alcune faglie di generare dei terremoti rilevanti potrebbe essere stata sottostimata. La rete di monitoraggio sismico impiegata tra il 2009 e il 2019 ha permesso di rilevare terremoti con magnitudo compresa tra 0,4 e 4,7 M_L (Marra et al., 2021). Alcune faglie hanno mostrato un'attività sismica modesta, come quelle delle piane costiere (vedi il terremoto di Latina del 23/03/2011 M_L 3,6).

IL PICCOLO CAMPO VULCANICO DEI VOLSCI TRA I GRANDI VULCANI DELL'ITALIA CENTRALE

Il Campo Vulcanico dei Volsci (CVV), precedentemente noto come Vulcani o Complesso vulcanico dei Monti Ernici, include il campo vulcanico della Media Valle Latina e alcuni centri eruttivi nei Monti Volsci (Fig. 4), rendendo così desueto l'uso dell'aggettivo "Ernici" per dei centri che geograficamente e storicamente sono pertinenti ai Volsci.

Una nuova carta geologica schematica del CVV, presentata recentemente da Cardello et al. (2020), ha permesso di stimare volumi di magma nell'ordine di $0,01 - 0,1 \text{ km}^3$ emessi nel corso di singoli eventi eruttivi. Una stima approssimativa indica un volume totale di depositi vulcanici di circa 4 km^3 , ossia un valore di due ordini di grandezza inferiore a quello dei maggiori distretti vulcanici potassici della Provincia magmatica Romana (Fig. 2). Nel CVV si identificano circa cinquanta centri eruttivi monogenici, che sono principalmente costituiti da depositi piroclastici da caduta e da flusso (*surges*), derivanti da un'attività esplosiva di bassa intensità e magnitudo, a carattere Hawaiiiano-Stromboliano e freatomagmatico, e da subordinate colate di lava da attività effusiva (Centamore et al. 2010; Cardello et al. 2020). In particolare, i depositi freatomagmatici, relativi a centri eruttivi di tipo maar-diatrema, sono caratterizzati dalla presenza di frammenti litici strappati al substrato pre-vulcanico durante l'interazione esplosiva magma-acqua.

L'analisi vulcano-tettonica a diverse scale e l'analisi dei prodotti vulcanici, con un'attenzione speciale ai prodotti freatomagmatici dei centri eruttivi tra la Valle Latina e la Piana Pontina, ha permesso di chiarire i rapporti tra vulcanismo (ubicazione e tipologia dei centri eruttivi) e tettonica nella regione. Abbiamo definito tre "ordini" di lineamenti vulcano-tettonici sulla base



della lunghezza, delle relazioni con i segmenti di faglia e altri indicatori morfotettonici. Due principali lineamenti di primo ordine, definiti da allineamenti di centri eruttivi con orientazione ENE-ONO e NNE-SSO, sono considerati l'espressione in superficie di faglie profonde che attraversano sia i terreni silicoclastici che la catena carbonatica. Nell'allineamento ENE-ONO, l'alimentazione profonda dei centri eruttivi è stata permessa dallo strappo laterale della placca in subduzione, che ha guidato l'iniezione di magma dalle profondità di origine. Nell'allineamento NNE-SSO, invece, i magmi hanno probabilmente utilizzato le faglie del rift Mesozoico, che condividono la stessa orientazione. Inoltre, sono stati riconosciuti degli allineamenti di secondo ordine, associati a faglie orientate NE-SO, sulle quali si impostano i centri freatomagmatici.



Fig. 5 - Panorama sulla porzione più orientale del Campo Vulcanico dei Volsci, che in questo settore vede l'allineamento dei centri eruttivi monogenici lungo una faglia normale (in rosso rubino) che ribassa la Valle Latina e innalza i carbonati dei Monti Volsci.

I MAGMI PRIMITIVI: SEGNI DI UN MANTELLO COMPLESSO

Così come gli altri vulcani Quaternari italiani, il CVV è una delle manifestazioni del magmatismo alcalino-potassico che ha interessato l'intera costa tirrenica (Conticelli et al., 2009; Gaeta et al., 2016; Koornneef et al., 2019; Marra et al., 2020). Nel CVV si distinguono due litotipi eruttivi (Fig. 6), rispettivamente a leucite (Lct) e a plagioclasio (Plg). Da quanto osservato, le scorie a Lct contengono anche clinopirosseno (Cpx), flogopite (Phl), melilite (Mel) ± olivina (Ol). Le scorie a Plg sono caratterizzate inoltre da Cpx ± Ol ± Mgt e vetro relativamente abbondante. Come specificato in Marra et al. (2021), riferiamo le scorie a leucite e a plagioclasio, rispettivamente a magmi alti in potassio (HKS) e potassici (KS), per comparazione con la letteratura preesistente. I magmi HKS del CVV, anche se derivanti da processi di differenziazione più spinti, sono comunque rappresentativi, come i magmi potassici (KS), di sistemi a composizione primitiva (MgO fino a 10 wt%; Centamore et al., 2010).

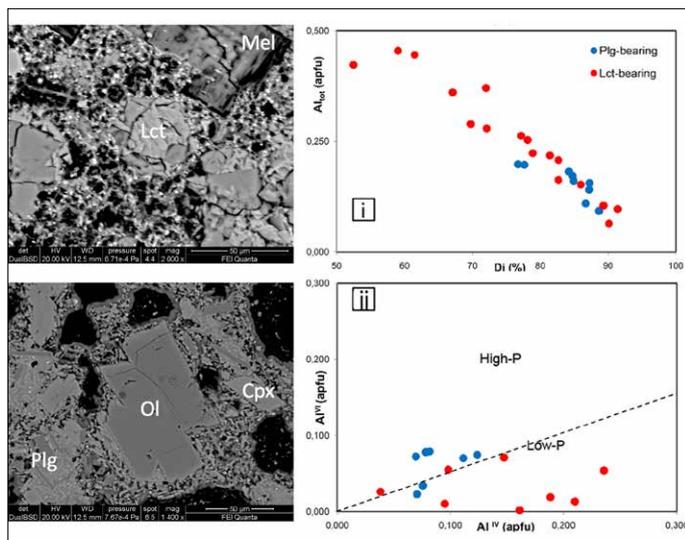


Fig. 6 - Sulla sinistra, immagini alla microsonda elettronica dei due litotipi a leucite (Lct) e Plagioclasio (Plg) eruttati dal Campo Vulcanico dei Volsi. Sulla destra, i grafici mostrano la variazione della composizione chimica del clinopirosseno (Cpx) da Marra et al. (2021).

UNA SORGENTE MAGMATICA CHE MIGRA NEL TEMPO: I NUOVI DATI GEOCRONOLOGICI $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$

La storia eruttiva del CVV era stata finora ricostruita sulla base di ventuno età radiometriche disponibili in letteratura. In Marra et al. (2021) abbiamo riportato undici nuovi dati geocronologici con il metodo $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$, integrando così il quadro della storia eruttiva, che abbraccia un intervallo da $761,5 \pm 9,5$ a 231 ± 19 migliaia di anni fa (ka).

Supportati dai nuovi dati, siamo ora in grado di tracciare una migrazione dei centri eruttivi, contestualizzando le variazioni della composizione magmatica eruttata nello spazio e nel tempo. I magmi a Lct alti in potassio (HKS) hanno alimentato la prima fase di attività eruttiva al CVV (~ 761–539 ka; Fig. 3). In seguito, i magmi primitivi a Plg (KS), simili a quelli eruttati ai Campi Flegrei, sono stati emessi durante la fase di più intensa attività eruttiva (~ 424–349 ka), sovrapponendosi parzialmente ai magmi HKS. Nella fase tardiva, tra ~ 300 e 231 ka, hanno prevalso i magmi KS. Inoltre, abbiamo riscontrato delle lunghe fasi di quiescenza, anche nell'ordine di 10^5 anni, con possibili implicazioni sulla valutazione della pericolosità vulcanica al CVV.

INSERTO 1 I MAAR-DIATREMI E I SITI DELL'INTERAZIONE ESPLOSIVA MAGMA-ACQUA

Oltre ai grandi stratovulcani centrali, che come il Somma-Vesuvio arrivano a coinvolgere imponenti volumi di magma nelle eruzioni più violente, i maar-diatremi – benché siano il risultato di eruzioni di magnitudo ben più ridotta – sono tra i più comuni tipi di vulcani sulla Terra. Essi possono fornire delle indicazioni sui processi geodinamici profondi, dal momento che i loro magmi mostrano una composizione chimica direttamente collegabile a quella della sorgente nel mantello, avendo subito limitati stazionamenti in camere magmatiche superficiali e, conseguentemente, limitati processi di differenziazione. I maar-diatremi, solitamente legati ad un singolo evento eruttivo circoscritto in un determinato luogo, sono centri vulcanici spesso gregari e coalescenti (come ad esempio ai Monti Vulsini, Sabatini, Colli Albani e Campi Flegrei). Di queste strutture sappiamo relativamente poco, poiché i loro prodotti sono facilmente erodibili nel tempo e le loro morfologie crateriche sono spesso obliterate dalle acque freatiche (laghi vulcanici) o da depositi di riempimento, che ne ostacolano l'osservazione diretta. Le dinamiche di funzionamento dei maar-diatremi

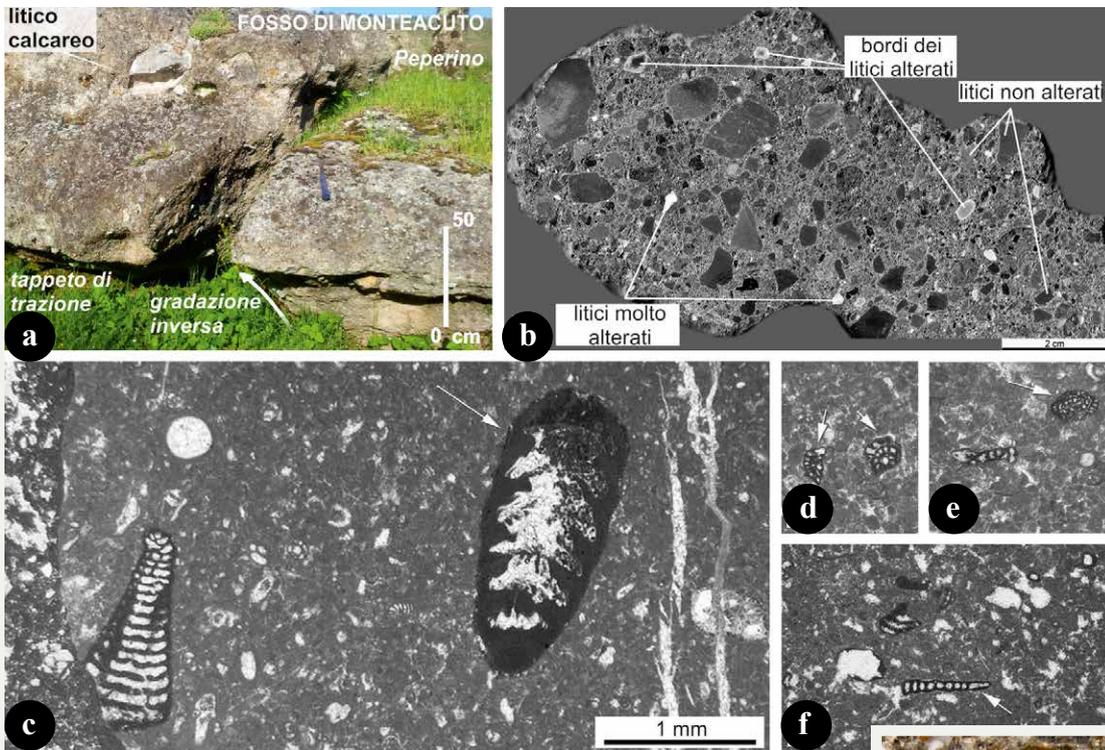


Fig. 7 - Esempio di analisi di facies e biostratigrafica dei peperini di Fosso di Monte Acuto, il centro eruttivo più antico finora datato; **a**) il deposito da flusso piroclastico contiene inclusi di calcare, del diametro fino a 35 cm (**b**), con vari gradi di alterazione termica; **c**) ingrandimento di un incluso litico inalterato in contatto netto con la matrice cineritica (sul lato sinistro della foto). All'interno si notano sezioni di *Scandonea mediterranea* (freccia), Lituolidae e foraminiferi miliolidi (sulla sinistra) appartenenti al Cretaceo superiore; **d**) alcune sezioni di *Nezzazzata* del Cenomaniano; **e**) Alveolinide del Cenomaniano e di **f**) *Peneroplis parvus* dell'Albiano-Cenomaniano.

nei campi vulcanici rappresentano un affascinante tema di ricerca. Le osservazioni di terreno, coadiuvate da studi teorici e sperimentali, hanno perfezionato le conoscenze sulla loro origine: essi derivano da ripetute esplosioni sotterranee, generate dall'interazione tra il magma in risalita e le falde idriche (eruzioni freatomagmatiche). Una volta giunti in superficie, i frammenti litici, derivanti dagli acquiferi coinvolti nelle esplosioni, possono essere analizzati (**Fig. 7**), fornendo così informazioni sui livelli di interazione magma-acqua e i condotti (diatremi).

Nel caso del CVV (**Figg. 7 e 8**), grazie alla caratterizzazione dei litici inclusi nei peperini, provenienti dal substrato sedimentario, abbiamo localizzato i siti dell'interazione magma-acqua nelle sezioni geologiche. Analizzando i litici meno alterati termicamente, abbiamo riscontrato che gran parte di essi proviene dai livelli calcarei Aptiano-Cenomaniani (**Fig. 5**), caratterizzati da un'alta trasmissività fluida per la loro porosità. La struttura compressiva appenninica ha fatto sì che tali livelli siano stati incontrati ripetutamente nel corso della risalita del magma, a profondità inferiori ai 2,3 km. Questi livelli sono connessi verticalmente da faglie ad alto angolo quaternarie, che hanno controllato l'interazione esplosiva (**Fig. 9**). Attraverso un nuovo metodo di analisi (descritto in Cardello et al., 2020), abbiamo determinato i processi di arrotondamento, imbiancamento da calcinazione e riduzione di grana subiti dai litici carbonatici nei condotti diatremici.

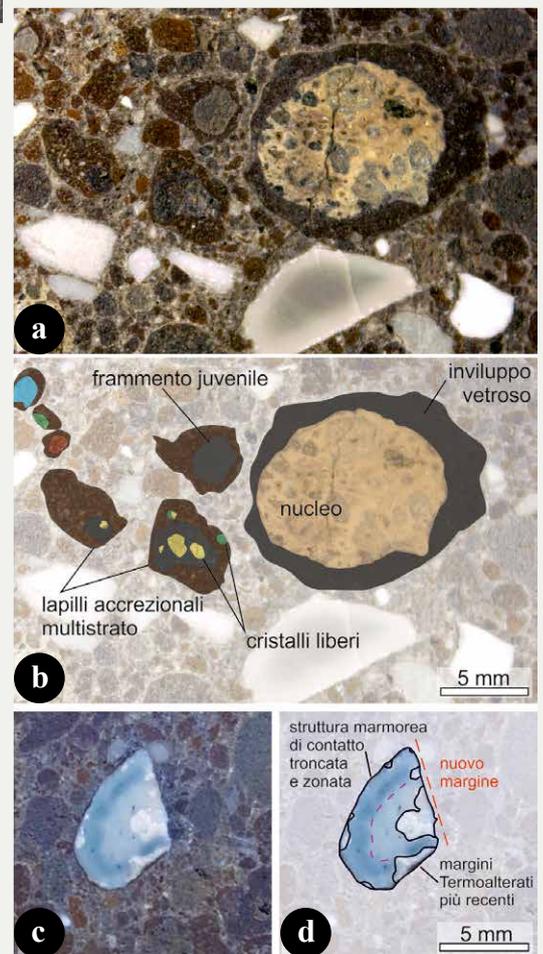


Fig. 8 - Esempio di tessitura del peperino nei depositi freatomagmatici del CVV (modificato da Cardello et al., 2020), con lapilli accrezionali e litici carbonatici con vari gradi di interazione termica (da lati termicamente alterati a marmi zonati di contatto).

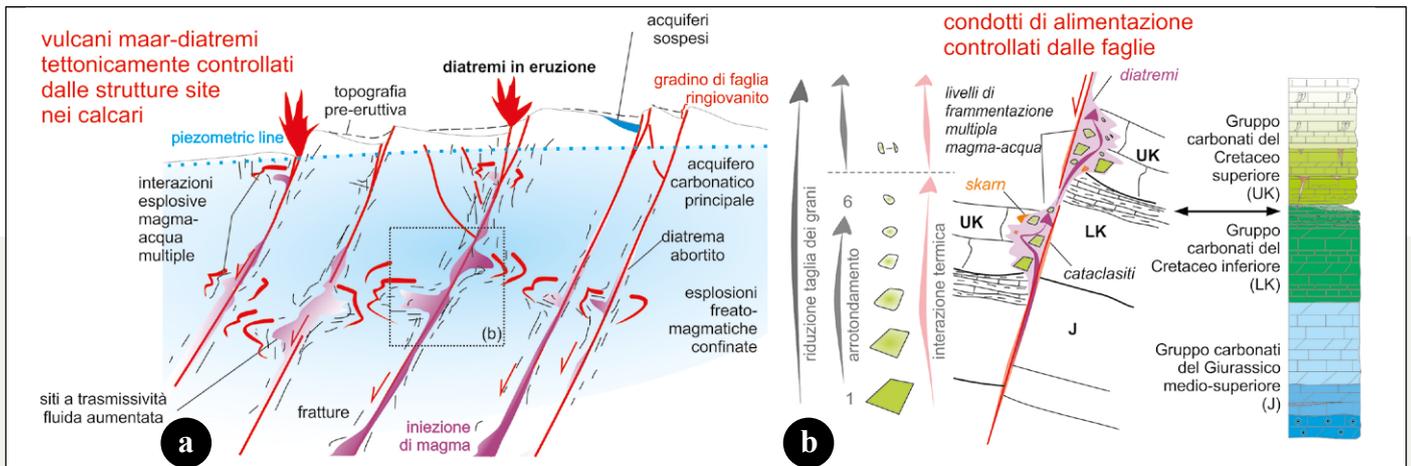


Fig. 9 - a) Modello concettuale dei processi di risalita ed eruzione magmatica nei maar-diatremi del CVV. Le faglie ad alto angolo guidano le iniezioni del magma dalle profondità del mantello e controllano i siti dell'interazione magma – acqua, agendo come percorsi preferenziali per le eruzioni freatomagmatiche; **b)** schema che sottolinea il controllo stratigrafico e strutturale dei processi di interazione fra diatremi e rocce carbonatiche incassanti: i livelli multipli di interazione magma – acqua risultano in diverse profondità dei livelli di frammentazione del magma e in vari gradi di evoluzione tessiturale (per interazione termica e riciclo) dei litici carbonatici coinvolti durante la risalita nel diatremata (da Cardello et al., 2020; modificata).

INSERTO 2 LE LAVE DELLA VIA APPIA: REGINA VIARUM

L'Antica via Appia, costruita a ridosso dell'Appennino centro-meridionale tra il IV e il II secolo a.C., collega Roma a Brindisi. Su un passo dei Monti Volsci, a Itri (**Fig. 4**), l'antica strada attraversa la successione carbonatica, che ha fornito materiale di cava per la pavimentazione originale (**Fig. 10**). Nel III secolo d.C., alcuni blocchi sono stati sostituiti con del materiale lavico che, attraverso analisi alla microsonda elettronica, è risultato compatibile con la sequenza pre-calderica del vulcano di Roccamonfina, piuttosto che con i più vicini prodotti a plagioclasio del CVV che son stati usati per un confronto (Di Luzio et al., 2019).

CONCLUSIONI

- La distribuzione dei centri eruttivi del margine tirrenico è controllata dalla tettonica attraverso degli strappi litosferici nella Placca adriatica in subduzione, con ripercussioni sulla crosta appenninica sovrastante, come ad esempio la “Linea del 41° parallelo”. Nel Campo Vulcanico dei Volsci (CVV) queste strutture vulcano-tettoniche di primo ordine permettono l'ascesa rapida di piccoli volumi di magma primitivo dal mantello con “eruzioni-pallottola”.
- Il CVV rappresenta una finestra d'eccezione sulle dinamiche di subduzione provenienti dalla Central Apennines slab window, che mette a contatto sorgenti magmatiche con caratteristiche diverse. I magmi primitivi a leucite (HKS) e a plagioclasio (KS) sono coesistiti nel corso della storia eruttiva del CVV. In particolare, i magmi HKS hanno alimentato la parte iniziale dell'attività vulcanica, mentre i magmi KS sono apparsi durante la fase principale, sovrapponendosi parzialmente nello spazio e nel tempo a quelli alto-potassici HKS e prevalendo durante la fase tardiva.
- La sovrapposizione di un secondo ordine di lineamenti vulcano-tettonici, principalmente guidati da faglie normali, ha determinato lo stile di attività vulcanica (freatomagmatica) e la distribuzione dei centri eruttivi. Gli acquiferi carbonatici Aptiano-Cenomaniani, quando intersecati da faglie ad alto angolo, costituiscono i siti preferenziali dell'interazione esplosiva magma-acqua.
- Le interazioni esplosive occorsero a livelli multipli ripetuti a profondità inferiori a 2,3 km dalla superficie. Le variazioni composizionali e tessiturale negli inclusi litici dei peperini consentono di individuare i processi e gli stadi di interazione multipla con i carbonati incassanti.

BIBLIOGRAFIA

Barberio D., Gori F., Barbieri M., Boschetti T., Caracausi A., Cardello G.L. & Petitta M. (2021). *Understanding origin and mixing of deep fluids in shallow aquifers and possible implications for crustal deformation studies: San Vittorino Plain, Central Apennines.* Applied Sciences, 11(4), 1353. <https://doi.org/10.3390/app11041353>

Burke K. C. & Wilson J. T. (1976). *Hot spots on the Earth's surface.* Scientific American, 235(2), 46-59. <http://www.jstor.org/stable/24950416>

Cardello G. L., Consorti L., Palladino D.M., Carminati E., Carlini M. & Doglioni C., (2020). *Tectonically controlled carbonate-seated maar-diatreme volcanoes: the case of the Volsci Volcanic Field, central Italy.* Journal of Geodynamics, 139, <https://doi.org/10.1016/j.jog.2020.101763>

Cardello G. L., Vico G., Consorti L., Sabbatino M., Carminati E. & Doglioni C. (2021). *Constraining the Passive to Active Margin Tectonics of the Internal Central Apennines: Insights from Biostratigraphy, Structural, and Seismic Analysis.* Geosciences, 11(4), 160. <https://doi.org/10.3390/geosciences11040160>

Conte A. M., Perinelli C., Bosman A., Castorina F., Conti A., Cuffaro M., Di Vincenzo G., Martorelli E. & Bigi S. (2020). *Tectonics, Dynamics, and Plio-Pleistocene Magmatism in the Central Tyrrhenian Sea: Insights From the Submarine Transitional Basalts of the Ventotene Volcanic Ridge (Pontine Islands, Italy).* Geochemistry, Geophysics, Geosystems, 21(12), <https://doi.org/10.1029/2020GC009346>

Conti A., Bigi S., Cuffaro M., Doglioni C., Scrocca D., Muccini F., Chiocci F.L., Ligi M. & Bortoluzzi G. (2017). *Transfer zones in an oblique back-arc basin setting: Insights from the Latium-Campania segmented margin (Tyrrhenian Sea).* Tectonics, 36(1), 78-107. <https://doi.org/10.1002/2016TC004198>

Conticelli S., Marchionni S., Rosa D., Giordano G., Boari E. & Avanzinelli R. (2009). *Shoshonite and sub-alkaline magmas from an ultrapotassic volcano: Sr-Nd-Pb isotope data on the Roccamonfina volcanic rocks, Roman Magmatic Province, Southern Italy.* Contributions to Mineralogy and Petrology, 157(1), 41-63, <https://doi.org/10.1007/s00410-008-0319-8>

Di Luzio E., Arienzo I., Boccuti S., De Meo A. & Sottili G. (2019). *Chemical-petrographic and isotopic characterization of the volcanic pavement along the ancient Appia route at the Aurunci Mountain Pass, Italy: Insights on possible provenance.* Geoarchaeology, 34/5, 522-539, <https://doi.org/10.1002/gea.21718>

Doglioni C. (1991). *A proposal for the kinematic modelling of W-dipping subductions-possible applications to the Tyrrhenian-Apennines system.* Terra Nova, 3(4), 423-434. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3121.1991.tb00172.x>

Gaeta M., Freda C., Marra F., Arienzo I., Gozzi F., Jicha B. & Di Rocco T. (2016). *Paleozoic metasomatism at the origin of Mediterranean ultrapotassic magmas: constraints from time-dependent geochemistry of Colli Albani volcanic products (Central Italy).* Lithos, 244, 151-164, <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2015.11.034>

Koornneef J.M., Nikogosian I., van Bergen M.J., Vroon P.Z. & Davies G.R. (2019). *Ancient recycled lower crust in the mantle source of recent Italian magmatism.* Nature Communications, 10(1), 1-10, <https://doi.org/10.1038/s41467-019-11072-5>

Marra F., Cardello G. L., Gaeta M., Jicha B., Montone P., Niespolo E.M., Nomade S., Palladino D.M., Pereira A., De Luca G., Florindo F., Frepoli A., Renne P. & Sottili G. (2021). *The Volsci Volcanic Field (central Italy): eruptive history, magma system and implications on continental subduction processes.* International Journal of Earth Sciences, 110(2), 689-718. <https://doi.org/10.1007/s00531-021-01981-6>

Marra F., Castellano C., Cucci L., Florindo F., Gaeta M., Jicha B. R., Palladino D.M., Sottili G., Tertulliani A. & Tolomei C. (2020). *Monti Sabatini and Colli Albani: the dormant twin volcanoes at the gates of Rome.* Scientific reports, 10(1), 1-17. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-65394-2>

Rosenbaum G. & Piana Agostinetti N. (2015). *Crustal and upper mantle responses to lithospheric segmentation in the northern Apennines.* Tectonics, 34(4), 648-661. <https://doi.org/10.1002/2013TC003498>

Stoppa F. & Cundari A. (1995). *A new Italian carbonatite occurrence at Cupaello (Rieti) and its genetic significance.* Contributions to Mineralogy and Petrology, 122, 275-288.

