

GEOLOGICAMENTE

MAGAZINE DI ATTUALITÀ E CULTURA DELLE GEOSCIENZE

Periodico della Società Geologica Italiana

n. 1 | marzo 2020

FORESTE FOSSILI

in Antartide

LA STRUTTURA DELLA TERRA:

dalle idee degli studenti alla pratica didattica

LO STATO DEI GHIACCIAI HIMALAYANI:

confronti fotografici, rilevamento e telerilevamento per uno studio tra Nepal e Tibet

LA "MEDUSA" BUONA

dei Campi Flegrei

IL TERREMOTO DEL MUGELLO

del 29 Giugno 1919





INQUADRA QUI

#OGNITUAAGOCCIAVALE

Michèle Pontecorvo
Vicepresidente e Consigliere Delegato
alla Responsabilità Sociale Ferrarelle Spa

RICICLARE PUÒ SEMBRARE UN PICCOLO GESTO, COME UNA GOCCIA NEL MARE,
MA SOLO UNENDO TANTE GOCCE POSSIAMO FARE LA DIFFERENZA."

il massimo consentito dalla legge italiana.

Nel nuovo stabilimento di Presenzano ricicliamo bottiglie di plastica per produrne di nuove fatte al 50% di R-PET (pet riciclato),

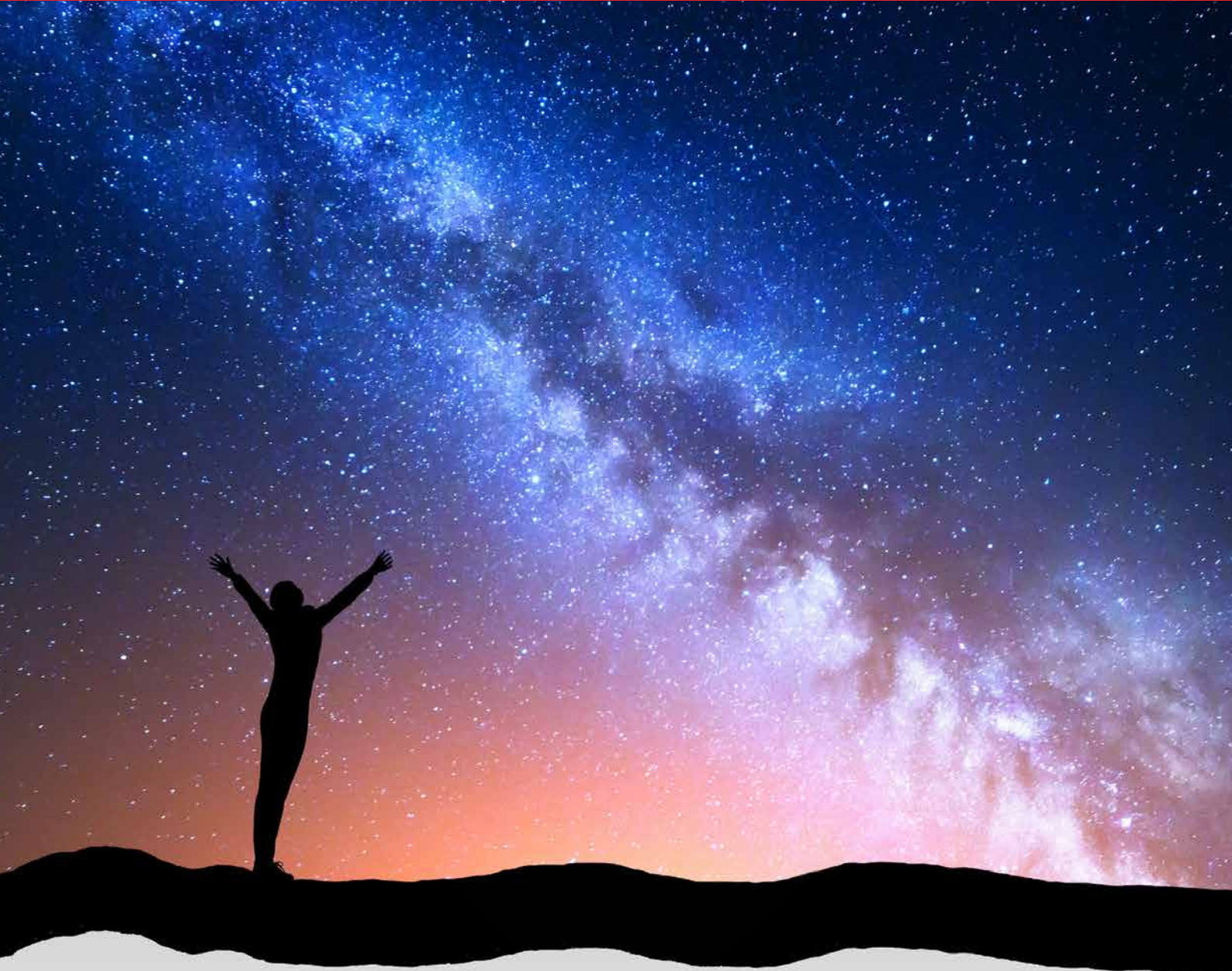
A SOTTRARRE ALL'AMBIENTE 23.000 TONNELLATE DI PLASTICA ALL'ANNO.

"FERRARELLE È LA PRIMA AZIENDA DI ACQUA MINERALE



Cambiamo prospettiva sulla plastica
Questa bottiglia in PET non inquina
se ci aiuti a riciclarla

thermo**scientific**



The **joy** of discovery

your curiosity, our geosciences portfolio

Exciting things happen when geoscientists start exploring. Whether that research takes you deeper into the earth, the fossils, the sea or the sky, our comprehensive portfolio of geoscience solutions can power your next breakthrough and enable your next moment of greatness. We proudly offer the world's largest geosciences research portfolio—ready and waiting for your next discovery.



Find out more at thermofisher.com/geosciences

ThermoFisher
SCIENTIFIC

© 2018 Thermo Fisher Scientific Inc. All rights reserved. All trademarks are the property of Thermo Fisher Scientific and its subsidiaries unless otherwise specified.



P. 8 **LO STATO DEI GHIACCIAI HIMALAYANI:**
confronti fotografici, rilevamento e telerilevamento per uno studio tra Nepal e Tibet

P. 18 **LA STRUTTURA DELLA TERRA:**
dalle idee degli studenti alla pratica didattica

P. 26 **FORESTE FOSSILI**
in Antartide

P. 36 **LA "MEDUSA" BUONA**
dei Campi Flegrei

P. 42 *Associazione Italiana*
VULCANOLOGIA

P. 46 **SOCIETÀ PALEONTOLOGICA Italiana**

P. 49 *Sezione*
GEOLOGIA strutturale

P. 50 *Sezione*
GEOLOGIA ambientale

P. 52 *Sezione*
GEOLOGIA Himalayana

P. 54 *Sezione*
GIOVANI GEOLOGI

P. 54 *Sezione*
GEOLOGIA planetaria

P. 56 *Sezione*
GEOSCIENZE forensi

P. 57 *Sezione*
GEORISORSE ed energia

P. 58 *Sezione*
GEOSCIENZE e tecnologie informatiche

P. 60 *Sezione*
GEOsed

P. 61 *Sezione*
storia delle GEOSCIENZE

P. 64 *Sezione*
GEOETICA e cultura geologica

P. 65 *Sezione*
IdroGEOLOGIA

P. 66 *Sezione*
GEOLOGIA marina



P. 68 IL PROGETTO
NAZIONALE GEOLOGIA
del piano lauree scientifiche

P. 69 CI VEDIAMO A TRIESTE
*per il 90° Congresso della
Società Geologica Italiana*

P. 70 L'ANGOLO
DEI NEOLAUREATI
*dottorati fantastici
e dove trovarli*

P. 71 ITALIAN JOURNAL
OF GEOSCIENCES

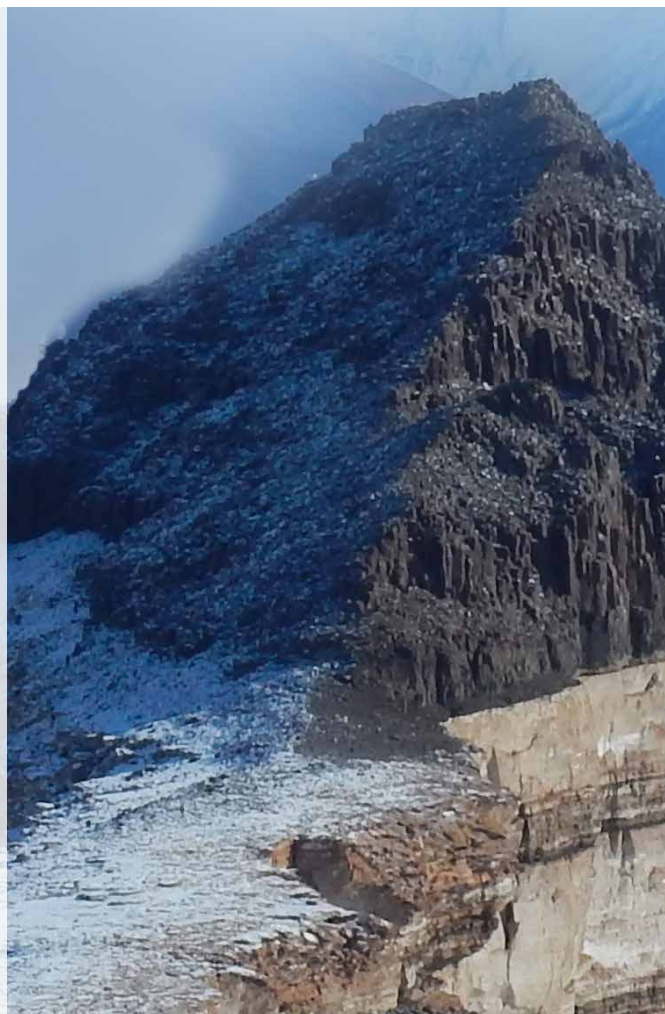
P. 72 RENDICONTI ONLINE
*della Società Geologica
Italiana*

P. 73 GEOLOGICAL
FIELD TRIP AND MAPS
(GFT&M)
*una rivista SGI tutta per
la Geologia di terreno*

P. 76 ISCRIZIONI
e Rinnovo

P. 78 LA CARTA GEOLOGICA
D'ITALIA "VENT'ANNI DOPO":
a piccoli passi, ma si riparte!

P. 80 *Second* PALAEOARC
International Conference



P. 7 EDITORIALE

P. 81 INCONTRA GLI AUTORI

P. 82 IL TERREMOTO DEL MUGELLO
del 29 giugno 1919

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

STAMPA Spadamedia | Viale del Lavoro, 31 - 00043 - Ciampino (Roma)

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: Finger Mountain, Terra Vittoria, Antartide. Foto di Sonia Sandroni ©PNRA, XXX Spedizione - Museo Nazionale dell'Antartide | Immagini interne: freepik.com

Chiuso in Redazione il 30 marzo 2020.



Montura è il marchio italiano che dal 1980 produce abbigliamento tecnico sportivo di qualità. I prodotti nascono in montagna, in viaggio ed ovunque il contesto sia “outdoor” e sono il frutto di un'intensa attività di ricerca e di una grande attenzione ai dettagli.

Tanti sono i progetti “accompagnati” da Montura in differenti discipline: alpinismo, trekking, arrampicata, viaggio, fotografia, ciclismo, vela e qualsiasi avventura all'aria aperta.

All'interno dello store al centro di Roma un salotto arredato in stile classico accompagna momenti di relax e piacevoli chiacchierate davanti ad un libro della fornita libreria.



MONTURA STORE ROMA

Via della Vite, 31 – 00187 ROMA (metro Spagna)

06.97606123 roma@monturastore.it

EDITORIALE



Sandro CONTICELLI

Presidente SGI - Società Geologica Italiana

Con l'inizio del nuovo millennio, la **Società Geologica Italiana** ha intrapreso un cammino di **rilancio** dell'attività di **disseminazione** della **cultura geologica e geoscientifica** nel Paese nonché di valorizzazione dell'**eccellenza scientifica** sia a livello nazionale sia internazionale.

In questo contesto è importante ricordare la trasformazione del *Bollettino della Società Geologica Italiana* in *Italian Journal of Geosciences*, anche attraverso una sinergia operativa con il Servizio Geologico d'Italia di Ispra (SGdI), la rinascita dei *Rendiconti della Società Geologica Italiana* con una versione totalmente "on-line", e la nascita in "joint venture" sempre con il SGdI del *Geological Field Trip and Maps*. Tutte e tre le riviste scientifiche sono oggi indicizzate dai principali repertori scientifici internazionali (*Web of Science*, *Scopus*) con indici di impatto in continua crescita.

Da segnalare anche la ripresa della pubblicazione delle *Guide Geologiche Regionali* avvenuta nel 2016 con l'uscita della

Guida Geologica di Campania e Molise seguita in rapida successione dalla *Guida dei Ghiacciai Italiani* (2017), e dalla *Guida Geologica della Sicilia* (volume 1 e 2: 2018 e 2019, rispettivamente) ed è attesa per la fine del 2020 l'uscita della *Guida Geologica della Basilicata*.

Nonostante ciò era palese l'assenza di un **periodico di attualità e cultura delle Geoscienze** che parlasse di Geologia e Scienze della Terra, nel senso più ampio dei termini, a geologi, geoscientisti, professionisti, insegnanti di Scienze Naturali, e della scuola primaria, esperti della pianificazione del territorio e delle sue risorse, decisori politici. **GeologicaMente** nasce quindi nel solco della pubblicazione *Geologia per l'Italia* realizzata nel 2014 dalla Società Geologica Italiana e ha l'ambizione di rappresentare la sua evoluzione a livello di periodico nazionale.

Il Consiglio Direttivo della SGI ha individuato in **Enrico Capezzuoli** il nocchiero dell'iniziativa, e vi confesso che ci ha stupiti tutti quanti per l'energia profusa nella creazione sia del gruppo organizzatore prima, oggi comitato editoriale, sia nella realizzazione del format iniziale e di questo primo numero di **GeologicaMente**. Quindi vorrei ringraziare, a nome di tutta la Società Geologica Italiana, Enrico e tutto il comitato editoriale per l'eccellente prodotto da loro realizzato il quale spero affascini chi lo sfoglierà così come ha catturato il nostro cuore e la nostra **Mente**.

A nome di tutto il Comitato Editoriale, desidero ringraziare la Società Geologica Italiana per la fiducia accordataci nella gestione di questo magazine. *GeologicaMente*, infatti, vuole essere un nuovo e agile format scientifico/divulgativo/informativo con l'ambizione di mediare e collegare le diverse anime della SGI (soci, sezioni, comitati/divisioni, associazioni), in modo da tenere costantemente aggiornato il variegato e diversificato mondo geologico (universitario/professionale/specializzato) italiano, e allo stesso tempo fornire argomenti scientifico/tecnici nella lingua nazionale. Proprio per la sua missione, questo quadrimestrale è stato pensato per essere in italiano e conseguentemente rivolto non soltanto al mondo universitario/professionale, ma anche a quello dei tanti "geofili" (appassionati, insegnanti, cultori...) capaci successivamente di trasferire e divulgare le informazioni contenute nella rivista ad un pubblico ancora più vasto.

Nostri interlocutori preferenziali saranno le diverse Sezioni della SGI, nonché tutte le società scientifiche affiliate a SGI che avranno sempre su *GeologicaMente* uno spazio da utilizzare come "cassa di risonanza" per diffondere tutte le iniziative promosse nel tempo. Il nostro obiettivo è dare voce non soltanto all'aspetto più accademico o



Enrico CAPEZZUOLI

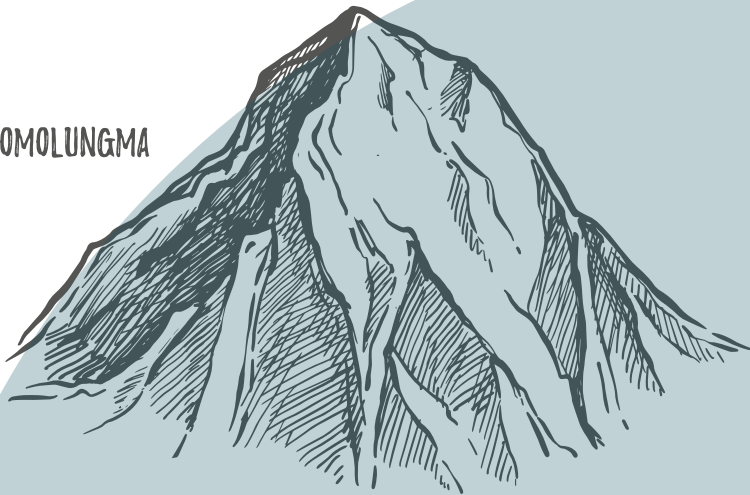
Direttore Editoriale *Geologicamente*

professionale della geologia, ma anche alle persone comuni animate da curiosità scientifica.

Il nostro Comitato Editoriale riunisce, infatti, figure con competenza e provenienza professionale molto diverse tra loro, ma tutte legate da quel filo sottile e resistente che è la comprensione del mondo che ci circonda, il suo utilizzo sostenibile e la curiosità nella conoscenza. In tal senso, crediamo che la geologia sia ancora una realtà capace non soltanto di creare professionalità e opportunità, ma anche di emozionare e appassionare le menti.

Noi proveremo a trasmettere tutto questo!