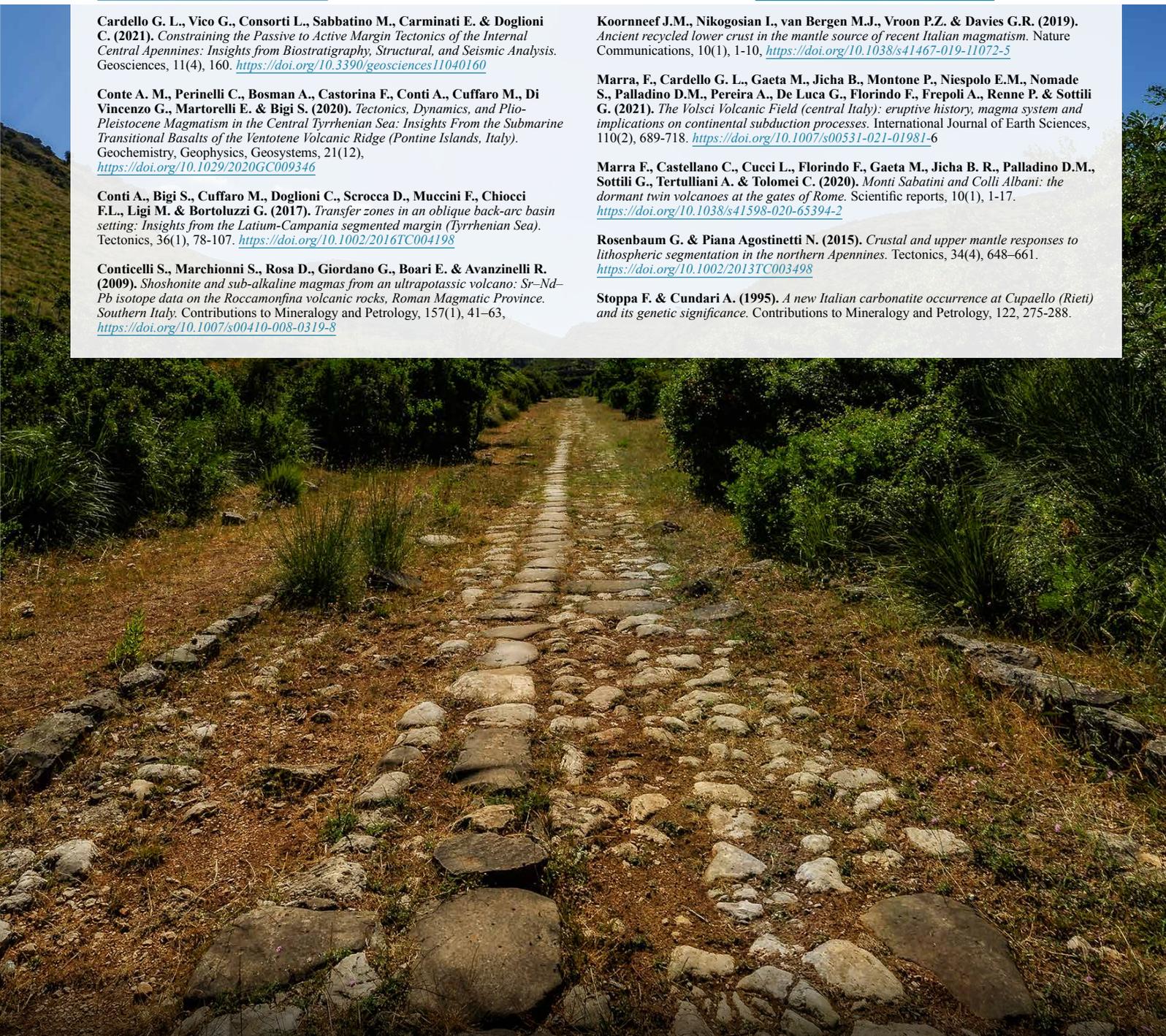
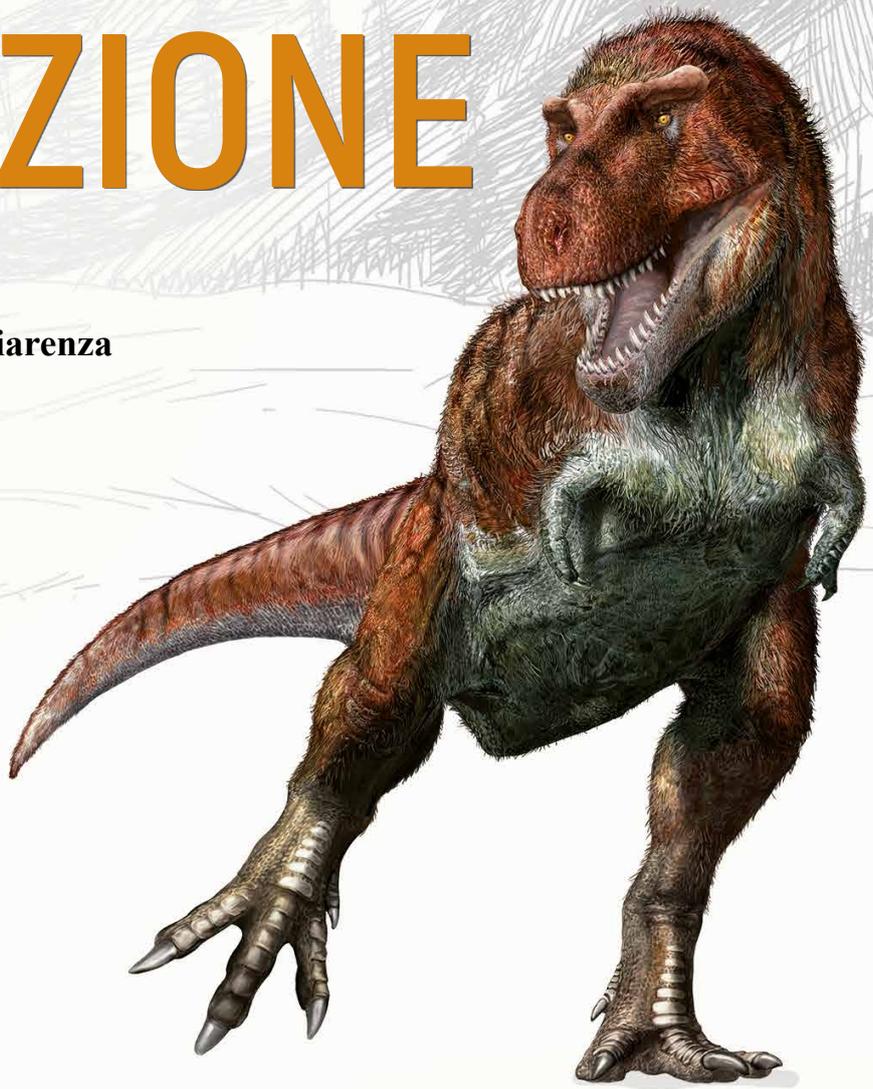


Fig. 10 - Le basole laviche di rimpiazzo della via Appia nelle campagne di Itri. Ringraziamo il fotografo Fausto Forcina per la gentile concessione.

C

DINOSAURI, CLIMA ED ESTINZIONE

a cura di **Alfio Alessandro Chiarenza**



Credit: Davide Bonadonna (utilizzo dell'immagine del dinosauro concesso esclusivamente per questa rivista).



I dinosauri hanno dominato la maggior parte degli habitat terrestri per circa 160 milioni di anni, offrendo così un esempio unico di macroevoluzione in risposta a prolungate e frequenti perturbazioni degli ecosistemi terrestri. Combinando metodi avanzati di modellizzazione paleoclimatica ed ecosistemica, viene dimostrato come: i dinosauri non aviani non erano in inesorabile declino durante il Cretacico Superiore, ma che una serie di artefatti di preservazione ha prodotto un trend di apparente diminuzione della loro biodiversità precedente al limite fra Cretacico e Paleogene. I dinosauri non aviani sono scomparsi per gli effetti sul clima di un impatto meteorico. Il vulcanesimo del Deccan ha tutt'al più attutito l'inverno da impatto causato dalla collisione con l'asteroide di Chicxulub, influenzando la ripresa ecologica dopo l'estinzione. I cambiamenti climatici improvvisi di fine Mesozoico offrono spunti per analogie con il moderno riscaldamento globale antropogenico.



Dinosauri, clima ed estinzione sono tre parole ormai entrate nell'uso comune, due delle quali forniscono un'iniezione quotidiana di paura in notiziari e social media. Le geoscienze ci hanno permesso di gettare luce sulla storia naturale del nostro pianeta, illustrandoci come la vita ha dovuto affrontare sconvolgimenti ecologici, spesso drammatici, ma che hanno generato la straordinaria diversità attuale dei viventi. Indagando i processi e le modalità con cui le forme di vita sono cambiate e si sono adattate agli sconvolgimenti climatici, forse possiamo acquisire maggiore consapevolezza sull'urgenza di agire verso ciò a cui stiamo inevitabilmente andando incontro. Da paleontologo dei vertebrati mesozoici, il modello a cui mi piace fare riferimento è quello dei dinosauri non-aviani, ovvero le specie vissute nel Mesozoico che non comprendono i superstiti della grande estinzione di fine Cretacico (gli uccelli).

ASCESA E DECLINO?

Il gruppo noto come Dinosauria (Fig. 1) è apparso circa 230 Ma (milioni di anni fa), dominando gli ecosistemi terrestri nel Giurassico e nel Cretacico fra innumerevoli sconvolgimenti geografici e climatici (pensiamo alla frammentazione del supercontinente Pangea). Dopo circa 160 milioni di anni di dominio incontrastato degli habitat terrestri, il regno dei dinosauri non aviani terminò bruscamente 66 Ma, durante l'estinzione di massa di fine Cretacico.

Una solida ipotesi scientifica sull'estinzione al limite fra Cretacico e Paleogene (K/Pg) è un'acquisizione relativamente recente delle Scienze della Terra. Per gran parte del XX secolo, l'ipotesi più accreditata su questa estinzione vedeva nei lenti cambiamenti climatici avvenuti durante il Cretacico Superiore, le cause di notevoli alterazioni degli habitat terrestri. Questi sconvolgimenti avrebbero portato a un lungo e lento declino della stirpe dinosauriana. Questo tipo di interpretazione riguardo l'estinzione venne suggellato dal classico della Disney del 1940, *Fantasia*. In un drammatico epilogo al segmento animato, accompagnato dalle note de "La sagra della primavera", di Igor Stravinsky, i dinosauri non riescono ad adattarsi ai catastrofici cambiamenti che subisce il pianeta: mentre il livello marino si abbassa e le temperature si innalzano vertiginosamente, questi giganti infallibili collassano al suolo, spirando sotto un sole cocente. L'ipotesi che lenti cambiamenti climatici possano aver causato un graduale declino in biodiversità dei dinosauri è stata dibattuta in paleontologia anche di recente. Per quanto i più possano associare al "tempo dei dinosauri" un ambiente generalmente caldo e umido, quasi ovunque tropicale, caratterizzato da verdi e lussureggianti paludi, le condizioni ambientali erano in continua e dinamica evoluzione. Regimi di clima differenti nello spazio e in continua evoluzione nel tempo, influenzavano la distribuzione degli habitat terrestri,

Keywords

Dinosauria
Mesozoico
Cretacico
Estinzione

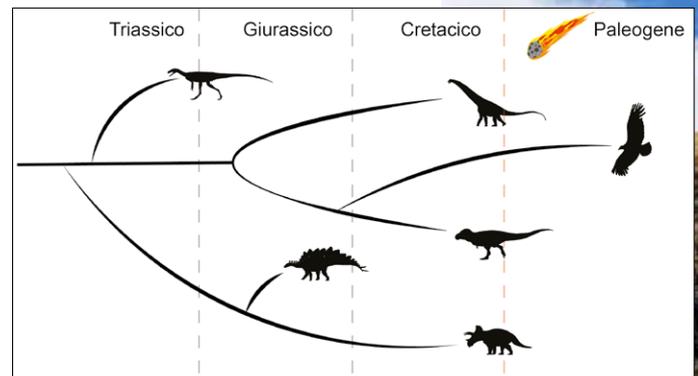


Fig. 1 - Albero evolutivo di Dinosauria.

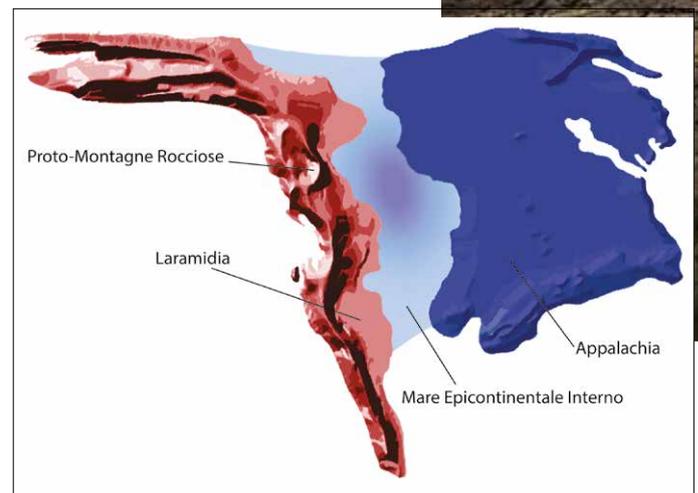


Fig. 2 - Paleobiogeografia del continente Nordamericano durante gran parte del Cretacico Superiore.

determinando gli adattamenti degli animali che li abitavano. Anche se la configurazione dei continenti a fine Cretacico era pressoché analoga a quella odierna, fluttuazioni ritmiche del livello marino sconvolgevano le linee di costa. Un caso emblematico è quello del continente Nordamericano, il quale, per molta parte del tardo Cretacico, fu inondato da un mare epicontinentale (Fig. 2). Questo corpo d'acqua divideva il Nord



Fig. 3 - Calanchi del Dinosaur Provincial Park (Campaniano) situati in Alberta, Canada. Foto dell'autore, Agosto 2017.

America (dal Messico all'Alaska dei nostri giorni) in due masse di terra emersa, la Laramidia ad Ovest e l'Appalachia a Est (**Fig. 2**). Tali differenze geografiche rendevano l'aspetto di questo continente molto differente da come lo conosciamo oggi.

Per esempio, gli aridi calanchi di color bruno e grigio dell'odierno Ovest americano (**Fig. 3**) erano un tempo sponde lussureggianti di antichi fiumi e rigogliose foreste brulicanti di vita. Il registro fossile del Nord America per quanto riguarda i dinosauri del Cretacico Superiore è probabilmente il più ricco al mondo. I siti fossiliferi sono molto diffusi e gli affioramenti rocciosi seguono estesi intervalli temporali con continuità. Alcune aree, come la provincia canadese dell'Alberta, preservano successioni continue di rocce sedimentarie ricche in fossili di dinosauri per gli ultimi 15 milioni di anni del Mesozoico. Questi elementi sono molto importanti per i paleontologi, in quanto permettono loro di campionare le associazioni di specie che vivevano in un susseguirsi di orizzonti temporali.

Ma c'è un però. Il record fossile è purtroppo incompleto, come

argomentava persino Darwin nel capitolo 9 de "L'origine delle specie". Per esempio, sappiamo che le foreste, oggi come nel Mesozoico, producono suoli particolarmente acidi, capaci di accelerare la decomposizione delle carcasse. Questi ambienti sono inoltre caratterizzati da una ristretta presenza di grandi corsi d'acqua, limitando l'apporto di sedimenti che possono ricoprire i cadaveri degli animali. In queste condizioni, gli animali che vivono in tali ambienti verranno raramente preservati nel registro record fossile. Ne consegue che in alcune aree del pianeta, prive delle peculiari condizioni che possono permettere la decomposizione lenta e il rapido seppellimento di carcasse, la finestra per comprendere la biodiversità del passato è permanentemente chiusa al nostro sguardo indagatore.

Ma anche nelle zone meglio campionate, alcuni intervalli temporali sono meno produttivi di altri, rendendo le ricostruzioni sui trend di biodiversità nel tempo meno precise.

Seguendo un'interpretazione letterale del record fossile, alcuni paleontologi (Archibald et al., 2010; Sakamoto et al., 2016;

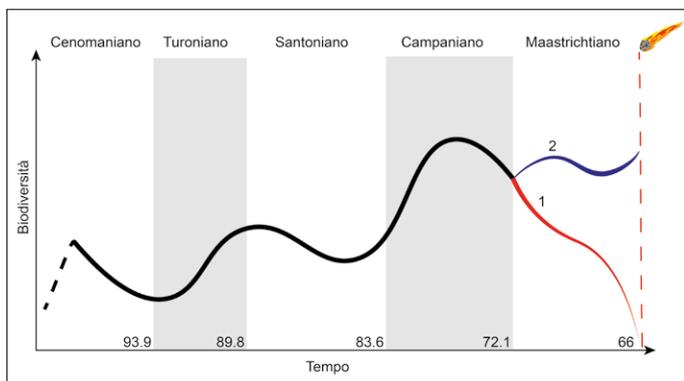


Fig. 4 - Ipotetico trend di biodiversità dei dinosauri nel Cretaceo Superiore. Due differenti interpretazioni vengono considerate riguardo le fluttuazioni in biodiversità prima del limite K/Pg per i dinosauri: un lento declino (1, linea rossa) o una stabilità (2, linea blu) precedenti l'estinzione.

Sloan et al., 1986) hanno ipotizzato che i dinosauri non aviani stessero andando incontro a una lenta crisi in biodiversità (Fig. 4), con meno specie negli stadi finali del Cretaceo (il Maastrichtiano, fra 72 e 66 milioni di anni) rispetto all'intervallo precedente, il Campaniano (fra circa 83 e 72 milioni di anni). Altri autori invece (Archibald, 2000; Brusatte et al., 2015; Sheehan et al., 2015) hanno sviluppato dei metodi di analisi quantitativi, in grado di tenere in conto delle diverse intensità di campionamento fra intervalli temporali differenti. Secondo questi ricercatori esistono poche evidenze per un pronunciato declino, con un'inevitabile scomparsa violenta e improvvisa 66 milioni di anni fa.

Durante il mio dottorato di ricerca, ho sviluppato diversi metodi di indagine per risolvere questo enigma paleontologico. Questi studi combinano i dati di distribuzione nel tempo e nello spazio dei fossili di dinosauro con avanzate tecniche di modellizzazione paleogeografica e paleoclimatica. I miei coautori e io abbiamo applicato un metodo preso in prestito dalla biologia della conservazione per studiare come i cambiamenti ambientali influenzino la distribuzione delle specie nello spazio. Questa tecnica, denominata Modellizzazione delle Nicchie Ecologiche (ENM), rivela, per mezzo di metodologie di indagini statistiche (che variano da semplici regressioni lineari ad avanzati metodi di intelligenza artificiale), le condizioni climatiche ideali in cui certe specie possono vivere. Questi modelli possono poi essere usati per predire la risposta di certi gruppi animali ai cambiamenti di condizioni ambientali, rivelando quali aree possano essere più o meno idonee a determinati gruppi tassonomici. Utilizzando i dati del "Paleobiology Database" (paleobiodb.org), abbiamo combinato questi metodi con i dati geologici e paleoclimatici per simulare i cambiamenti ambientali incorsi durante gli ultimi 18 milioni di anni del Cretaceo. In questo modo abbiamo studiato come l'evolversi dei regimi di precipitazione o la fluttuazione delle temperature possano aver influito sulla biologia dei dinosauri più diffusi in Nord America durante il

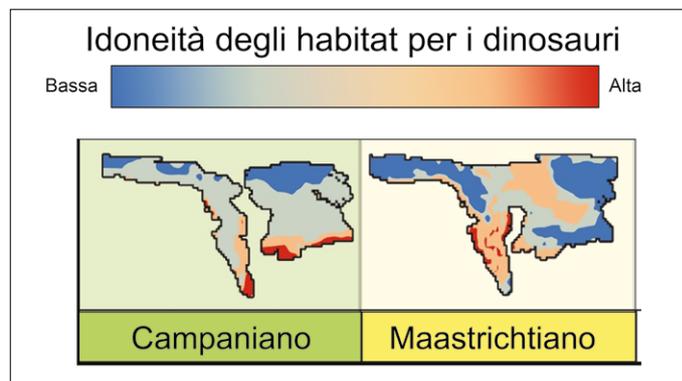


Fig. 5 - Modelli di distribuzione degli habitat idonei ai dinosauri non aviani nel Cretaceo terminale Nordamericano. Immagine modificata da Chiarenza et al., 2019.

Mesozoico: tirannosauri, ceratopsi e adrosauri. Proiettando le condizioni idonee alla biologia di questi animali sulle mappe paleogeografiche del Nord America, durante gli ultimi due piani del Mesozoico, abbiamo scoperto che al lento evolversi delle condizioni climatiche, gli habitat a dinosauri non erano in declino, ma stabili, se non addirittura in espansione in alcune aree (Fig. 5).

Ma com'è possibile allora che il record fossile di questi ambienti non si sia preservato? Per rispondere a questa domanda, il mio gruppo di ricerca si è avvalso di metodi di modellizzazione geologica. Sfruttando le informazioni sulle condizioni paleoclimatiche e paleogeografiche, abbiamo localizzato gli ambienti più idonei alla preservazione dei resti di vertebrati. I risultati mostrano una sorprendente sovrapposizione di aree ideali per la preservazione di fossili negli stessi habitat ricchi in biodiversità dinosauriana nel Campaniano, dove è stato ricostruito il presunto "picco" della diversità di specie di dinosauri non aviani (Fig. 4). Al contrario, durante le fasi finali del Mesozoico, le aree ideali per la preservazione di questi animali si riducono in numero ed estensione geografica. Ciò è un problema per le ricostruzioni paleobiologiche, in quanto più ampio è il nostro campione, più alta è la probabilità di rappresentare fedelmente una fauna costituita da specie diverse. Durante il Maastrichtiano, il grande ramo di mare intercontinentale si è ritirato. Le proto-Montagne Rocciose che separano l'Oceano Pacifico dalle terre dell'Ovest Nordamericano, hanno ristrutturato drasticamente la geografia del continente, influenzando anche la distribuzione dei bacini sedimentari e degli ambienti idonei alla preservazione dei fossili di vertebrati. Ciò ha impedito una preservazione del record fossile Maastrichtiano ad un livello paragonabile al più ricco record Campaniano. I lenti e inesorabili cambiamenti climatici non causarono quindi un declino dei dinosauri verso la fine del Cretaceo, ma influirono sulla qualità del registro fossile di questi animali.

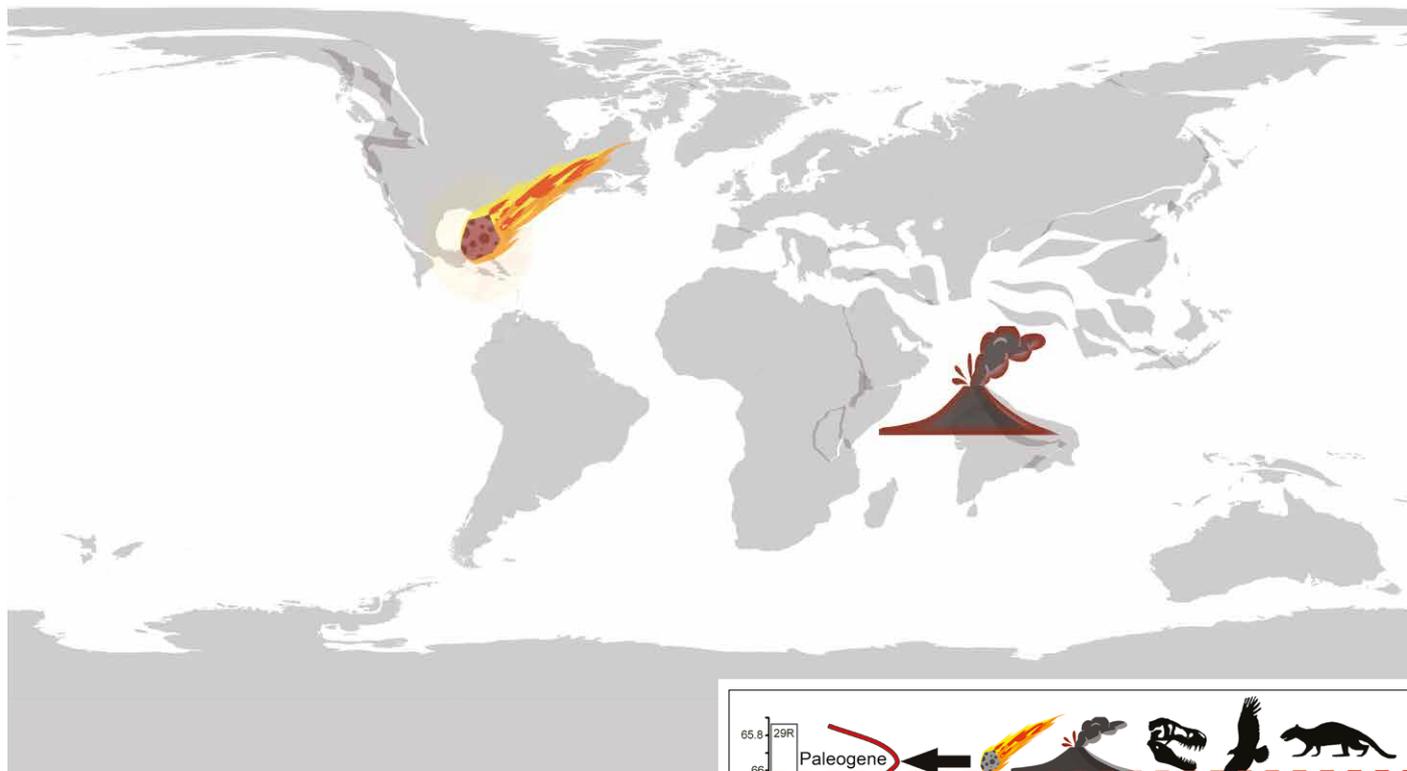


Fig. 6 - Paleogeografia di fine Maastrichtiano, con simboleggiati i siti di impatto meteorico nel Golfo del Messico e la provincia ignea del Deccan nell'odierna India. Mappa accessibile dal pacchetto R "mapast" di Varela & Rothkugel (2018).

L'ASTEROIDE ED IL VULCANO

Tralasciando il presunto lento declino di diversità, qualcosa di improvviso ha comunque spazzato via questa gloriosa stirpe di animali alla fine del Cretacico, lasciando il pianeta in eredità ai mammiferi e a un ristretto gruppo di dinosauri superstiti, gli uccelli neorniti (**Fig. 1**).

Dati stratigrafici ad alta risoluzione indicano che, 66 Ma fa, un evento globale di estinzione è correlabile con la deposizione di un particolare livello sedimentario proprio al limite fra Cretacico e Paleogene (K/Pg): uno strato di argilliti (scoperto per la prima volta alla Gola del Bottaccione, in Umbria), arricchito da elementi chimici rari abbondanti in asteroidi e comete, come l'Iridio, suggerisce una causa "extra-terrestre" per questi fenomeni. Le informazioni provenienti da discipline più disparate, dalla geofisica alla geochemica, supportano l'interpretazione che vede in un avvenimento rapidissimo e catastrofico l'agente causa della deposizione di questi detriti. Un impatto meteorico avvenuto nell'odierno villaggio di Chicxulub, nel Golfo del Messico (Alvarez et al., 1980), dove si trova un cratere di circa 150–200 km di diametro, e datato a 66 Ma, sembrerebbe la prova schiacciante dell'evento K/Pg (**Fig. 6**).

L'impatto avvenne in una zona di piattaforma carbonatica la cui violenta vaporizzazione delle rocce portò al rilascio di ingenti quantità di gas e detriti in atmosfera, in particolare solfuri e ceneri.

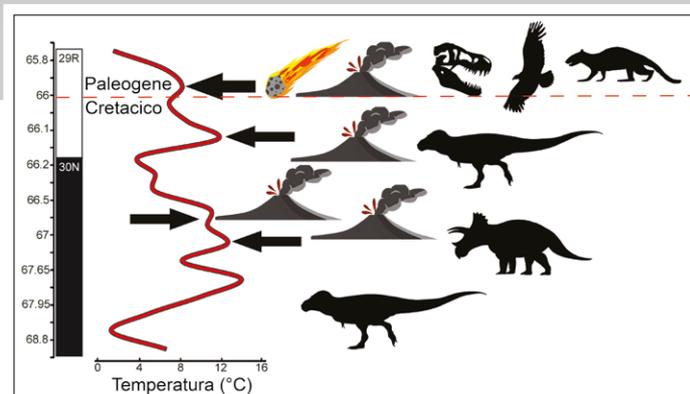


Fig. 7 - Cronologia degli eventi prossima al limite Cretacico–Paleogene (linea rossa tratteggiata), con la linea continua in rosso a rappresentare le oscillazioni di temperatura. Le frecce indicano le diverse fasi di attività dei Trappi del Deccan. Immagine modificata da Chiarenza et al., 2020.

Secondo l'interpretazione originale degli Alvarez (Alvarez et al., 1980), il rilascio di questi materiali oscurò il sole e raffreddò la superficie del pianeta, provocando la crisi biologica che portò alla scomparsa di diverse forme di vita, inclusi i dinosauri non aviani. Un'interpretazione alternativa (Keller, 1989) correla l'estinzione di fine Cretacico con dei cambiamenti climatici indotti dal vulcanesimo dei Trappi del Deccan (**Fig. 7**). Questa grande provincia ignea, delle dimensioni della odierna Francia e situata nel subcontinente Indiano (**Fig. 6**), era attiva verso la fine del Cretacico, rilasciando ingenti quantità di gas e detriti con possibili effetti venefici sull'ambiente e, a cascata, sulla biosfera.