CHOMOLUNGMA



CHHOGORI



KANGCHENJUNGA



CHO OYU



I ghiacciai si stanno riducendo in diverse aree del mondo e costituendo un'importante riserva idrica sono sotto l'attenta osservazione degli scienziati. La comparazione fotografica rappresenta una tecnica che permette di studiare le variazioni delle masse glaciali degli ultimi decenni. Le immagini prodotte durante il progetto "Sulle tracce dei ghiacciai" nel 2018 in tre aree glaciali dell'Himalaya centrale (gruppo del Kangchenjunga, dell'Everest e del Cho Oyu) sono state integrate con il rilevamento sul terreno e il telerilevamento da immagini LANDSAT 1989-1991 e 2000 e SENTINEL-2 2017. Dallo studio risulta un evidente regresso dei ghiacciai nelle tre aree esaminate (ghiacciai Kangchenjunga, Rongbuk e Gyabrag) con l'interruzione di diverse lingue un tempo confluenti. Risulta aumentato il numero dei laghi sopraglaciali. La formazione di laghi di grandi dimensioni ha favorito processi di retroazione nonché il regresso delle fronti ancora attive alimentate dal flusso glaciale. Le osservazioni sul terreno mostrano, per i tre ghiacciai, delle riduzioni di lunghezza, anche chilometriche, e di spessore (sino a centinaia di metri) rispetto al massimo della Piccola Età Glaciale. Dall'analisi delle immagini satellitari emerge una riduzione areale per le tre aree considerate fra il 3 e il 4% nell'ultimo trentennio.

LO STATO DEI GHIACCIAI HIMALAYANI:

*confronti fotografici,
rilevamento e
telerilevamento
per uno studio
tra Nepal e Tibet*

a cura di Andrea Bollati, Fabiano Ventura, Claudio Smiraglia, Guglielmina Diolaiuti,
Davide Fugazza e Roberto Sergio Azzoni





Autori Andrea Bollati

Università degli Studi Roma Tre, Dipartimento di Scienze, Sez. di Scienze Geologiche.
Società Geologica Italiana, Sezione Geologia Himalayana.

Fabiano Ventura

Associazione no profit Macromicro

Claudio Smiraglia

già Università Statale di Milano - Comitato Glaciologico Italiano

Guglielmina Diolaiuti, Davide Fugazza, Roberto Sergio Azzoni

Università Statale di Milano, Dipartimento di Scienze e Politiche per l'Ambiente

INTRODUZIONE

I ghiacciai della Terra possono essere considerati dei veri e propri indicatori del cambiamento climatico, infatti con l'attuale fase di riscaldamento climatico (dall'era preindustriale la temperatura media globale è aumentata di circa 1°C; dati IPCC, 2019) stiamo assistendo ad un'intensa riduzione areale e volumetrica delle masse glaciali su quasi tutto il nostro pianeta.

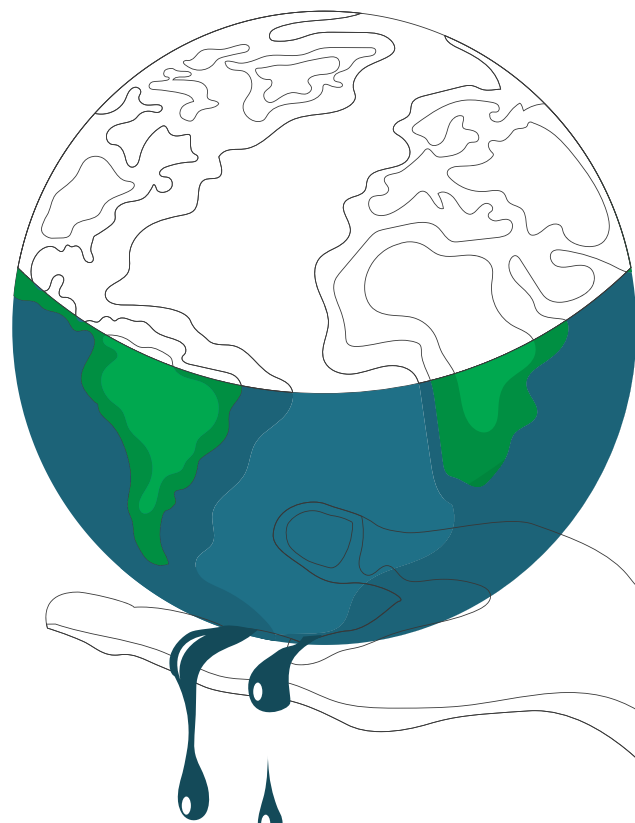
In diverse aree del mondo i ghiacciai costituiscono un'importante riserva idrica per uso irriguo, per l'energia idroelettrica, per uso potabile e industriale e il loro studio risulta quindi di grande interesse pratico e applicativo.

In questo contesto s'inserisce il progetto "Sulle tracce dei ghiacciai", ideato e sviluppato dal fotografo Fabiano Ventura, che utilizza la tecnica della comparazione fotografica per testimoniare le variazioni delle masse glaciali negli ultimi 100 anni e oltre, legate agli effetti dei cambiamenti climatici (www.sulletraccedeighiacciai.com).

Il confronto fotografico, utilizzato dai glaciologi italiani sin dagli inizi del '900 (Baroni et al., 2017), è uno strumento che coniuga la forza comunicativa delle immagini con il rigore della ricerca storica e scientifica. Le immagini prodotte durante il progetto testimoniano di fatto l'arretramento dei più grandi ghiacciai montani della Terra e insieme ai dati scientifici rilevati, forniscono un'idea immediata del riscaldamento globale in atto confermando quanto siano urgenti tutte le possibili azioni per contrastarlo. Le cinque spedizioni svolte nell'arco di un decennio in Karakorum, Caucaso, Alaska, Ande, Himalaya e sulle Alpi hanno consentito la produzione di riprese fotografiche identiche (per posizione e periodo dell'anno), rispetto a quelle realizzate dai primi fotografi ed esploratori di fine '800 e inizio '900.

Sul terreno vengono utilizzati apparecchi fotografici di grande formato a pellicola (Smiraglia et al., 2019) che garantiscono un'alta risoluzione e una distorsione simile a quella delle fotografie storiche, in modo che si ottengano immagini sovrapponibili.

Il progetto "Sulle tracce dei ghiacciai" si avvale della collaborazione e del supporto di un Comitato Scientifico internazionale presieduto dal Professor Claudio Smiraglia (già Università degli Studi di Milano), che ha coordinato le campagne di rilevamento e le analisi di telerilevamento nelle aree campione, dalle quali è derivato un supporto quantitativo ai confronti fotografici.



SPEDIZIONE IN HIMALAYA 2018

Nella primavera del 2018 il progetto "Sulle Tracce dei Ghiacciai" ha raggiunto tre aree glaciali dell'Himalaya centrale, in Nepal (gruppo del Kangchenjunga) e in Tibet (gruppo dell'Everest e del Cho Oyu) (carta generale in Fig. 1); all'attività di ripetizione fotografica (*repeat photography*) si è affiancata un'attività di rilevamento condotta sul terreno dal Dott. Andrea Bollati (Università degli Studi Roma Tre) e di telerilevamento, coordinata dai Proff. Claudio Smiraglia e Guglielmina Diolaiuti con la collaborazione dei Dott. Roberto Sergio Azzoni e Davide Fugazza (dell'Università Statale di Milano); inoltre, ha seguito la spedizione il regista e documentarista Federico Santini.

I ghiacciai visitati si trovano nella regione montuosa denominata Himalaya-Karakorum (HK), una delle più importanti regioni glaciali della Terra oltre le calotte polari (Aazam et al., 2018), e costituiscono un'importante riserva idrica dei maggiori bacini fluviali del subcontinente indiano, quali l'Indo, il Gange e il Brahmaputra, le cui acque sono utilizzate da oltre 750 milioni di persone (Immerzeel, 2010; Prithchard, 2017).

La crescente riduzione areale e volumetrica dei ghiacciai himalayani di questi ultimi decenni, che registra una lieve accelerazione negli ultimi anni (Ren et al., 2006; Bolch et al., 2008; Salerno et al., 2008; Racoviteanu et al., 2015; Brahmhatt et al., 2014; Kraaijenbrink et al., 2017; Dehecq et al., 2019) è un fenomeno variabile nelle diverse aree dell'HK (Fujita, Nuimura, 2011; Bolch et al., 2012; Gardelle et al., 2013), pertanto oggi è

LO STATO DEI GHIACCIAI HIMALAYANI:

confronti fotografici, rilevamento e telerilevamento per uno studio tra Nepal e Tibet

I tre ghiacciai visitati

Keywords

riduzione dei ghiacciai
riscaldamento globale
progetto "Sulle tracce dei ghiacciai"
repeat photography
remote sensing
laghi sopraglaciali
Glacier Lake Outburst Flood
Himalaya centrale

sempre più diffuso l'utilizzo di tecniche di telerilevamento che favoriscono il miglioramento delle stime di variazione areale di queste masse glaciali.

Nell'ambito della spedizione, le analisi di telerilevamento (*remote sensing*) sono state realizzate sui tre apparati glaciali oggetto dei confronti fotografici e dei rilievi di terreno: il Kangchenjunga in Nepal sul versante Nord del Monte Kangchenjunga, il Rongbuk sul versante Nord dell'Everest e il Gyarag o Gyabrag sul versante Nord del Cho Oyu, in Tibet.

Allo scopo di individuare eventuali modificazioni geometriche recenti degli apparati glaciali sono state utilizzate immagini LANDSAT 1989-1991 e 2000 e SENTINEL-2 2017 (Smiraglia et al., 2019).

I perimetri dei ghiacciai (individuati utilizzando il database GLIMS *Global Land Ice Measurements from Space*, <http://glims.colorado.edu/glacierdata/>) sono stati delineati manualmente in ambiente GIS per ogni periodo di riferimento utilizzando le immagini satellitari come base.

Durante la spedizione, il lavoro sul campo ha previsto osservazioni sulla localizzazione ed evoluzione delle fronti glaciali, sulla presenza di laghi sopraglaciali e sulle caratteristiche del detrito morenico superficiale (estensione, spessore e natura litologica). La geometria delle fronti è stata tracciata con l'utilizzo di un GPS portatile cartografico con caratteristiche opportune.

Il Ghiacciaio Kangchenjunga

Il Ghiacciaio Kangchenjunga (Fig. 2) si trova sul versante settentrionale del Monte Kangchenjunga (Nepal nordorientale), la terza montagna più elevata della Terra (8586 m).

Geologicamente quest'area si trova nella zona denominata *High Himalaya* (o *Higher Himalayan Crystallines, HHC*), in corrispondenza dell'unità tettonica nota come *Greater Himalayan sequence* (GHS) costituita da rocce metamorfiche di medio e alto grado (prevalentemente gneiss e subordinati micascisti), migmatiti e intrusioni leucogranitiche del Miocene che caratterizzano le vette più elevate (Searle et al., 2005), dal Kangchenjunga allo Jannu.

La prima carta dell'area con la rappresentazione del ghiacciaio (*Sketch map of the glacier of Kangchenjunga*, in Freshfield, 1903), venne realizzata nel 1899 dal geologo E. J. Garwood durante la spedizione (guidata dal britannico Douglas W. Freshfield) che per prima realizzò il periplo del Kangchenjunga, inoltrandosi in aree inesplorate e superando passi a oltre 6000 metri di altezza. Garwood durante lo stesso avventuroso viaggio, produsse anche la prima carta fornita di note geologiche (*Material for a geological Map of Sikkim*, in Freshfield, 1903). Faceva parte della spedizione Vittorio Sella, il noto fotografo e alpinista di Biella e nipote di Quintino Sella (fondatore del Club Alpino Italiano) che realizzò, tra la fine dell'800 e l'inizio del '900, campagne fotografiche anche sulle montagne del Caucaso (in Georgia), dell'Alaska (nell'area del Monte S. Elia), dell'Africa (sul Ruwenzori) e del Karakorum (nell'area del K2).

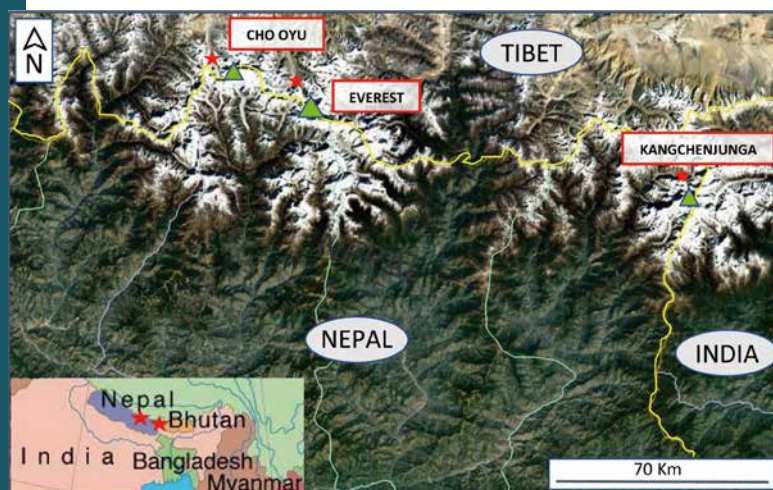


Fig. 1 - Ubicazione dei ghiacciai esaminati (elaborazione di A. Bollati).



Fig. 2 - Il Ghiacciaio Kangchenjunga, visto dai pressi del campo base (5135 m, località Pang Pema), confronto tra il 1899 (foto V. Sella - © Fondazione Sella Onlus) e il 2018 (foto F. Ventura - © Archivio F. Ventura). Si evidenzia la notevole riduzione di spessore del ghiacciaio.

Dal punto di vista glaciologico, l'area del Kangchenjunga risulta meno studiata rispetto ad altre aree dell'Himalaya, dove la logistica e l'accesso sono più facili; per raggiungere il Kangchenjunga bisogna infatti percorrere lunghi e faticosi itinerari, anche se tra i più suggestivi dell'intera area himalayana. Il percorso scelto nel 2018 ha previsto la partenza da Taplejung, 10 giorni di trekking per 7000 m di dislivello in salita e 3500 in discesa, 110 Km di percorso (lungo le valli dei fiumi Tamor Nadi e Ghunsa Kola), per arrivare al campo base Nord del Kangchenjunga a quota 5135 m.

Le osservazioni sul campo nell'area del Ghiacciaio Kangchenjunga hanno constatato la presenza di un'ampia copertura detritica nella zona di ablazione (**Fig. 3**), la quale rende più complessa e variabile l'influenza dei cambiamenti climatici su questo tipo di ghiacciaio. Infatti, in funzione dello spessore e della granulometria del detrito, essa può ridurre (se la copertura è completa e con spessore di alcuni decimetri di clasti grossolani) o favorire la fusione (se la granulometria è fine e con copertura parziale) (Nicholson et al., 2018). Inoltre, si registra la presenza di depressioni di grandezza variabile colme di acqua di fusione, il cui numero negli ultimi decenni è aumentato.

Osservazioni sono state dedicate anche ai laghi sopragliaciali (che colmano depressioni di varia estensione), la cui presenza e la cui evoluzione sono indicatori importanti delle condizioni dei ghiacciai. L'incremento del loro numero è infatti un chiaro indice del prevalere della fusione, e quindi della perdita di massa. Come già osservato da Pelto (2015), confrontando immagini Landsat 1991-2015, negli ultimi decenni il numero dei laghi sopragliaciali è sensibilmente aumentato.

Dall'analisi multitemporale del Ghiacciaio Kangchenjunga, frutto dell'elaborazione di tre immagini satellitari (LANDSAT 1991, LANDSAT 2000, SENTINEL-2 2017), risulta che l'area complessiva è passata da 94,62 km² nel 1991 a 91,43 km² nel 2017 con una perdita media annua di 0,12 km²; inoltre è stata registrata una lieve accelerazione del regresso nel periodo 2000-2017 (Smiraglia et al., 2019). Bisogna comunque considerare che la stima di un'area glaciale è più incerta dove i ghiacciai sono caratterizzati da un'estesa copertura detritica e dalla presenza di vasti settori in cui il ghiaccio è stagnante (Paul et al., 2004).

L'analisi delle immagini satellitari e i rilievi di terreno hanno individuato inoltre i limiti dell'espansione della Piccola Età Glaciale (PEG), databile in Himalaya fra il 1300 e il 1600 (Rowan, 2017), qui testimoniata da imponenti morene laterali e latero-frontali.

Il regresso della lingua del Kangchenjunga dall'epoca della PEG si può stimare in circa 3 km alla fronte attiva, il cui limite, attualmente a quota 4600 m, è stato tracciato mediante GPS.

Nell'area del Ghiacciaio del Kangchenjunga sono stati realizzati cinque confronti fotografici, che lo ritraggono lungo il versante Nord dell'omonimo monte, nella sua porzione mediana e alla confluenza con il ghiacciaio Ramthang; un sesto confronto fotografico interessa il ghiacciaio Jannu che scende dal versante nord dell'omonimo monte, sito pochi chilometri più a ovest del Kangchenjunga (**Fig. 4**). Le fotografie d'epoca risalgono al 1899 (quelle di Vittorio Sella) e al 1930 (di Ulrich Wieland e F. S. Smythe, che parteciparono alla spedizione guidata da Günter O. Dyhrenfurth) (Dyhrenfurth, 1954), provenienti rispettivamente dall'archivio della Fondazione Sella di Biella e dall'archivio dell'*Alpin Club* di Londra.



Fig. 3 - Il Ghiacciaio Kangchenjunga, in corrispondenza del Wedge Peak (o Chang Himal, 6800 m), mostra l'estesa copertura detritica che lo caratterizza (foto di A. Bollati, 2018).

LO STATO DEI GHIACCIAI HIMALAYANI:

confronti fotografici, rilevamento e telerilevamento per uno studio tra Nepal e Tibet



Fig. 4 - Il versante Nord dello Jannu (7710 m) e il suo ghiacciaio omonimo al centro, confronto tra il 1899 (foto V. Sella - © Fondazione Sella Onlus) e il 2018 (foto F. Ventura - © Archivio F. Ventura). A sinistra la valle del Ghiacciaio Kangchenjunga. Il confronto mostra l'evidente riduzione di spessore e l'arretramento della fronte subiti nel corso di quasi 120 anni.

Il Ghiacciaio Rongbuk

Il Ghiacciaio Rongbuk è situato sul versante Nord, tibetano, dell'Everest, la montagna più alta della Terra (8848 m).

Dal punto di vista geologico l'area dell'Everest e del vicino Cho Oyu sono comprese tra la zona dell'HHC e dell'unità tettonica della GHS e la soprastante *Tibetan sedimentary sequence* (TSS), separate dal *South Tibetan Detachment System* (STDS) (Carosi et al., 2018). In particolare, sul versante Nord dell'Everest è ben esposta la sequenza di Formazioni che si succedono dal basso verso l'alto (la prima appartenente alla GHS, la seconda e la terza alla TSS): la *Rongbuk Formation* (costituita da rocce metamorfiche di alto grado, prevalentemente gneiss, interessate da intrusioni leucogranitiche mioceniche), la *North Col Formation* (costituita da rocce metamorfiche di basso grado, prevalentemente filladi, scisti e quarziti e verso l'alto dai calcari cristallini della nota "Yellow Band") e la *Mt Jolmo Lungma Formation* (costituita da calcari ordoviciani) (Carosi et al., 1999). Le tre formazioni indicate sono separate da due faglie normali, a basso angolo, denominate "*Qomolangma detachment*" la superiore, e "*Lhotse detachment*" l'inferiore (Searle et al., 2003), appartenenti al STDS (Carosi et al., 1999).

Una prima carta dell'area dell'Everest, con notazioni geologiche di Noel Ewart Odell, fu pubblicata nel 1925 dalla *London Royal Geographical Society* (Wheeler, 1925), e realizzata in base ai rilievi eseguiti durante le spedizioni britanniche del 1921 e 1924. Durante queste furono compiute le prime esplorazioni dell'area, e i primi importanti tentativi di salita alla vetta (di George H. L. Mallory e compagni) dal versante Nord, quello tibetano, perché a quei tempi il Nepal era interdetto agli stranieri e dunque anche il versante Sud dell'Everest. Risalgono proprio alle spedizioni suddette alcuni scatti ripetuti durante la spedizione del 2018 (Fig. 5).

Il Ghiacciaio Rongbuk è stato oggetto negli ultimi decenni di numerosi studi, favoriti anche dalla facilità con cui si giunge nei pressi del campo base Nord, che si trova proprio alla base della fronte del ghiacciaio (a quota 5160 m). Tra gli studi più interessanti, anche dal punto di vista applicativo, vi sono quelli dedicati alla pericolosità dei laghi sopraglaciali (Nie et al., 2013; Chen et al., 2014), tra i rischi naturali più comuni in HK (Grabs et al., 1993; Bajracharya et al., 2007).

Questo ghiacciaio, come il Kangchenjunga, può essere definito un *debris covered glacier* per l'ampia copertura detritica che presenta uno spessore prevalentemente centimetrico o pluridecimetrico interessante la lingua di ablazione (Mortara et al., 2005), con le morfologie della fase iniziale dello stadio di maturità del *glacier karst* (caratterizzato da ghiaccio stagnante e coni detritici), con numerose cavità colme di acqua di fusione (Smiraglia et al., 2019).

Sia questo ghiacciaio che il Rongbuk orientale sono stati



Fig. 5 - Il settore inferiore della lingua del Ghiacciaio Rongbuk in un confronto fra la foto di B. Beetham del 1924 (© Royal Geographical Society) e Fabiano Ventura, 2018 (© Archivio F. Ventura). Si evidenzia la riduzione di spessore e di larghezza del ghiacciaio, come indicato anche dalla *trim line* (linea che segna il limite superiore raggiunto da un ghiacciaio in passato) presente alla base del Guangming Peak, al centro delle immagini.



Fig. 6 - Il Lago Rongbuk (lungo un chilometro e largo 500 m). Sul versante in sinistra orografica sono ben visibili le *trim line* della PEG (linea gialla) e dell'Olocene Superiore (linea celeste) (foto di A. Bollati, 2018).

analizzati attraverso le tre serie di immagini satellitari già citate, e per la sua delimitazione si è fatto riferimento alla cartografia GLIMS e a King et al. (2017). L'area glaciale complessiva è passata da 102,78 km² nel 1989 a 99,17 km² nel 2017 con una riduzione di 3,61 km², corrispondenti a una perdita media annua di 0,13 km², evidenziata da uno restringimento delle lingue glaciali e da ampliamenti di affioramenti rocciosi nei bacini collettori (Smiraglia et al., 2019). Anche per il Rongbuk si osserva una lieve accelerazione della riduzione fra i due periodi considerati (1989-2000 e 2000-2017).

La vasta conca sopraglaciale del Lago Rongbuk (Fig. 6) che caratterizza il settore inferiore della lingua coperta da detrito, la cui superficie raggiunge attualmente circa il mezzo chilometro quadrato, alla fine degli Anni Ottanta non esisteva e considerando che negli ultimi anni l'incremento della superficie del lago sta accelerando, in accordo con studi recenti (Chen et al., 2014), il Lago del Rongbuk può essere ritenuto uno dei laghi potenzialmente più pericolosi per quanto riguarda i *Glacier Lake Outburst Flood* (GLOF); le inondazioni si innescano nel

caso in cui un bacino cresca al tal punto da produrre il cedimento improvviso della diga naturale che lo contiene, con conseguente grande rischio per le popolazioni presenti a valle, alpinisti e trekking. Negli ultimi decenni il riscaldamento globale ha determinato l'aumento di questo rischio in tutta la regione HK (Bajracharya S. R. et al., 2009; Sanjay et al., 2012). Nell'area del ghiacciaio del Rongbuk centrale sono stati realizzati sette confronti fotografici, che lo ritraggono nella sua porzione frontale, mediana e alla confluenza con il Rongbuk occidentale.

Le fotografie d'epoca risalgono al 1921 (di E.O. Wheeler), al 1922 (di C. J. Morris) e al 1924 (di B. Beetham), provenienti dall'archivio della *Royal Geographical Society*.

Altri confronti fotografici considerati non sono stati possibili nell'area del Rongbuk occidentale e dell'orientale per la notevole trasformazione del paesaggio avvenuta nel corso di un secolo, che ha reso molto difficile il raggiungimento dei presunti luoghi degli scatti d'epoca.

LO STATO DEI GHIACCIAI HIMALAYANI:

confronti fotografici, rilevamento e telerilevamento per uno studio tra Nepal e Tibet



Il Ghiacciaio Gyabrag

Il Ghiacciaio Gyabrag o Gyarag (o Kyetrak), si trova sul versante cinese della sesta montagna più alta della Terra, il Cho Oyu (8201 m).

Le ricerche scientifiche sul Gyabrag sono meno numerose rispetto al Rongbuk, anche se il ghiacciaio rientra nell'area dell'Everest ed è facilmente raggiungibile dalla *National Highway* 318; tra le ricerche recenti è da segnalare lo studio di King et al. (2017) sull'evoluzione del Gyabrag tra il 2000 e il 2015.

Come per i precedenti, anche questo ghiacciaio è stato analizzato attraverso le tre serie di immagini satellitari già indicate, come per la cartografia utilizzata per la sua delimitazione.

Nel corso del XX secolo il Ghiacciaio Gyabrag ha subito una importante riduzione di spessore, come mostra il confronto tra le foto degli Anni Venti e quelle del 2018 (**Fig. 7**), con ampie aree completamente coperte di detrito.

Per quanto riguarda le variazioni recenti l'area complessiva è passata da 54,43 km² nel 1989 a 52,32 km² nel 2017 con una riduzione di 2,11 km², corrispondenti a una perdita media annua di 0,08 km² (Smiraglia et al., 2019).

Nel settore principale del Gyabrag le riduzioni areali, mostrate da restringimenti delle lingue glaciali e da affioramenti rocciosi maggiormente esposti, sono passate da 0,05 km² annui nel periodo 1989-2000 a 0,09 km² annui nel periodo 2000-2017, registrando come per i precedenti ghiacciai un'accelerazione nella riduzione fra i due periodi considerati.

Durante il lavoro di terreno è stata tracciata la fronte che si presume attiva posta a quota 5130 m (e dalla quale fuoriesce il

torrente subglaciale), a monte del grande lago proglaciale sito a circa 5100 m di quota.

A monte della fronte il ghiacciaio si presenta con copertura detritica quasi completa, caratterizzato dalla presenza di una serie di grandi pareti di ghiaccio, con altezze superiori ai 10 m. Più a monte la copertura detritica tende a diminuire e a concentrarsi nelle due morene superficiali. A valle della fronte attiva, il ghiacciaio si presenta stagnante e caratterizzato dalla tipica morfologia della fase terminale dell'evoluzione dei ghiacciai coperti da detrito, con alternanza di coni e depressioni con estesa copertura detritica, ridotta energia di rilievo, limitato ghiaccio e modesta presenza di cavità riempite da acqua di fusione.

Nelle foto degli Anni Venti il lago proglaciale non era presente e la lingua del ghiacciaio era più ampia in larghezza e spessore e meno coperta da detrito (**Fig. 7**); inoltre, la fronte attiva arrivava più a valle di circa 5 Km chilometri rispetto all'attuale.

I confronti fotografici realizzati nel 2018 hanno considerato alcuni scatti (di E. O. Wheeler) risalenti alla spedizione britannica del 1921 durante la quale, per cercare la via migliore all'Everest, venne esplorato il versante nord del Cho Oyu.



Fig. 7 - Il settore inferiore della lingua del Ghiacciaio Gyabrag nel 1921 (foto E. O. Wheeler - ©Royal Geographical Society) e nel 2018 (foto F. Ventura - © Archivio F. Ventura), dalla cima di un rilievo a quota 5700 m.

CONCLUSIONI

La spedizione tra Nepal e Tibet del 2018, nell'ambito del progetto "Sulle tracce dei ghiacciai" ha permesso, attraverso i confronti fotografici realizzati e l'elaborazione dei dati tratti dalle immagini da satellite e di terreno, di documentare l'evidente fase di regresso dei ghiacciai nelle tre aree esaminate (i ghiacciai Kangchenjunga, Rongbuk e Gyabrag).

Il confronto fra le immagini storiche di fine XIX e dei primi decenni del XX secolo con quelle attuali mostra arretramenti delle fronti, in particolare riduzioni di spessore, che hanno profondamente modificato il paesaggio di queste aree. Anche il confronto tra la cartografia storica e recente mostra, insieme alle osservazioni sul terreno, l'interruzione di diverse lingue un tempo confluenti (le più importanti quella del Ghiacciaio Ramthang dal Kangchenjunga, quella del Rongbuk Orientale dal Rongbuk e quella del Gyabrag Orientale dal Gyabrag).

In generale, in ogni area glaciale esaminata si osserva l'aumento del numero dei laghi sopragliaciali con la formazione di laghi di grandi dimensioni che hanno favorito intensi processi di retroazione (con accelerazione del ritiro), nonché il regresso delle fronti ancora attive alimentate dal flusso glaciale.

Le osservazioni sul terreno mostrano, per i tre ghiacciai, delle riduzioni di lunghezza, anche chilometriche, e di spessore (sino a centinaia di metri) rispetto al massimo della Piccola Età Glaciale.

Considerando un periodo di circa un trentennio (1989-1991; 2000; 2017), dall'analisi delle immagini satellitari emerge una limitata riduzione areale simile per le tre aree considerate (fra il 3 e il 4%) e una lieve accelerazione della riduzione areale fra i due periodi considerati.

Il regresso glaciale in queste regioni dell'HK può essere attribuito a un incremento delle temperature medie annue, a una riduzione delle precipitazioni durante il monzone (Salerno et al., 2015; REN et al., 2017; Shresta et al., 1999; Bollasina et al., 2011) e a una diminuzione delle precipitazioni nevose in Himalaya nord-occidentale (Bhutiya et al., 2010).

Riguardo le prospettive future, la conferenza sul clima di Parigi del 2015 (COP21) ha indicato la necessità di contenere il riscaldamento globale in 1,5 °C entro la fine di questo secolo, intento ambizioso considerando il continuo aumento della concentrazione di CO₂ in atmosfera, già previsto da Le Quéré C. et al. (2018), e della temperatura media sul Pianeta degli ultimi anni (Sánchez-Lugo et al., 2018); anche se tale obiettivo fosse raggiunto nella regione dell'HK le temperature potrebbero superare comunque la suddetta soglia (Krishna et al., 2019) con la conseguente accelerazione della riduzione volumetrica e areale dei ghiacciai e la scomparsa di circa il 35% della massa glaciale (Kraaijenbrink et al. 2017); tutto ciò modificherà la distribuzione temporale e l'entità delle acque di fusione (con grave ricaduta per l'approvvigionamento idrico per uso civile e industriale che riguarda centinaia di milioni di persone), con l'espansione dei laghi glaciali e il conseguente aumento del rischio (GLOF) per le popolazioni locali.

Nota

Tutti i confronti fotografici e i dati sono stati raccolti ed elaborati nell'ambito del progetto "Sulle tracce dei ghiacciai" (<http://sulletraccedeighiacciai.com>), in particolare durante la quinta spedizione "Himalaya 2018". Per le fotografie storiche si ringraziano la Fondazione Sella Onlus di Biella e la Royal Geographical Society di Londra.

LO STATO DEI GHIACCIAI HIMALAYANI: confronti fotografici, rilevamento e telerilevamento per uno studio tra Nepal e Tibet