Utilizzando le stesse tecnologie e metodi impiegati per indagare il presunto declino in diversità del tardo Cretacico, insieme al mio gruppo di ricerca ho ideato un sistema sperimentale per testare queste ipotesi sulle possibili cause dell'estinzione dei dinosauri non aviani. Mettendo insieme i dati provenienti da

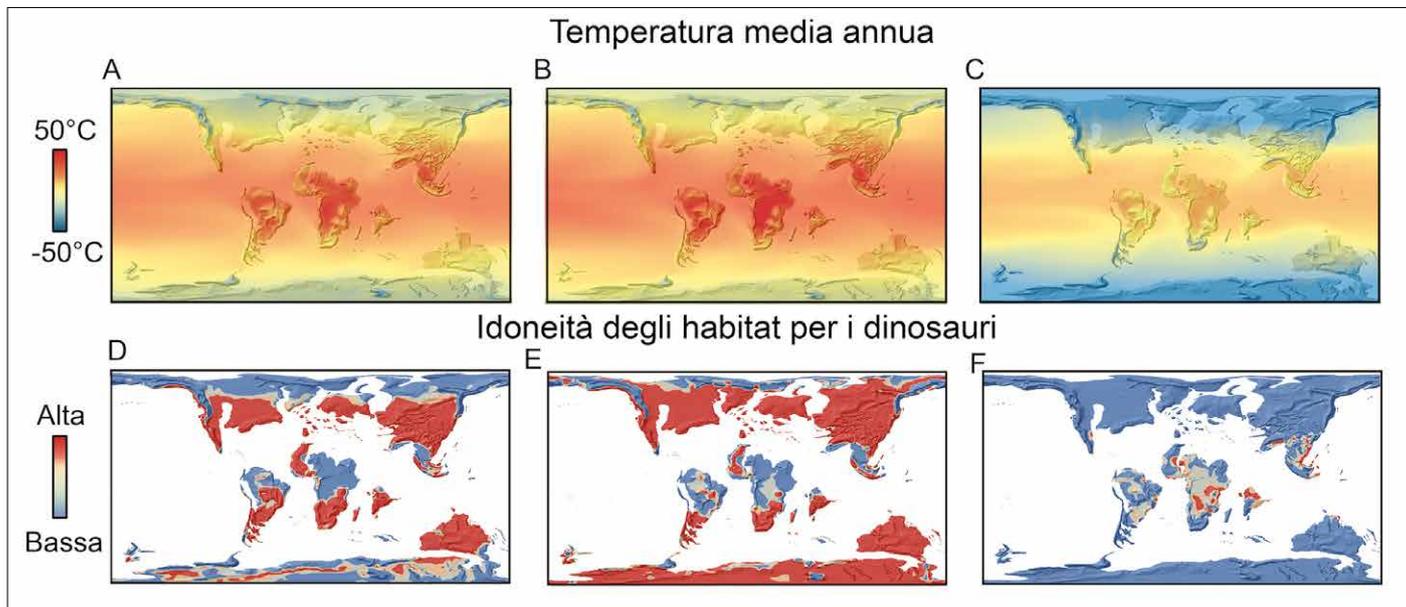


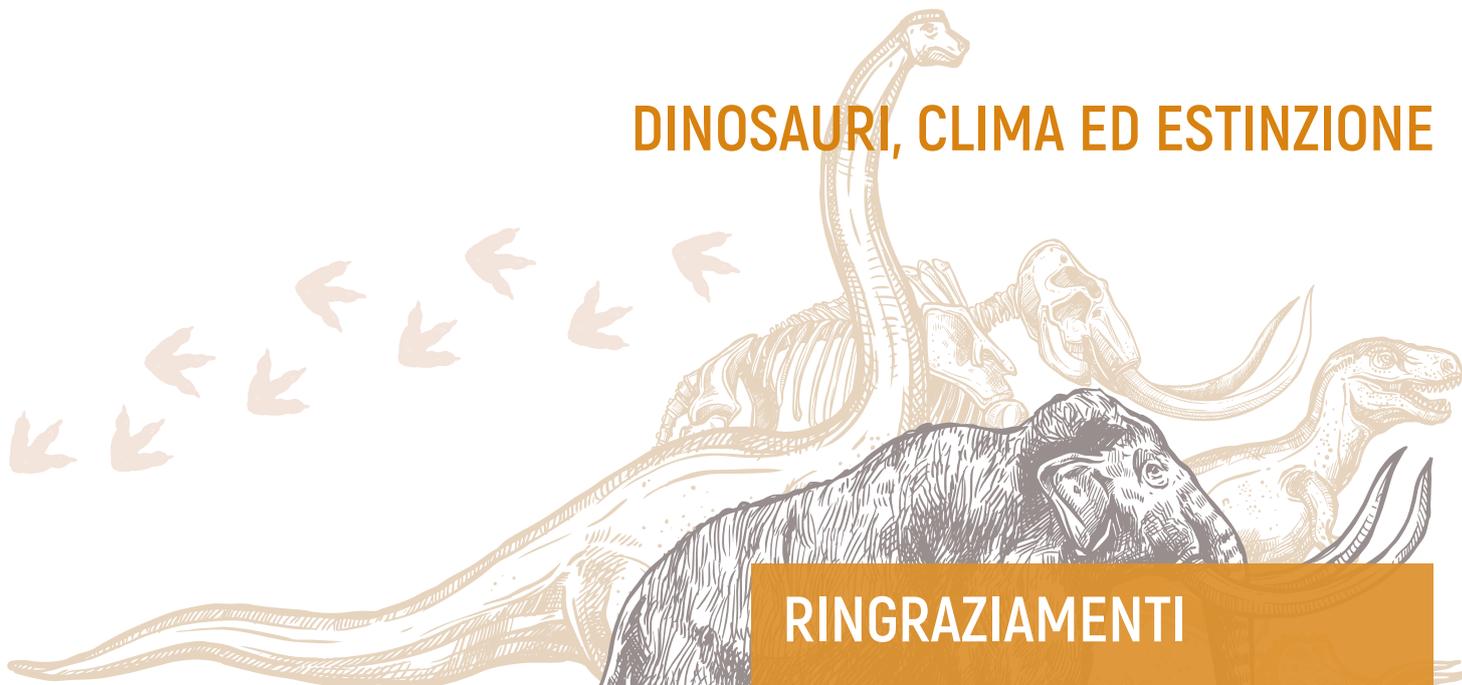
Fig. 8 - Mappe di temperatura media annua ricavate dal modello generale della circolazione atmosferica utilizzato in Chiarenza et al. (2020) e che riproduce le condizioni di fine Maastrichtiano (A), quelle dovute al riscaldamento atmosferico provocato dalle eruzioni dei Trappi del Deccan (B) e all’impatto di Chicxulub con riduzione del 10% della radiazione solare (C). I modelli d’idoneità degli habitat ecologici per diversi gruppi di dinosauri non aviani sono riportati in D–E e riproducono rispettivamente gli scenari descritti per A–C.

diverse discipline, abbiamo riprodotto gli effetti sul clima di questi eventi catastrofici, l’impatto dell’asteroide di Chicxulub e il vulcanesimo del Deccan (**Fig. 8**). Una volta simulati gli scenari climatici maggiormente plausibili, abbiamo potuto riprodurre l’effetto di questi sconvolgimenti sugli habitat dei dinosauri (**Fig. 8**). L’impatto sul clima del vulcanesimo del Deccan può aver provocato diversi effetti, da un lieve raffreddamento della superficie del pianeta a un innalzamento della temperatura fra i 2 e i 5 °C, dovuto alle emissioni di CO₂ vulcanica (**Fig. 7 e 8**). I modelli di distribuzione degli habitat a dinosauri mostrano come le alterazioni climatiche dovute al vulcanesimo hanno un effetto minimo sulla distribuzione delle aree ideali per questi animali (**Fig. 8**). L’iniezione di gas sulfurei e l’oscuramento del Sole, dovute alle ingenti quantità di detriti e cenere emesse dalla collisione con l’asteroide, hanno causato un vero e proprio “inverno da impatto”, con una riduzione di irraggiamento sulla superficie terrestre dal 10 al 20% della normale radiazione solare, equivalenti a un raffreddamento di anche -60°C. Secondo altri scenari, l’impatto di Chicxulub potrebbe aver rilasciato una quantità di materiale paragonabile a 50–100 volte l’eruzione del Monte Pinatubo nel 1991, con un altrettanto radicale raffreddamento del pianeta (intorno ai -40°C). Questi effetti innescati dall’impatto meteorico causano un annichimento della diversità dinosauriana a livello globale nei nostri modelli, spazzandone via gli habitat ideali per supportare la loro biologia e provocandone la conseguente l’estinzione (**Fig. 8**).

VITA E MORTE AL LIMITE CRETACICO-PALEOGENE

Un dato secondario, ma nondimeno importante, emerge da queste simulazioni: il riscaldamento globale innescato dal riscaldamento del Deccan sembrerebbe “attutire” il raffreddamento causato dall’impatto, in particolare accelerando il ristabilimento delle condizioni atmosferiche precedenti la collisione meteorica. Recentemente, diversi studi hanno cercato di ricalibrare con un’alta definizione gli eventi cronostratigrafici coincidenti con le fasi eruttive del Deccan. Sprain e coautori (2019), per esempio, suggeriscono che questo evento di attività sia cominciato circa 400.000 anni prima dell’impatto, esaurendosi 600.000 anni dopo il limite K/Pg. Questi studi sottolineano come l’attività eruttiva più intensa avvenne dopo il limite K/Pg. Il record paleontologico indiano, in prossimità dell’epicentro di questi eventi effusivi (fig. 6), mostra come questi episodi non sembrano aver intaccato la biodiversità della zona. Gli strati sedimentari intercalati a questi campi lavici preservano una fauna ad alta diversità di pesci, lissanfibi, coccodrilli e dinosauri non aviani (comprese le loro uova). Questi animali non potevano esser migrati da terre emerse limitrofe, dato che l’India Cretacica si era distaccata da decine di milioni di anni dall’Africa e non aveva ancora colliso con l’Asia, rappresentando una sorta di “zattera” alla deriva nel bel mezzo dell’Oceano Tetide. Ciò metterebbe in dubbio uno stretto legame diretto fra questi episodi eruttivi e l’estinzione di queste specie.

I risultati dei nostri modelli ecologici sembrerebbero confermare recenti studi presentati da altri gruppi di ricerca. Basandosi sul record del microplankton e dati dettagliati di geochimica dei sedimenti marini per ricostruire i valori di temperatura e



RINGRAZIAMENTI

Ringrazio i miei supervisor di dottorato e coautori: Philip Mannion (*University College London*), Peter Allison (*Imperial College London*), Alex Farnsworth, Dan Lunt e Paul Valdes (*University of Bristol*), Lewis Jones (*Imperial College London*), Jo Morgan (*Imperial College London*), Sarah Jane-Kelland e Andy Quallington (*Getech plc*). Questa ricerca è stata condotta grazie ai fondi della *Janet Watson Departmental PhD Scholarship* all'*Imperial College London*. Anna Giamborino (APPI) ha fornito un apprezzato contributo nel controllo editoriale di questo articolo. Le *silhouette* riprodotte nelle figure sono accessibili liberamente sul sito web Phylopic.org.

produttività oceanica durante la transizione fra Cretacico e Paleogene, Princelli Hull e colleghi (2020) hanno dimostrato come una diretta correlazione tra impatto ed estinzione di numerosi microrganismi sia riconducibile solo all'evento di Chicxulub, mentre episodi di riscaldamento globale dovuti al vulcanesimo del Deccan possano aver ristabilito la produttività ecosistemica dopo l'impatto. Analoghi risultati, questa volta sulla terraferma, provengono dal gruppo di Tyler Lyson e colleghi (2020) del Museo di Storia Naturale di Denver: un nuovo sito ad alta risoluzione temporale alla transizione K/Pg situato in Colorado (USA) offre uno straordinario spaccato di estinzione e ripresa ecologica. Dopo l'estinzione di diversi gruppi di piante e animali, la vita si riprende velocemente: l'incremento di diversità vegetale e animale, con il sostanziale aumento di taglia corporea di questi ultimi, corrispondono ad episodi di riscaldamento globale. Tali eventi coincidono proprio con la ricalibrazione più recente degli episodi eruttivi del Deccan (Lyson et al., 2020; Sprain et al., 2019). Considerando l'insieme di questi studi, da un angolo di modellizzazione ecosistemica, record cronostratigrafico e paleontologico, si converge sempre più verso un punto di comune consenso: se l'evento extraterrestre di Chicxulub ha causato l'improvvisa estinzione di fine Cretacico, coinvolgendo i carismatici dinosauri non aviani, gli episodi eruttivi del Deccan possono aver addirittura impedito una ben più catastrofica estinzione, alleviandone gli effetti negativi e potenzialmente accelerando la ripresa della biosfera.

Le implicazioni di questa correlazione diretta fra impatto meteorico ed estinzione di fine Cretacico sono forse più profonde di quanto possano sembrare. Il sistema che comprende clima e biosfera rappresenta un delicatissimo equilibrio dinamico, con effetti spesso imprevedibili e controintuitivi, che richiedono particolare attenzione nelle azioni compiute sull'ambiente. La paleontologia ci suggerisce che l'estinzione di massa K/Pg è un buon modello per capire un evento di cambiamento climatico troppo rapido per la maggior parte del biota terrestre, rendendone impossibile il momentaneo adattamento e condannando diversi organismi all'estinzione. Qualche decennio di fluttuazioni termiche anormale possono davvero incidere così profondamente sugli ecosistemi globali, mettendo a repentaglio la vita sul nostro pianeta. Forse c'è da fare tesoro dell'insegnamento lasciatoci dalle ossa polverose di questi giganti mesozoici, che rappresentano un nefasto monito sui delicati equilibri fra clima ed estinzione.

BIBLIOGRAFIA

- Alvarez L., Alvarez W., Asaro F. & Michel H.V. (1980). *Extraterrestrial cause for the Cretaceous-Tertiary extinction: experimental results and theoretical interpretation*. Science, 208, 1095–1108. <https://science.sciencemag.org/content/208/4448/1095>
- Archibald J. D. (2000). *Dinosaur abundance was not declining in a '3 m gap' at the top of the Hell Creek Formation, Montana and North Dakota: comment and reply*. Geology 28, 1149–1150.
- Archibald J. D. et al. (2010). *Cretaceous extinctions: multiple causes*. Science, 328, 973.
- Brusatte S. L. et al. (2015). *The extinction of the dinosaurs*. Biol. Rev. 90, 628–642.
- Chiarenza A.A., Mannion P.D., Lunt D.J., Farnsworth A., Jones L.A., Kelland S.-J. & Allison P. A. (2019). *Ecological niche modelling does not support climatically-driven dinosaur diversity decline before the Cretaceous/Paleogene mass extinction*. Nature Communications, 10, 1091. <https://www.nature.com/articles/s41467-019-08997-2>
- Chiarenza A.A., Farnsworth A., Mannion P.D., Lunt D., Morgan J, Valdes P. & Allison P.A. (2020). *Asteroid impact, not volcanism, caused the end-Cretaceous dinosaur extinction*. PNAS. 117, 29, 17084–17093. <https://www.pnas.org/content/117/29/17084>
- Hull P.M. & a team of 34 scientists (2019). *On impact and volcanism across the Cretaceous–Paleogene boundary*. Science, 367, 6475, 266–272. <https://science.sciencemag.org/content/367/6475/266>
- Keller G. (1989). *Extended period of extinctions across the Cretaceous/Tertiary boundary in planktonic foraminifera of continental-shelf sections: Implications for impact and volcanism theories*. GSA Bulletin, 101, 11, 1408–1419. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1989\)101%3C1408:EPOEAT%3E2.3.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1989)101%3C1408:EPOEAT%3E2.3.CO;2)
- Sakamoto M., Benton M. J. & Venditti C. (2016). *Dinosaurs in decline tens of millions of years before their final extinction*. Proc. Natl Acad. Sci. USA 113, 5036–5040.
- Sheehan P. M., Fastovsky D. E., Hoffmann R. G., Berghaus C. B. & Gabriel D. L. (1991). *Sudden extinction of the dinosaurs: family-level patterns of ecological diversity during the latest Cretaceous, upper Great Plains, USA*. Science 254, 835–839.
- Sloan et al. (1986). *Gradual dinosaur extinction and simultaneous ungulate radiation in the Hell Creek Formation*. Science 232, 629–633.
- Sprain C.J., Renne P.R., Vanderkluyens L., Pande K., Self S. & Mittal T. (2019). *The eruptive tempo of Deccan volcanism in relation to the Cretaceous-Paleogene boundary*. Science, 363, 866–870. <https://science.sciencemag.org/content/363/6429/866>
- Varela S. & Rothkugel K. S. (2018). *Mapast: combine paleogeography and paleobiodiversity. R package version 0.1*. <https://github.com/macrocology/mapast>



Associazione Italiana DI VULCANOLOGIA

a cura di Eugenio Nicotra

 Pagina web: <https://www.aivulc.it/it/>

Lettera dal PRESIDENTE AIV

Care Socie e cari Soci
con il lento miglioramento della situazione pandemica stiamo finalmente ricominciando a respirare aria di libertà, sebbene la precarietà del contesto ci imponga molta cautela. Ma sono fiducioso del fatto che questo clima rinnovato si riverbererà positivamente anche sulle attività promosse dall'Associazione Italiana di Vulcanologia. Nel periodo trascorso tra la preparazione del precedente numero di *Geologicamente* e quello che oggi stiamo leggendo siamo riusciti a dar vita ad un piacevole momento di incontro dei nostri giovani vulcanologi tramite lo svolgimento in forma virtuale, in attesa di poter riprendere la nostra vita normale, della Conferenza Rittmann per Giovani Ricercatori. L'evento scientifico, rivelatosi di straordinario successo proprio perché fortemente voluto dall'intera comunità vulcanologica, è stato il primo da Febbraio 2019, quando si tenne la 4a Conferenza Rittmann a Catania.

Gli effetti negativi della pandemia hanno purtroppo colpito - anche per quest'anno - l'organizzazione della Scuola Internazionale di Vulcanologia di Stromboli, organizzata in collaborazione con la Volcanological Society of Japan e generalmente rivolta a studenti di dottorato, post-doc e giovani ricercatori provenienti da varie parti del mondo. L'appuntamento è solamente rimandato al 2022, ovvero quando sarà auspicabile che le restrizioni alle frontiere siano definitivamente scomparse.

La gestione degli spostamenti interni al nostro Paese si prospetta invece più semplice nel prossimo futuro. Nonostante ciò, il Consiglio Direttivo dell'AIV ha valutato che le condizioni per riproporre la Scuola di Vulcanologia "Bruno Capaccioni" a Bolsena non fossero ancora pienamente mature per Settembre 2021. In sostituzione dell'evento di Bolsena, abbiamo pertanto deciso di promuovere, almeno per quest'anno, un fieldtrip geologico con attività esclusivamente sul terreno, all'aria aperta e dunque in totale sicurezza, presso le isole di Lipari e Vulcano rivolto sia a studenti sia a dottorandi.

Possiamo adesso guardare avanti con più ottimismo, e non è infatti casuale che la programmazione delle attività AIV sia estremamente effervescente. A tal riguardo, seguitemi sempre sul sito web dell'AIV al link www.aivulc.it e sui nostri canali social Facebook, Instagram, Twitter e YouTube per rimanere sempre aggiornati sulle attività sociali in itinere!

Prof. Marco Viccaro
Presidente dell'AIV 2021-2023

GEOLOGICAL FIELDTRIPS AIV *Storia eruttiva recente di Lipari e Vulcano*

Nell'ambito delle sue attività, l'AIV, con la collaborazione di IAVCEI, organizza un *fieldtrip geologico nelle isole di Lipari e Vulcano (Isole Eolie)*.

Il *fieldtrip*, rivolto a studenti e dottorandi, si svolgerà dal 5 al 10 Settembre 2021 e prevedrà 4 escursioni giornaliere a Lipari e Vulcano (Fig. 1). Le attività saranno svolte interamente sul terreno durante escursioni mirate all'**analisi di litofacies di depositi piroclastici e lave** riferibili alle eruzioni effusive ed esplosive di medio- bassa intensità di magmi intermedi e silicici della storia eruttiva recente dei due vulcani. Saranno investigate le caratteristiche principali di depositi riconducibili a differenti meccanismi di trasporto e deposizione, da processi di caduta a correnti piroclastiche e lahar, e diversi tipi di corpi lavici, ed i processi magmatici/eruttivi che possono essere ricostruiti tramite lo studio di tali depositi. Il *fieldtrip* ha l'obiettivo di **incrementare la conoscenza dei sistemi eruttivi di vulcani intermedio-silicici** caratterizzati da rapide transizioni tra attività effusiva ed esplosiva, la cui importanza è aumentata esponenzialmente negli ultimi anni a seguito di recenti crisi eruttive.

COMITATO ORGANIZZATORE

- | | |
|--|--|
|  Federico Lucchi
Univ. Bologna |  Gianfilippo De Astis
INGV |
|  Eugenio Nicotra
Univ. della Calabria |  Claudio Tranne
Univ. Bologna |



Fig. 1 - Cratere della Fossa di Vulcano e panorama su Lipari e le altre Isole Eolie.

IV CONFERENZA "A. RITTMANN" *per giovani ricercatori*

Durante il 2020 e il 2021, la pandemia COVID-19 ha duramente colpito la popolazione mondiale. Il forzato distanziamento sociale, l'impossibilità degli spostamenti e il lavoro in smart working hanno provocato l'isolamento di ciascuno di noi all'interno delle nostre abitazioni, portando ad una limitazione dei contatti interpersonali.

Proprio in questo momento di difficoltà, l'Associazione Italiana di Vulcanologia (AIV) ha deciso di restare vicino ai "giovani" studenti e ricercatori e di rafforzare il più possibile i legami sociali, facendo sentire la propria presenza e la voglia di condivisione. Per questi motivi, l'AIV ha deciso di puntare fortemente per l'organizzazione, seppur in un breve lasso di tempo, della IV Conferenza "A. Rittmann" per Giovani Ricercatori, per la prima volta in modalità virtuale. E la risposta dei giovani vulcanologi non si è fatta attendere.

La conferenza si è infatti svolta online dal 6 al 9 Aprile 2021, con la partecipazione di oltre **150 studenti triennali, magistrali, Dottorandi e Post-Doc**, da tutta Italia e non solo. Unendo la partecipazione degli altri soci AIV, la Conferenza ha avuto più di **200 partecipanti** regolarmente iscritti.

I contributi sono stati moltissimi: nelle 4 sessioni tematiche (Magma e sistemi di alimentazione, Dinamiche eruttive e di messa in posto, Geologia e struttura dei vulcani, Monitoraggio, pericolosità e rischio vulcanico), sono stati raccolti in media 10 contributi orali e 5 poster per sessione, per un totale di 62 contributi, pubblicati in un volume speciale della "Miscellanea INGV". Numeri che non hanno niente da invidiare, vista la settorialità degli argomenti trattati, ad una normale conferenza plenaria. La partecipazione durante le sessioni orali ha coinvolto sia "senior" che "junior", mentre la particolare organizzazione delle sessioni poster ha fatto in modo che ogni poster avesse una stanza di discussione dedicata dove poter andare ad interloquire con l'autore.

Durante la Conferenza, sono stati inoltre banditi dei **Premi**, pari a un anno di iscrizione gratis presso l'AIV, per la migliore presentazione Poster, vinto da Matthias Ghiotto (**Fig. 2**), e Orale, vinto in ex aequo da Roberta Spallanzani (**Fig. 3**) e Pietro Gabellini (**Fig. 4**), i quali hanno preparato un video esplicativo della loro attività di ricerca per il nostro canale *YouTube* (AIV - Associazione Italiana di Vulcanologia).



Fig. 2 - Matthias Ghiotto, studente dell'Università di Firenze.



Fig. 3 - Roberta Spallanzani, dottoranda presso l'Università di Potsdam (Germania).



Fig. 4 - Pietro Gabellini, assegnista di ricerca presso l'Università di Firenze.

PREMI AIV 2021

Anche quest'anno l'AIV assegna il **Premio per Miglior Tesi di Dottorato 2021** (1000 €) ed il **Premio per Miglior Tesi di Laurea "Bruno Capaccioni" 2021** (500 €) su tematiche inerenti alla Vulcanologia. I bandi di concorso sono pubblicati sul sito web dell'associazione (www.aivulc.it). L'iniziativa è riservata a soci AIV in regola con i pagamenti delle quote associative al momento della scadenza del bando, che abbiano

conseguito rispettivamente il titolo di dottorato tra il 1° agosto 2020 e il 31 luglio 2021 o il titolo di laurea tra il 1° settembre 2020 e il 31 luglio 2021.

I candidati dovranno presentare via *e-mail* la domanda di partecipazione al bando **entro le ore 24:00 del 07.08.2021**, all'indirizzo secretary@aivulc.it.

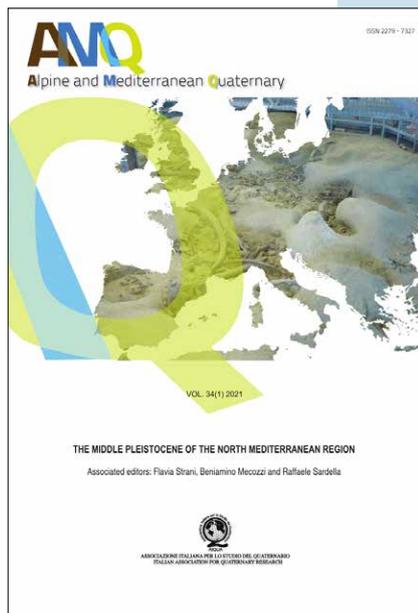


Associazione Italiana PER LO STUDIO DEL QUATERNARIO

a cura di **Eleonora Regattieri**

 Pagina web: www.aiqua.it

Copertina AMQ 34 (1).
Immagine elaborata da
Flavia Strani: The Middle
Pleistocene fossiliferous
deposit of La Polledrara di
Cecanibbio (Latium, Italy)
(photo from Marano et al.
[2021]; original map from
d-maps.com).



AMQ è la rivista dell'Associazione Italiana per lo Studio del Quaternario, è totalmente *Open Access*, con licenza CC BY-NC 4.0. Accetta contributi in lingua inglese e pubblica due fascicoli all'anno, a giugno e a dicembre.

I contributi per il fascicolo 35 (1) 2022 possono essere inviati entro Dicembre 2021!

<http://amq.aiqua.it/>

A giugno è uscito il fascicolo 34 (1) di AMQ dedicato al tema "The Middle Pleistocene of the North Mediterranean region".

Il volume, curato da Flavia Strani, Beniamino Mecozzi e Raffaele Sardella, raccoglie contributi di archeologi, paleoantropologi e paleontologi italiani e francesi che non solo propongono lo stato dell'arte su alcune tematiche chiave del Pleistocene medio Europeo ma descrivono siti e collezioni museali note fin dagli inizi del XX secolo ma pubblicati su riviste locali, in italiano o francese, e spesso "dimenticati".

I. Strani F., Mecozzi B. & Sardella R.

An overview of the Middle Pleistocene in the North Mediterranean region.

II. Buzi C., Di Vincenzo F., Profico A. & Manzi G.

The pre-modern human fossil record in Italy from the Middle to the Late Pleistocene: an updated reappraisal.

III. Muttillo B., Lembo G. & Gallotti R.

Lithic productions during the first half of the Middle Pleistocene (MIS 19-12) in the Italian Peninsula: an overview.

IV. Conti J., Bellucci L., Iurino D.A., Strani F. & Sardella R.

A Review of the Ursus material from Fontana Ranuccio (Middle Pleistocene, central Italy): new insights on the first occurrence of brown bear in Italy.

V. Bona, F. & Strani F.

New Data on the Middle Pleistocene small mammal fauna from the Homo bearing site of Fontana Ranuccio (Anagni Basin, Central Italy).

VI. Brugal J.-P., Giuliani C., Fosse P., Fourvel J.-P., Magniez P., Pelletier M. & Uzunidis A.

Preliminary data on the Middle Pleistocene site of Lunel-Viel I (Hérault, France).

VII. Romano M., Mecozzi B. & Sardella R.

The Quaternary paleontological research in the Campagna Romana (Central Italy) at the 19th-20th Century Transition: historical overview.

VIII. Mecozzi B., Iannucci A., Mancini M. & Sardella R.

Redefining Ponte Molle (Rome, central Italy): an important locality for Middle Pleistocene mammal assemblages of Europe.

IX. Fernandez P., Jeannet M., Jaubert J. & Brugal J.-P.

Paleoecological first results from the Middle Pleistocene sequence of Coudoulous I (Quercy, Lot, France).

X. Iannucci A., Mecozzi B. & Sardella R.

Large mammals from the Middle Pleistocene (MIS 11) site of Fontignano 2 (Rome, Central Italy), with an overview of "San Cosimato" assemblages.

XI. Marano F., Palombo M.R., Cerilli E. & Milli S.

The fossilization of mammal bones at la Polledrara di Cecanibbio (Rome, Central Italy). Insights for in situ preservation.

INQUA-SQS INTERNATIONAL FIELD *Workshop*



1-3 Settembre 2021

Simposio

Palazzo Steri, Palermo
1-2 Settembre 2021

Escursione

Monte San Nicola, Stratotipo del Gelasiano
3 Settembre 2021

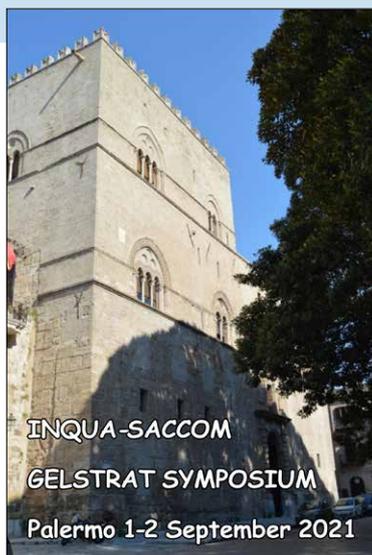


Fig. 1 - Palazzo STERI, sede del Simposio. Piazza Marina, 61 - 90133 Palermo.

SCOPO

Questo incontro intende sviluppare la principale missione di AIQUA, INQUA-SACCOM e SQS: promuovere la ricerca sul Quaternario attraverso il coinvolgimento di competenze multidisciplinari internazionali.

Tema centrale sarà lo studio della transizione Neogene-Quaternario, con focus sullo spettacolare affioramento di Monte San Nicola (Gela, Sicilia; **Fig. 2**), già GSSP del Piano Gelasiano, Sottoserie del Pleistocene inferiore, Serie del Pleistocene e Sistema Quaternario.

La partecipazione dei giovani ricercatori è particolarmente gradita ed anzi fortemente incoraggiata.

L'iniziativa si propone di dare vita ad un gruppo di lavoro e ad un progetto ("Gelstrat") che consentano di rivisitare lo stratotipo del Gelasiano (**Fig. 3**). Ciò sarà fatto attraverso un approccio interdisciplinare ad altissima risoluzione, al fine di ricostruire la storia climatica di uno degli intervalli più critici della storia della Terra, che vede, in coincidenza con la fase di massima espansione della calotta glaciale artica, lo sviluppo di cicli glaciale/interglaciale ben definiti.

ORGANIZZATORI

Antonio Caruso, Martin J. Head, Adele Bertini, Maria Marino.

COMITATO SCIENTIFICO

Adele Bertini, Sergio Bonomo, Isabel Cacho, Luca Capraro, Antonio Caruso, Patrizia Ferretti, Martin J. Head, Timothy Herbert, Fabrizio Lirer, Patrizia Maiorano, Maria Marino, Lewis Owen, and Giovanna Scopelliti.

System / Period	Series / Epoch	Stage / Age	GSSP	numerical age (Ma)
Quaternary	Holocene	U/L Meghalayan	→	present
		M Northgrippian	→	0.0042
		L/E Greenlandian	→	0.0082
	Pleistocene	U/L Upper	→	0.0117
		M Chibanian	→	0.129
Pliocene	L/E	Calabrian	→	0.774
		Gelasian	→	1.80
	Zanclean	→	2.58	
				3.600
				5.333

Fig. 2 - La Sezione di Monte San Nicola (GSSP del Piano Gelasiano).

INFORMAZIONI PRELIMINARI

(Maggiori informazioni saranno fornite nella prossima circolare che sarà disponibile sul sito Web di AIQUA:

<http://www.aiqua.it/index.php>)

- ▶ Il Simposio (1-2 Settembre) è previsto in presenza ma per le norme anti-Covid il numero di partecipanti sarà limitato al 45% della capacità della sala che ha 100 posti a sedere. Non si esclude la possibilità di partecipazione anche in diretta streaming. Nel prossimo mese saranno definite nuove linee guida che potrebbero aumentare la percentuale della capienza della sala.
- ▶ La registrazione è gratuita.
- ▶ Escursione (3 Settembre): Il trasporto in bus sarà fornito dall'organizzazione. Il pagamento dell'escursione (indicativamente 20/30 Euro, in funzione del numero dei partecipanti) sarà effettuato in loco.
- ▶ Alloggio: Sarà fornita una lista di hotel, consigliati per la vicinanza alla sede della conferenza (tutti raggiungibili a piedi).

ISTRUZIONI PER GLI AUTORI

Gli autori sono tenuti a proporre un riassunto con un massimo di 3500 caratteri, inclusi titolo, autore/autori, affiliazioni, testo ed eventuali riferimenti bibliografici; non sono ammesse figure. I riassunti devono essere indirizzati a giovanna.scopelliti@unipa.it

▶ Comunicazioni orali

Ogni presentazione (formato del file Microsoft PowerPoint o PDF) avrà una durata di 15 minuti, seguita da discussione.

▶ Poster

I poster (altezza cm 100 x larghezza cm 70) saranno esposti durante l'intero incontro presso la sede del simposio a Palazzo Steri.

SCADENZE

Scadenza per la registrazione: 23 luglio 2021.

Scadenza per l'invio dei riassunti: 28 luglio 2021.



Fig. 3 - Scala cronostratigrafica del Quaternario (modificata da Cohen, K.M., Harper, D.A.T., Gibbard, P.L. 2021. ICS *International Chronostratigraphic Chart* 2021/05).



Associazione PALEONTOLOGICA PALEOARTISTICA Italiana

a cura di Anna Giamborino

 Pagina web: www.paleoappi.it

AL VIA LA PRIMA EDIZIONE DEL *Premio Italiano di Paleoarte*



Verrà inaugurata martedì 15 giugno 2021 la competizione artistica legata al Premio Italiano di Paleoarte, ideata e promossa dall'Accademia Valdarnese del Poggio, dal Museo Paleontologico di Montevarchi e dall'illustratore italiano Sante Mazzei. Tra gli obiettivi perseguiti dall'organizzazione del Premio Italiano di Paleoarte c'è la volontà di diffondere la conoscenza della Paleoarte (la rappresentazione della vita preistorica attraverso varie tecniche artistiche) e conseguentemente offrire una vetrina agli artisti professionisti e aspiranti tali che desiderano promuovere le proprie creazioni legate alla paleontologia. Proprio negli ultimi anni si è registrato un notevole aumento di artisti interessati alla paleoarte e una conseguente produzione di opere volte a interpretare i fossili, generalmente allegate a pubblicazioni scientifiche o esposte nei musei.

L'Accademia Valdarnese del Poggio e il Museo Paleontologico di Montevarchi si fanno dunque promotori di un'iniziativa unica nel suo genere, volta soprattutto a premiare il lavoro di tanti nuovi artisti sempre più vicini al mondo dell'illustrazione e della scultura paleontologica, garantendo per altro un premio in denaro per i tre artisti giudicati più meritevoli.



Data ultima per l'invio del materiale di partecipazione al contest è mercoledì 15 settembre 2021.

Dalle opere inviate per la competizione nascerà una mostra artistica che verrà inaugurata al pubblico in occasione della quarta edizione del Paleo-Fest, l'originale Festival della Preistoria di Montevarchi, che si terrà nei giorni di sabato 2 e domenica 3 ottobre 2021.

Le opere saranno esposte presso il Museo Paleontologico di Montevarchi per tutto il mese di ottobre, dopo di che si trasformeranno in una piccola esposizione itinerante che sarà protagonista in una serie di appuntamenti selezionati dall'Accademia Valdarnese del Poggio, da A.P.P.I. – Associazione Paleontologica Paleoartistica Italiana e dai partner del Premio Italiano di Paleoarte. Il P.I.d.P. è patrocinato dall'Associazione Paleontologica e Paleoartistica Italiana, realtà impegnata ormai da anni nella divulgazione scientifica in ambito geo-paleontologico su tutto il territorio italiano con l'organizzazione di eventi ed esposizioni dedicate.

www.museopaleontologicomontevarchi.it

www.accademiadelpoggio.it

www.paleoappi.it

Nell'attività di divulgazione garantisce ampio risalto al mondo della paleoarte, coinvolgendo illustratori, scultori e animatori specializzati in ricostruzioni paleoambientali e avvalendosi di un adeguato supporto scientifico, ottenuto soprattutto grazie alle numerose collaborazioni con Università, Musei e Associazioni.



Artwork © Sante Mazzei



Associazione Nazionale INSEGNANTI SCIENZE NATURALI

a cura di **Susanna Occhipinti**

 Pagina web: www.anisn.it/nuovosito

Si sono svolte anche quest'anno, ed anche quest'anno a causa della pandemia in forma digitale, le Olimpiadi delle scienze Naturali, promosse ed organizzate dall'ANISN-Associazione Insegnanti di Scienze naturali, con il patrocinio del MIUR. Gli alunni che hanno ottenuto i migliori risultati saranno infatti inseriti nella graduatoria delle eccellenze, presente sulla sito del MIUR. Le Olimpiadi delle Scienze naturali sono quest'anno alla loro XIX edizione e sono, come sempre, costituite da tre categorie:

- la categoria Biennio, aperta agli studenti dei licei e degli istituti tecnici, che propone domande di Biologia e di Scienze della terra. I primi due classificati di questa categoria potranno partecipare alla fase internazionale delle IESO - *International Earth Science Olympiad*
- la categoria Triennio di Biologia. I primi quattro classificati di questa categoria potranno partecipare alla fase internazionale delle IBO, le Olimpiadi internazionali di Biologia;
- la categoria Triennio di Scienze della terra; i primi due classificati di questa categoria completeranno la squadra che rappresenterà l'Italia alla fase internazionale delle IESO.

Nonostante la modalità on line alle fasi nazionali hanno partecipato 2612 studenti, così suddivisi

- per la categoria BIENNIO, 983 studenti
- per la categoria TRIENNIO - sezione Biologia, 1338 studenti
- per la categoria TRIENNIO - sezione Scienze della Terra, 291 studenti.

Le prove, come ogni anno, comprendono una parte teorica, che si è tenuta on line l'8 maggio, costituita da 40 domande a scelta multipla sui diversi temi. Per le Scienze della terra si fa riferimento al syllabus delle Geoscienze, www.ieso-info.org/wp-content/uploads/2012/11/IESO-official-Syllabus.pdf, argomenti che sono sviluppati in tutto il quinquennio delle scuole secondarie di secondo grado.

È stata inoltre proposta in via sperimentale una prova "sostitutiva della prova pratica".

Per le Scienze della Terra negli anni passati, quando le Olimpiadi si sono svolte in presenza, questa prova vedeva i 10 migliori classificati nelle prove teoriche impegnati in attività laboratoriali, con lo scopo di individuare i più competenti nell'analizzare e riconoscere fenomeni naturali, rocce, minerali e fossili; lo scopo non è un riconoscimento "nozionistico" con l'attribuzione di nome o di una classificazione, ma la formulazione di ipotesi in merito alle caratteristiche, alle proprietà, ai processi di formazione e soprattutto l'individuazione di relazioni e connessioni, ambientali e temporali, con il supporto di scale cronostatigrafiche, di modelli o di griglie di lettura e di interpretazione.



Una parte significativa della prova, che quest'anno a causa della modalità on line è stata prevalente, è costituita dalla lettura di carte, sia topografiche che geologiche: lo scopo anche in questo caso è di riconoscere e di valutare negli studenti la loro capacità di saper osservare, di cogliere differenze, di riconoscere analogie, ad esempio interpretando i fenomeni naturali e geologici, ben visibili nelle sezioni o nei modelli strutturali, quali faglie, pieghe, successioni stratigrafiche. È emerso anche quest'anno che queste competenze richiedono, sia che si tratti di osservazione e riconoscimento di fenomeni "su carta", che virtuali o reali, un approfondimento a cui sarà dedicato un prossimo studio.

Lo scopo di questa prova è infatti quello di sviluppare e promuovere abilità utili in tutti gli ambiti delle scienze naturali, così come nella competizione internazionale, anch'essa *on line*, che vedrà la squadra italiana impegnata a fine agosto, su una piattaforma messa a disposizione dall'università di Tyumen in Russia-Siberia, in prove multidisciplinari che metteranno in gioco abilità diverse, dalle *soft skills* alle competenze specifiche della disciplina.



Società GEOCHIMICA Italiana

a cura del Consiglio di Presidenza della So.Ge.I.

 Pagina web: www.societageochimica.it

Cari Lettori,
Nell'Assemblea dei Soci So.Ge.I. di Dicembre 2020 era stata accolta con entusiasmo, anche se con una certa titubanza a causa dell'emergenza sanitaria, la proposta di tenere il primo Congresso della Società Geochimica. A distanza di circa 6 mesi, l'intera comunità So.Ge.I. si è mobilitata e sono stati definiti sia il Comitato Organizzatore che quello Scientifico. È stato approntato un programma di massima del congresso che a breve verrà discusso nei particolari sia dal Consiglio di Presidenza che dai membri che costituiscono i due comitati.

La prima questione che è stata affrontata è quella della sede ove tenere il congresso. Grazie ai colleghi genovesi (Donato Belmonte e Marino Vetuschi Zuccolini), è stata individuata una sede storica che è quella del Palazzo Rosso di proprietà del Comune di Genova facente parte dei Rolli di Genova che sono considerati Patrimonio dell'Umanità dell'UNESCO e sito in Strada Nuova o Via Garibaldi. In realtà, la scelta di Genova ha anche un'altra motivazione altrettanto, se non più importante, che è quella di rendere il giusto riconoscimento alla straordinaria carriera scientifica e accademica del Prof. Giulio Ottonello che dal 1 Novembre 2019 è in quiescenza. La precedente presidenza della So.Ge.I. di Francesco Frondini aveva gettato le basi per dare il giusto tributo al Prof. Ottonello. Purtroppo, la pandemia ha stroncato sul nascere questa iniziativa. Con il Congresso della Società Geochimica Italiana abbiamo voluto allargare il nostro orizzonte anche dando la giusta visibilità alla nostra disciplina, suddividendo l'incontro in quattro tematiche principali:

1. Geochimica Termodinamica;
2. Geochimica Isotopica;
3. Geochimica Ambientale;
4. Geochimica dei Fluidi in sistemi vulcanici, geotermici e in aree sismicamente attive.

Ognuna delle sessioni, gestita da vari convener, avrà un plenarist ed un invited. Per l'occasione sarà fatta eccezione per quella di Geochimica termodinamica che vedrà una lezione magistrale del Prof. Ottonello; seguiranno, sempre nell'ambito di questa sessione, alcune plenarie tenute da colleghi, italiani e stranieri, con i quali il Prof. Ottonello ha condiviso la sua lunga ed onorata carriera.

È speranza di tutti che la fase pandemica tenda a smorsarsi con il tempo, da qui la decisione di individuare nel periodo 15-18 Febbraio

2022, l'organizzazione del congresso. Non potendo ad oggi ipotizzare l'evoluzione epidemiologica è probabile che le limitazioni derivanti dall'emergenza sanitaria potranno essere ancora vigenti nonostante la distanza a due anni dai primi contagi.

Questo ci ha fatto pensare che l'occupazione della sala ove si terrà il congresso debba essere ridotta del 50% e quindi, degli oltre 200 posti disponibili solamente la metà saranno resi usufruibili, limitando il numero delle iscrizioni, aperte ai soci e non soci So.Ge.I., a poco più di 100.

Grazie al prezioso aiuto dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, tutti i riassunti accettati saranno inclusi nella Miscellanea dell'INGV. Inoltre, lo staff INGV ha anche preparato un logo per l'evento come più avanti riportato.

La gestione dell'evento vede, come ricordato, un comitato organizzatore costituito da:

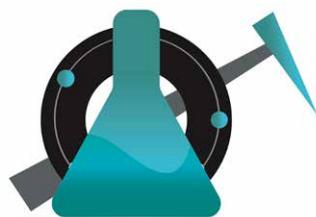
Donato Belmonte UNIGE, **Stefano Caliro** INGV, **Francesco Capeccchiacci** UNIFI, **Enrico Dinelli** UNIBO, **Barbara Nisi** CNR-IGG, **Orlando Vaselli** UNIFI, **Stefania Venturi** UNIFI, **Marino Vetuschi Zuccolini** UNIGE.

Mentre i membri del comitato scientifico sono:

Donato Belmonte UNIGE, **Sergio Calabrese** UNIPA, **Paola Iacumin** UNIPR, **Mauro Masiol** UNIV, **Michele Paternoster** UNIBAS, **Giovannella Pecoraino** INGV, **Monia Procesi** INGV, **Barbara Stenni** UNIVE, **Massimo Tiepolo** UNIMI, **Daniela Varrica** UNIPA, **Marino Vetuschi Zuccolini** UNIGE.

Per quanto riguarda le varie sessioni, i convener sono:

- ▶ **Geochimica Termodinamica** **Donato Belmonte** UNIGE e **Marino Vetuschi Zuccolini** UNIGE;
- ▶ **Geochimica Isotopica** **Enrico Cannò** UNIMI, **Luigi Dallai** UNIROMA e **Barbara Nisi** CNR-IGG;
- ▶ **Geochimica Ambientale** **Carmine Apollaro** UNICAL, **Rosa Cidu** UNICA e **Elisa Sacchi** UNIPV;
- ▶ **Geochimica dei Fluidi in sistemi vulcanici, geotermici e in aree sismicamente attive** **Kyriaki Daskalopoulou** UNIPA, **Francesco Frondini** UNIPG e **Giancarlo Tamburello** INGV.



1° CONGRESSO SOCIETÀ GEOCHIMICA ITALIANA

GENOVA • PALAZZO ROSSO • FEBBRAIO 2022



Il congresso si articolerà con il seguente programma che è, ovviamente, in fase di bozza:

15 Febbraio 2022

- ▶ 11.00-13.30: Registrazione dei partecipanti;
- ▶ 14.00-14.20: Presentazione Presidente e consegna dei premi della So.Ge.I. per le migliori tesi in ambito di dottorato
- ▶ 14.20-15.30: Presentazione dei vincitori dei premi della So.Ge.I.
- ▶ 15.20-16.05: Sessione plenaria di Geochimica Ambientale
- ▶ 16.05-16.50: Sessione plenaria di Geochimica Isotopica

Coffee break: ore 16.50-17.15

- ▶ 17.15-18.00: Sessione plenaria di Geochimica dei Fluidi in sistemi vulcanici, geotermici e in aree sismicamente attive

16 Febbraio 2022

“Geochimica Termodinamica: il tributo alla carriera scientifica di Giulio Ottonello”

- ▶ 9.00-09.15: Introduzione e consegna Premio alla carriera
- ▶ 9.15-10.00: Lezione Magistrale del Prof. Giulio Ottonello
- ▶ 10.00-11.00: Conferenza ad invito

Coffee break: ore 11.00-11.30

- ▶ 11.30-12.00: Conferenza ad invito
- ▶ 12.00-12.45: Conferenze degli iscritti

Lunch break: ore 12.45-14.30

- ▶ 14.30-15.30: Conferenza ad invito
- ▶ 15.30-16.30: Conferenze degli iscritti

Coffee break: ore 16.30-17.30: Conferenza ad invito

- ▶ 17.30-18.00: Conferenze degli iscritti

17 Febbraio 2022

“Geochimica Ambientale”

- ▶ 9.00-9.45: Conferenza ad invito
- ▶ 9.45-10.45: Conferenze degli iscritti

Coffee break: ore 10.45-11.15

- ▶ 11.15-12.30: Conferenze degli iscritti

Lunch break: ore 12.30-14.15

“Geochimica Isotopica”

- ▶ 14.15-15.00: Conferenza ad invito
- ▶ 15.00-16.00: Conferenze degli iscritti

Coffee break: ore 16.00-16.30

- ▶ 16.30-17.45: Conferenze degli iscritti

18 Febbraio 2022

“Geochimica dei Fluidi in sistemi vulcanici, geotermici e in aree sismicamente attive”

- ▶ 9.00-09.45: Conferenza ad invito
- ▶ 9.45-10.45: Conferenze degli iscritti

Coffee break: ore 10.45-11.15

- ▶ 11.15-12.30: Conferenze degli iscritti
- ▶ Chiusura del congresso: ore 12.30-12.45

È in fase di definizione la sessione poster con l'idea di lasciare uno spazio di 3 minuti ai partecipanti per descrivere gli obiettivi del proprio lavoro sotto forma di presentazione orale.

Le diapositive dei congressisti saranno in inglese mentre le relazioni saranno in lingua inglese o italiana.

Nei prossimi giorni, il programma ufficiale sarà visibile nel sito

web della Società e dal quel momento inizierà la pubblicizzazione dell'evento. Qualora la crisi pandemica dovesse malauguratamente e nuovamente infierire, il congresso si terrà a distanza.

Con il 2021 ripartiranno, speranzosamente, anche tutte quelle attività della So.Ge.I. che erano state forzatamente soppresse e quindi, vi invitiamo a visitare il nostro sito per i vari aggiornamenti.



Sezione GEOLOGIA Planetaria

Coordinatrice: Lucia Marinangeli

 Pagina web: www.socgeol.it/372/geologia-planetaria.html



Fig. 1 - Evento divulgativo sull'esplorazione dello spazio organizzato dal Rotary Club con la premiazione dei due laureati. Relatori: L. Vecchi, Presidente del Rotary Club; F. Malerba, primo astronauta italiano; E. Flamini, Presidente della Scuola di Scienze Planetarie IRSPS; L. Marinangeli, docente dell'UdA e coordinatrice della sezione di geologia planetaria SGI; B. Di Pinto, Colonnello a riposo dell'Aeronautica Militare. (video: <https://youtu.be/xoXeRdZmaLM>).

La Sezione di Geologia Planetaria vuole valorizzare le tesi di Laurea Magistrale in tematiche di geologia planetaria. In questo numero presentiamo il lavoro di due studenti laureati all'Università d'Annunzio di Chieti-Pescara (UdA), Camilla Cioria e Gianluca Chiarolanza, che hanno anche ricevuto un premio dal *Rotary Club* Pescara Ovest in occasione di un evento divulgativo sull'esplorazione spaziale svolto il 12 maggio scorso (**Fig. 1**). Camilla (**Fig. 2**) ha ricevuto una votazione di 110 e lode discutendo una tesi dal titolo "Processi di serpentizzazione all'interno di satelliti ghiacciati: implicazioni per la loro struttura interna ed evoluzione", valutando i processi geochimici che possono portare alla formazione di acqua. Attualmente Camilla sta studiando Tritone, satellite di Nettuno, per la missione NASA Trident. Gianluca (**Fig. 2**) ha ricevuto una votazione di 110 con lode e menzione di pubblicazione, discutendo una tesi dal titolo "*Geological Mapping and Stratigraphy of Thrace and Thera Macula, Europa*" sulla geologia di Europa, satellite di Giove, in preparazione della missione europea JUICE. Gianluca è ora dottorando presso l'UdA e si sta occupando di Mercurio per la missione ESA BepiColombo. Congratulazioni a Camilla e Gianluca!

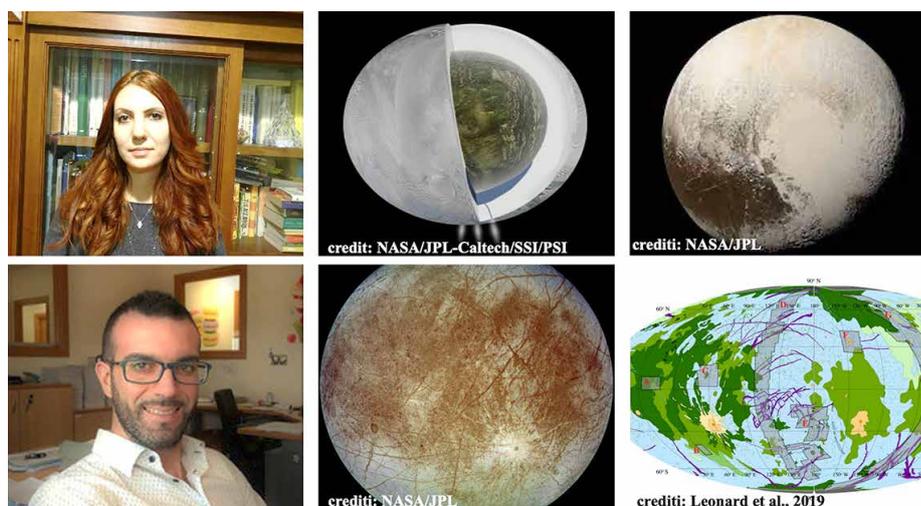


Fig. 2 - La studentessa Camilla Cioria che ha svolto una tesi sui processi di serpentizzazione all'interno dei pianeti ghiacciati; esempio di struttura interna dei pianeti ghiacciati; fotografia acquisita nel 2015 di Tritone, luna di Nettuno, un satellite particolarmente attivo con attività di geysir ricchi di monossido di azoto e carbonio, nuovo interesse di studio di Camilla.

Lo studente Gianluca Chiarolanza che ha svolto una tesi sulla cartografia geologica di un'area di Europa, una delle lune di Giove; un'immagine di Europa nella quale si può osservare la complessa struttura deformativa che caratterizza questo satellite ghiacciato; Un esempio di carta geologica di Europa con le principali unità osservate in superficie (Leonard et al., 2019. Geologic mapping of Europa at global and regional scales. LPI Contrib. No. 2154).



Sezione GEOETICA e Cultura Geologica



Coordinatrice: **Silvia Peppoloni**

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

La rivista che mancava: NASCE IL NUOVO "JOURNAL OF GEOETHICS AND SOCIAL GEOSCIENCES" DELL'ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

Geoetica, geoscienze sociali, etica professionale e integrità della ricerca, educazione e comunicazione geoscientifica, analisi delle interazioni tra geoscienze, società e politica sono ambiti di studio emergenti, all'intersezione tra geoscienze, scienze umane e scienze sociali. Essi costituiscono il necessario complemento e il fondamentale supporto per affrontare i cambiamenti antropogenici globali che minacciano la qualità della vita delle presenti e delle future generazioni.

Le geoscienze affrontano numerosi temi tra cui la difesa dai rischi naturali, la ricerca e lo sfruttamento delle georisorse, lo studio dei cambiamenti climatici, che hanno dirette ripercussioni sulle strutture e i processi della società e sulla vita delle persone. Per questa ragione, i temi di interesse delle geoscienze devono essere affrontati anche da nuove prospettive che includano considerazioni sociali, economiche, politiche e che tengono conto dell'impatto delle geoscienze sulle comunità umane.

Sempre più studiosi di varie estrazioni disciplinari si dedicano alla ricerca di base e applicata sui temi della geoetica e delle geoscienze sociali, con una crescente produzione editoriale di libri e articoli. Eppure a tutt'oggi non esiste una rivista scientifica interamente dedicata all'approfondimento di questi argomenti in una prospettiva ampia e organica, che costituisca un qualificato punto di riferimento internazionale, dove la comunità delle geoscienze, ma non solo, possa trovare spunti, riflessioni e proposte per guardare alle problematiche scientifiche da nuove prospettive.

Sulla base di queste considerazioni, l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia ha promosso e supportato la creazione di una rivista che copra questa lacuna, uno spazio di partecipazione inclusivo, ad accesso aperto e senza scopo di lucro, che garantisca la possibilità di pubblicare anche a tutti quei geoscientiati che solitamente si trovano nella condizione economica di non poter sostenere le spese di pubblicazione dei loro articoli (primi fra tutti quelli provenienti da paesi a basso reddito). Inoltre, la rivista sarà aperta a contributi di colleghi che operano nel settore delle scienze umane e sociali, in una prospettiva pluridisciplinare.



EDITORIAL BOARD

La rivista, pubblicata in lingua inglese, si avvarrà di un qualificato team internazionale di esperti delle tematiche della geoetica, delle geoscienze sociali, della filosofia delle geoscienze, con *background* in discipline geoscientifiche, sociali e umanistiche. I suoi membri lavoreranno per realizzare un efficace processo di *peer-review* che consenta di sviluppare una rivista scientifica di alto profilo qualitativo.