BIBLIOGRAFIA

- Azam M.F., Wagnon P., Berthier E., Vincent C., Fujita K., Kargell J.S. (2018). Review of the status and mass changes of Himalayan Karakoram glaciers. *Journal of Glaciology*, 64, 61-74.
- Bezzi A., & Happs J.C. (1994). *Belief Systems as Barriers to Learning in Geological Education*. *Journal of Geological Education*, 94, 134-140.
- Bajracharya B., Shrestha A. B., Rajbhandari L. (2007). *Glacial Lake Outburst Floods in the Sagarmatha Region*. *Mountain Research and Development*, 27(4), 336-344.
- Bajracharya S. R., Mool P. (2009). *Glaciers, glacial lakes and glacial lake outburst floods in the Mount Everest region, Nepal*. *Annals of Glaciology*, 50(53), 81-86.
- Baroni C., Frezzotti M., Smiraglia C. (2017). *Il Comitato Glaciologico Italiano. Oltre un secolo di ricerche glaciologiche in Italia. In: Itinerari glaciologici sulle montagne italiane*. Vol. 1. *Guide Geologiche Regionali*. SGI-CGI.
- Bolch T., Kulkarni A., Kaab A., Huggel C., Paul F., Cogley J. G., Frey H., Kargell J. S., Fujita K., Scheel M., Bajracharya S., Stoffel M. (2012). *The State and Fate of Himalayan Glaciers*. *Science*, 336, 310-314.
- Bolch T., Buchroithner M., Pieczonka T., Kunert A. (2008). *Planimetric and volumetric glacier changes in the Khumbu Himal, Nepal, since 1962 using Corona, Landsat TM and ASTER data*. *Journal of Glaciology*, 54, 187, 592-600.
- Bollasina M. A., Ming Y., Ramaswamy V. (2011). *Anthropogenic Aerosols and the Weakening of the South Asian Summer Monsoon*. *Science*, 334, 502-505.
- Brahmbhatt R., Nainwal H.C., Kulkarni A.V. (2014). *Impact of accumulation area ratio on glacial change: A few examples of Jammu and Kashmir*. *Journal of Geomatics*, 8 (1), 61-65.
- Bhutiya M. R., Kale V. S., Pawar N. J. (2010). *Climate change and the precipitation variations in the north-western Himalaya: 1866-2006*. *Int. Journal Climat.*, 30, 535-548.
- Carosi R., Lombardo B., Musumeci G., Pertusati P.C. (1999). *Geology of the Higher Himalayan Crystallines in Khumbu Himal (Eastern Nepal)*. *J. Asian Earth Sci.* 17, 785-803.
- Carosi R., Montomoli C., Iaccarino S. (2018). *20 years of geological mapping of the metamorphic core across Central and Eastern Himalayas*. *Earth-Science Reviews*, 177, 124-138.
- Chen W., Doko T., Liu C., Ichinose T., Fukui H., Feng Q., Gou P. (2014). *Changes in Rongbuk Lake and Imja Lake in the Everest region of Himalaya*. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XL-2, 259-266.
- Dehecq A., Gourmelen N., Brun F., Golberg D., Berthier E., Vincent C., Wagnon P., Trouvé E. (2019). *Twenty-first century glacier slowdown driven by mass loss in High Mountain Asia*. *Nature Geoscience*, 12, 22-27.
- Dyhrenfurth G. O. *Il terzo polo*. Baldini & Castoldi (1954).
- Freshfield, D. W. (1903). *Round Kangchenjunga. A Narrative of Mountain Travel and Exploration*. Edward Arnold, London.
- Fujita K., Nuimura T. (2011). *Spatially heterogeneous wastage of Himalayan glaciers*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108 (34), 14011-14014.
- Gardelle J., Berthier E., Arnaud Y., Kaab A. (2013). *Regionwide glacier mass balances over the Pamir Karakoram-Himalaya during 1999-2011*. *The Cryosphere*, 7, 1263-1286.
- GLIMS (Global Land Ice Measurements from Space) <http://glims.colorado.edu/glacierdata/>
- Grabs W. E., Hanish J. (1993). *Objectives and Prevention Methods for Glacier Lake Outburst Moods (GLOFs)*. *Snow and Glacier Hydrology*. IAHS Publ. no. 218.
- King O., Quincey D.J., Carrivick J.L., Rowan A.V. (2017). *Spatial variability in mass loss of glaciers in the Everest region, central Himalayas, between 2000 and 2015*. *The Cryosphere*, 11, 407-426.
- Kraaijenbrink P. D. A., Bierkens M. F. P., Lutz A.F., Immerzeel W.W. (2017). *Impact of a global temperature rise of 1.5 degrees Celsius on Asia's glaciers*. *Nature*, 549, 257-260.
- Krishna R. (Coordinating Lead Authors) et al. (2019). *Unravelling Climate Change in the Hindu Kush Himalaya: Rapid Warming in the Mountains and Increasing Extremes*. In: Wester P., Mishra A., Mukherji A. & Shrestha A. B. (eds): "The Hindu Kush Himalaya Assessment- Mountains, Climate Change, Sustainability and People", Springer Nature Switzerland AG, Cham, 57-95.
- Immerzeel W.W., Van Beek L.P., Bierkens M.F. (2010). *Climate change will affect the Asian water towers*. *Science*, 328, 1382-1385.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2019). *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate (IPCC, 2019)*.
- Jain S.K., Lohani A.K., Singh R. D., Chaudhary A., Thakural L. N. (2012). *Glacial lakes and glacial lake outburst flood in a Himalayan basin using remote sensing and GIS*. *Natural Hazards*, 62(3), 887-899.
- Le Quéré C. et al. (2018). *Global Carbon Budget 2018*. *Earth Syst. Sci. Data* <https://doi.org/10.5194/essd-10-2141-2018> (2018).
- Mortara G., Pecci M. (2005). *Quando la ricerca geomorfologica va in alta quota*. *SLM - Sopra il Livello del Mare*, 20, 2-9.
- Nicholson L., Mc Carthy M., Pritchard H.D., Willis I. (2018). *Supraglacial debris thickness variability: impact on ablation and relation to terrain properties*. *The Cryosphere*, 12, 3719-3734.
- Nie Y., Liu Q., Liu S. (2013). *Glacial Lake Expansion in the Central Himalayas by Landsat Images, 1990-2010*. *PLOS ONE*, 8, 12, 1-8.
- Paul F., Huggel C., Kaab A. (2004). *Combining satellite multispectral image data and a digital elevation model for mapping debris-covered glaciers*. *Remote Sensing of Environment*, 89, 510 - 518.
- Pelto M. (2015). *Kangchenjunga Glacier, Nepal volume losses*. <http://blogs.agu.org/fromglaciersperspective/2015/12/23/kangchenjunga-glacier-nepal-volume-losses/>
- Pritchard H.D. (2017). *Asia's glaciers are a regionally important buffer against drought*. *Nature*, 545, 169-174.
- Racoviteanu A.E., Arnaud Y., Williams M.W., Manley W.F. (2015). *Spatial patterns in glacier characteristics and area changes from 1962 to 2006 in the Kanchenjunga-Sikkim area, eastern Himalaya*. *The Cryosphere*, 9, 505-523.
- Ren J., Jing Z., Pu J., Qin X. (2006). *Glacier variations and climate change in the central Himalaya over the past few decades*. *Annals of Glaciology*, 43(1), 218-222.
- Ren Y.Y., Ren G.Y., Sun X.B., Shrestha A.B., You Q.L., Zhan Y.J., Rajbhandari R., Zhang P.F., Wen K.M. (2017). *Observed changes in surface air temperature and precipitation in the Hindu Kush Himalayan region over the last 100-plus years*. *Advances in Climate Change Research*, 8, 148-156.
- Rowan A.V. (2017). *The 'Little Ice Age' in the Himalaya: A review of glacier advance driven by Northern Hemisphere temperature change*. *The Holocene*, 27(2), 292-308.
- Salerno F., Buraschi E., Bruccoleri G., Tartari G., Smiraglia C. (2008). *Glacier surface-area changes in Sagarmatha National Park, Nepal, in the second half of the 20th century, by comparison of historical maps*. *Journal of Glaciology*, 54 (187), 738-752.
- Salerno F., Guyennon N., Thakuri S., Viviano G., Romano E., Vuillermoz E., Cristofanelli P., Stocchi P., Agrillo, Ma Y., Tartari G. (2015). *Weak precipitation, warm winters and springs impact glaciers of south slopes of Mt. Everest (central Himalaya) in the last 2 decades (1994-2013)*. *The Cryosphere*, 9, 1229-1247.
- Sánchez-Lugo A., Berrisford P., Morice C., Argüez A. (2018). *Temperature [in State of the Climate in 2018]*. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 99(8), S11-S12.
- Searle M.P., Szulc A. (2005). *Channel flow and ductile extrusion of the high Himalayan slab-the Kangchenjunga-Darjeeling profile, Sikkim Himalaya*. *Journal of Asian Earth Sciences* 25(1), 173-185.
- Shrestha A. B., Wake C. P., Mayewski P. A., Dibb, J. E. (1999). *Maximum temperature trends in the Himalaya and its vicinity: An analysis based on temperature records from Nepal for the period 1971-94*. *Journal Climate*, 12, 2775-2786.
- Smiraglia C., Diolaiuti G., Fugazza D., Azzoni R.S., Bollati A., Ventura F. (2019). *Remote sensing e repeat photography per lo studio dei ghiacciai himalayani: esempi dal Nepal e dalla Cina*. *NIMBUS*, 81, 20-37, ISSN1122-4339.
- Wheeler E. O. (1925). *Sketch Map of Mount Everest from Surveys of the Expeditions of 1921 and 1924*. With Geology added by N.E. Odell. Royal Geographical Society, London.

C

LA STRUTTURA DELLA TERRA:

*dalle idee degli studenti
alla pratica didattica*

a cura di **Alessandra Borghini**



Conoscere la struttura interna della Terra è cruciale per capire la dinamica del nostro pianeta. Per questo le attività didattiche proposte dagli insegnanti dovrebbero condurre gli studenti alla costruzione di un modello mentale scientificamente corretto dell'interno della Terra. Alla luce di alcuni dei risultati di lavori di ricerca internazionali, discutiamo i dati raccolti durante una sperimentazione didattica condotta su studenti di età compresa tra gli 11 e i 14 anni. I risultati dello studio mostrano quali idee non scientifiche sono presenti negli studenti delle scuole secondarie italiane e quali sono le principali difficoltà che vengono incontrate nell'apprendimento di questo argomento.

C



Autrice Alessandra Borghini

Dottoranda - Scuola Regionale Toscana di Dottorato in Scienze della Terra.
Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Pisa.
Docente di Scuola Secondaria di Primo Grado

INTRODUZIONE

Partiamo da una bella domanda: che cosa c'è sotto i nostri piedi? Ovviamente ci sono molti modi in cui possiamo rispondere: il pavimento, il terreno, un marciapiede e così via, e la domanda diventa meno banale se ci domandiamo cosa c'è sotto il pavimento, sotto il terreno e poi sotto ancora.

Provare a dare una risposta e immaginarsi le profondità della Terra non è una sfida meno interessante che indagare i misteri della sfera celeste, e per certi versi è una sfida molto più ardua, perché per provare a dare una risposta alla domanda “cosa c'è sopra la nostra testa?” possiamo guardare il cielo stellato ogni notte, mentre dell'interno della Terra non possiamo vedere praticamente niente. Osservando il problema da una prospettiva educativa, dare una risposta a questa domanda è importante per poter capire come funziona il nostro pianeta. Una buona comprensione della struttura della Terra, infatti, è fondamentale per la comprensione di processi che riguardano la dinamica terrestre (inclusi terremoti, attività vulcanica e tettonica delle placche).

Quando nella scuola si arriva a presentare la struttura della Terra agli studenti, questa trattazione nasce come risposta ad una bella domanda? È ancora una sfida per l'immaginazione degli studenti? Sicuramente, per uno studente studiare e comprendere qualcosa che non può vedere e che ha delle dimensioni fuori dalla scala degli oggetti di ogni giorno è una sfida, ma non molti studenti la percepiscono come tale. Il coinvolgimento degli studenti nella ricerca di risposte significative è sempre un aspetto delicato dell'insegnamento: molto spesso le domande poste dall'insegnante vengono percepite come domande a cui una risposta c'è già, e quello che devono fare gli studenti è ascoltare l'insegnante, leggere il libro, cercare su internet, guardare un'immagine, imparare qualche termine specifico.

Ma quali sono i modelli mentali sulla struttura della Terra che i ragazzi si formano? Quali idee scorrette o di fantasia permangono anche dopo aver letto un testo con informazioni scientifiche? Quali aspetti di questo argomento sono i più difficili da comprendere?

Conoscere quali sono le idee e i modelli mentali che gli studenti costruiscono mettendo insieme le loro esperienze e i contenuti didattici proposti dall'insegnante è un punto di partenza per una didattica efficace di cui gli studenti siano il nodo focale.

Esistono molti lavori nella letteratura scientifica internazionale che ci aiutano a capire quali idee i ragazzi hanno sugli argomenti di scienze della Terra e che mettono in luce i misconcetti più comuni, come descritto più diffusamente nel paragrafo successivo. Tuttavia pochi studi di questo tipo riguardano la scuola e gli studenti italiani, tra cui Bezzi & Happs (1994); Ferrero, Provera & Tonon (2004).

Per poter raccogliere alcuni dati sui modelli mentali e sui misconcetti che gli studenti presentano nella nostra scuola è stata condotta una ricerca didattica in due scuole secondarie di primo grado della Toscana, coinvolgendo circa 140 studenti.

In queste pagine, dopo aver illustrato alcuni degli aspetti più significativi dei lavori di ricerca internazionali su questo tema, presentiamo quanto emerso da questo studio.



MODELLI MENTALI E MISCONCETTI DEGLI STUDENTI NELLA LETTERATURA SCIENTIFICA INTERNAZIONALE

Ricostruire quali sono le idee dei bambini e dei ragazzi riguardo al mondo naturale costituisce un approccio non nuovo nella ricerca didattica. Già Piaget (1929) dedicò parte del suo lavoro alla ricostruzione delle fasi del pensiero e dell'interpretazione dei fenomeni naturali da parte dei bambini.

L'importanza e la diffusione di questo tipo di studi non è però ancora venuta meno, in quanto le idee dei ragazzi possono costituire un punto di partenza per la costruzione di una didattica efficace.

Tra i numerosi studi presenti in letteratura, citiamo qui alcuni di quelli che hanno focalizzato l'attenzione sulla struttura della Terra e in generale sulla nostra domanda di partenza, ossia: che cosa c'è sotto i nostri piedi?

In un ampio studio condotto da Russell et al. (1993), attraverso l'analisi di disegni e interviste, sono stati raccolti elementi per capire meglio le idee dei bambini (dai 5 agli 11 anni) relative a diverse tematiche delle scienze e come queste idee possano modificarsi a seguito di esperienze significative. In questo lavoro la domanda "che cosa c'è sotto i nostri piedi?" viene declinata attraverso l'analisi delle idee degli studenti in merito al suolo e alla struttura della Terra. Per quanto riguarda quest'ultimo aspetto, tra le numerose osservazioni emerge che, all'aumentare dell'età degli studenti, si riducono gli elementi antropici presenti nei disegni. Solo i ragazzi più grandi disegnano una Terra divisa in diverse porzioni che possono essere gusci concentrici ma anche livelli orizzontali; l'uso dei termini specifici (crosta, mantello e nucleo) è limitato solo a pochi studenti della fascia di età maggiore.

I disegni della struttura della Terra realizzati da studenti nella fascia di età tra i 10 e i 15 anni sono l'oggetto di studio del lavoro di Lillo (1994); in questa indagine è stato chiesto ai ragazzi di disegnare la loro idea della struttura della Terra annotando i nomi delle diverse parti. Dall'analisi dei disegni emerge che la maggior parte degli studenti rappresenta la struttura della Terra disegnando gusci concentrici; solo pochi studenti realizzano una illustrazione tridimensionale; solo pochi studenti sono in grado di collocare correttamente l'astenosfera. La presenza di materiale fuso (magma-lava) al centro della Terra è il misconcetto maggiormente osservato nei disegni.

In uno studio sui bambini di età compresa tra i 7 e gli 11 anni, Blake (2005) si concentra sull'analisi dello sviluppo delle idee dei bambini riguardo a diversi argomenti di scienze della Terra, tra cui anche l'interno della Terra. Attraverso diversi strumenti, inclusa l'analisi di disegni, Blake definisce diversi livelli di comprensione: il livello 0 corrisponde all'assenza di idee appropriate sull'interno della Terra, con la raffigurazione di elementi come strade, case, cielo, stelle; nel livello 1

(non scientifico) i disegni riflettono una certa comprensione dell'interno della Terra con la presenza di livelli e di una zona centrale, ma il vocabolario tecnico è scarso o nullo e sono presenti misconcetti; i disegni del livello 2 (proto-scientifico) rivelano una migliore comprensione della struttura profonda della Terra, con l'idea di un interno differenziato delimitato da livelli concentrici, il vocabolario utilizzato è più tecnico, ma sono presenti alcune idee errate (ad esempio un nucleo completamente fuso); nei disegni di livello 3 (scientifico) i gusci concentrici sono identificati correttamente come crosta, mantello e nucleo. Quello che si osserva è che, nella fascia di età tra i 7 e gli 11 anni, sono prevalenti i disegni di livello 0 e a solo partire dai 10-11 anni di età compaiono disegni proto-scientifici (livello 2).

Attraverso una serie di approcci metodologici diversi (tra cui anche la realizzazione di disegni), lo studio di Dal (2007) prende in considerazione le idee di un campione di 120 studenti di età compresa tra 13 e 14 anni, in merito a: la formazione dei cristalli, i vulcani, le rocce e la struttura della Terra. Per quanto riguarda quest'ultimo tema, lo studio indica che nella maggior parte dei casi, gli studenti pensano che la Terra sia composta da tre livelli: crosta, il nucleo e una zona intermedia; tra i misconcetti comuni vengono indicati la presenza di acqua all'interno della Terra e il nucleo come origine del magma.

Lo studio del 2013 di Capps, McAllister & Boone documenta le concezioni degli studenti di età tra i 9 e i 14 anni, in merito all'interno della Terra. In questo studio le analisi di disegni e interviste indicano che gli studenti hanno livelli di comprensione differenziati, molti presentano concezioni alternative dell'interno della Terra, inclusa la presenza di livelli non concentrici, oggetti fisici ed elementi legati al mito. Se è vero che le idee dei ragazzi si modificano e si sviluppano nel tempo, è noto anche che alcune idee sbagliate, alternative alla conoscenza scientifica, permangono negli studenti di età crescenti e sono presenti anche tra gli insegnanti (Dahl et al., 2005; King, 2010) e nei libri di testo (King, 2008).

Un lavoro di raccolta e revisione dei misconcetti documentati in numerosi lavori scientifici è presentato nell'articolo di Francek (2013). I misconcetti che riguardano l'interno della Terra vengono divisi in tre categorie: relativi alla rappresentazione in gusci concentrici, allo stato fisico, alla presenza del campo magnetico. Tra i più comuni troviamo: errato spessore della crosta (Libarkin & Anderson, 2005); rappresentazioni dell'interno della Terra diverse dai gusci concentrici; presenza di lava e fuoco nel centro della Terra (Lillo, 1994); crosta e litosfera usati come sinonimi; mantello liquido; presenza di una cavità al centro della Terra (Kirby, 2011).

UNA SPERIMENTAZIONE DIDATTICA NEL CONTESTO DELLA SCUOLA ITALIANA

Lo studio è stato condotto nell'ambito di una sperimentazione didattica che ha coinvolto 139 studenti di età compresa tra gli 11 e i 14 anni, provenienti da due scuole secondarie di primo grado della Toscana.

La sperimentazione ha previsto una serie di attività didattiche: nella prima attività agli studenti è stato fornito un testo sulla struttura della Terra; il testo non era accompagnato da nessun tipo di immagine. Il compito degli studenti era leggere il testo e rappresentarne il contenuto con un'illustrazione, immaginando di essere la persona incaricata di disegnare le immagini da mettere accanto a quel testo in un libro. Gli studenti potevano anche aggiungere didascalie al disegno.

Nella seconda attività la classe ha riletto il testo e gli insegnanti hanno guidato una discussione usando domande standard precedentemente concordate e relative ai contenuti del testo, del tipo: cosa cambia tra crosta, mantello e nucleo? La crosta e la litosfera sono la stessa cosa? Cosa distingue la litosfera dall'astenosfera? Tutti i gusci hanno lo stesso spessore? Qual è il guscio più spesso? Qual è il guscio più sottile?