OBIETTIVI:

- ▶ proporre articoli sulle implicazioni etiche, sociali e culturali della conoscenza, della ricerca, della pratica, dell'educazione e della comunicazione delle geoscienze;
- ▶ accrescere la consapevolezza dei geoscientiati sul loro ruolo sociale e culturale;
- ▶ favorire la ricerca geoscientifica, finalizzata ad accompagnare le politiche di sicurezza e di sviluppo sostenibile per le comunità umane;
- ▶ fornire spunti di riflessione transdisciplinari;
- ▶ definire proposte e azioni sul piano culturale e professionale, orientate ad affrontare i cambiamenti globali antropogenici, anche sul piano delle catene decisionali.



Sezione GEOLOGIA Strutturale



Coordinatore: **Rodolfo Carosi**

Pagina web: www.socgeol.it/400/geologia-strutturale-gigs.html

OUTCROPEA: *un viaggio fra i più importanti e spettacolari affioramenti geologici del mondo*

condividere un affioramento non è mai stato così facile con la nuova APP!

Outcropedia (*A Public database of all important and beautiful outcrops in the World*) è un database online, pubblico e gratuito, dei più importanti e spettacolari affioramenti geologici del mondo, realizzato dal *Tectask*, la Commissione sulla Tettonica e sulla Geologia Strutturale della *International Union of Geological Sciences (IUGS)*, nata nel 2002. Il sito *web* è stato completamente ristrutturato tre anni fa e da poco tempo è stata lanciata la nuova *App* per *smartphone* e *tablet* disponibile, in modo gratuito, sia per *Android* che per *IOS*.

Apple: apps.apple.com/it/app/outcropedia/id1560808122

Android: play.google.com/store/apps/details?id=it.webmapp.outcropedia

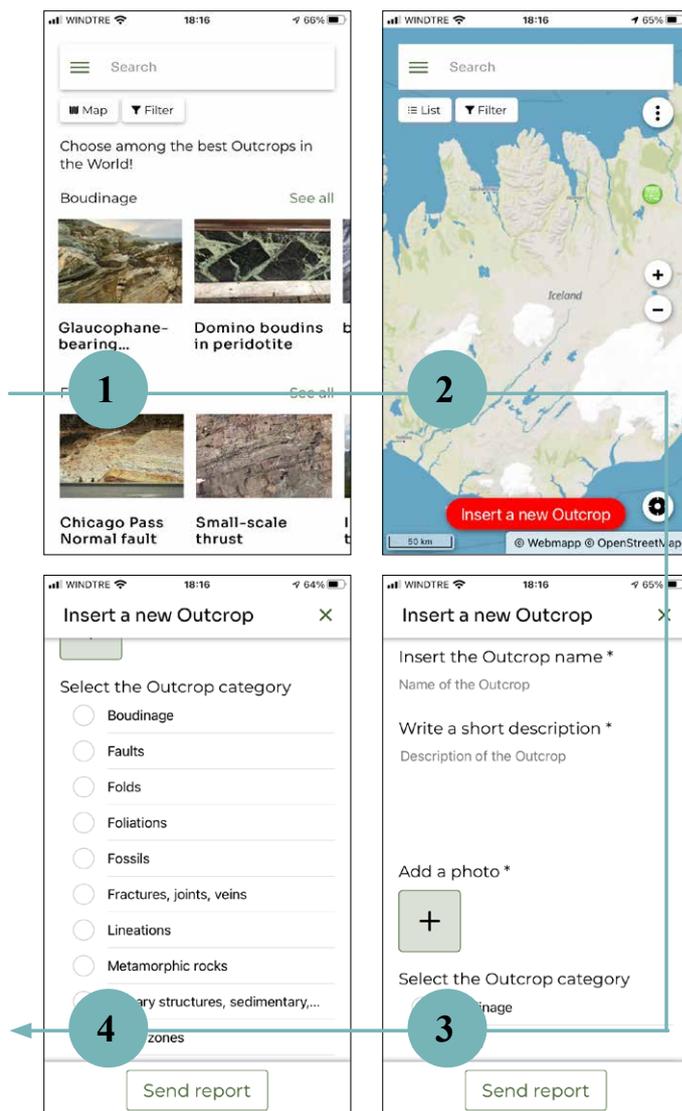
Con la nuova applicazione è possibile caricare la foto di un affioramento direttamente sul terreno in modo veramente facile e veloce.

È necessario scaricare l'*App*, registrarsi creando un *account* (*email* e *password*), autorizzare l'*App* alla geolocalizzazione, cliccare sul menu a tendina in alto a sinistra la voce "*Map*", selezionare "*Insert a new outcrop*" e scattare una foto, fornire un titolo ed una breve descrizione (si può usare l'opzione *speech to text* disponibili sulle tastiere e quindi dettare la descrizione), selezionare la tipologia di affioramento (*fault, fold, sedimentary structure, metamorphic rocks, shear zone, boudinage* etc...) e cliccare invio su "*Send report*". La foto, con la sua localizzazione GPS e descrizione viene inviata direttamente al sito di **Outcropedia**.

Gli amministratori del sito (R. Carosi, S. Iaccarino e L. Gemignani) provvederanno ad approvare la pubblicazione dei contenuti sul sito (<https://outcropedia.tectask.org/>), dove saranno visibili e consultabili da tutti liberamente. Le foto e le descrizioni possono essere modificate in seguito dagli stessi autori sulla pagina *web* di Outcropedia, loggandosi con le stesse credenziali utilizzate per l'*App*.

A questo punto, che dire? Non ci sono più scuse per non condividere spettacolari immagini di affioramenti!

a cura di Rodolfo Carosi, Salvatore Iaccarino





Sezione **GEOLOGIA** *Ambientale*

Coordinatore: **Mariano Mercurio**

 Pagina web: www.socgeol.it/401/geologia-ambientale.html

La Sezione di Geologia Ambientale si è rinnovata a seguito delle elezioni dello scorso marzo. Il nuovo Gruppo di Coordinamento è un team con competenze diversificate che vuole fornire un contributo alla divulgazione scientifica e formazione culturale su temi geologico-ambientali, un settore estremamente multidisciplinare.

Per il prossimo triennio il Gruppo sarà guidato da Mariano Mercurio

(georisorse e connessioni con l'ambiente e i Beni Culturali) coadiuvato dai soci SGI: Gianluca Bianchini (geochimica ambientale); Paolo Frattini (rischi naturali e idrogeologia); Massimiliano Moscatelli (modelli del sottosuolo per la valutazione della pericolosità sismica); Marco Sacchi (evoluzione recente degli ambienti deposizionali marini costieri); e Laura Sanna (ambienti carsici e loro vulnerabilità in relazione alle attività antropiche).

Per affrontare le prospettive future della geologia ambientale italiana nel periodo post-pandemico, le sfide sono molteplici ma nel prossimo triennio la sezione intende promuovere iniziative a medio-lungo termine su temi fondamentali per le geoscienze in un contesto di sviluppo sostenibile tracciato dall'Europa, aprendosi nel contempo al mondo delle professioni e raccordandosi con quello delle istituzioni.

In vista di una prossima riorganizzazione e rinnovamento delle professioni regolamentate in Italia, le iniziative della sezione saranno tese all'individuazione di nuove opportunità professionali che offrano sbocchi lavorativi per i neolaureati in geoscienze. Per tale scopo il Gruppo di Coordinamento intende promuovere azioni concrete, supportate da documenti che possano essere recepiti dal contesto normativo italiano, soprattutto in quei settori dove spesso le geoscienze sono state poco valorizzate (es. pericolosità del Radon).

Il Gruppo della Sezione di Geologia Ambientale inizierà a lavorare sulla base di analisi sulle professioni emergenti anche in coordinamento con altre sezioni della SGI e/o di altre associazioni. Questo favorirà lo sviluppo di nuove convergenze d'interessi nella comunità geologica che potrà così esprimersi con maggior forza e soprattutto con voce univoca nei confronti degli organi istituzionali competenti.



Sezione GEOLOGIA Himalayana



Coordinatore: Chiara Montomoli

Pagina web: www.socgeol.it/381/geologia-himalayana.html



Fig. 1 - Chiara Groppo, Shashi Tamang e Franco Rolfo (2°, 3°, 4° da destra) insieme con il team nepalese. Sullo sfondo, il Langtang Himal (altezza massima 7234 m).

BIBLIOGRAFIA

Girault F., Adhikari L.B., France-Lanord C., Agrinier P., Koirala B., Bhattarai M., Mahat S., Groppo C., Rolfo F., Bollinger L. & Perrier F. (2018). *Persistent CO₂ emissions and hydrothermal unrest following the 2015 earthquake in Nepal*. *Nature Communications*, 9, 2956. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-05138-z>

Groppo C., Rapa G., Frezzotti M.L. & Rolfo F. (2021). *The fate of calcareous pelites in collisional orogens*. *Journal of Metamorphic Geology*, 39, 181-207. <https://doi.org/10.1111/JMG.12568>

Rolfo F., Groppo C. & Mosca P. (2017). *Metamorphic CO₂ production in calc-silicate rocks from the eastern Himalaya*. *Italian Journal of Geosciences*, 136/1, 28-38. <https://doi.org/10.3301/IJG.2015.36>

Upreti B.N. (1999). *An overview of the stratigraphy and tectonics of the Nepal Himalaya*. *Journal of Asian Earth Sciences*, 17, 577-606. [https://doi.org/10.1016/S1367-9120\(99\)00047-4](https://doi.org/10.1016/S1367-9120(99)00047-4)

Valdiya K.S. (1995). *Proterozoic sedimentation and Pan-African geodynamic development in the Himalaya*. *Precambrian Research*, 74, 35-55. [https://doi.org/10.1016/0301-9268\(95\)00004-0](https://doi.org/10.1016/0301-9268(95)00004-0)

Parafasando Gabriel García Márquez, “la geologia himalayana al tempo della pandemia” richiede pazienza e perseveranza, senza mai vacillare davanti a nulla. Tanto è servito per riuscire ad organizzare, nel periodo pre-monsonico della primavera 2021 e quindi in piena pandemia di COVID-19, una spedizione geologico-petrografica in Nepal centro-orientale. Nell’ambito del Progetto PRIN 2017 “*Carbon cycling and Earth control on the livable planet: connecting deep key carbon sources to surface CO₂ degassing by transfer processes*” e in collaborazione con Frédéric Girault dell’*Institut de Physique du Globe* di Parigi, si sviluppa infatti anche l’attività di Shashi Tamang, giovane geologo nepalese laureatosi presso la *Tribhuvan University* di Kathmandu e arrivato in Italia dal Nepal pochi mesi prima dell’inizio della pandemia per iniziare il suo dottorato presso il Dipartimento di Scienze della Terra dell’Università di Torino. Il progetto di

dottorato di Shashi, di taglio multidisciplinare a cavallo tra petrologia (Groppo et al., 2021), geochimica e sismologia (Girault et al., 2018), prevedeva delle attività di terreno in Himalaya che non potevano più essere rimandate oltre. Quindi, non appena i vincoli posti dai Governi Italiano e Nepalese lo hanno consentito, abbiamo affrontato l’iter burocratico per riuscire a partire. Si è trattato effettivamente di un vero e proprio percorso ad ostacoli che ha richiesto procedure speciali per ottenere il visto, un’assicurazione specifica per gestire le emergenze mediche da pandemia, tamponi antigenici in partenza e in arrivo in entrambi i paesi e, per finire, una settimana di quarantena chiusi in albergo prima di poter cominciare l’attività di terreno. Stoicamente abbiamo affrontato tutto questo e finalmente il 6 aprile abbiamo mosso i primi passi lungo l’itinerario previsto a est della *Araniko Highway*, mitica strada che per molti anni è stata l’unica via carrozzabile di accesso ufficiale dal Nepal al Tibet.

In una decina di giorni abbiamo percorso circa 200 km a piedi



Fig. 2 - Marmi impuri a magnesite (giallo-bruna) e talco (bianco) a Kharidunga. Insetto: aggregati raggiati di magnesite evidenziati dall'alterazione differenziale.

nelle “midlands” nepalesi, a quote comprese tra 760 e 3800 m s.l.m., con approssimativamente 8000 m complessivi di dislivello, pernottando sempre in tenda e usufruendo del valido aiuto di un *team* di bravissimi collaboratori nepalesi (**Fig. 1**). L'obiettivo dell'attività di terreno è stato raggiunto, ed è consistito nell'effettuare diverse geotraverse all'interno della *Lesser Himalayan Sequence*, una potente sequenza metasedimentaria originariamente depositatasi sul margine settentrionale della placca indiana, deformata e metamorfosata durante l'orogenesi Himalayana (Upreti, 1999). Tra le rocce che abbiamo incontrato lungo il percorso meritano una menzione speciale degli splendidi marmi a magnesite e talco (**Fig. 2**), affioranti in modo spettacolare a Kharidunga (in nepalese: *khari* = talco e *dunga* = roccia), interpretati come il prodotto metamorfico di livelli a magnesite originariamente depositati in bacini evaporitici durante il Mesoproterozoico (Valdiya, 1995). Questi marmi, oltre a

essere particolarmente interessanti per gli obiettivi del dottorato di Shashi, sono stati riconosciuti lungo tutte le geotraverse effettuate e costituiscono quindi un importante *livello repere* anche a fini cartografici. Gli oltre 70 campioni raccolti saranno studiati in dettaglio in laboratorio per ricostruirne l'evoluzione metamorfica, con particolare riferimento alle reazioni di decarbonatazione in tutti i litotipi adatti (Rolfo et al., 2017).

Tornati a Kathmandu alla fine del lavoro sul terreno, siamo riusciti a rientrare in Italia appena in tempo prima che la pandemia, dall'India, si estendesse ulteriormente anche in Nepal e inasprisse le già rigide regole alle quali turisti, alpinisti e geologi sono sottoposti.

a cura di Franco Rolfo e Chiara Groppo



Sezione

GEORISORSE ed energia



Coordinatore: **Giorgio Minelli**



Pagina web: www.socgeol.it/379/georisorse-ed-energia.html



GEO-STORAGE TECHNOLOGY *Webinar series*

Oramai da più di 10 anni tutta la nostra società sta attraversando una profonda crisi di coscienza che riguarda soprattutto il nostro rapporto con il pianeta Terra, ed in particolare la nostra capacità di trarre le risorse e di modificarne il clima nell'intento di continuare a permetterci gli attuali consumi energetici, mantenere il nostro stile di vita ed a far crescere le nostre economie di paese. I dati scientifici che monitorano le emissioni di gas serra indicano che le attuali nonché maggiori risorse disponibili hanno un impatto irreversibile sul nostro pianeta Terra che non possono essere più ignorate. La quasi totalità delle previsioni da parte di autorevoli *think tank* a supporto dei governi e delle scelte politiche suggeriscono perciò la necessità di cercare e, soprattutto, trovare nuove risorse energetiche più eco sostenibili, meno impattanti in termini di emissioni di CO₂, ma anche di produrre tecnologie di consumo più efficienti. Tutte queste questioni scientifiche, economiche ed etiche impongono perciò la necessità di ri-disegnare la nostra società attraverso modelli di transizione energetica. La discussione circa le possibili transizioni energetiche, il loro costo e la loro fattibilità

hanno infatti innescato una profonda discussione da parte di tutte le componenti politiche, finanziarie, ma anche di tutte le diverse comunità che caratterizzano il nostro paese ponendoci questioni molto precise circa il ruolo di noi cittadini ma anche quali scienziati educatori e comunicatori. In tale contesto in quanto comunità di ricercatori nel settore delle geoscienze diventa importante chiederci come le geotecnologie possono contribuire in maniera effettiva alla transizione energetica? Quali sono le geotecnologie che possono contribuire ad un punto di svolta in aree critiche della transizione energetica? Come ci si può integrare con le altre comunità scientifiche (fisica, ingegneria) nel proporre soluzioni integrate che riguardano lo sviluppo di nuovi fonti, un loro migliore utilizzo o un effettivo adattamento della società durante tale transizione energetica? In questo contesto e con l'intento di affrontare tali domande si poneva la serie di *webinars* dal titolo *Geo-Storage technology* che si è svolta da fine gennaio a fine febbraio ed ha visto l'intervento di diversi ricercatori italiani e stranieri attivi nel settore (CNR, Utrecht, Edinburgh, Jaume Almera,

Heriot Watts, NTNU). La tecnica del Geostorage rappresenta una metodologia multidisciplinare che spinge verso l'integrazione delle geoscienze con il settore ingegneristico ed esplora la nostra capacità di iniettare, stoccare fluidi nel sottosuolo nonché di monitorarne il comportamento fisico una volta nel sottosuolo, per scopi che vanno dal sequestro della CO₂ nelle sue diverse metodologie come proposto da S. Hangx (Utrecht), P. Ringrose (NTNU, Trondheim), C. Boschi (CNR -IGG, Pisa), allo studio del comportamento dell'idrogeno nel sottosuolo ben illustrato da D. Heinemann (Edinburgh) alla nostra capacità di stimare le incertezze come discusso da Juan Alcalde (Jaume Almera, Barcelona) e Romain Chassagne (Heriot Watts, Edinburgh). L'intento dell'intero evento era di dare una panoramica circa le ricerche e tecnologie più avanzate nell'ambito del *Geostorage*, e innescare una discussione all'interno della comunità geologica italiana ed europea sul futuro dello *Geostorage*. L'evento ha visto un'ampia partecipazione (una media di oltre 100 persone per presentazione) sia da parte della comunità geologica italiana, britannica, ma anche indiana e brasiliana ma anche di molti colleghi dal mondo dell'industria attivamente coinvolti nello sviluppare alcune delle metodologie. I *talk* proposti hanno chiaramente mostrato la buona salute della tecnologia dello stoccaggio di CO₂ in ambienti di *reservoir clastici offshore* (P. Ringrose; S. Hangx) come dimostrato dal classico Sleipner Field (oramai in funzione da 30 anni), ma anche il futuro dell'esperimento di *Snohvit od Otway field* in Australia. Chiara Boschi ha illustrato l'avanzato stato della sperimentazione del CO₂ storage attraverso meccanismi di carbonatazione e gli esperimenti in corso in Islanda. Sulla nuova frontiera che riguarda lo studio dell'interazione dell'idrogeno con i diversi tipi di *reservoir* ma anche i meccanismi di stoccaggio di Idrogeno nel sottosuolo (e di cui ancora esistono pochi dati e test sperimentali), D. Heinemann ha messo in risalto le affascinanti problematiche aperte che riguardano, i fenomeni di *poore clogging* e il potenziale delle faune batteriche



Sezione GEOSCIENZE e Tecnologie Informatiche

Coordinatore: Simone Sterlacchini

 Pagina web: www.socgeol.it/374/geoscienze-e-tecnologie-informatiche-git.html



estremofili nel catalizzare diverse reazioni chimico fisiche nei *reservoir* in tali contesti. Infine, Philip Ringrose (uno dei padri del CO2 storage) ha mostrato attraverso diversi scenari plausibili quanto sia chiaro il ruolo delle tecnologie di stoccaggio a sostegno della transizione energetica sia come capacità di catturare e ridurre le emissioni come metodologia a supporto di futuri vettori energetici (Idrogeno, Ammonio). La grande questione aperta riguarda e rimane la sostenibilità finanziaria di tali metodologie come *stand alone approach*. I costi richiedono ancora un forte sussidio statale. Tuttavia, tale tecnologia rappresenta un settore in rapida evoluzione come mostra il massiccio coinvolgimento di molti paesi nordici (UK, Norvegia) ma anche paesi come l'Australia e la Cina e gli Stati Uniti che investono verso quella direzione. La serie di eventi presentati ha visto come organizzatori David Iacopini (Napoli Federico II), Giorgio Minelli (Perugia), Stefano Mazzoli (Camerino) e Sabina Bigi (Roma La Sapienza) con il fattivo supporto della Società Geologica Italiana, da sempre sensibile alle tematiche ambientali, della sua sezione di Georisorse e del Dipartimento DISTAR di Napoli. Questi eventi non sarebbero stati possibili senza lo strenuo e preciso supporto da parte di Fabio Petti e di Raffaele Viola del DISTAR che hanno reso possibile tutti collegamenti e l'attuale fruizione attraverso canali dedicati su *YouTube*. Tutti gli interventi sono ancora fruibili e visibili nel link della Società Geologica Italiana (al sito www.youtube.com/c/Societ%C3%A0GeologicaItaliana/playlists) e del Dipartimento. I diversi interventi hanno inoltre mostrato attraverso *case histories* pratici che le Geoscienze costituiranno ancora un settore fondamentale per il futuro del settore energetico attraverso le sue varie transizioni, anche se richiederà enormi sforzi da parte di tutta la nostra comunità scientifica nello sviluppare una forma mentis multidisciplinare, e nel confrontarsi sempre di più con i vicini settori ingegneristici e biotecnologici.

a cura di David Iacopini & Giorgio Minelli

La Sezione GIT (*Geosciences & Information Technologies*) della **Società Geologica Italiana** ha organizzato, nel primo semestre dell'anno accademico 2020/21, una presentazione a promozione delle proprie attività nell'ambito del Corso di Geologia Applicata (prof. S. Trevisani, membro del Gruppo di Coordinamento della Sezione GIT) - Laurea Triennale in Architettura dell'Università IUAV di Venezia, illustrando agli studenti le principali tematiche che vengono affrontate e discusse all'interno della Sezione. Durante la presentazione (**Fig. 1**) è stato sottolineato lo spirito di apertura della Sezione verso le attività promosse dai giovani ricercatori nonché la natura multidisciplinare della Sezione stessa che favorisce l'incontro, il confronto e il dialogo tra il mondo "giovane" della **ricerca** (studenti,

laureati, dottorandi e giovani ricercatori afferenti a differenti discipline **Scienze della Terra, Ingegneria, Fisica, Architettura, Informatica, Sociologia, ecc.**), dell'**impresa** e della **libera professione** nonché della **Pubblica Amministrazione**,



Fig. 1 - Presentazione delle attività della Sezione GIT presso IUAV - Venezia.

su tematiche relative alla raccolta, archiviazione, analisi, gestione, modellazione e comunicazione/condivisione dei dati nell'ambito delle **Geoscienze**.

È stata l'occasione per dialogare con i futuri architetti e pianificatori del ruolo delle nuove tecnologie, delle metodologie geocomputazionali e delle Geoscienze in generale nel contesto dell'analisi e della gestione delle interazioni (talora conflittuali) tra uomo e territorio, specie in contesti fortemente urbanizzati. Durante la presentazione è stato sottolineato come la Sezione GIT organizzi e partecipi anche a **eventi di formazione e divulgazione** (attraverso convegni, seminari, *workshop*, ecc.) in differenti contesti scientifici e didattici. Come esempio è stato portato il contributo della Sezione a promozione di incontri con la cittadinanza e con gli studenti delle Scuole Superiori di Secondo Grado sul tema della **Comunicazione dei Rischi attraverso l'utilizzo delle nuove tecnologie** al fine di incrementare sia la conoscenza sia il livello di percezione del rischio e, di conseguenza, promuovere la costruzione di una società maggiormente consapevole e, quindi, resiliente verso i rischi.

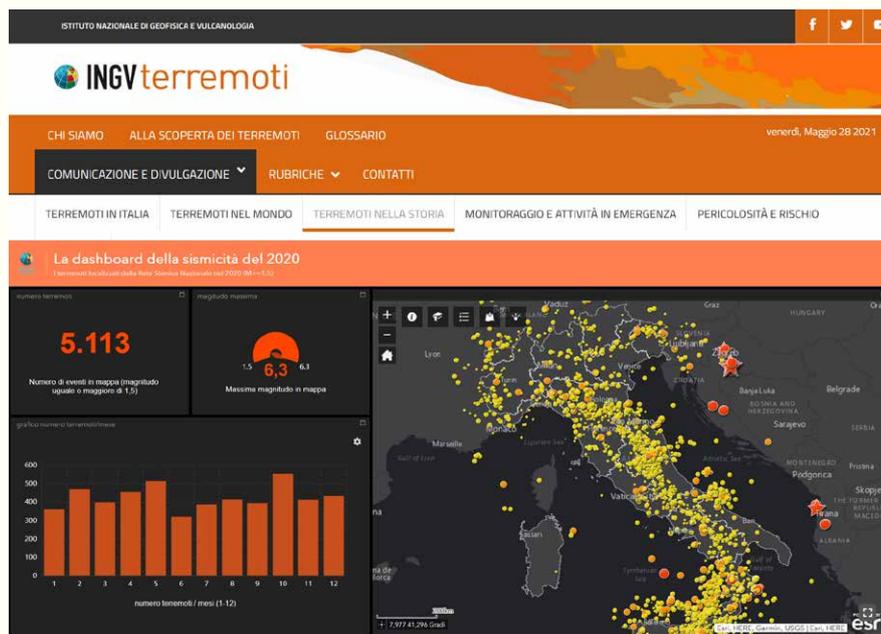


Fig. 2 - Pagina web dell'INGV relativa alle *story map*.

Per il nuovo anno accademico 2021/22 sono in fase di programmazione nuove iniziative congiunte GIT-IUAV con la “promessa” di organizzare corsi brevi relativamente a tematiche di reciproco interesse. L’Università IUAV di Venezia è dal 2021 socio della Società Geologica Italiana, aderendo alla sezione GIT. Coerentemente a quanto appena riportato, la Sezione ha co-organizzato, in collaborazione con il Laboratorio **LARGE** (Laboratorio di Analisi dei Rischi e di Gestione delle Emergenze) del **CNR-IGAG**, sezione di Milano, il corso di formazione sui Sistemi Informativi Territoriali per il personale afferente all’area dell’*Information Management* della Croce Rossa Italiana (https://twitter.com/cnr_igag/status/1393275420943003649?s=20). Il corso (terminato il 14 maggio 2021) ha avuto l’obiettivo di fornire ai Volontari e allo *Staff* dell’Area Operazioni, Emergenze e Soccorsi della CRI le competenze utili al trattamento, elaborazione e restituzione delle informazioni geolocalizzate a supporto delle attività di preparazione e di risposta all’emergenza. Si è svolto il 20 maggio 2021 un *webinar* tenuto dal dott. Maurizio Pignone, membro del Gruppo di Coordinamento della Sezione GIT e ricercatore presso l’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), dedicato alle *story map* come strumento di comunicazione e informazione sul rischio sismico, organizzato dall’Associazione LARES (Unione Nazionale Laureati Esperti in Protezione Civile) nell’ambito del ciclo di seminari “LARES INCONTRA”, rivolti ai volontari iscritti all’associazione. Le *story map* (Fig. 2) sono un utile ed efficiente canale di comunicazione e di

informazione per raccontare i vari aspetti relativi alla sismicità e al rischio sismico utilizzando l’informazione geografica e le mappe come strumenti per comunicare la storia di ciò che sta accadendo o che è accaduto, attraverso semplici e immediate funzionalità di interazione. Maggiori informazioni sul *blog-magazine* INGVterremoti (<https://ingvterremoti.com/storymaps/>). È in corso di organizzazione, da parte del Gruppo di Coordinamento della Sezione, il XV Convegno Nazionale GIT-*Geosciences and Information Technologies* della Società Geologica Italiana che presumibilmente si terrà nel mese di settembre 2021 in modalità mista. Per la parte in presenza, a breve verrà comunicata la *location* del Convegno, *location* che dovrà assicurare il corretto distanziamento tra i partecipanti come previsto dalle norme di legge in tema di Covid-19. Durante la riunione dei Soci (che, come da tradizione, sarà aperta a tutti i partecipanti al convegno sia in presenza che da remoto) si provvederà all’elezione del coordinatore dato che da giugno dello scorso anno, l’attuale coordinatore sta agendo come “facente funzione”. Da ultimo, ricordiamo che la nostra socia, dott.ssa Matia Menichini, membro del Gruppo di Coordinamento della Sezione e ricercatrice presso il CNR-IGG di Pisa, è *Associate Editor* dei Rendiconti *OnLine* della Società Geologica Italiana.

News dal Gruppo di Coordinamento della Sezione GIT: M. Cavalli, M. Menichini, M. Pignone, S. Trevisani, A. Vicari



Sezione GEOLOGIA Marina

Coordinatore: **Attilio Sulli**

 Pagina web: www.socgeol.it/255/geologia-marina.html



La quarta edizione del Convegno dei Geologi Marini italiani si è tenuta come previsto il 25 e 26 febbraio di questo anno. Inedita la forma, in modalità telematica a causa dell'emergenza Covid, ma confermato il successo, che è andato anche oltre le previsioni, con un incremento rispetto alle passate edizioni nel numero di partecipanti (300, più del doppio delle edizioni precedenti), di presentazioni scientifiche (107, con 386 co-autori), di enti patrocinatori (6) e di sponsor tecnici (6).

A malincuore quest'anno è stata abbandonata la tradizionale formula delle presentazioni lampo accompagnate dall'esposizione di poster digitali, che nelle passate edizioni ha regalato momenti di aggregazione e di approfondita discussione scientifica.

Il convegno si è articolato in nove *workshop* su tematiche specifiche (geoarcheologia, Messiniano, tettonica attiva, bioindicatori, banche dati, stratigrafia, geochimica, indicatori eustatici) proposte dalla comunità scientifica. All'interno di ciascun *workshop* è stato dedicato un ampio spazio alla discussione, per favorire la comparazione di dati e risultati e stimolare il confronto tra i ricercatori e le collaborazioni tra i gruppi, prodromiche alla proposizione di progetti e iniziative editoriali.

La modalità telematica ha permesso di utilizzare i contributi degli *sponsor* tecnici, Codevintec Italiana srl, Fugro Italy SpA, Mainport Med srl, TecnoIn SpA, Idrosfera snc e GBT Offshore, per istituire premi per i giovani ricercatori non strutturati. La Commissione valutatrice (Alina Polonia, Elena Romano, Franco Italiano, Michele Rebesco, Attilio Sulli) ha premiato per l'attività scientifica svolta nel campo della Geologia Marina nel periodo inter-convegno (2019-2021) **Elena Pavoni, Marta Corradino, Mathia Sabino e Giorgio Castellan**. I quattro vincitori hanno esposto le loro ricerche nell'ambito delle sessioni plenarie. Per la migliore immagine sulla Geologia Marina ha vinto il premio **Luca Pellegrino**. Per il miglior filmato di Geologia Marina ha vinto **Agostino Meo**.

Anche quest'anno ricercatori italiani che si sono distinti per le brillanti carriere all'estero (**Antonio Cattaneo, Leonardo Macelloni, Giuseppe Siani e Paola Vannucchi**) hanno raccontato il loro percorso, illustrato ricerche di punta ed indicato aspetti gestionali della ricerca in ambiente internazionale. L'iniziativa ha riscosso notevole

successo ed è stata fonte di curiosità e discussione.

I riassunti del Convegno sono stati pubblicati nella collana *Abstract Book* della Società Geologica Italiana (<https://doi.org/10.3301/ABSGI.2021.01>). Tutti gli interventi, organizzati per workshop tematici, sono stati pubblicati su un canale *Youtube* all'indirizzo www.youtube.com/channel/UCblZk356M1aSN8UDCoJlvUQ.

Nell'ambito del convegno si è svolta l'assemblea della Sezione di Geologia Marina della Società Geologica Italiana, che conta ormai più di 100 iscritti, nel corso della quale Attilio Sulli è stato eletto Coordinatore della Sezione per il prossimo triennio. Sono state discusse alcune iniziative già intraprese dalla Sezione, tra cui quelle volte a sensibilizzare opinione pubblica e decisori sul diritto della comunità scientifica ad essere dotata di una nave oceanografica adeguata con strumentazioni adeguate.

LAMENTATIO NAVIS

(sulla mancanza di navi oceanografiche)

Con questo numero inauguriamo una rubrica sul problema più grande della geologia marina, e più in generale delle scienze del mare, in questi ultimi anni

Senza conoscenza non c'è prevenzione, senza conoscenza non c'è resilienza. Attraverso la conoscenza un popolo progredisce e migliora la qualità della vita. I mari italiani sono soggetti a numerosi e diversificati rischi geologici che impattano direttamente sulle nostre bellissime coste. La prevenzione di tali rischi è cruciale, ma ciò è possibile solo avendo a disposizione strumenti adeguati, quali navi oceanografiche e strumentazioni per l'acquisizione e l'analisi dei dati. Eppure gli organi di governo non vedono che la ricerca scientifica in ambiente marino sta naufragando, così come accaduto alle navi oceanografiche italiane.

Dobbiamo invertire la rotta e promuovere la conoscenza dei mari italiani dotando i ricercatori di una nave per la ricerca, strumento indispensabile per studiare il cambiamento climatico, l'inquinamento e l'erosione costiera, il rischio sismico, la vita marina e gli ecosistemi, la circolazione oceanica e le proprietà chimiche e fisiche dell'oceano.





Sezione GEOsed



Coordinatore: **Marco Brandano**

 Pagina web: www.socgeol.it/369/geosed.html

Parecchie iniziative di GeoSed programmate per questo anno sono state già portate a termine! Il primo ciclo di seminari in Geologia del Sedimentario è stato molto seguito e partecipato da oltre duecentocinquanta colleghi italiani e stranieri. Siamo stati piacevolmente sorpresi anche dalla vivissima adesione da parte dei giovani ricercatori: dottorandi, assegnisti, borsisti etc.

Nel suo seminario, ancora seguibile attraverso il canale youtube SGI ([Seminari GeoSed 2021 - Webinar Prof. Fabrizio Berra - YouTube](#)) Fabrizio Berra (Dipartimento di Scienze della Terra "A. Desio", UniMI) ci ha raccontato una delle sue esperienze di ricerca, ci ha parlato di "una serie di approcci diversi per interpretare uno stesso oggetto: le piattaforme carbonatiche" e di "come leggerle e come riuscire a capirne la loro storia". Il seminario di Jasper Knight (University of the Witwatersrand, Johannesburg, South Africa; [Seminari GeoSed 2021 - Webinar Prof. Jasper Knight - YouTube](#)) si è invece concentrato sull'interconnessione fra le montagne, il clima e i sedimenti in particolare sulle peculiarità e la vulnerabilità ai cambiamenti climatici dei territori di montagna.

L'ultimo seminario è stato tenuto da Catherine Chagué (UNSW Sydney, Sydney, Australia & NIWA, Christchurch, New Zealand) che ci ha illustrato le principali linee di ricerca relative agli palaeo-tsunami. Il seminario sarà presto disponibile sul canale youtube della SGI. L'attiva partecipazione da parte della comunità scientifica a questa prima attività seminariale, ci spinge ad organizzare un secondo ciclo di seminari online in Geologia del Sedimentario per il prossimo Inverno. Il programma sarà disponibile sul nostro sito, sulla nostra pagina facebook e sul prossimo numero di Geologicamente.

L'iniziativa "Sedimentary structures saturday" ha già avuto parecchie adesioni e cogliamo l'occasione per chiedere ai nostri soci di inviarci immagini di strutture sedimentarie corredate da una piccola spiegazione, che alimenteranno le pagine social di GeoSed ed in generale della SGI (l'autore verrà menzionato e ringraziato). Siamo infine lieti di segnalarvi altre due attività che prevedono il coinvolgimento di giovani ricercatori: il **Premio Migliore Pubblicazione di giovani ricercatori** - Bando di concorso biennio 2021-2022 (www.socgeol.it/N3593/premio-migliore-pubblicazione-di-giovani-ricercatori-bando-di-concorso-biennio-2021-2022.html) e il **Premio Migliore guida all'escursione** - Bando di concorso anno 2021 (www.socgeol.it/N3596/premio-migliore-guida-all-escursione-bando-di-concorso-anno-2021.html).

Infine GeoSed sta organizzando un'escursione per dottorandi, assegnisti e giovani ricercatori: è della prima delle tre escursioni focalizzate sulla traversata dell'Appennino. L'edizione di quest'anno

riguarderà la traversata dell'Appennino centrale, partendo dalla campagna romana fino ad arrivare al fronte dell'Appennino in Majella, passando per i Simbruini, Carseolani e Gran Sasso. La durata dell'escursione è di una settimana (19-23 Luglio 2021). I field trip leader saranno ricercatori e docenti del CNR-IGAG (Marco Mancini, Ilaria Mazzini), e CNR-IGG (Irene Cornacchia), dell'Università di Chieti (Giovanni Rusciadelli), di Sassari (Luca Cardello) di Firenze (Enrico Capezzuoli), di Milano (Alessandro Mancini) e di Roma (Laura Tomassetti e Marco Brandano). Tariffe e posti disponibili sono pubblicizzati nel nostro sito ([Workshop sul terreno: dal Tirreno al fronte dell'Appennino centrale \(socgeol.it\)](#)) e nei canali social.

Augurandoci di poterci incontrare di persona al più presto, vi auguriamo una serena Estate!



Bindstone. Formazione di Monte Zari, Gruppo del Keuper, Triassico superiore. Sardegna sudoccidentale (si ringrazia per gentile concessione Luca Giacomo Costamagna – Università di Cagliari).



Sezione Storia delle GEOSCENZE

Coordinatore: Alessio Argentieri



Pagina web: www.socgeol.it/368/storia-delle-geoscienze.html



VERMICINO '81, ANNO ZERO *La conoscenza geologica del sottosuolo per la sicurezza del territorio e la protezione civile*

Il 28 maggio scorso si è tenuto un webinar organizzato dalla Sezione assieme a Ordine dei Geologi del Lazio, Città Metropolitana di Roma Capitale e ISPRA, in previsione del quarantennale del tragico evento del 10 giugno 1981. Nella tarda primavera volgente all'estate del 1981, la tragedia di Alfredo Rampi nel pozzo di Vermicino (tra Frascati e Roma) fu un punto di svolta culturale, che impose ad un'Italia ancora arretrata e impreparata un cambio di passo non più rinviabile sui temi della sicurezza del territorio, della prevenzione dei rischi e della gestione delle emergenze. L'Anno Zero della protezione civile italiana, nata sull'onda emotiva di una tragedia che portò l'intero Paese ad affacciarsi virtualmente intorno a quel profondo buco nel terreno di Vermicino. Un toponimo inscindibilmente associato all'immagine in bianco e nero di un bambino con una canottierina a righe e radicato nella memoria collettiva italiana assieme all'uso improprio del termine 'pozzo artesiano'. Il convegno ha voluto commemorare la ricorrenza, raggruppando le comunicazioni in due sessioni consecutive. La prima, **"Contesto storico e testimonianze"**, ha avuto funzione propedeutica alla riflessione sui cambiamenti che ne conseguirono. Nella seconda sessione **"La cultura della sicurezza"** sono stati quindi analizzati, con approccio trasversale e multidisciplinare, sia le iniziative e le innovazioni che dall'evento presero le mosse, convogliando in un flusso positivo quanto si apprese da un evento nefasto, sia le occasioni mancate o incompiute di diffondere capillarmente la cultura della sicurezza territoriale, basata sulla conoscenza del sottosuolo. Diversi Enti pubblici e associazioni hanno garantito il patrocinio all'evento, accreditato anche per il riconoscimento di crediti APC. Oltre 200 partecipanti hanno seguito i lavori sulla piattaforma della SGI e sul canale *Youtube* (per visionare la registrazione completa: www.youtube.com/watch?v=jeDY2uMXgKo).

BIBLIOGRAFIA

A. Argentieri, P. Marchili & M. Pantaloni (2021). *Vermicino 1981: l'Anno Zero della conoscenza geologica del sottosuolo per la protezione civile e la gestione del territorio in Italia - Vermicino 1981: Year Zero of underground geological knowledge for civil protection and land management in Italy*. *Acque Sotterranee - Italian Journal of Groundwater*, AS36-510: 73 – 77. (DOI 10.7343/as-2021-510). www.acquesotterranee.net/index.php/acque/article/view/510.



Sezione Giovani GEOLOGI



Coordinatrice: **Giulia Innamorati**

 Pagina web: www.socgeol.it/435/giovani-geologi.html

Nel dicembre 2019, all'interno della legge di bilancio (160/19), sono stati stanziati 15 milioni di euro per il triennio 2020/2022, destinati alla realizzazione della cartografia geologica ufficiale del territorio nazionale (progetto CARG). Questo provvedimento, atteso ormai da venti anni, porta certamente una ventata di aria fresca nel mondo geologico in quanto permetterà la ripresa del progetto CARG, ormai fermo da anni e con una copertura del 45% del nostro paese. Ma questa nuova stagione rappresenta soprattutto una grande opportunità per i giovani geologi che hanno investito nella propria formazione, scegliendo un percorso universitario da rilevatori. Il Servizio Geologico d'Italia di ISPRA, infatti, ha finalmente potuto procedere con nuove assunzioni, bandendo, in questo biennio, 10 posti destinati rispettivamente a 6 rilevatori del sedimentario, 2 rilevatori dei basamenti cristallini e 2 biostratigrafi. Ciò è stato possibile grazie al ruolo chiave che il Servizio Geologico d'Italia svolge, in quanto cura il coordinamento del progetto CARG attraverso i suoi geologi, rilevando direttamente alcuni Fogli e svolgendo il ruolo di supervisore e controllore per quanto riguarda Fogli realizzati da Enti, Università e Regioni. Vogliamo presentarvi il racconto di **Diego Pieruccioni**, vincitore del bando di rilevatore del basamento, con particolare attenzione al suo percorso universitario e alla sua esperienza di geologo di terreno. Ci auguriamo che l'esperienza raccontata da Diego sia da esempio e ispirazione per i ragazzi che stanno adesso intraprendendo il proprio percorso di studi, perché investano sulla propria formazione e la propria persona, ricordando sempre l'importanza e la bellezza della geologia di terreno, così faticosa, ma anche così gratificante!

Quale è stato il percorso formativo che hai seguito all'università? (Tesi, dottorato, dove e cosa avete studiato ecc.)

Dopo la maturità scientifica, ho frequentato il corso di laurea in Scienze Geologiche presso il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Pisa, dove mi sono appassionato immediatamente al rilevamento geologico, fino al punto di decidere di realizzare la tesi triennale prima (nel 2009) e magistrale poi (nel 2012) proprio in questa disciplina. In entrambe le tesi di laurea ho eseguito uno studio geologico-strutturale di dettaglio di un settore del complesso metamorfico delle Alpi Apuane centrali (Toscana) caratterizzato da una tettonica polifasica che ha interessato sia la successione del basamento Paleozoico che la sua copertura mesozoico-terziaria. Parte fondamentale dello studio è stato quello di realizzare delle carte geologiche in scala 1:5000 e 1:2000, corredate dalle relative sezioni geologiche, che hanno permesso di ricostruire l'evoluzione geologico-strutturale dell'area esaminata.

Dal 2013 al 2016 ho partecipato alla Scuola di dottorato in Ingegneria e Scienze per l'Ambiente e il Territorio presso l'Università di Cagliari, dove ho conseguito il titolo di Dottore di Ricerca in Scienze della Terra sotto la supervisione del Prof. Antonio Funedda e del Prof. Luigi Carmignani. Durante il dottorato mi sono occupato di geotermia a bassa entalpia realizzando carte geologiche e geotematiche basate sulla conducibilità termica, sia attraverso il rilevamento di superficie che attraverso l'interpretazione di dati di sottosuolo. Nel 2015 ho partecipato ad un periodo di studio all'estero, della durata di 6 mesi, presso l'Università Cadi Ayyad di Marrakech (Marocco), partecipando a diverse campagne di rilevamento geologico e studi geologico-strutturali di alcuni giacimenti minerali del complesso metamorfico Precambriano della catena dell'Anti-Atlante.

Terminato il dottorato di ricerca nel 2016 ho vinto una borsa di studio presso l'Università di Siena, dove sono entrato in contatto diretto per la prima volta con il progetto CARG partecipando alla realizzazione del Foglio geologico n. 249 – Massa Carrara, alla scala 1:50000 e alle relative Note Illustrative.

Dal 2016 al 2018 ho avuto un assegno di ricerca presso il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Pisa, occupandomi del rilevamento geologico in scala 1:5000 di metarioliti permiane e dello studio delle relazioni geologico-strutturali tra giacimenti minerali e rocce incassanti presenti nel complesso metamorfico delle Alpi Apuane meridionali (Toscana).



Una volta entrati in ISPRA quali compiti vi sono stati affidati e quali attività state svolgendo?

A seguito della vittoria del concorso ho preso servizio il 16 novembre 2020 e sono stato assegnato alla sezione di “Rilevamento geologico, Biostratigrafia e Modellazione del sottosuolo” del Servizio per la Geologia Strutturale e Marina, per il Rilevamento e la Cartografia Geologica del Dipartimento per il Servizio Geologico d’Italia di ISPRA. Al momento sono il Coordinatore di progetto e revisore tecnico-scientifico di alcuni Fogli CARG che stanno per partire, o sono appena partiti. In particolare, il Foglio 068 – Monte Bianco ed il Foglio 038 Chiavenna (comprensivo delle porzioni dei Fogli di confine n. 021 - Passo dello Spluga, n. 022 - Madesimo e n. 037 – Bodengo), e sono stato affiancato ad alcuni colleghi del Servizio Geologico, come revisore tecnico-scientifico, per seguire il Foglio 069 – Gran San Bernardo e il Foglio 121 – Brescia per quanto riguarda la modellazione 3D di sottosuolo.

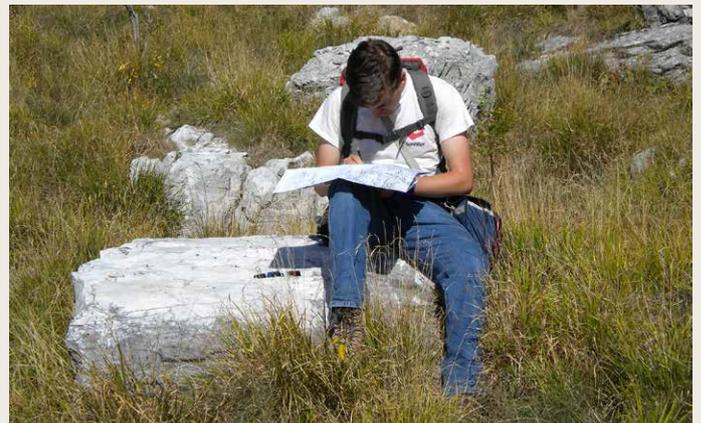
Sono stato assegnato anche a vari gruppi di lavoro interni al Servizio Geologico. In particolare, mi sto occupando, all’interno del Gruppo di lavoro “Revisione Linee Guida CARG”, di rivedere ed aggiornare le normative CARG in materia di rilevamento geologico all’interno di complessi metamorfici e di strutturare una banca dati litologica che sarà consegnata ai vari contraenti per la realizzazione dei futuri Fogli geologici. Inoltre, con il Gruppo di lavoro “Geologia di Sottosuolo”, porto avanti un progetto sperimentale per la realizzazione e strutturazione di una banca dati specifica relativa alla realizzazione di modelli geologici 3D di sottosuolo.

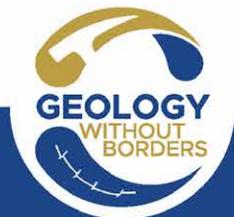
Infine, sono stato incaricato di ricoprire il ruolo di *Editorial Manager* all’interno dell’*Editorial Board* della rivista della Società Geologica Italiana e del Servizio Geologico d’Italia, “*Geological Field Trips and Maps*” dove svolgo la funzione di revisore tecnico degli articoli e delle carte sottomesse.

L’importanza del rilevamento geologico in generale e della realizzazione dei fogli del CARG.

Il rilevamento geologico è un’attività di ricerca scientifica fondamentale che il geologo compie per investigare in dettaglio, attraverso un’attenta analisi di ricerca geologica e rappresentazione cartografica, i processi che hanno plasmato e modellato il territorio. Pertanto, la cartografia geologica diventa l’espressione di una rappresentazione logica e razionale dell’assetto stratigrafico-

strutturale di una certa area, un momento di sintesi delle conoscenze scientifiche, attraverso il quale i geologi ed i tecnici addetti possono trarre informazioni fondamentali per operare sul territorio, mettendo in evidenza le zone a potenziale rischio geologico e consentendo una migliore prevenzione dei disastri ambientali. Quindi la carta geologica non è solo un importante contributo scientifico, che rimane confinato al solo mondo accademico, ma diventa uno strumento indispensabile volto a fornire gli elementi necessari per dare una corretta pianificazione territoriale ed una adeguata politica di intervento e di gestione del territorio. Ecco l’importanza del progetto CARG, fondamentale per dotare l’Italia di una cartografia geologica ufficiale aggiornata. Infatti, una carta geologica non è un oggetto che una volta realizzato andrà sempre bene, ma è un oggetto che deve essere continuamente aggiornato perché nel tempo le conoscenze scientifiche evolvono così come evolvono le condizioni geologiche e morfologiche di un territorio. Molti Paesi in Europa sono già alla seconda o alla terza edizione della cartografia geologica ufficiale, mentre in Italia non abbiamo ancora completato la prima. Il mio auspicio per il futuro è quello che il progetto CARG, un progetto in cui credo molto, venga continuamente finanziato in modo tale da arrivare al completamento della cartografia geologica, che ad oggi non super ancora il 50% della sua realizzazione, per avere una fotografia dettagliata del nostro Paese con il quale mettere in atto le giuste politiche di tutela e salvaguardia del nostro territorio.





90° CONGRESSO

della Società Geologica Italiana

VIRTUAL EDITION

& FIELD TRIPS ON SITE

TRIESTE

14

15

16

SEPTEMBER 2021



Save the date
and subscribe now!

PRESIDENTI DEL CONGRESSO

 Angelo Camerlenghi

 Francesco Princivalle

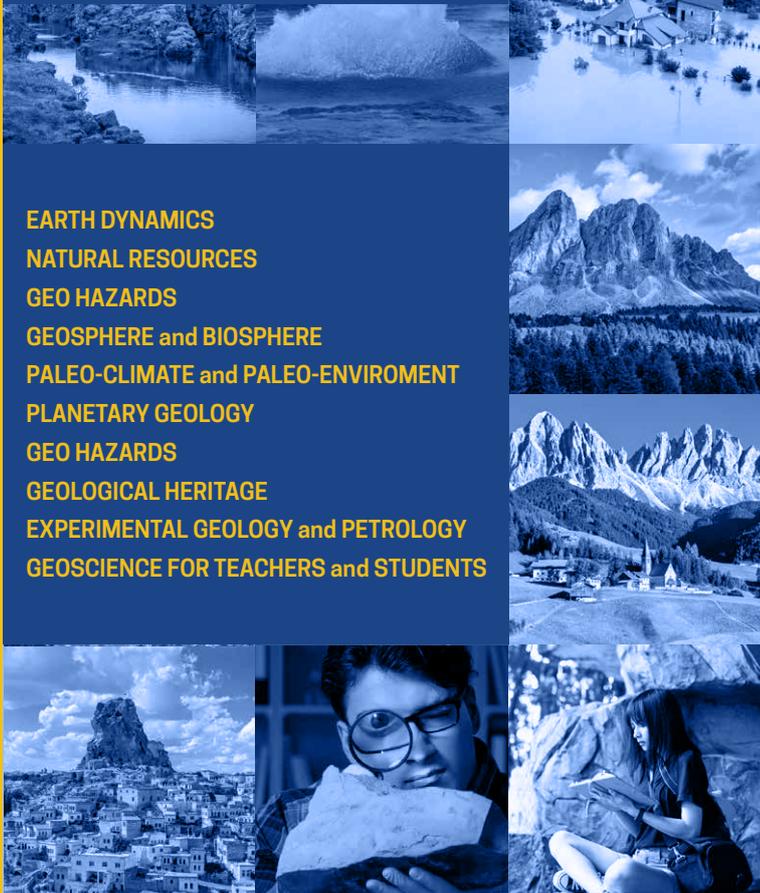
COMITATO SCIENTIFICO

Miloš Bavec, Lorenzo Bonini, Marco Brandano, Martina Busetti, Domenico Calcaterra, Alessandro Caporali, Chiara D'Ambrogi, Daniela Di Bucci, Agata di Stefano, Elisabetta Erba, Guido Giordano, Michele Marroni, Silvana Martin, Maurizio Mazzuchelli, Carmelo Monaco, Alberto Montanari, Gian Andrea Pini, Claudia Piromallo, Alina Polonia, Giovanni Pratesi, Luisa Sabato, Mauro Soldati

COMITATO ORGANIZZATORE

Erika Barison, Lorenzo Bonini, Martina Busetti, Andrea Caburlotto, Bernardo Carmina, Dario Civile, Florence Colleoni, Carlo Corradini, Federico Da Col, Michela Dal Cin, Laura De Santis, Federica Donda, Paolo Giurco, Giulia Innamorati, Renata Giulia Lucchi, Fabio Massimo Petti, Francesca Petrera, Giorgia Pinna, Michele Rebesco, Umberta Tinivella, Luca Zini, Alessandro Zuccari

10 MAIN THEMES



- EARTH DYNAMICS
- NATURAL RESOURCES
- GEO HAZARDS
- GEOSPHERE and BIOSPHERE
- PALEO-CLIMATE and PALEO-ENVIRONMENT
- PLANETARY GEOLOGY
- GEO HAZARDS
- GEOLOGICAL HERITAGE
- EXPERIMENTAL GEOLOGY and PETROLOGY
- GEOSCIENCE FOR TEACHERS and STUDENTS

6 Field trips on site!



Program online

È stato pubblicato *online* il programma delle 29 sessioni attivate, l'elenco degli *abstract* accettati e il programma del *PhD day*.

Vi ricordiamo che, per la definitiva accettazione, è necessario che il *presenter* sia in regola con il pagamento allo scadere della quota *Early bird* (21 luglio 2021).

www.geoscienze.org/trieste2021/index.php/programma/timetable

Subscribe & Payment September 6

Il 6 settembre è l'ultimo giorno per iscriversi!

www.geoscienze.org/trieste2021/index.php/registrazioni/registrati



La SGI sostiene WOW nature® per l'adozione, la crescita, la cura e la protezione di alberi in due aree colpite dalla tempesta Vaia (Bosco Sacile-UD, Bosco Tombale-VI). Per ogni partecipante al Congresso saranno donati 5,00 euro.

www.wownature.eu/societa-geologica-italiana

www.wownature.eu/en/italian-geological-society

29 SESSIONS

- S1 Tectonics and sedimentation
- S2 Evolution of sedimentary basins: an integrated approach
- S3 Oceanic lithosphere and subduction factory
- S4 Exhumation processes
- S5 Adria Plate
- S6 Coupling deep mantle structures with surface processes and magmatism along the Tethyan margin
- S7 Dynamics of the Earth interior
- S8 Impact of Renewable and Geo-Energies
- S9 Hydrogeological environments: challenges and advances
- S10 Earthquakes and Tsunami
- S11 Volcanic Hazard in the terrestrial and marine environment
- S12 Landslides in the terrestrial and marine environment
- S13 Floods
- S14 Geo-pollutants
- S15 Coastal erosion
- S16 Extreme environments
- S17 Carbonate rocks: from sedimentation to diagenesis
- S18 Geology and ecosystems
- S19 Paleo-climatic transitions
- S20 Resilience of oceanic ecosystems preserved in the geological record
- S21 Holocene climate | S22 Quaternary climate and sea level change
- S23 The cosmic challenge: from interplanetary dust to the bricks of life
- S24 The contribution of geology to the knowledge of solar system bodies
- S25 Urban Geology and Geomorphology
- S26 Geo-heritage, geoparks, geo-itineraries
- S27 Geology, food and health
- S28 Geosciences at School 2021
- S29 Open Session

UN NUOVO MODELLO SISMOTETTONICO

sull'origine del terremoto del 1908

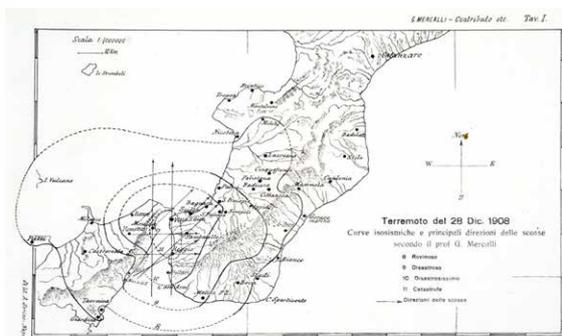


Fig. 1 - Carta delle isosisme del terremoto del 28 dicembre 1908 (Mercalli, 1909). L'isosisma epicentrale raggiunge il grado XI, definito Catastrofico da Mercalli.