Durante questa attività gli studenti sono stati invitati a motivare le proprie scelte e a riflettere sullo spessore relativo delle diverse porzioni che compongono l'interno della Terra e sui criteri che consentono di definirli.

Infine, nell'ultima fase della sequenza didattica, gli studenti hanno lavorato in gruppi per costruire un modello dell'interno della Terra. Durante questa attività, gli insegnanti hanno chiesto agli studenti di tenere conto della scala dei diversi strati. I vari gruppi di studenti hanno utilizzato materiali e tecniche diverse per costruire il modello.

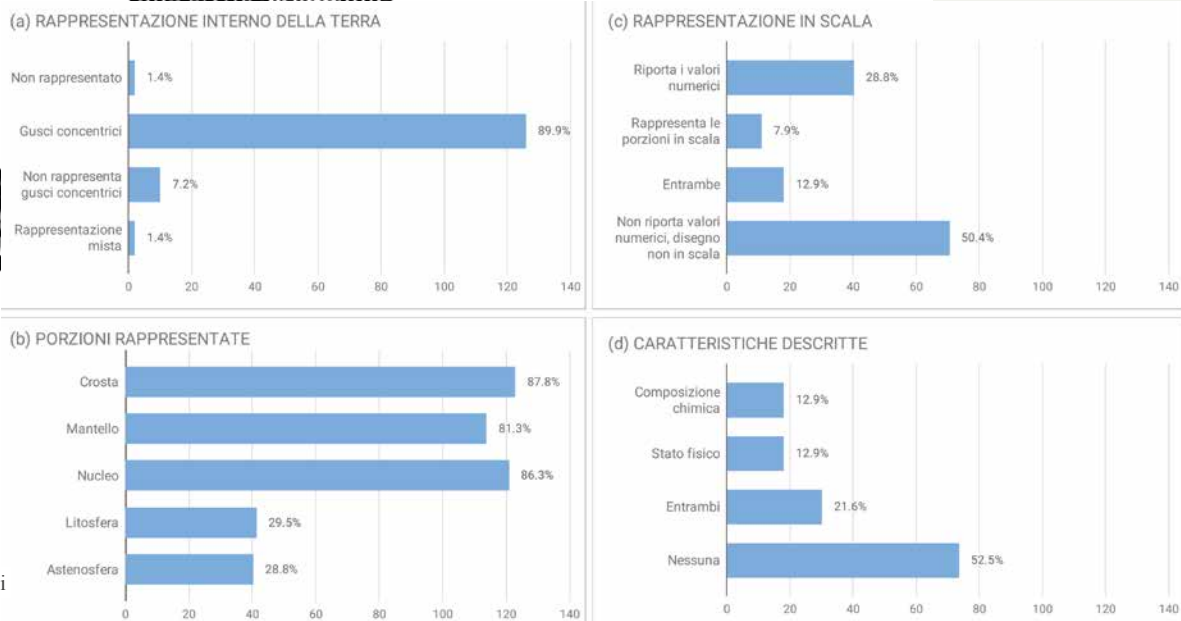


Fig. 1 - Grafici relativi all'analisi dei 139 disegni.

LA STRUTTURA DELLA TERRA: dalle idee degli studenti alla pratica didattica

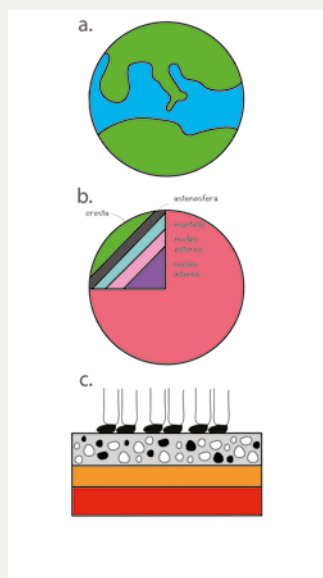


Fig. 2 - Riproduzione di alcuni disegni degli studenti in cui non vengono rappresentati gusci concentrici. Nel disegno a) non viene rappresentato l'interno della Terra ma solo la sua superficie con oceani e continenti; nel disegno b) le diverse porzioni vengono separate da segmenti rettilinei; nel disegno c) viene rappresentato l'interno della Terra con strati orizzontali al di sotto dei piedi di alcuni personaggi.

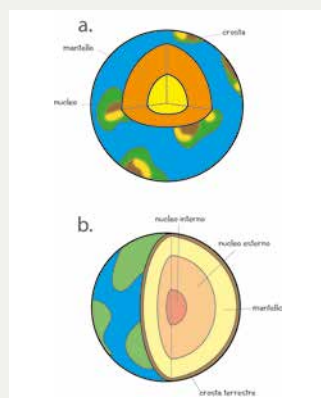


Fig. 3 - Riproduzione di disegni degli studenti in cui è possibile osservare il tentativo di una rappresentazione tridimensionale. Nel disegno a) lo studente, attraverso l'uso di alcuni elementi di prospettiva, rappresenta una sfera a cui è stato tolto metà spicchio permettendo di vedere l'interno; nel disegno b) in modo simile lo studente disegna una Terra a cui è stato tolto uno spicchio.

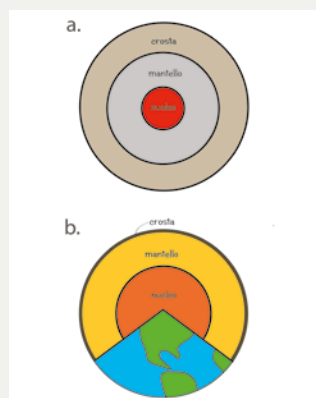


Fig. 4 - Riproduzione di disegni degli studenti in cui vengono rappresentati soltanto crosta, mantello e nucleo. Questa tipologia riguarda la maggior parte dei disegni che però possono differire per lo spessore dei vari livelli e altre caratteristiche. Si va da disegni molto elementari (disegno a), in cui cerchi concentrici dividono crosta, mantello e nucleo e gli spessori delle tre porzioni sono simili, a disegni più elaborati e frutto di ragionamento (disegno b) in cui la rappresentazione di una porzione esterna del pianeta (oceani e continenti) mostra chiaramente che il disegno rappresenta la Terra e la realizzazione di crosta, mantello e nucleo con diversi spessori indica il tentativo dello studente di inserire nel disegno le informazioni quantitative sullo spessore riportate nel testo.

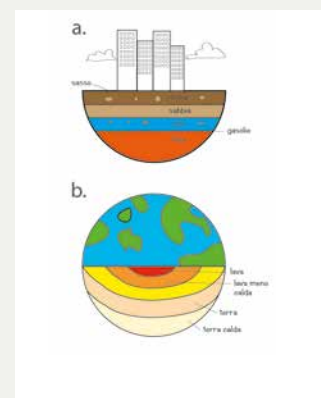


Fig. 5 - Riproduzione di disegni degli studenti in cui vengono indicate informazioni diverse da quelle riportate nel testo. Nel disegno a) lo studente disegna livelli di terra, sabbia, gasolio, lava, tutti elementi non presenti nel testo. Un altro aspetto interessante è il tipo di rappresentazione: nel disegno la superficie della Terra è piatta e non ci sono gusci concentrici ma livelli orizzontali. Nella figura b), invece, la rappresentazione dei gusci concentrici è simile a quella di altri studenti, ma viene indicata una composizione diversa da quella del testo (terra, lava) distinguendo i livelli anche in base alla temperatura (terra calda, lava meno calda).

I disegni raccolti durante la prima attività sono stati analizzati sotto vari aspetti: il tipo di rappresentazione, quali parti dell'interno della Terra sono state rappresentate, le proporzioni tra queste parti, la presenza di elementi non presenti nel testo e di misconcetti (**Fig. 1**).

La maggior parte degli studenti (90%) rappresenta la struttura della Terra disegnando dei gusci concentrici (**Fig. 1a**). Ci sono comunque studenti che, anche dopo aver letto il testo, decidono di rappresentare l'interno della Terra utilizzando altre modalità grafiche (**Fig. 2**). Il 7.9% degli studenti realizza un disegno con elementi di tridimensionalità (**Fig. 3**); questi disegni sono più comuni negli studenti di 13 - 14 anni.

Rappresentazioni analoghe sono documentate, in studenti della stessa fascia d'età e non solo, da altri lavori scientifici (ad esempio Lillo 1994, McAllister 2014).

Nel testo fornito sono descritte alcune proprietà e caratteristiche di crosta, mantello, nucleo, litosfera e astenosfera. La rappresentazione più comune tra gli studenti (46.8%) è quella che prevede crosta, mantello e nucleo (**Fig. 4**); nel grafico (**Fig. 1b**) sono riportati i dati di quanti studenti disegnano ciascuna delle cinque suddivisioni.

Meno di un terzo degli studenti prova a rappresentare litosfera (29.5%) e astenosfera (28.8%) e di questi solo alcuni disegnano le due porzioni in modo sostanzialmente corretto (17 studenti per la litosfera e 13 studenti per l'astenosfera).

Per quanto riguarda le dimensioni e le proporzioni dei diversi gusci (**Fig. 1c**), è interessante osservare che, nonostante il 31.7% degli studenti riporti i valori numerici corretti dello

spessore di crosta, mantello e nucleo, meno della metà di questi usi questa informazione per disegnare i diversi livelli almeno grossolanamente in proporzione (mantello e nucleo di dimensioni simili e crosta molto sottile).

Informazioni sulla composizione chimica di crosta, mantello e nucleo e lo stato fisico delle diverse porzioni sono indicate complessivamente dal 47.5% dei ragazzi. Nel grafico (**Fig. 1d**) sono riportati i dati nel dettaglio.

Infine una piccola parte degli studenti (7.8%) rappresenta nel disegno elementi antropici (palazzi, persone, astronavi ecc...) e alcuni (3.6%) propongono addirittura una diversa composizione dell'interno della Terra (livelli di petrolio, gas, lava ecc...), disegnando non quanto descritto nel testo ma una loro idea personale riguardo alla composizione della Terra (**Fig. 5**).

Dall'analisi dei disegni e delle didascalie emergono anche alcuni misconcetti del tutto analoghi a quelli documentati dalla letteratura scientifica in altri paesi come ad esempio: il mantello liquido (Clark et al., 2011, Kirby, 2011) indicato dal 2.2% degli studenti, la presenza di lava nel nucleo (Lillo, 1994) indicato dal 3.6% e la rappresentazione della crosta come composta da piccoli frammenti, che potrebbe suggerire una sovrapposizione tra il concetto di suolo e crosta (Russell et al., 1993) indicata dal 10.8% degli studenti.

Nelle attività successive, la discussione in classe è stata guidata da quanto emerso nei disegni ed in particolare si è concentrata sui misconcetti e sugli aspetti più delicati da comprendere come i rapporti di scala, la differenza tra comportamento fisico di una sostanza e la sua composizione. Gli studenti hanno avuto quindi



Fig. 6 - Immagine di uno dei modellini realizzati dagli studenti usando un bicchiere e liquidi con diversa densità.

RISULTATI TEST

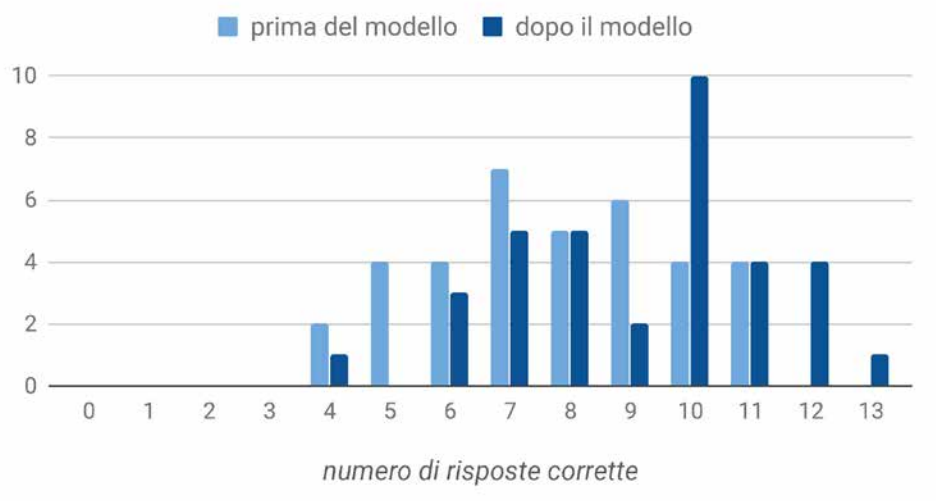


Fig. 7 - Grafico che mostra le frequenze delle risposte corrette dei test degli studenti di 13-14 anni (gruppo 1, prima della realizzazione del modello, e gruppo 2, dopo la realizzazione del modello).

la possibilità di correggere i propri errori, rivedere alcuni concetti fondamentali come la densità di un materiale, applicandola al contesto di studio delle scienze della Terra.

Per quanto riguarda l'attività in gruppi, gli studenti hanno dimostrato di saper lavorare autonomamente e hanno realizzato dei modelli di vario tipo usando materiali come plastilina, cartone, cartapesta. Alcuni studenti hanno realizzato un modello in scala di crosta, mantello e nucleo usando liquidi con diversa densità messi in un bicchiere o in un cilindro graduato (**Fig. 6**). Come in ogni attività che preveda la realizzazione di modelli materiali è stato importante far esplicitare da parte degli studenti quali sono gli elementi che il modello ha in comune con l'oggetto reale e quali elementi invece se ne discostano (dimensioni, composizione ecc...).

Per valutare l'efficacia delle attività è stato somministrato un test di 13 domande. In particolare gli studenti di 13-14 anni sono stati divisi in due gruppi: il primo gruppo (36 studenti) ha svolto il test prima di realizzare il modello e il secondo gruppo (35 studenti) successivamente alla realizzazione del modello.

Gli studenti sono stati divisi in modo che i due gruppi fossero omogenei per quanto riguarda la distribuzione degli studenti nelle diverse fasce di livello.

Il primo gruppo (pre-modello) ha totalizzato una media di 7.8 domande esatte con il 72.2% degli studenti che hanno risposto correttamente a 7 o più domande, mentre il secondo gruppo (post-modello) ha risposto correttamente in media a 9.1 domande con l'88.6% degli studenti che ha risposto correttamente a 7 o più domande (**Fig. 7**). Queste differenze sono statisticamente significative. Il test non parametrico di Mann-Whitney indica che l'ipotesi nulla, cioè che le diverse attività svolte siano ininfluenti sui risultati ottenuti dal secondo gruppo di studenti, può essere rigettata con una probabilità di errore minore del 5% (il punteggio del test z è $-2,5935$, il valore di p è $0,0096 < 0,05$). Questi migliori risultati del secondo gruppo potrebbero essere dovuti a diversi fattori: l'efficacia didattica dell'attività pratica di realizzazione di modelli materiali; il maggior tempo di riflessione personale dedicato all'argomento o anche il ruolo avuto dalla discussione tra pari nel lavoro di gruppo.



LA STRUTTURA DELLA TERRA: dalle idee degli studenti alla pratica didattica

CONCLUSIONI

Il modello mentale che gli studenti si formano dell'interno della Terra è condizionato da molti fattori e stimoli che prescindono anche dall'esperienza scolastica; conoscere quali sono realmente le idee degli studenti aiuta a centrare l'attività didattica sullo sviluppo di queste idee verso una migliore comprensione dei processi della dinamica terrestre.

Quello che emerge dai dati di questa ricerca è la conferma che esistono alcuni nodi concettuali a cui prestare attenzione durante la pratica didattica. In particolare:

1) Problemi di scala. Dare un significato ai valori numerici riportati sui libri e visualizzare le dimensioni del pianeta e le proporzioni dei diversi gusci che compongono la Terra, per moltissimi studenti non è un passaggio scontato; è quindi necessario proporre in classe attività specifiche (realizzazione di modellini in scala ma anche uso di analogie numeriche) volte a sviluppare negli studenti questa competenza.

2) Differenza tra composizione chimica e comportamento fisico. Questo aspetto è importante in quanto è alla base della distinzione tra crosta-mantello-nucleo da una parte e litosfera-astenosfera da una dall'altra, e costituisce quindi un importante obiettivo didattico su cui lavorare in classe.

Accanto a questi aspetti va considerata anche la presenza di misconcetti (come la presenza di lava nel nucleo) che per un piccolo numero di studenti continua anche dopo la lettura di un testo scientifico. Misconcetti come quelli riportati nella letteratura scientifica internazionale sono presenti anche negli studenti delle nostre scuole; molto importante è trovare un modo per far emergere queste idee non scientifiche per impostare il lavoro didattico e in questa ricerca lo strumento del disegno si è rivelato efficace per tale scopo. Altro aspetto da non sottovalutare in questa fascia d'età è rappresentato dalle difficoltà degli studenti nella lettura del libro di scienze. La conseguenza è che il testo scritto non può sostituire attività pratiche e momenti di discussione in classe, necessari per stimolare domande e la ricerca attiva di risposte da parte degli studenti.

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano per la collaborazione i docenti dei due Istituti coinvolti: Istituto Comprensivo di Volterra (PI) e Istituto Comprensivo Alfieri Bertagnini di Massa.