Sono passati quasi 113 anni da quella mattina del 28 dicembre 1908 quando, alle ore 5:20 locali, un devastante terremoto di intensità XI della scala Mercalli (magnitudo stimata 7.1) provocò distruzione e morte tra la Sicilia e la Calabria (Fig. 1). Il movimento tellurico, che oggi è ricordato nei cataloghi sismici come il più potente mai registrato in Europa in epoca strumentale, fece vibrare la terra per più di 30 secondi e portò alla distruzione delle città di Messina e Reggio Calabria e di altri numerosi centri



minori causando la morte di 100.000 persone (Fig. 2). Lo scuotimento fu avvertito distintamente in tutta l'area centro mediterranea e fu seguito, in meno di 10 minuti, da un'onda di tsunami che superò localmente i 10 metri di altezza. L'onda si abbatté sulle coste dello Stretto aggiungendo devastazione e morte lungo le aree costiere (Fig. 3). Sebbene agli albori della sismologia strumentale, il terremoto fu registrato da numerose stazioni sismiche sparse in tutto il

mondo che ne collocarono l'epicentro in mare lungo l'asse dello Stretto di Messina. Numerosi studi scientifici effettuati da ricercatori di tutto il mondo hanno cercato di individuare e caratterizzare la sorgente sismogenetica responsabile del terremoto. Tuttavia, i numerosi modelli geologici proposti, spesso contrastanti, hanno alimentato negli anni un acceso dibattito nella comunità scientifica senza tuttavia pervenire ad una soluzione scientificamente condivisa. Un nuovo studio condotto nell'area dello Stretto di Messina, frutto di una collaborazione internazionale tra il Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche ed Ambientali dell'Università di Catania (Giovanni Barreca e Carmelo Monaco), il Center for Ocean and Society- Institute of Geosciences dell'Università di Kiel in Germania (Felix Gross e Sebastian Krastel) e L'INGV-OE di Catania (Luciano Scarfi e Marco Aloisi) svela, per la prima volta, l'ubicazione e le caratteristiche geometriche della possibile faglia da cui si originò il devastante sisma. La ricerca dal titolo "The Messina Strait: Seismotectonic and the Source of the 1908 Earthquake" è stata di recente pubblicata sulla rivista Earth-Science Reviews. Lo studio si è basato principalmente sulla interpretazione di 35 profili sismici a riflessione di alta risoluzione oltre che sull'analisi di dati sismologici e geomorfologici esaminati in maniera multidisciplinare. In particolare,



Fig. 2 - La prima pagina de "il Telegrafo" con la notizia del terremoto del 1908 a Messina e Reggio Calabria. Vittime al porto di Messina (da www.tgcom24.mediaset.it).

le linee sismiche hanno consentito di individuare in modo inequivocabile una discontinuità strutturale che deforma i sedimenti recenti dello Stretto di Messina. La faglia mostra evidenze di attività recente poiché disloca il fondale marino con scarpate fino a 80 m di altezza (Fig. 4). L'analisi sismica in ambiente 3D e studi geomorfologici sul terreno hanno poi permesso di seguire la struttura

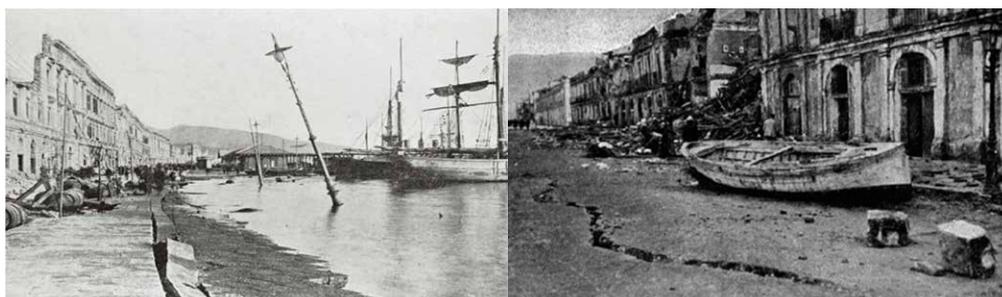


Fig. 3 - Devastazione al porto di Messina dopo l'arrivo dell'onda di maremoto (da www.tgcom24.mediaset.it).

per tutto il suo sviluppo ottenendo dunque preziose informazioni sulla sua lunghezza, un parametro fondamentale per la stima della magnitudo massima attesa in caso di riattivazione della stessa ma anche un raffronto con l'evento del 1908. La struttura corre lungo l'asse dello Stretto ed è individuabile a circa 3 km dalle coste della Sicilia (Fig. 5). Alla latitudine di Messina, il piano di faglia curva verso Est penetrando nell'entroterra calabro per proseguire poi lungo l'asta fluviale del torrente Catona, una incisione fluviale tra Villa S. Giovanni e Reggio Calabria. La faglia è inclinata verso Est e raggiunge la lunghezza massima di 34,5 km. Secondo le relazioni lunghezza-magnitudo, la faglia è in grado di scatenare terremoti di magnitudo 6.9, una energia molto simile a quella liberata durante il terremoto del 1908. Questo dato, insieme all'analisi critica delle fonti storiche e allo sviluppo di modelli matematici di dislocazione, suggerisce di fatto che la struttura tettonica individuata sia verosimilmente proprio quella che più di 100 anni fa causò la più grave sciagura sismica del 900.

La ricerca affronta inoltre il tema del meccanismo all'origine dell'allontanamento in atto tra la Sicilia e la Calabria (circa 3,5 mm all'anno), individuandone il motore nelle profondità crostali dove una ulteriore discontinuità è indiziata di favorire il movimento verso est di un esteso blocco di crosta comprendente l'area dello Stretto e parte della Calabria meridionale. Questo movimento avviene probabilmente sotto l'effetto della gravità ed in maniera quasi asismica ma incoraggerebbe la rottura cosismica di alcune faglie più superficiali, tra cui la nuova struttura individuata nello studio.

Lo studio ha portato dunque ad una revisione critica della letteratura esistente fornendo nuovi vincoli sul modello sismotettonico dello Stretto di Messina, una delle zone a più alto rischio sismico d'Italia, e aggiungendo un tassello significativo nella identificazione della faglia responsabile del terremoto del 28 dicembre 1908.

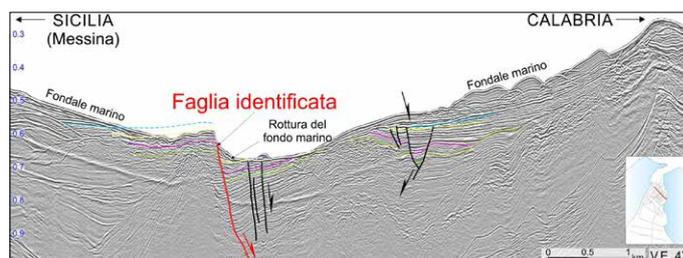


Fig. 4 - Linea sismica da Messina a Reggio Calabria mostrante la faglia responsabile del terremoto (linea rossa) che deforma chiaramente i sedimenti al di sotto del fondale marino ed il fondo marino stesso (modificata da Barreca et al., 2021).

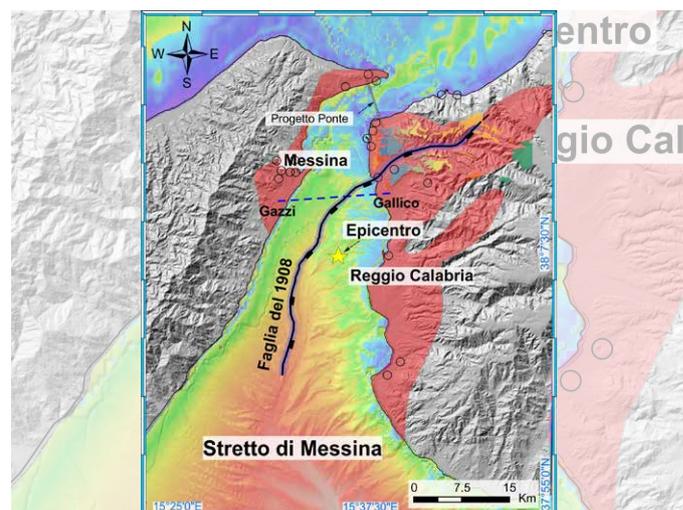


Fig. 5 - La faglia responsabile del terremoto del 1908 mappata lungo l'asse dello Stretto di Messina ed in Calabria meridionale (modificata da Barreca et al., 2021).

 Link alla rivista *Earth Science Review* all'articolo Barreca et al., 2021: www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0012825221001860

VOTAZIONI ONLINE: *per gli ordini professionali*

In questo periodo di emergenza sanitaria abbiamo dovuto adeguare il nostro stile di vita alle esigenze sanitarie, causando stravolgimenti nella vita di tutti noi.

Tra le tante e significative limitazioni abbiamo però imparato ad utilizzare in maniera più efficiente e proattiva alcuni strumenti che fino all'inizio del

2020 non erano molto conosciuti e utilizzati nel nostro paese.

Si deve certo annoverare, in questo grande modificarsi delle nostre abitudini, il proliferare di webinar e videoconferenze che hanno consentito di mantenere una comunicazione attiva e favorendo la possibilità di riunirsi, seppur in forma virtuale, in modo veloce, economico e nel rispetto dell'ambiente (cosa da non sottovalutare!) attraverso i nostri PC, *tablet* e *smartphone*.

Una grande novità, che di certo si può annoverare tra le novità positive, è quella dell'introduzione delle votazioni online per gli Ordini dei Geologi.

Il Consiglio Nazionale dei Geologi ha infatti introdotto un regolamento che "stabilisce le modalità di espressione del voto telematico da remoto per le elezioni del Consiglio Nazionale dei Geologi e dei Consigli degli Ordini Regionali dei Geologi".

Questo regolamento, approvato dal Ministero di Giustizia nel dicembre 2020, rende obbligatorio votare per il rinnovo dei consigli regionali in modalità telematica.

Questa che si può certo definire una rivoluzione per gli Ordini professionali, ha avuto un impatto sostanziale sul lavoro dei consigli degli Ordini Regionali che si preparavano per le elezioni del 2021, in quanto la modalità di voto online era fino a quel momento sconosciuta come forma di suffragio.

A fronte dei timori per le incognite però si è dovuto constatare che la votazione online non solo ha rappresentato una fonte di risparmio per i bilanci degli Ordini professionali e, dunque, degli iscritti ma è soprattutto un metodo che ha favorito la partecipazione alla vita degli ordini in maniera attiva e positiva.

Basti guardare per percentuali di partecipazione che hanno addirittura superato il 90% in alcune Regioni per rendersi conto che le elezioni online hanno portato al voto un numero significativamente maggiore di Geologi per decidere la composizione dei vari consigli regionali, rispetto alle tornate elettorali precedenti.

Hanno fino ad oggi (1° giugno 2021 ndr) utilizzato le modalità telematiche di voto gli Ordini regionali di Emilia Romagna, Marche, Basilicata, Veneto, Lazio, Toscana, Abruzzo, Puglia e Campania, tutti in prima convocazione.

Non si può non sottolineare come questa modalità di suffragio porti enormi vantaggi per gli iscritti che potranno nelle prossime tornate elettorali far valere le proprie scelte nell'interesse della categoria, restando comodamente nei propri uffici.

ETNA INQUIETA



Tra dicembre 2020 e i primi 5 mesi del 2021, molti vulcani sulla Terra hanno dato vita ad eruzioni dai risvolti radicalmente opposti, ovvero con impatto drammatico sull’Uomo e il territorio oppure con una componente di spettacolo puro assolutamente prevalente sul disagio conseguente l’eruzione. Nel primo caso possono essere annoverate le attività dei vulcani Pacaya (Guatemala), La Soufrière de St. Vincent (Piccole Antille) e Nyiragongo (Repubblica Democratica del Congo), mentre le fenomenologie eruttive del Piton de La Fournaise a La Réunion, al sistema di fratture di Fagradalsfjall-Geldingadalur nella Penisola di Reykjanes (Islanda) e dell’Etna rientrano senza dubbio tra quelle altamente scenografiche. Proprio la straordinaria sequenza di episodi di fontanamento al Cratere di Sud-Est dell’Etna iniziata il 13-14 Dicembre 2020 sta concedendo uno spettacolo davvero unico, con quasi una trentina di eruzioni a carattere parossistico prodotte già alla fine del mese di maggio 2021. Questo genere di attività

eruttiva, aggettivabile per l’appunto con il termine parossistica, si sviluppa seguendo un copione ben preciso attraverso una progressiva intensificazione dell’attività esplosiva che da debolmente Stromboliana culmina repentinamente verso una fase di fontanamento che produce getti sostenuti di lava alti mediamente 500 metri, ma che per alcuni episodi hanno raggiunto anche i 1500 metri di altezza (ad es. il 22-23 Febbraio) con produzione di colonne eruttive dense di cenere alte talvolta fin oltre i 10 km (**Fig. 1**). La durata dell’intero fenomeno eruttivo è di circa 2-3 ore, con l’acme dell’intenso fontanamento nell’ordine di 15-60 minuti. Alla fenomenologia esplosiva è generalmente associata anche l’emissione di colate laviche, modeste per quel che concerne il volume complessivo e i tempi di alimentazione (**Fig. 2**).

Il vulcano Etna non è affatto nuovo a questo genere di attività eruttiva. Sequenze di eruzioni parossistiche, del tutto confrontabili con la successione in atto, caratterizzano infatti il record eruttivo degli ultimi 50 anni (ad es., anni ’70, 1999-2000, 2007 e 2011-2013). Abbiamo ben compreso il significato che assumono queste sequenze, essendo esse associate ad importanti fasi di ricarica profonda da parte di magmi composizionalmente poco evoluti e ricchi in gas. Ed è proprio il quantitativo di gas che gioca un ruolo determinante sia nel definire la cadenza a tratti ritmica delle eruzioni sia l’energia delle stesse. La ragguardevole vivacità mostrata dall’Etna in questi ultimi mesi è la naturale conseguenza dell’importante quantitativo di magma che quasi continuamente fa ingresso e si accumula da diversi anni nel sistema di alimentazione. Tuttavia, grazie al fatto che le vie di risalita del vulcano presentano (almeno per il momento) un’elevata capacità di trasferimento di magma e gas dalle porzioni profonde verso quelle più superficiali, non dovremo rimanere affatto sorpresi se la durata della sequenza in atto si prolungherà ancora per settimane o mesi.



Fig. 1 - Colonna eruttiva dell’episodio parossistico del 12 Marzo 2021 ripresa da Piano Vetore, versante S dell’Etna. Foto di Giorgio Costa.



Fig. 2 - Fontana e colata di lava del 24 Marzo 2021 riprese dal versante SE dell’Etna. Foto di Giorgio Costa.

"I FOSSILI UNA STORIA ITALIANA"

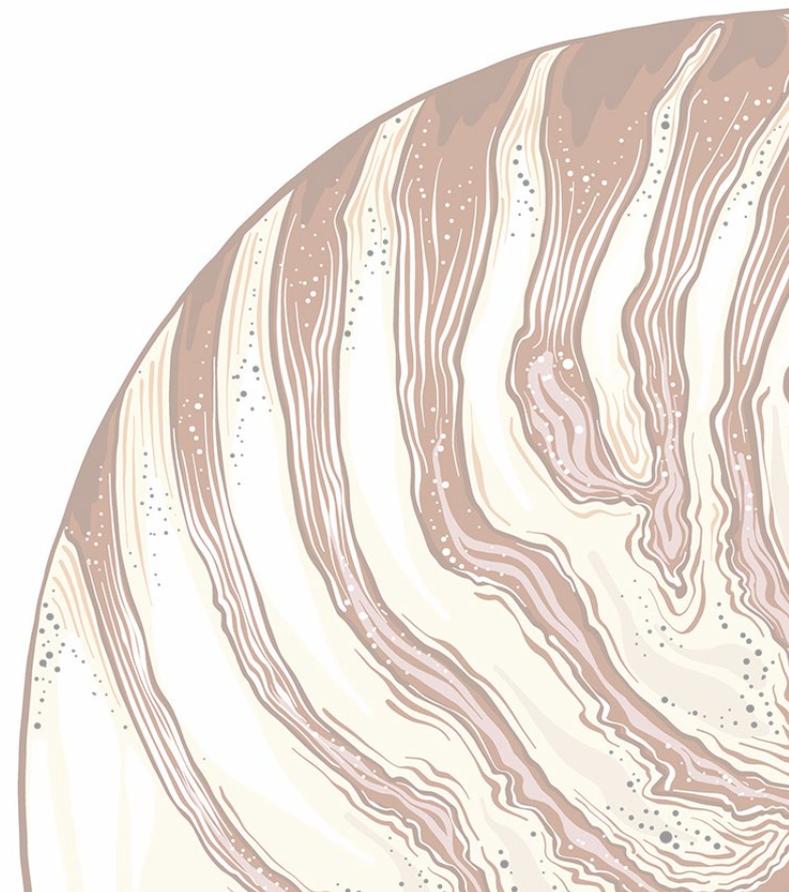
Il contributo Italiano alle prime conquiste della Paleontologia

La paleontologia è uno dei campi della scienza più popolari ma anche più fraintesi. I bambini sognano di diventare paleontologi da grandi. I visitatori affollano le mostre sui dinosauri e altri animali preistorici. I media riferiscono di scoperte fossili e nuovi indizi di estinzioni di massa. Tuttavia, le idee sbagliate abbondano: si presume che i paleontologi siano interessati solo ai

dinosauri e spesso vengono raffigurati come uomini bianchi barbuti con cappelli da *cowboy*. Soltanto negli ultimi cinquant'anni grazie al rinvenimento del primo dinosauro nel 1981 a Pietraroja (Bn) il pubblico italiano ha scoperto che anche sul nostro territorio si possono trovare e studiare fossili. Ma quanti italiani sanno che l'origine della parola "geologia" si deve al poliedrico Ulisse Aldrovandi che coniò il termine nel 1603? Il libro di Marco Romano (<https://merchandising.socgeol.it/i-fossili-una-storia-italiana.html>) offre l'occasione per approfondire il contributo italiano all'avanzamento delle Scienze della Terra ed in particolare della paleontologia. È il primo libro che racconta di alcuni aspetti della paleontologia attraverso la storia del pensiero scientifico italiano ed ha il grande pregio di mettere in risalto il pensiero di illustri menti italiane dimenticate in suolo patrio ma apprezzate all'estero. Un processo di rivalutazione iniziato circa 20 anni fa da Giovan Battista Vai, il curatore della prefazione. Il libro è organizzato in 6 capitoli che guidano il lettore con mano attraverso alcuni degli esempi più eclatanti della storia della paleontologia e della geologia in Italia. Nell'introduzione Marco Romano spiega bene come la storia delle scienze della Terra in Italia sia stata a lungo afflitta da un "sonno epistemologico" derivante sia da un limite di comprensione linguistica sia dalla spiccata esterofilia che ci caratterizza.

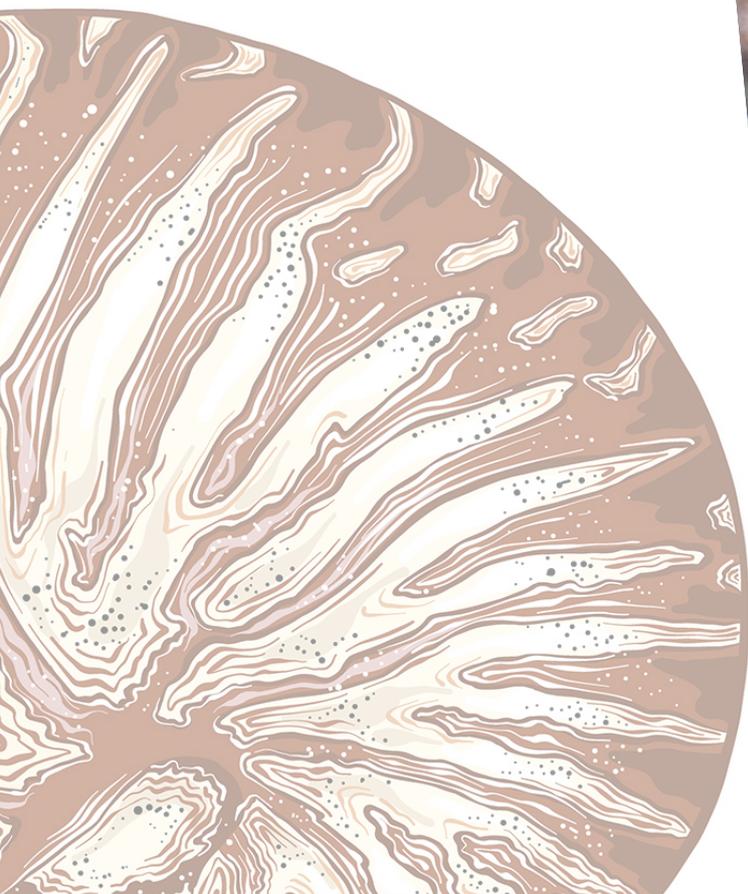
Il secondo capitolo racconta gli incontri pre-darwiniani con i resti preistorici. Unendo tradizioni orali e paleontologia, e attingendo a storia, archeologia, antropologia e mitologia, Romano racconta non solo le leggende legate ai fossili ed alla mitologia antica, basta pensare ai Ciclopi e alle glossopietre, ma anche l'utilizzo dei fossili nel campo medicinale.

Nel terzo capitolo vengono descritte le prime interpretazioni pseudo-scientifiche o scientifiche dei fossili di vertebrati e invertebrati, con particolare interesse verso il panorama italiano. Il percorso che ha



portato all'idea che i fossili fossero degli "ex-vivi" è descritto con dettaglio, partendo dall'idea di Plinio che fossero organismi cresciuti direttamente nelle rocce fino ad arrivare a Vallisneri che addirittura distinse quattro tipologie differenti di fossilizzazione. Questi concetti ebbero un'importanza fondamentale anche per la comprensione della geologia stratigrafica contribuendo a superare l'idea che la terra fosse "stabile e immutabile". Charles Lyell nel suo "*Principles of Geology*", pubblicato nel 1830, fa sue le idee rivoluzionarie espresse dal Brocchi all'inizio del 1800, ovvero che le specie animali potessero "perire" o estinguersi nel tempo geologico e che si potesse usare la percentuale di forme ancora viventi per effettuare una datazione relativa dei sedimenti.

Nel quarto capitolo viene descritto il lungo confronto tra diluvianisti e antidiluvianisti, nato dal riconoscimento della natura organica dei fossili e spinto dalla ricerca di una motivazione che spiegasse la presenza di fossili marini sulle montagne. La suggestione del diluvio universale è magistralmente descritta dall'immagine di copertina "Il Diluvio secondo Ermenegildo Plini" dell'artista Emiliano Troco (<https://emilianotroco.com/>). I diluvianisti ebbero la meglio a lungo. È davvero affascinante leggere come gli scienziati italiani del passato si sforzassero di conciliare il Diluvio Universale delle Sacre Scritture con le evidenze geologiche e paleontologiche. La chiave di volta fu lo studio del giacimento fossilifero di Bolca, la famosa pesciara che ora sappiamo essersi formata durante l'Eocene. Studiando questo sito,



alla fine del 1700 Domenico Testa respinse decisamente l'ipotesi del diluvio, e l'eventuale trasporto dei pesci da mari tropicali, a favore di un'ecatombe generata da fenomeni vulcanici. Nonostante l'ipotesi del Testa non fosse completamente corretta, essa ha intrinseco un concetto fondamentale per interpretare il record fossile: la Terra è un pianeta dinamico.

Il sesto capitolo riguarda in modo specifico le ammoniti, cefalopodi estinti che rappresentano uno degli indicatori biostratigrafici più raffinati per i depositi del Mesozoico di tutto il mondo. Le ammoniti rappresentano un fossile iconico che già Plinio il Vecchio, nel 75 a.C., aveva paragonato alle corna di Giove Ammone. Come fosse la trama di un libro giallo, Marco Romano racconta la storia delle interpretazioni nella lettura di questi cefalopodi estinti e lo sviluppo della comprensione del loro enorme potenziale biostratigrafico. Un racconto che in realtà spiega in dettaglio la complessità dei processi interpretativi che, non seguendo mai un percorso diretto e lineare, costituiscono il fondamento delle attuali conoscenze, non solo geo-paleontologiche. Oggi noi sorridiamo degli antichi che quando ignoravano le cause materiali di qualche fenomeno inventavano storie o Grandi Spiriti agenti. Ma continuiamo a fare lo stesso, inventando altri tipi di Grandi Spiriti agenti, cause misteriose, intrighi internazionali, cospirazioni, perché la storia del pensiero umano percorre inesorabilmente gli stessi percorsi.

“I fossili una storia italiana” è un saggio denso di informazioni,

corredato da 51 illustrazioni suggestive. L'indice analitico dei personaggi citati ed i riferimenti bibliografici alla fine del libro offrono un valido aiuto per ricercare i protagonisti di ogni storia e per approfondire gli argomenti trattati. Il libro è indicato per chi è appassionato di storia della scienza e del pensiero scientifico, ma anche per insegnanti, ricercatori, e paleontologi dilettanti che abbiano il desiderio di conoscere meglio la storia della geologia attraverso i fossili. Lo inserirei nella categoria “letture per tutte le stagioni” per coloro che sono alla ricerca di una lettura che faccia viaggiare nel tempo e nella storia del pensiero umano. Vorrei invitare Marco Romano a continuare a scrivere, perché, oltre ad essere un bravo geologo e paleontologo, ha un talento naturale per la scrittura. In ultimo, vorrei ringraziare la Società Geologica Italiana per aver pubblicato questo libro, grazie al contributo concesso dalla Direzione generale Educazione, Ricerca e Istituti Culturali (Servizio II, Istituti culturali) e ai due sponsor APPI e Sezione di Storia delle Geoscienze della SGI, e la Società Paleontologica per averlo patrocinato. Come geologa e paleontologa spero davvero che questo sia l'inizio di un cammino congiunto che coinvolga sempre più interlocutori nel mondo delle Scienze della Terra. Perché “Se le formiche si mettono d'accordo, possono spostare un elefante” (Proverbio del Burkina Faso).



BE GEO SCIENTISTS 2021

*“1° Congresso
Nazionale
dei Giovani
Geoscientiati”:
i giovani di oggi,
risorsa del domani*

Autori Rita Chirico¹, Rita De Stefano¹, Lorenzo Ammirati¹, Andrea Barone¹, Antonio Aruta¹, Ciro Cerrone¹, Maria Verde¹, Alessandro Petroccia², Salvatore Dominech³ e Claudio Ventura Bordenca⁴

¹ Dipartimento di Scienze della Terra, dell’Ambiente e delle Risorse.

DiSTAR, Università di Napoli Federico II.

² Dipartimento di Scienze della Terra - DST, Università degli Studi di Torino.

³ School of Ocean and Earth Science, State Key Laboratory of Marine Geology, Tongji University.

⁴ Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare - DiSTeM, Università di Palermo.



Nelle Geoscienze, così come nelle altre discipline scientifiche, i congressi rappresentano un importante momento di crescita e formazione. Infatti, la comunicazione scientifica e la condivisione di conoscenze che si instaurano durante questi eventi hanno il potere di attivare la curiosità e di trasformare le diverse “chiavi di lettura” in strumenti e idee per sviluppare il proprio futuro. In particolare, questi momenti costituiscono occasioni fondamentali sia per i giovani che intendono intraprendere una carriera rivolta alla ricerca scientifica, sia per coloro che vogliono avvicinarsi al mondo professionale nell’ambito di una determinata disciplina delle Geoscienze.

Be Geo Scientists 2021 (BeGEO - www.begeos.it) nasce dall’esigenza di uno spazio dedicato solo ai giovani e rivolto a chi vuole affrontare in modo più consapevole l’incertezza del presente e del futuro. Si presenta, infatti, come un congresso scientifico di caratura nazionale, interamente promosso da studenti e che intende rappresentare un punto di riferimento per i giovani e/o futuri geologi e ricercatori in Scienze della Terra, in cui gli stessi possano identificarsi.

BeGEO è un progetto nato dall’idea di un gruppo eterogeneo di dottorandi e neo-dottori di ricerca in Scienze della Terra afferenti a diversi Atenei italiani (**Fig. 1**). Unirsi (seppur telematicamente) per “fare qualcosa insieme”, in un momento storico in cui la distanza



Fig. 1 - Il Comitato Organizzatore *BeGEO 2021* - "1° Congresso Nazionale dei Giovani Geoscientisti".

sembra essere la parola d'ordine, è stato per noi un qualcosa di naturale, mossi soprattutto dal desiderio di creare le fondamenta di sinergia per un futuro più solido per le Geoscienze.