BIBLIOGRAFIA

Bezzi A., & Happs J.C. (1994). *Belief Systems as Barriers to Learning in Geological Education.* Journal of Geological Education, 94, 134 - 140.

Blake A. (2005). Do young children's ideas about the Earth's structure and processes reveal underlying patterns of descriptive and causal understanding in earth science? Res. Sci. Technol. Educ., 23(1), 59-74.

Capps D.K., McAllister M. & Boone W.J (2013). *Alternative Conceptions Concerning the Earth's Interior Exhibited by Honduran Students,* Journal of Geoscience Education, 61:2, 231-239.

Clark J.S., Libarkin J.C., Kortz K.M. & Jordan S.C. (2011). *Alternative Conceptions of Plate Tectonics Held by Nonscience Undergraduate.* Journal of Geoscience Education, 59, 251-262.

Dahl J., Anderson, S., & Libarkin J. (2005). *Digging into earth science: Alternative conceptions held by K-12 teachers.* Journal of Science Education, 12, 65-68.

Dal B. (2007). *How do we help students build beliefs that allow them to avoid critical learning barriers and develop a deep understanding of geology.* Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 3(4), 251-269.

Ferrero E., Provera A., & Tonon M. (2004). *Le Scienze della Terra: fondamenti ed esperienze pratiche.* Edizioni Cortina, Torino. 129 pp.

Francek M. (2013). *A Compilation and Review of over 500 Geoscience Misconceptions.* Int. J. Sci. Educ., 35, 31 - 64.

King C. (2008). *The earth science misconceptions of some science writers: How wrong can they be?* Teaching Earth Sciences, 33(2), 9-11.

King C. (2010). *An Analysis of Misconceptions in Science Textbooks: Earth science in England and Wales.* Int. J. Sci. Educ., 32, 565-601.

Kirby K. (2011). *'Easier to address' earth science misconceptions.* Retrieved from http://serc.carleton.edu/NAGTWorkshops/intro/misconception_list.html

Libarkin J., & Anderson S. (2005). *Assessment of learning in entry-level geoscience courses: Results of the geoscience concept inventory.* Journal of Geoscience Education, 53, 394-401.

Lillo J. (1994). *An analysis of the annotated drawings of the internal structure of the Earth made by students aged 10-15 from primary and secondary schools in Spain,* Teaching Earth Sciences, 19(3), 83-87.

McAllister M. L. (2014). *A Study of Undergraduate Students' Alternative Conceptions of Earth's Interior Using Drawing Tasks.* Journal of Astronomy & Earth Sciences Education, 1(1), 23-36.

Piaget J. (1929). *The Child's Conception of the World.* Routledge & Kegan Paul LTD, London, 420 pp.

Russell T., Bell D., Longden K. & McGuigan L. (1993). *Primary SPACE research report: rocks, soil and weather.* Liverpool University Press, Liverpool, 188 pp.



FORESTE FOSSILI

in Antartide

a cura di Gianluca Cornamusini, Valentina Corti, Giovanni Pio Liberato, Matteo Perotti, Sonia Sandroni e Franco Maria Talarico



In Antartide sono state segnalate numerose foreste fossili, molte delle quali sono datate al Permiano-Triassico. Nel corso di recenti spedizioni geologiche nell'ambito del Programma Nazionale di Ricerche in Antartide è stata rinvenuta e studiata una delle più importanti in termini di quantità e qualità dei tronchi fossili silicizzati, in posizione rimaneggiata nelle arenarie fluviali del Triassico medio. Lo studio qui presentato ha consentito di ricostruire uno scenario ambientale e paleogeografico definendo l'evoluzione di questo settore del Gondwana. Ne emerge un paleoecosistema che rappresenta la fase di recupero ambientale del Triassico medio, dato da ampie pianure alluvionali vegetate con eventi alluvionali catastrofici, seguito alla crisi dell'estinzione globale del passaggio Permiano-Triassico.

INTRODUZIONE

La ricerca geologica nella Terra Vittoria, una vasta regione dell'Antartide che comprende la parte più settentrionale delle Montagne Transantartiche prospiciente il Mare di Ross, prese avvio con le prime osservazioni paleobotaniche del 1903 nei pressi delle Valli Secche, nell'ambito della spedizione britannica Discovery da parte del geologo Hartley Ferrar, e più tardi, con la raccolta di campioni di foglie fossili di *Glossopteris*, nelle Montagne Transantartiche Centrali da parte di Edward Wilson e del Capitano Robert Falcon Scott durante la spedizione Terra Nova nel 1912, che segnò la fase eroica dell'esplorazione polare con la "conquista del Polo Sud", poi vinta da Roald Amundsen, e con la tragica fine dei membri della spedizione britannica. Da allora, la ricerca nella Terra Vittoria ha avuto uno sviluppo enorme, grazie all'attività di numerosi gruppi di ricercatori e di esploratori, che negli anni hanno affrontato il continente più "ostile" della Terra. Si tratta di ricercatori in prevalenza di nazioni che hanno le basi scientifiche nella regione, statunitensi e neozelandesi, ma anche italiani, tedeschi, australiani ed in anni recenti sudcoreani. Proprio in questa cornice di ricerca internazionale, fatta anche di proficue collaborazioni e scambi di supporti logistici, in anni recenti, da parte di un gruppo di ricercatori italiani dell'Università di Siena e del Museo Nazionale dell'Antartide, viene intrapreso e sviluppato un filone di ricerca dedicato alle successioni sedimentarie dette "gondwaniane" affioranti lungo le Montagne Transantartiche. Tale attività verrà svolta sul campo durante alcune spedizioni Italiane in Antartide del P.N.R.A. (dal 2012 al 2016), implementando e sviluppando la già cospicua raccolta di dati scientifici esistenti (Barrett et al., 1991; Isbell et al., 2008; Elliot, 2013). Nell'ambito delle attività di ricerca affrontate, che hanno

riguardato aspetti soprattutto della geologia del sedimentario (rilevamento geologico, stratigrafia, sedimentologia, palinologia, paleobotanica, petrografia e studi di provenienza, ecc.) delle suddette successioni di ambiente continentale di età Permiano-Giurassico inferiore, uno degli argomenti su cui è stata posta maggiore attenzione ha riguardato il rinvenimento e la caratterizzazione di una grande concentrazione di tronchi fossili all'interno di strati di arenarie del Triassico medio, tale da essere definita una foresta fossile abbattuta e rimaneggiata (drifted fossil forest).

Foreste fossili sono già state segnalate in passato nei depositi permo-triassici delle Montagne Transantartiche, sia con tronchi "in situ", ovvero in posizione originaria di crescita, sia in posizione abbattuta (Collinson et al., 1994; Cuneo et al., 2003), ma quella oggetto della presente nota, costituisce una delle più rilevanti sia in termini di quantità di esemplari, sia per la qualità degli stessi. Si tratta di un geosito particolarmente interessante, sia per l'estensione del giacimento, che per la conservazione dei tronchi e sia per la loro associazione con lembi di torbiera fossilizzati e con le strutture sedimentarie delle arenarie ospitanti. L'interesse di tale geosito è notevole per lo studio delle condizioni paleoclimatiche, paleoambientali e paleogeografiche del continente antartico nel Triassico (vedi in Gulbranson et al., 2020).

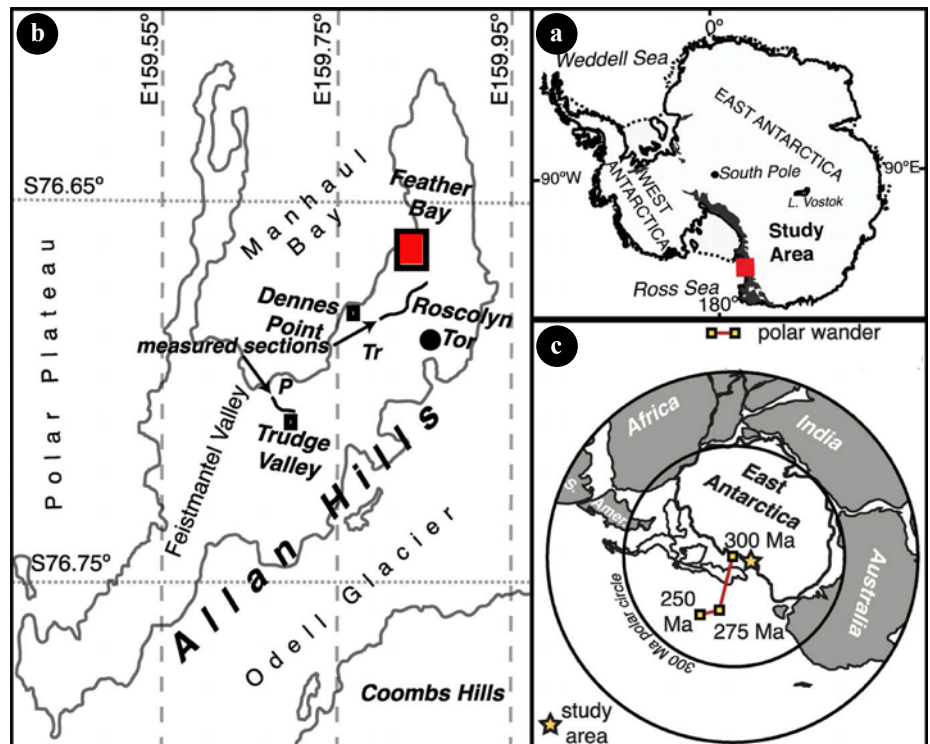


Fig. 1 - Ubicazione e paleogeografia dell'area in studio. a) Posizione dell'area in studio nelle Montagne Transantartiche in Antartide. b) Ubicazione della foresta fossile nel nunatak di Allan Hills. c) Ricostruzione paleogeografica dell'Antartide tra il Permiano ed il Triassico (da Gulbranson et al., 2020).

IL GEOSITO DELLA FORESTA FOSSILE

Il geosito di Allan Hills (**Fig. 1**) è infatti uno dei più grandi tra quelli noti dell'Antartide, e seppure in parte già noto, è stato da noi individuato e ridefinito sulla base di ricognizioni effettuate nell'ambito di spedizioni del PNRA (XXVIII-2012/2013 e XXX-2014/2015), evidenziando un grande giacimento fossilifero di tronchi silicizzati inglobati nelle arenarie triassiche. Il geosito è stato poi cartografato e studiato in dettaglio durante la XXXI Spedizione (2015/2016), tramite l'allestimento di un piccolo campo remoto, con l'uso di GPS, di tablet con software dedicati e l'analisi di mappe georeferenziate e di immagini satellitari ad alta risoluzione, arrivando a censire, mappare e schedare oltre 250 tronchi fossili, lunghi sino a 15 metri, alcuni dei quali conservanti la parte superiore dell'apparato radicale, per i quali sono state registrate anche le direzioni ed i sensi del flusso fluviale che li ha trasportati. Il geosito è bene esposto in un'area deglaciata pianeggiante

ampia alcuni km², nel settore nord-orientale di un nunatak denominato Allan Hills, il quale si colloca ai margini del Plateau glaciale est-antartico (EAIS East Antarctic Ice Sheet) a nord delle Dry Valleys nella Terra Vittoria Meridionale (**Figs. 1, 2**).

I tronchi fossili si trovano in posizione rimaneggiata, adagiati al terreno e associati a lembi di torbiere della stessa età, "imballati" nelle arenarie silicoclastiche triassiche della Lashly Formation parte del Beacon Supergroup (Devoniano-Giurassico inferiore). I tronchi sono contenuti in alcuni orizzonti stratigrafici tra loro ravvicinati (pochi metri in termini di spessore), di età compresa tra 237 e 247 milioni di anni (Triassico medio). Gli strati contenenti i tronchi hanno giacitura pressoché orizzontale (**Fig. 3**), consentendo di osservare in pianta le principali strutture sedimentarie tipiche di un contesto fluviale a medio-alta energia e bassa sinuosità di tipo sandy-braided stream (forme di accrezione fluviale frontale e laterale, forme di fondo tipo dune e ripples, canalizzazioni, ecc.), contestualizzabile con una vasta pianura alluvionale caratterizzata da una folta vegetazione ad alto fusto (Retallack & Krull, 1999; Gulbranson et al., 2020), con associate piccole torbiere.



Fig. 2 - Immagini del nunatak di Allan Hills e dell'adiacente plateau glaciale est-antartico.

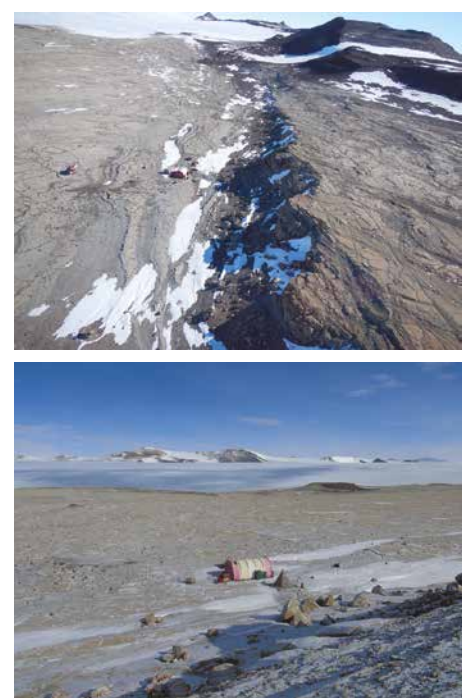


Fig. 3 - Piana deglaciata di Feather Bay ad Allan Hills con le arenarie in giacitura suborizzontale, dove affiorano i tronchi silicizzati della foresta fossile. Si nota il piccolo campo remoto allestito per la ricerca e sullo sfondo l'immenso plateau di ghiaccio della calotta glaciale est-antartica (EAIS).

QUADRO GEOLOGICO E STRATIGRAFICO DI SINTESI

Le cosiddette successioni o sequenze “gondwaniane” consistono in estese coperture sedimentarie, prevalentemente di carattere continentale, deposte durante lo sviluppo del Gondwana sui termini del basamento del supercontinente, dal Sudamerica, all’Africa meridionale, all’India, all’Australia e all’Antartide, che nel caso delle Montagne Transantartiche nella Terra Vittoria, corrisponde all’Orogene di Ross, sviluppatosi tra 615 e 470 milioni di anni fa, formato da rocce magmatiche, in particolare granitoidi del Granite Harbour Intrusive Complex e da rocce metamorfiche di diverso grado, appartenenti a più complessi (Stump, 1995; Goodge, 2020).

La successione sedimentaria “gondwaniana” che caratterizza la Terra Vittoria è data dal Supergruppo del Beacon, formato da una spessa serie di depositi silicoclastici con prevalenti arenarie, che poggia sul basamento tramite una superficie erosiva di carattere macroregionale, la Kukri Penneplain. Il Supergruppo del Beacon è a sua volta suddiviso in due porzioni stratigrafiche, in base alla presenza di un’altra importante superficie erosiva, la Maya erosional surface: il Gruppo Taylor di età Devoniano, ed il Gruppo Victoria di età ?Carbonifero superiore/Permiano inferiore - Giurassico inferiore (Barrett, 1991), questo ultimo caratterizzato alla sua base da un importante orizzonte glacigenico, denominato Metschel Tillite, riferibile alla grande glaciazione del Permiano inferiore (LPIA: Late Paleozoic Ice Age) (Fielding et al., 2008; Isbell et al., 2012; Cornamusini et al., 2017).

L’orizzonte stratigrafico in cui si collocano i resti fossili in oggetto è rappresentato dalla successione sedimentaria del Triassico spessa circa 200 metri, nota come Lashly Fm., suddivisa al suo interno in più sequenze sulla base del rapporto arenaria/pelite, la quale è sormontata in discordanza stratigrafica dalla più recente successione vulcanoclastica della Mawson Fm. del Giurassico.

Dal punto di vista stratigrafico, la Lashly Formation poggia sulle arenarie grossolane della Feather Conglomerate Formation del Triassico inferiore, la quale è totalmente mancante di resti vegetali, che a sua volta poggia sulla Weller Coal Measures Formation del Permiano, data da arenarie con intercalazioni di livelli di carbone (coal seams), anch’essa ricca in resti vegetali, quali tronchi e impronte di foglie dominate da *Glossopteris*, estinta alla fine del Permiano.

Nel complesso viene definita una successione spessa 500-600 metri, deposta in un ambiente genericamente fluviale, seppure caratterizzato da stili diversi alternatisi nel tempo, di età Permiano-Giurassico inferiore (Ballance, 1977; Barret, 1991; Liberato et al., 2017).

CONTENUTO PALEOBOTANICO E TRONCHI FOSSILI

Il quadro stratigrafico generale è reso complesso ed incerto dalla difficoltà di definire datazioni sulla base di associazioni paleontologiche su successioni clastiche continentali. In questo scenario, è stata fondamentale l’analisi palinologica e delle associazioni macrovegetali, quali foglie e tronchi.

Caratteristiche dei tronchi fossili

I tronchi fossili contenuti nelle arenarie del Triassico medio (Fig. 4), osservabili sulle superfici di strato, sono orientati in diversi modi, con netta prevalenza di quelli disposti parallelamente alla paleocorrente fluviale (verso N-NO), con la base del tronco quasi sempre dalla parte sopracorrente, e in subordine tronchi orientati trasversalmente alle paleocorrenti. Alcuni tronchi hanno avuto una funzione nella costruzione delle forme di fondo sabbiose a duna, analogamente ai pezzi di torbiera rimaneggiati dalla corrente (Fig. 4 f). In altri casi si riconoscono alte concentrazioni di tronchi a formare dei veri e propri accumuli (logjam o LWD-large woody debris, vedi in Gibling et al., 2010 ed in Gulbranson et al., 2020, questo ultimo per l’area di Allan Hills).



Fig. 4 - a-b) Tronchi fossili inglobati nelle arenarie silicoclastiche fluviali con stratificazione incrociata concava. c-d-e) Tronchi fossili silicizzati allineati parallelamente alla direzione di flusso delle paleocorrenti misurate con la stratificazione incrociata delle arenarie. f) Lembi di torbiera permineralizzate inglobate nelle dune arenacee.

FORESTE FOSSILI in Antartide



Fig. 5 - Legni fossili silicizzati con struttura anatomica lignea ben conservata, come tracce di nodi ed anelli di crescita. Il tronco più grande misura circa 80 cm di altezza.

La lunghezza massima dei tronchi rinvenuta è di circa 15 metri, il diametro di circa 80 cm, ed in alcuni casi è osservabile la base del tronco allargata che si raccorda con l'apparato radicale. Tutti i tronchi hanno forma ovalizzata a causa del carico litostatico, ed in molti casi mostrano una struttura anatomica perfettamente preservata. Si tratta infatti di tronchi permineralizzati, in cui la silicizzazione ha conservato la struttura anatomica originaria (anelli di crescita, struttura lignea, nodi, ecc.), osservabile ad occhio nudo (**Fig. 5**) e con maggior dettaglio al SEM.

Tra le varie caratteristiche che contraddistinguono gran parte dei tronchi fossilizzati, una delle principali è data dal fatto che questi presentano una marcata carbonizzazione che gli conferisce un colore nero, presente su di una superficie, o sulla totalità del tronco. Sulla base di determinazioni mesoscopiche e microscopiche al SEM (per i parametri diagnostici vedi in Scott, 2010), che hanno anche permesso di determinare significative quantità di inertinite, e soprattutto sulla base di analisi degli idrocarburi policiclici aromatici (Corti et al., 2019a), la carbonizzazione sembra almeno in parte riferirsi a processi di formazione di charcoal (vedi in Marynowski et al., 2014), ovvero connessi con fenomeni di combustione aerobica a seguito di paleoincendi (**Fig. 6 a-c**). Tracce di microcharcoal sono state tra l'altro rinvenute nell'area di Allan Hills anche da altri autori (Kumar et al., 2011).

Sempre nell'area di Allan Hills, ma in differenti livelli stratigrafici, sono segnalate altre minori concentrazioni di tronchi fossili da Gulbranson et al. (2020), di cui un livello nel Permiano, ed un altro con tronchi in posizione di vita, nel Triassico superiore.

Al riguardo, sta fornendo dati interessanti, la ricerca basata sull'applicazione di tecniche dendrocronologiche ai tronchi fossili rinvenuti (Corti et al., 2019b) ed il confronto tra i rispettivi parametri delle associazioni dei tre livelli stratigrafici, ad evidenziare differenti tassi e fattori di crescita all'interno delle singole associazioni e tra associazioni stratigrafiche diverse, da porre in relazione con variazioni nel contesto paleoambientale (Gulbranson et al., 2020). Così come hanno grandi potenzialità le analisi paleopedologiche (Gulbranson et al., 2020, vedi anche in Retallack & Alonso-Zarza, 1998) e le analisi degli isotopi del carbonio e dell'azoto su frammenti dei tronchi fossili, mirate alla definizione della tipologia dei macrovegetali.

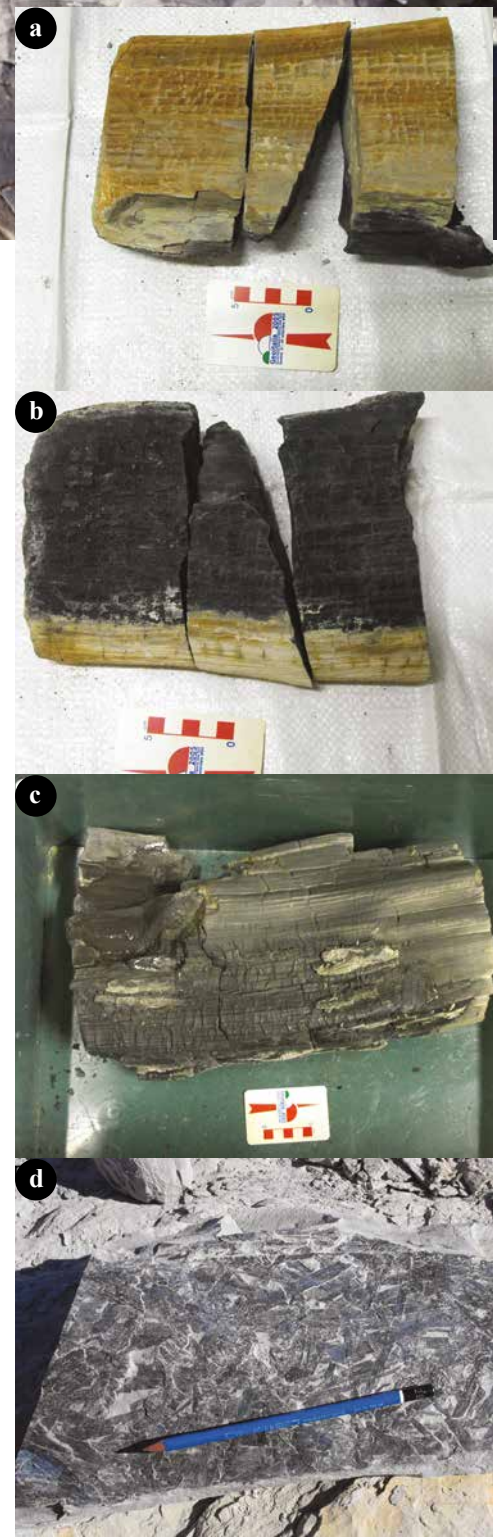


Fig. 6 - a-b-c) Frammenti di tronchi silicizzati con marcata carbonizzazione e con evidenze di charcoal da incendio. Si osservi il forte grado di appiattimento dovuto al carico litostatico. d) Campione di pelite contenente compressioni di foglie triassiche, tra le quali *Heidiphyllum*, felci e *Dicroidium*.

Contenuto in foglie

Alcuni orizzonti stratigrafici, sia permiani che triassici, sono ricchi in impronte (impressioni e compressioni) di foglie fossili (Escapa et al., 2011). Queste si concentrano in livelli pelitici (mudstone) alternati agli strati arenacei e per il Permiano sono associate anche a livelli carboniosi o di coal seam.

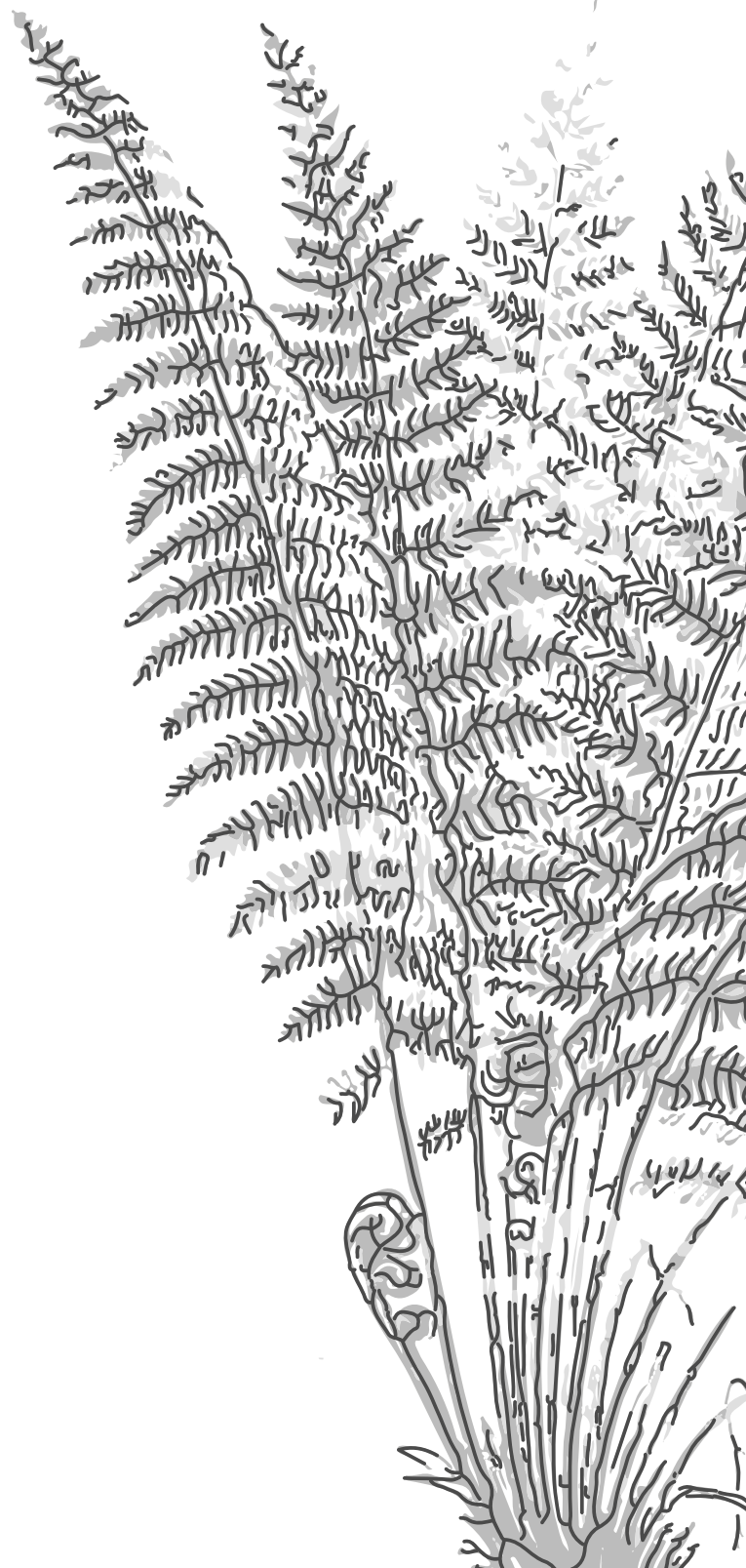
In questi ultimi livelli, appartenenti alla Weller Coal Measures Fm., sono presenti esemplari di *Glossopteris*, di *Gangamopteris* e tracce di radici *Vertebraria*, che consentono la datazione della formazione al Permiano (Cuneo et al., 1993). Nelle soprastanti arenarie grossolane del Triassico inferiore (Feather Conglomerate Fm.), sono invece del tutto assenti sia foglie che tronchi, così come sono rare le intercalazioni pelitiche ed i paleosuoli. Assenza di qualunque organismo vegetale, così come di livelli di carbone, che secondo Retallack et al. (1996) sarebbe da mettere in relazione ad un coal gap climatico globale conseguente all'evento catastrofico responsabile dell'estinzione di massa del limite Permiano-Triassico, che avrebbe generato una crisi "effetto serra" nel Triassico inferiore (Retallack et al., 2011), con una successiva ripresa dell'ecosistema vegetale durante il Triassico inferiore-medio. Proprio nei livelli di tale età, caratterizzati da una ripresa della sedimentazione pelitica (Lashly Fm.), si riconoscono le prime associazioni di foglie triassiche date da una flora dominante a *Dicroidium* ben diversificata (Fig. 6 d), che documentano il recupero vegetale conseguente ad un miglioramento climatico. In particolare, si ritrovano impronte di *Dicroidium* (Pteridosperme appartenenti alle Gimnosperme), *Heidiphyllum*, *Xylopteris*, ecc., sia nei livelli arenacei associati alle concentrazioni di tronchi integri o in frammenti del Triassico medio, sia in livelli pelitici e carboniosi soprastanti, del Triassico superiore (Taylor et al., 1990). Importanti concentrazioni di impronte di foglie nel Triassico medio-superiore di Allan Hills, così come per l'intera Catena Transantartica, contenenti anche foglie di piante licofite, equiseti, conifere, Ginkgo-type, e felci sono documentate in Escapa et al. (2011).

Associazioni di pollini

Le analisi polliniche hanno rappresentato sin dal passato, per tutta la successione del Beacon, così come per molte successioni continentali, uno degli strumenti più potenti per le determinazioni palinostratigrafiche e paleoambientali, nonostante le associazioni rinvenute siano frequentemente non ricche e mediamente conservate (Kyle & Schopf, 1982; Awatar et al., 2014). La successione di Allan Hills non fa eccezione e nonostante alcuni studi si siano approcciati in passato (p.e. Kyle, 1977), numerosi problemi restano aperti, quali in particolare il posizionamento del limite Permo-Triassico (PTB) e la presenza del Permiano superiore nella parte alta della Weller Coal Measures Fm. (Collinson et al., 1994; Isbell & Cuneo, 1996; Retallack et al.,

2005; Tewari et al., 2015; Gulbranson et al., 2020), così come, per il Gondwana, il posizionamento dell'estinzione di massa della fine del Permiano (EPE) in relazione al PTB (Fielding et al., 2019; Vajda et al., 2020).

Il livello fossilifero della foresta, oggetto della presente nota, è stato comunque datato al Triassico medio, grazie sia alle associazioni di foglie, in particolare per la presenza di *Dicroidium*, sia per le associazioni di pollini, come emerso anche da recenti studi (Corti et al., 2019c), nell'ambito dei quali viene fornito un quadro palinostratigrafico e delle palinofacies di dettaglio.



CONSIDERAZIONI PALEOAMBIENTALI E PALEOGEOGRAFICHE

In generale, le ricche associazioni di tronchi fossili e di altro materiale floristico nelle successioni permo-triassiche dell'Antartide e più in particolare della Terra Vittoria stanno ad indicare la presenza di pianure alluvionali riccamente vegetate. I tronchi e le foglie sono testimoni di antiche ed estese foreste con conifere, *Dicroidium* (un genere estinto di piante decidue) e felci, che caratterizzavano nel Triassico, il continente antartico, così come parte del Gondwana meridionale (Fig. 7). La densità arborea di tale foresta triassica è stimata da Gulbranson et al. (2020) in 200-4000 piante per ettaro. Si trattava di foreste di alte latitudini subpolari a clima temperato freddo che si estendevano tra 60° e 75° di latitudine Sud (anche se allora l'Antartide non era esattamente nella posizione attuale, ma comunque in posizione polare/subpolare, Torsvik et al., 2008), confrontabili con foreste boreali come l'attuale taiga (Gulbranson et al., 2012).

L'importanza e la curiosità scientifica di una cosiddetta "drifted fossil forest" accompagnata da lembi di torbiere fossilizzate all'interno di arenarie fluviali, risiede nelle risposte a domande come "quali sono le cause, le modalità e soprattutto qual era l'ecosistema che caratterizzava questi antichi apparati fluviali in ambiente subpolare?" Le risposte o meglio le ipotesi vanno ricercate nella definizione del contesto geologico-ambientale in cui i tronchi fossili si collocano. Essi si trovano, come già detto, associati ad arenarie prodotte dall'attività di antichi fiumi del

Triassico medio (tra 237 e 247 milioni di anni), dall'andamento molto impetuoso (sandy-braided river system).

Questo intervallo di tempo rappresenta almeno per tutto il Gondwana, una fase di cosiddetto "recupero ambientale" seguita alla fase di "crisi globale" del Triassico inferiore (tra 247 e 252 milioni di anni), dovuta ad un eccessivo riscaldamento atmosferico terrestre (Retallack et al., 1996), che avrebbe portato, almeno per le alte latitudini del Gondwana, ad un

effetto serra "post-apocalittico" con una graduale ripresa della vegetazione (conifere) seguita alla generale deforestazione del limite Permo-Trias e sviluppo di fiumi a maggior impetuosità e con maggior trasporto sedimentario.

La "crisi globale" del Triassico inferiore sembra anche essere una conseguenza delle enormi eruzioni vulcaniche in Siberia (Siberian Traps) avvenute in prossimità del passaggio Permiano-Triassico (circa 252 milioni di anni fa), che avrebbero portato ad un global-warming con l'immissione in atmosfera di enormi quantità di CO₂ (Fielding et al., 2019; Vajda et al., 2020), causando la più grande estinzione di massa della storia della Terra (Erwin, 1994); va precisato che esistono altre ipotesi alternative o in concausa, quali la caduta di asteroidi (Basu et al., 2003) o molti altri fattori complessi (Erwin et al., 2002).

L'orizzonte stratigrafico triassico in cui i tronchi fossili studiati si trovano, avrebbe registrato uno o più eventi catastrofici, probabilmente grandi eventi di piena che avrebbero distrutto intere foreste per aree estese, trascinato ed orientato i tronchi e divelto le torbiere circostanti. Tali alluvioni catastrofiche sarebbero legate all'impetuosità dei fiumi ed alla loro capacità erosiva e di trasporto, che avrebbero caratterizzato almeno parte del Triassico medio (vedi in Gulbranson et al., 2020).

Inoltre, il fatto che la Terra Vittoria durante il Triassico medio si trovasse attorno alla latitudine di 70°S e si stesse

progressivamente allontanando da latitudini polari, in presenza di una folta vegetazione, come dimostrano le ricche associazioni fossili di radici, tronchi, foglie e torbiere, così come il grado di alterazione dei paleosuoli, starebbe ad indicare un'anomalia climatica di maggiore caldo ed umidità rispetto a quanto ipotizzabile dalla stessa latitudine, probabilmente a seguito dell'effetto serra instauratosi a partire dal Triassico inferiore (Retallack & Alonso-Zarza, 1998).