Il congresso si sviluppa in chiave multi-tematica e permetterà a studenti e laureati dei corsi di laurea magistrale, studenti di dottorato e dottori di ricerca (fino a tre anni dal conseguimento dell'ultimo titolo) di conoscersi, di confrontarsi e di comprendere i numerosi caratteri delle Geoscienze. L'iniziativa, inoltre, ha l'obiettivo di incoraggiare la nascita di una fitta rete di contatti e di creare un'occasione di confronto con i vari rappresentanti di aziende e centri di ricerca invitati a partecipare, col fine di incentivare future collaborazioni in ambito accademico e/o professionale. Con il claim "*A Young Network*" poniamo, infatti, l'accento sui temi dell'incontro, della comunicazione e della cooperazione che contraddistinguono il nostro progetto.

L'evento è in programma dal 7 al 10 ottobre 2021, e il Centro Congressi dell'Università degli Studi di Napoli Federico II (UniNA) e la sede del Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e delle Risorse (DiSTAR) ne faranno da cornice (Fig. 2).

La nostra più grande speranza è che questo Congresso possa unirici e costituire un punto di partenza per le future generazioni di ricercatori e professionisti nell'ambito delle Scienze della Terra.

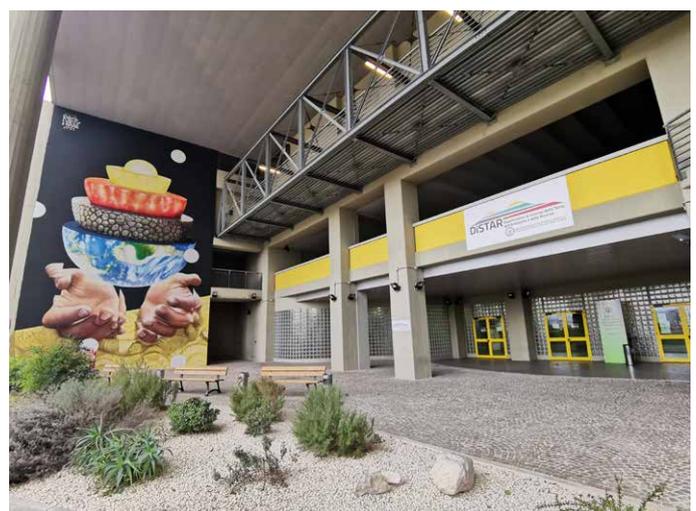


Fig. 2 - "Terra Madre" di Rosk – sede del DiSTAR (UniNA). Fotografia di Simone Palumbo.



ITALIAN JOURNAL OF GEOSCIENCES

Nato dalla fusione del **Bollettino della Società Geologica Italiana** e del **Bollettino del Servizio Geologico d'Italia**, l'*Italian Journal of Geosciences* (IJG; www.italianjournalofgeosciences.it) dal 2010 fornisce una piattaforma di pubblicazione internazionale per contributi di ricerca originali di alta qualità nell'ambito delle Scienze del Sistema Terra.

L'IJG ha ora una metrica di *Impact Factor* (IF) ben stabilizzata (IF-2020: 1.852, *Geoscience Multidisciplinary*, 5 Years IF: 2.029; *Clarivate Analytics*), dimostrando come, insieme ai nostri autori, al comitato editoriale, ai revisori

e all'ufficio editoriale, l'IJG abbia consolidato la sua reputazione all'interno della comunità internazionale di Scienze della Terra.

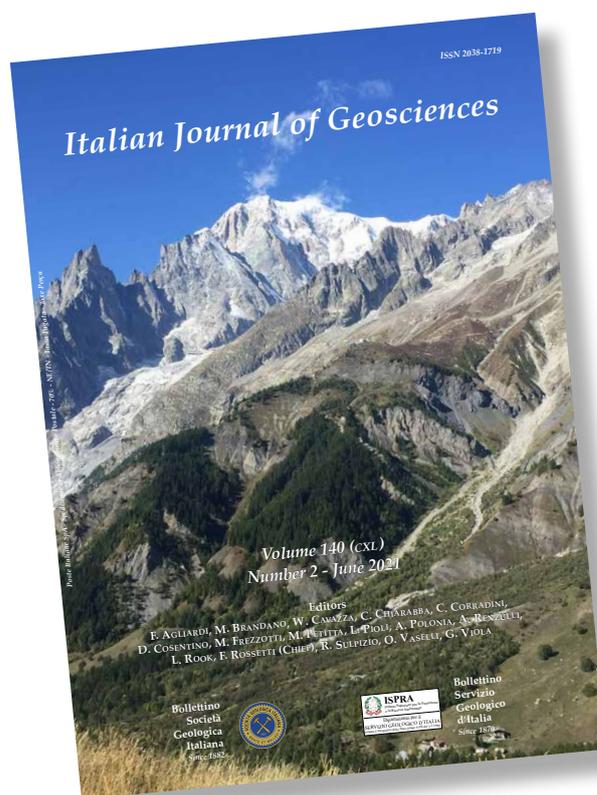
Inoltre, l'efficace e tempestivo processo di revisione (in media 60 gg. trascorrono fra la sottomissione del manoscritto e la decisione finale) garantisce una rapida pubblicazione e diffusione dei risultati scientifici verso la comunità internazionale delle geoscienze.

Per il futuro, l'IJG si prefigge di continuare a migliorare i suoi standard reputazionali ed ampliare ulteriormente la platea dei suoi lettori, accogliendo con favore i contributi dei membri della più ampia comunità delle Scienze della Terra, nello sforzo continuo di migliorare non solo la qualità, ma anche la diversità delle tematiche scientifiche, per far sì che la natura multidisciplinare e l'ampio spettro di discipline delle Scienze del Sistema Terra siano adeguatamente rappresentate.

Il 2021 ha già visto la stampa di due fascicoli (fascicolo 1, febbraio 2021 & fascicolo 2, giugno 2021) del volume 140 dell'IJG

(www.italianjournalofgeosciences.it/244/full-archive.html), i cui

contenuti offrono un'interessante rappresentazione della ricerca odierna nel campo delle geoscienze. In particolare, il fascicolo 1 raccoglie dapprima una serie di contributi tematici dedicati alla geochimica del degassing in ambienti vulcanici attivi, con casi di studio in Italia (Stromboli, Etna, Colli Albani) e Grecia. Si aggiungono quattro manoscritti che trattano delle proprietà geotecniche dei suoli argillosi, della bonifica ambientale a seguito di inquinamento di boro in acque superficiali, tracce fossili di vertebrati cretaci nella Repubblica Democratica del Congo, al patrimonio geologico del Monte Argentario (GR). Il fascicolo 2 ospita sette manoscritti, che trattano rispettivamente della storia geologica dei tunnel del Frejus e del Monte Bianco, delle oscillazioni climatiche del Pleistocene superiore nelle Alpi, dello studio geochimico e mineralogico delle argilliti anossiche della Falda Toscana, dei caratteri



strutturali del *reservoir* fratturato della Formazione dei Calcari con Selce dell'Appennino lucano, della stratigrafia e delle facies deposizionali di successioni torbiditiche sin-orogeniche nelle Alpi Liguri e Appennino meridionale (*Flysch* di Brodighera e *Flysch* di Agnone), della tessitura e la mineralogia dei depositi olocenici da *tsunami* nella costa spagnola.

Buona lettura!

RENDICONTI ONLINE DELLA SGI

Voglio essere sincero. Quando un anno fa Sandro Conticelli (Presidente della SGI) mi propose di diventare *Editor-in-Chief* dei ROL mi chiesi: i ROL? Ma è una rivista indicizzata? Ha l'*Impact Factor*? Sandro rispose che i ROL sono indicizzati ISI dal 2019, hanno un *Cite Score* (CS 2020; 1.1) in costante ascesa e che l'*Impact Factor* arriverà presto. “Questo - aggiunse - è il frutto del grande lavoro svolto da Domenico Calcaterra (*Past Editor*) che è riuscito a rilanciare la rivista puntando sulla qualità dei contributi”. Bene, dissi. Ma cosa posso fare per sviluppare ulteriormente

la rivista? Non è facile promuovere il giornale di una Società come la nostra in un mondo governato da gruppi editoriali globali, multinazionali del sapere e riviste predatorie. “Proprio questa è la tua sfida!”, rispose furbamente Sandro.

È bastato poi sfogliare l'archivio dei volumi pubblicati e conoscere il Comitato Editoriale della rivista per capire che la sfida si poteva vincere. Negli ultimi anni i ROL hanno pubblicato volumi di assoluto valore su molti temi delle geoscienze: dalla geologia “dura” (paleontologia, stratigrafia, geologia strutturale, petrografia) alla geologia tecnica, dalla geologia militare alla geoarcheologia fino all'insegnamento delle Scienze della Terra nelle scuole. Una collezione di contributi vari e appassionati che ben rappresentano la vitalità della nostra comunità.

Ma cosa pubblicano i ROL? I ROL pubblicano ricerche originali nell'ambito delle geoscienze di base ed applicate, sotto forma di *Short Notes* o *Research Articles*. Le *Short Notes* hanno una lunghezza di 6-8 pagine, mentre i *Research Articles* non hanno vincoli di lunghezza. Entrambi sono sottoposti ad un attento processo di *peer-review* effettuato da due *referees* coordinati da un *Associate Editor*. La pubblicazione è gratuita ed i contributi accettati vengono immediatamente pubblicati online. I ROL sono aperti a tutti gli studiosi e appassionati di geoscienze, e pubblicano anche volumi speciali di convegni di ambito geologico.

La nuova linea editoriale ha ora deciso di puntare con forza sulle giovani ricercatrici e sui giovani ricercatori. Per questo i ROL invitano tutti i dottorandi, gli assegnisti di ricerca e i giovani RTD a sottoporre contributi che illustrino il loro lavoro, in modo da diffondere i risultati ottenuti e (perché no) farsi conoscere all'interno della comunità geologica. Ad esempio, il volume di Luglio 2021 sarà dedicato all'iniziativa “*ROL meet PhD*” e raccoglierà i contributi



inviati dai dottorandi del 32° ciclo, presentati come *Short Notes* a nome singolo.

In sostanza, il principale obiettivo dei ROL è quello di fornire ai giovani geologi una “porta di ingresso” nel mondo della ricerca. Si tratta di un obiettivo ambizioso ma realistico, che può essere raggiunto proprio grazie alla comunità geologica di cui i ROL fanno parte. Una comunità di persone consapevoli dell'importanza delle geoscienze nel prossimo futuro, e pronta ad aiutare i giovani geologi anche discutendo in modo rigoroso il loro lavoro.

Quindi non esitare: manda il tuo primo lavoro ai ROL!

GEOLOGICAL FIELD TRIPS & MAPS

Il 10° Congresso Internazionale di Sedimentologia Tidale si svolgerà a **Matera** dal **3 al 5 Maggio 2022**.

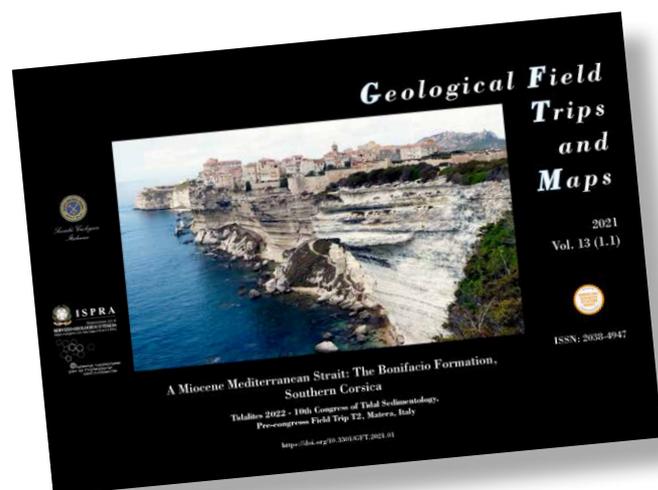
TIDALITES, patrocinato dall'Università della Basilicata, dalla Società Geologica Italiana, nonché dall'*International Association of Sedimentologists* (IAS), della *Society for Sedimentary Geology* (SEPM), sarà preceduto e seguito da escursioni sul terreno che avranno l'obiettivo di illustrare alcuni esempi di ambienti mareali attuali e del passato.

Le guide relative a queste escursioni sono in fase di pubblicazione sulla rivista ***Geological Field Trips & Maps***. Esse illustrano gli itinerari lungo cui sarà possibile osservare le caratteristiche fisiche di una serie di ambienti e rocce che testimoniano il ruolo delle maree nei processi geologici di breve e lunga durata.

Le guide alle prime tre escursioni pre-congresso descrivono alcune successioni neogenico-quadernarie appartenenti a sistemi di stretti e baie ad influenza tidale. La guida alla prima escursione (<https://doi.org/10.3301/GFT.2020.06>) illustra l'itinerario attraverso i depositi dello Stretto di

Messina antico (Pleistocene) e consente di osservare una varietà di facies sedimentarie che registrano la transizione dalla zona di massima energia di uno stretto, verso le zone di più moderata circolazione, tenendo costantemente in considerazione i fenomeni idrodinamici mareali ed i depositi che oggi si accumulano nell'analogo stretto attuale adiacente a quello antico. La seconda guida (<https://doi.org/10.3301/GFT.2021.01>) descrive una serie di depositi carbonato-clastici affioranti lungo il margine corso dello Stretto di Bonifacio. Attraverso l'osservazione di una serie di magnifici affioramenti, molti dei quali verranno osservati dal mare, viene ricostruita l'influenza di correnti tidali ed onde su sedimenti organizzati in grandi dune di marea e che hanno registrato l'evoluzione spazio-temporale di un sistema di stretto fino alla sua transizione ad un sistema di piattaforma non tidale. La terza guida descrive alcune successioni miste (silicoclastico-bioclastiche) accumulate durante il Pleistocene inferiore in piccoli bacini appartenenti al foreland dell'Appennino meridionale soggetti ad influenze mareali. Nell'articolo vengono indicate le strutture diagnostiche che derivano dall'interazione tra onde e correnti tidali in sistemi marino-prossimali identificando inoltre le condizioni morfo-strutturali che hanno consentito a questi piccoli depocentri di amplificare flussi mareali in un regime di tipo microtidale come quello del Mediterraneo.

Le guide alle successive escursioni *post*-congresso illustrano alcuni altri casi studio in Italia. Il primo articolo (<https://doi.org/10.3301/GFT.2021.02>) descrive la morfo-dinamica sedimentaria ed i processi che oggi possono essere osservati in alcuni settori della Laguna di Venezia. La guida consente di apprezzare le caratteristiche fisiche di depositi di barra e di canale influenzati da processi mareali e di identificare le fasi storiche di accrezione di



Per Informazioni:

-  www.tidalites2021.it
-  www.tidalites2021.it/symposium/

Contatti

-  info@tidalites2021.it
-  sergio.longhitano@unibas.it

queste forme riferendole al contesto climatico ed idrodinamico recente ed attuale. La guida relativa alla seconda escursione *post*-congresso (<https://doi.org/10.3301/GFT.2021.04>) si riferisce ai depositi quadernari che affiorano nel settore ionico del Bacino di Siderno e che registrano le fasi di colmamento di uno stretto tidale, dallo stadio di impostazione delle prime correnti di marea fino alla loro scomparsa. In particolare, l'articolo illustra le caratteristiche di depositi deltizi ad influenza tidale presenti lungo il margine settentrionale dello stretto, comparandoli con quelli depositatisi in un settore più assiale e profondo dello stesso stretto e che rappresentano un raro caso di tidal sand ridge. L'ultimo articolo che descrive l'itinerario della terza ed ultima escursione *post*-congresso si riferisce ai depositi oligo-miocenici della Formazione di Bolognano ed affioranti nel massiccio della Majella (<https://doi.org/https://doi.org/10.3301/GFT.2020.05>). Tali depositi registrano la migrazione di grandi dune carbonatiche assoggettate a regimi mareali che influenzavano la circolazione contouritica lungo il fianco di una rampa carbonatica. A queste escursioni sono state associate due ulteriori *field trip* che si riferiscono ad edizioni passate di **TIDALITES** e che descrivono la morfo-dinamica degli ambienti attuali del sistema macrotidale di Mont-St-Michel in Normandia ed i corpi sedimentari tidali costieri della Danimarca (<https://doi.org/10.3301/GFT.2021.03>).

INCONTRA gli Autori

1. LUIGI DE FILIPPIS

Luigi De Filippis è geologo, insegnante e maratoneta. Dopo alcuni anni di libera professione ha conseguito un PhD in Geologia presso il Dipartimento di Scienze Geologiche dell'Università Roma Tre, dove collabora tuttora. Ha al suo attivo anche alcune docenze universitarie. Dal 2011 è docente di Scienze Naturali presso il Liceo Scientifico Statale "Lazzaro Spallanzani" di Tivoli (Roma) dove ha contribuito a creare il *Laboratorio di Scienze della Terra "Renato Funicello"* di cui è responsabile scientifico e dal 2012 ha ideato le Conferenze Scientifiche "Lazzaro Spallanzani" che dal 2017 sono diventate le *Lectiones Magistrales "Renato Funicello"*, organizzate con il patrocinio della *European Geosciences Union*. Nell'anno scolastico 2018-2019 ha creato all'interno del suo liceo la *Curvatura geologico-ambientale*, un percorso didattico di potenziamento delle Scienze della Terra svolto in collaborazione con il Dipartimento di Scienze (Sezione Geologia) dell'Università Roma Tre. Nel quadriennio 2018-2021 ha attivato, in collaborazione con l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, un progetto di Alternanza Scuola Lavoro (oggi PCTO) denominato *Mediterraneo dinamico*. È membro della Società Geologica Italiana nonché autore di circa 30 pubblicazioni su riviste scientifiche internazionali e nazionali. Le sue ricerche vertono nel campo della geologia strutturale, in particolare sulla neotettonica dei travertini quaternari, studiandone strutture, morfologie, fagliazione, vene e manifestazioni idrotermali ad essi associate. Ha lavorato in Italia, Turchia, USA e Norvegia. Nel 2010 è stato visiting researcher presso la *Stony Brook University* (New York, USA). Da qualche anno si occupa anche di divulgazione scientifica.



2. ALFIO ALESSANDRO CHIARENZA

Ricercatore associato (*postdoc*) presso l'*University College* di Londra. Ha conseguito il Dottorato di Ricerca in Scienze della Terra all'*Imperial College* di Londra (2019). Si è laureato in Scienze Naturali all'Università di Catania (2012) e ha conseguito la magistrale in Biodiversità ed Evoluzione a Bologna nel 2014. Si occupa di paleontologia dei vertebrati con particolare attenzione ai tetrapodi mesozoici. Oltre ad aver descritto diversi vertebrati del Mesozoico, compresi dinosauri teropodi, si occupa dell'ecologia di questi animali, studiando il significato della distribuzione dei resti fossili per comprendere le relazioni fra clima e biodiversità nel tempo profondo.



3. LUCA BINDI

Luca Bindi, è professore di mineralogia e cristallografia all'Università di Firenze, dove è direttore del Dipartimento di Scienze della Terra. La sua intensa attività di ricerca lo ha portato a vincere numerosi premi e riconoscimenti scientifici internazionali, tra cui il *Premio Presidente della Repubblica* 2015 per le Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali e il **Premio Aspen** 2018. Due lavori riferiti alla scoperta del primo quasicristallo naturale sono stati citati dalla *Royal Swedish Academy of Sciences* per l'assegnazione del premio *Nobel* per la Chimica 2011. Per onorare il suo contributo alle scienze mineralogiche e planetarie, la comunità gli ha dedicato nel 2011 un minerale (*lucabindiite*) e nel 2018 un pianeta (*Bindiluca* = 2000 DG). È *Fellow* di prestigiose associazioni internazionali, tra cui la *Mineralogical Society of America*, e socio dell'Accademia dei Lincei.

4. LUCA CARDELLO

Giovanni Luca Cardello è un geologo strutturale con esperienza di terreno e laboratorio sull'evoluzione delle catene montuose mediterranee. Dopo gli studi in Sapienza nel 2006-2008 sulla struttura di Circeo e Gran Sasso, ha conseguito il titolo di dottorato presso il Politecnico Federale di Zurigo nel 2013 sulla strutturazione Cretaceo-Neogenica delle Falde Elvetiche. Dal 2013 al 2015 è stato postdoc presso l'Università di Orleans studiando la localizzazione della deformazione durante l'esumazione di carbonati e metabasiti nelle Cicladi e in Corsica. Dal 2016 al 2017 è stato postdoc presso l'Università di Ginevra, dedicandosi al progetto geotermia. Nel 2017-2020 è tornato a studiare Alpi e Appennino, con applicazioni di vulcano-tettonica. Ora insegna a Sassari dove conduce la sua ricerca.

5. SIMONE MAGANUCO

Naturalista e paleontologo dei vertebrati, ha conseguito il dottorato di ricerca in Scienze della Terra nel 2009. Come ricercatore collabora dal 2003 con il Museo di Storia Naturale di Milano e ha firmato numerose pubblicazioni specialistiche, tra cui lo studio sul primo dinosauro lombardo, *Saltriovenator*, e la monografia sul cucciolo di dinosauro italiano, *Scipionyx*. Gli studi sul gigantesco predatore *Spinosaurus* lo hanno portato a collaborare con un *team* internazionale e a partecipare a spedizioni sul campo con *National Geographic Society*. Progetta e supervisiona la realizzazione di modelli iperrealistici di animali del passato, oltre ad allestimenti per musei, mostre e parchi a tema. È ideatore e curatore dei progetti divulgativi "Dinosauri in Carne e Ossa" e "PaleoAquarium".



Autori Simone Maganuco

Curatore mostra *Extinction: Prima e Dopo la Scomparsa dei Dinosauri*.

Marco Cherin

Dipartimento di Fisica e Geologia, Università degli Studi di Perugia.

EXTINCTION: *prima e dopo la scomparsa dei dinosauri*

*A Gubbio una mostra paleontologica
che vuole diventare un museo*

Indicazioni:

Monastero di San Benedetto
Via del Perilasio, 2 - Gubbio



Per Informazioni:

 (+39) 340 469 0268

 www.dinosauricarneossa.it/gubbio

 [extinction.mostra](https://www.facebook.com/extinction.mostra)

 [extinction.mostra](https://www.instagram.com/extinction.mostra)

Foto di sfondo:

Primo piano della ricostruzione di *Tyrannosaurus rex* esposta nel chiostro.

Gubbio è una delle località umbre dalla storia più antica, celebre in tutto il mondo soprattutto come città medievale e centro di spiritualità francescana. Ma c'è anche una storia pre-umana infinitamente più antica e molto più difficile da decifrare che attrae in questi luoghi "turisti" fuori dal comune: sono gli studiosi del Tempo Profondo, geologi, paleontologi e paleomagnetisti, che nelle rocce stratificate della Gola del Bottaccione hanno trovato testimonianza di eventi che decine di milioni di anni fa hanno drasticamente trasformato la biosfera.

La successione stratigrafica dell'Appennino Umbro-Marchigiano esposta sulle pareti della Gola del Bottaccione include la Formazione della Scaglia Rossa, una sequenza ininterrotta, dello spessore di 400 metri, di calcari di mare profondo, derivati cioè dalla graduale deposizione di sedimenti in acque relativamente tranquille nell'arco di circa 50 milioni di anni, dal Cretacico superiore all'Eocene inferiore.

Queste rocce sono universalmente note agli studiosi per quattro fondamentali ragioni:

- sono costituite dalle spoglie calcaree di microfossili e nannofossili che hanno permesso la datazione biostratigrafica dei vari livelli;
- contengono livelli di origine vulcanica che permettono datazioni radiometriche assolute;

- contengono minerali magnetici utilizzati per gli studi di paleomagnetismo;
- contengono il "K/Pg boundary", un livello con una concentrazione anomala di iridio che segna il passaggio tra la fine del Cretacico e l'inizio del Paleogene.

Il pacco di strati comprende dunque al suo interno la transizione, databile a 66 milioni di anni fa, tra l'Era Mesozoica, dominata dai grandi rettili, e l'Era Cenozoica, che assisterà all'imponente radiazione adattativa dei mammiferi. I geologi hanno fatto coincidere il confine tra le due Ere con una drammatica estinzione di massa, che determinò la scomparsa del 75% delle specie viventi ed è particolarmente celebre perché annientò definitivamente i dinosauri non-aviani che avevano dominato il Mesozoico, vere e proprie icone della Preistoria come il tirannosauro e il triceratopo.

La mostra *Extinction: Prima e Dopo la scomparsa dei Dinosauri* racconta la Storia della Vita sulla Terra focalizzandosi proprio sul tema di questa e delle altre grandi estinzioni, un tema di scottante attualità nel dibattito scientifico.

Protagonisti dell'esposizione sono più di quaranta spettacolari modelli a grandezza naturale di animali del passato, accompagnati da numerosi fossili e calchi, pannelli riccamente illustrati e contenuti multimediali - come la Quadrisfera di Paco Lanciano. Ampio spazio è dato alle specie scoperte in Italia, alle ricerche condotte nel nostro Paese e al dietro le quinte: il lavoro del paleontologo e del paleoartista per riportare in vita i dominatori di un mondo perduto, tra vecchie ossa e nuove tecnologie. Con immagini, modelli, manifesti e giocattoli, conclude il percorso una sezione sull'intramontabile fascino dei dinosauri e dei mammiferi della cosiddetta "era glaciale", come icone dell'immaginario collettivo e protagonisti assoluti della *Pop Culture*.

Extinction è l'ultima incarnazione della mostra itinerante *Dinosauri in Carne e Ossa*, un progetto tutto italiano realizzato dalla azienda veneta GeoModel di Mauro Scaggiante e curato dai paleontologi Simone Maganuco e Stefania Nosotti. Hanno collaborato il Dipartimento di Fisica e Geologia dell'Università degli Studi di Perugia e, per la sezione sulla *Pop Culture*, Fabrizio Modina.

Extinction ha un ricco progetto didattico, rivolto alle Scuole di ogni ordine e grado: attività educative e ricreative, visite guidate, escursioni sul territorio e laboratori calibrati sulle varie fasce di età e scolarizzazione. Eventi e laboratori per il pubblico si svolgono invece nel fine settimana. Sull'onda del gradimento da parte del pubblico, l'obiettivo per i prossimi anni è quello di rendere la mostra permanente, un vero e proprio museo didattico con nuove installazioni dedicate al territorio e al suo patrimonio geopaleontologico, da svilupparsi in stretta collaborazione con l'Università di Perugia.



Ricostruzione di *Pachyrhinosaurus lakustai*.

Attività didattiche in mostra.

Extinction occupa il pianterreno e il chiostro dell'Ex Monastero di San Benedetto, uno dei più interessanti e suggestivi complessi monastici eugubini. Questo edificio sacro, dedicato a San Benedetto da Norcia (480-547), patriarca del monachesimo occidentale, fu la chiesa conventuale dapprima dei monaci Benedettini olivetani (dal 1338 al 1519) e successivamente delle clarisse di Santa Maria del Pellagio. Già nel 2009 era stato

inaugurato il laboratorio multimediale "Gola del Bottaccione - Archivio della Terra", Museo Laboratorio sulla Gola del Bottaccione. Si tratta dunque di uno spazio che – insieme alla Gola stessa – rappresenta da ormai più di un decennio il legame tra Gubbio e i dinosauri. Il primo piano dell'edificio presto ospiterà la Scuola di Specializzazione in Beni Storico-Artistici dell'Università di Perugia.

International Exhibition
2021 GEO FLUID
Drilling & Foundations
15-18 Settembre
Piacenza - Italy
Stand Q15

La sicurezza di grandi performance su ogni terreno.

G E O F L U I D



Solidità, affidabilità, sicurezza e tutela dell'ambiente sono racchiuse in un design flessibile che rende queste perforatrici in grado di eseguire molteplici indagini e prove, garantendo la massima precisione con un'elevata semplicità di utilizzo. **La nostra idea di innovazione scende in profondità per garantirti le migliori prestazioni.**

Guarda il video:
**Deep Innovators
at work.**