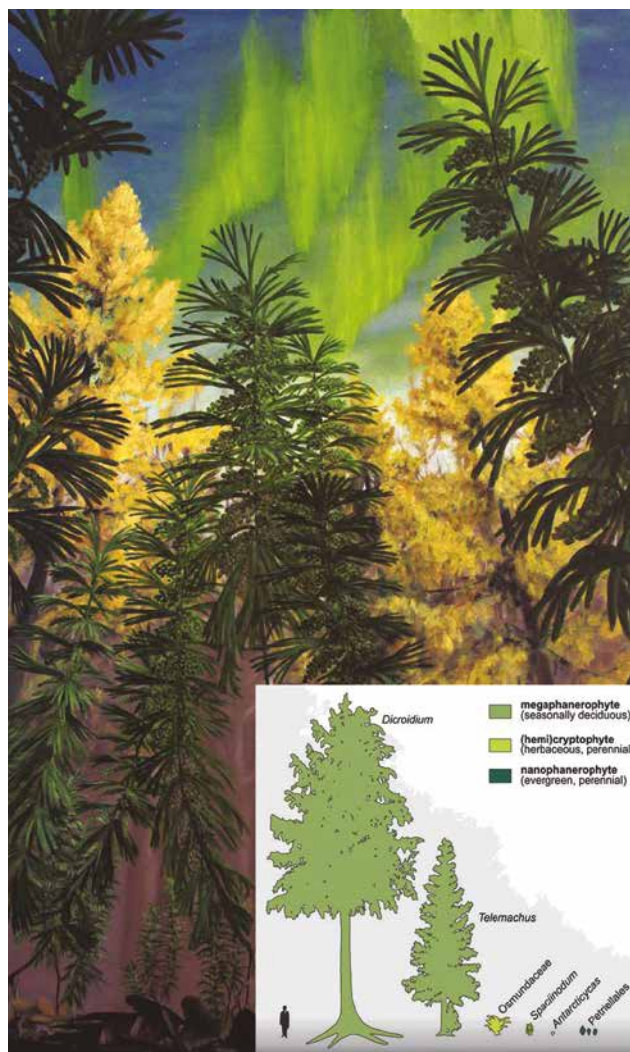


Fig. 7 - Ricostruzione idealizzata di una foresta polare/subpolare triassica, dominata da alberi di *Dicroidium* e *Telemachus* (da Bomfleur et al., 2014).

Un'altra particolarità che si inquadra nelle considerazioni paleoambientali consiste nel fatto che buona parte dei tronchi rinvenuti, appare in parte perfettamente silicizzata ed in parte carbonizzata con tracce di charcoal, ovvero di carbone dovuto a combustione e non al normale processo di carbonificazione. Questo lascerebbe pensare che la "foresta fossile" potrebbe essere stata danneggiata anche dall'innesco di antichi incendi, le cui cause sono ancora tutte da indagare, se da autocombustione o dovute a fulmini, o la conseguenza della caduta di asteroidi, con l'esclusione di una causa vulcanica, in quanto non sono documentati depositi vulcanici coevi con i depositi fluviali.

In definitiva, l'intervallo di tempo tra il Permiano ed il Triassico medio-superiore avrebbe comportato per il settore antartico del Gondwana, tutta una serie di variazioni negli ecosistemi, in termini del tipo di vegetazione e dei sistemi di drenaggio fluviale (Fig. 8), legati alla combinazione di vari fattori, tra i quali cambiamenti climatici, spostamenti dell'Antartide da e verso posizioni polari ed eventi catastrofici globali e locali.

In questo scenario, la "foresta fossile" di Allan Hills ci permette di ricostruire un pezzo di storia del Gondwana, in cui si è avuta la combinazione di più fattori o eventi, tra i principali:

1. il recupero della vegetazione durante il Triassico medio, con la formazione di ampie foreste che si estendevano sino alle zone ripariali di grandi fiumi ad alto drenaggio e bassa sinuosità;

2. lo sviluppo di foreste con una discreta diversificazione, con piante di conifere, *Dicroidium* e *Ginkgo*-type, oltre a felci con piccole torbiere e spessi paleosuoli;

3. lo sviluppo di incendi e di forti eventi alluvionali, anche catastrofici, tali da danneggiare grosse estensioni vegetate, con i tronchi trasportati e depositati da parte delle correnti fluviali nell'ambito di barre sabbiose interne all'alveo.

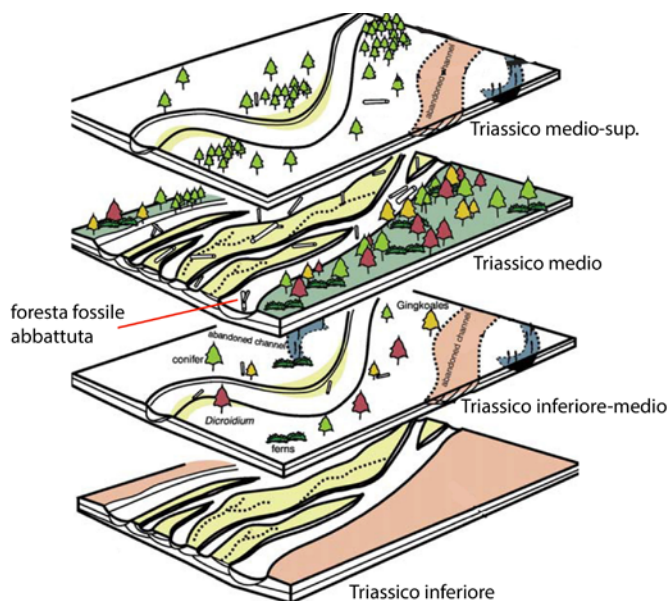


Fig. 8 - Ricostruzione dell'evoluzione triassica degli stili fluviali della piana alluvionale di Allan Hills, con rappresentate le varietà e densità vegetazionali delle aree ripariali (modificato da Gulbranson et al., 2020).

CONCLUSIONI

La scoperta della foresta fossile di Allan Hills integrata dai nuovi dati sinora ottenuti nelle indagini di laboratorio, tuttora in pieno sviluppo; sui numerosi reperti conservati presso il Museo Nazionale dell'Antartide (sezione di Siena), rivela dettagli progressivamente più precisi e abbondanti di un paleoecosistema caratterizzato da ampie pianure alluvionali estesamente vegetate e contraddistinto da eventi alluvionali catastrofici e incendi, a documentare l'evoluzione ambientale di una fase significativa del recupero ambientale del Triassico medio, che seguì la crisi del passaggio Permo-Trias segnata da una delle più grandi estinzioni di massa della storia della Terra.

In definitiva, le caratteristiche e gli eventi registrati dalla foresta fossile di Allan Hills in Antartide, ci raccontano come anche in passato la Terra sia stata soggetta a forti cambiamenti climatici ed ambientali, come quelli che tra il Permiano ed il

Triassico hanno interessato il settore antartico del Gondwana, dove la concomitanza di eventi geologici, climatici ed oceanici di importanza globale, nonché di fattori astronomici, ha determinato un susseguirsi, talvolta un alternarsi di cambiamenti negli ecosistemi, tradotti nella comparsa e scomparsa di aree vegetate e di apparati fluviali in continua modifica.

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia l'ENEA ed il PNRA per il supporto fornito nelle ricerche sul campo in Antartide ed il Museo Nazionale dell'Antartide-Sezione di Siena, per avere messo a disposizione i campioni.

BIBLIOGRAFIA

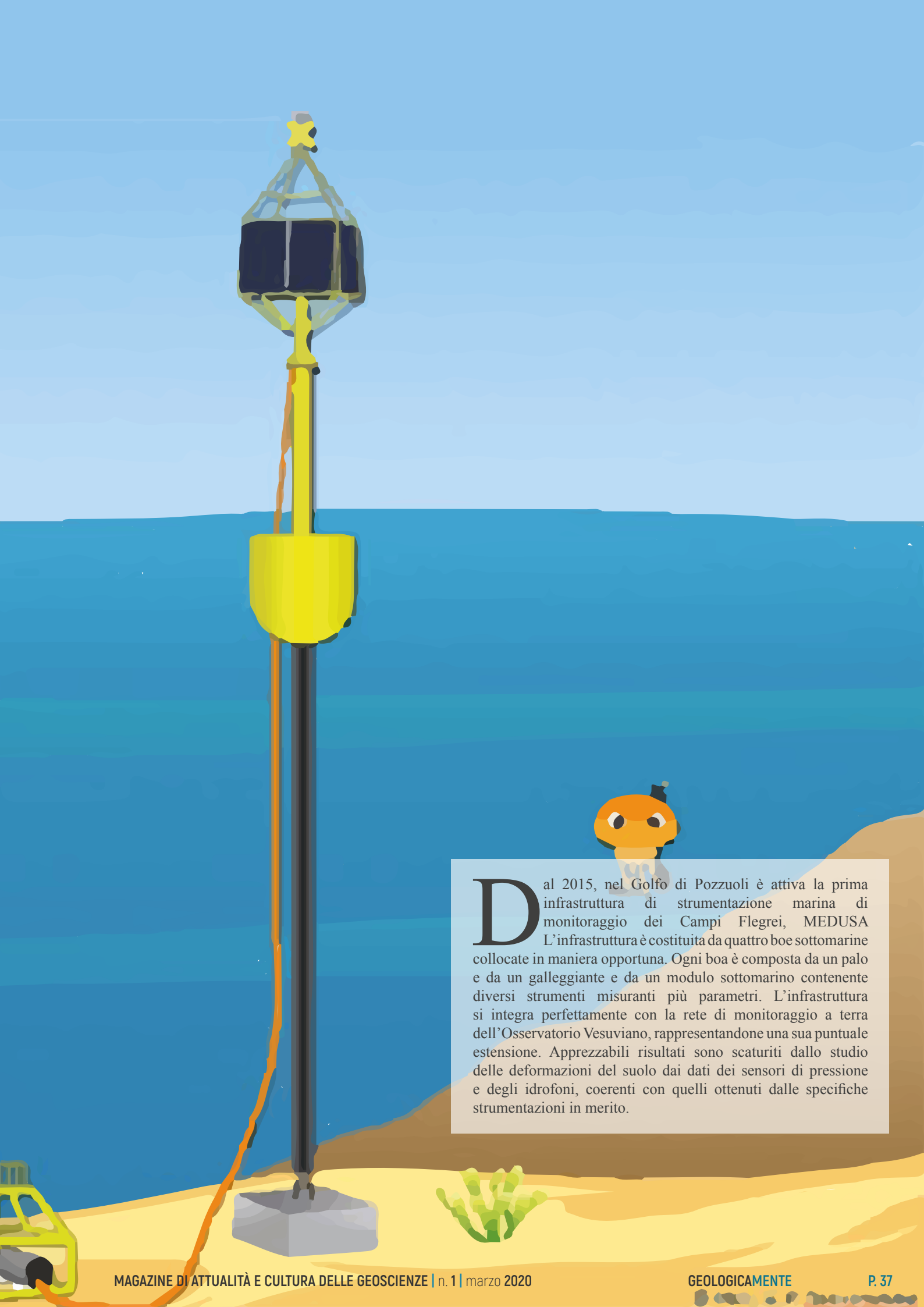
- Awatar R., Tewari R., Agnihotri D., Chatterjee S., Pillai S.S.K., Meena, K. L. (2014). *Late Permian and Triassic palynomorphs from the Allan Hills, central Transantarctic Mountains, South Victoria Land, Antarctica*. *Current Sci.*, 106, 988-996.
- Ballance P.F. (1977). *The Beacon Supergroup in the Allan Hills, central Victoria Land, Antarctica*. *New Zealand Journ. Geol. Geoph.*, 20, 1003-1116.
- Barrett P.J. (1991). *The Devonian to Jurassic Beacon Supergroup of the Transantarctic Mountains and correlatives in other parts of Antarctica*. In: Tingey R.J. (ed.), *The Geology of Antarctica*. Clarendon Press, Oxford, 120-152.
- Basu A.R., Petaev M.I., Poreda R.J., Jacobsen S.B., Becker L. (2003). *Chondritic meteorite fragments associated with the Permian-Triassic boundary in Antarctica*. *Science*, 302, 1388-1392.
- Bomfleur B., Decombeix A.L., Schwendemann A.B., Escapa I.H., Taylor E.L., Taylor T.N., McLoughlin S. (2014). *Habit and ecology of the Petriellales, an unusual group of seed plants from the Triassic of Gondwana*. *Intern. Journ. Plant Sci.*, 175, 1062-1075.
- Collinson J.W., Isbell J.L., Elliot D.H., Miller M.F., Miller J.M., Veevers J.J. (1994). *Permian-Triassic Transantarctic basin*. *Geol. Soc. Am. Mem.*, 184, 173-222.
- Cornamusini G., Talarico F.M., Cirilli S., Spina A., Olivetti V., Woo J. (2017). *Upper Paleozoic glacial deposits of Gondwana: Stratigraphy and paleoenvironmental significance of a tillite succession in Northern Victoria Land (Antarctica)*. *Sed. Geol.*, 358, 51-69.
- Corti V., D'Acqui L.P., Cornamusini G., Calamai L., Liberato G.P., Pasquini D., Talarico F.M. (2019a). *Polycyclic aromatic hydrocarbons as marker of fossil charcoal in transported Triassic wood of Allan Hills (Southern Victoria Land, Antarctica)*. In: Abstract of Session, Geological History of Victoria Land: Reviews and New Findings, XIII ISAES, Incheon, Republic of Korea, July 2019, A443.
- Corti V., Gulbranson E.L., Cornamusini G., Talarico F.M. (2019b). *Reconstruction of paleoenvironmental change through paleo-dendrochronology analysis of a Triassic polar forest in Allan Hills (Antarctica)*. In: Abstract of Session, Geological History of Victoria Land: Reviews and New Findings, XIII ISAES, Incheon, Republic of Korea, July 2019, A442.
- Corti V., Spina A., Cornamusini G., Cirilli S., Liberato G.P., Talarico F.M. (2019c). *Integrated paleoenvironmental reconstruction based on palynofacies and palynological analyses of the Lashly Formation from Allan Hills, South Victoria Land (Antarctica)*. In: Abstract Book 34th IAS Meeting, Rome, September 2019, Session 11.1 – 1819, ISBN 978-88-944576-2-9.
- Cúneo N.R., Isbell J., Taylor E.L., Taylor T.N. (1993). *The Glossopteris flora from Antarctica: taphonomy and paleoecology*. In: *Comptes Rendus XII International Congress for the Carboniferous and Permian*, Buenos Aires, 2, 13-40.
- Cúneo N.R., Taylor E.L., Taylor T.N., Krings M. (2003). *In situ fossil forest from the upper Fremouw Formation (Triassic) of Antarctica: paleoenvironmental setting and paleoclimate analysis*. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Paleocool.*, 197, 239-261.
- Elliot D.H. (2013). *The geological and tectonic evolution of the Transantarctic Mountains: a review*. *Geol. Soc. London, Sp. Publ.*, 381, 7-35.
- Erwin D.H. (1994). *The Permo-Triassic extinction*. *Nature*, 367, 231-236.
- Erwin D.H., Bowring S.A., Yügan J. (2002). *End-Permian mass extinctions: A review*. In: Koeberl C., MacLeod K.G. (eds.), *Catastrophic Events and Mass Extinctions: Impacts and Beyond*. *Geol. Soc. Am., Sp. Paper*, 356, 363-383.
- Escapa I.H., Taylor E.L., Cúneo R., Bomfleur B., Bergene J., Serbet R., Taylor T.N. (2011). *Triassic floras of Antarctica: plant diversity and distribution in high paleolatitude communities*. *Palaios*, 26, 522-544.
- Fielding C.R., Frank T.D., Isbell J.L. (2008). *The late Paleozoic ice age—A review of current understanding and synthesis of global climate patterns*. In: Fielding C.R., Frank, T.D., Isbell, J.L. (eds.), *Resolving the Late Paleozoic Ice Age in Time and Space*: *Geol. Soc. Am. Sp. Paper*, 441, 343-354.
- Fielding C.R., Frank T.D., McLoughlin S., Vajda V., Mays C., Tevyaw A.P. et al. (2019). *Age and pattern of the southern high-latitude continental end-Permian extinction constrained by multiproxy analysis*. *Nature Communications*, 10:385, 1-12.
- Gibling M.R., Bashforth A.R., Falcon-Lang H.J., Allen J.P., Fielding C.R. (2010). *Log jams and flood sediment buildup caused channel abandonment and avulsion in the Pennsylvanian of Atlantic Canada*. *Journ. Sed. Res.*, 80, 268-287.
- Goode J.W. (2020). *Geological and tectonic evolution of the Transantarctic Mountains, from ancient craton to recent enigma*. *Gondwana Res.*, 80, 50-122.
- Gulbranson E.L., Cornamusini G., Ryberg P.E., Corti V. (2020). *When does large woody debris influence ancient rivers? Dendrochronology applications in the Permian and Triassic, Antarctica*. *Palaeo. Palaeo. Palaeo.*, 541, doi.org/10.1016/j.palaeo.2019.109544.
- Gulbranson E.L., Isbell J.L., Taylor E.L., Ryberg P.E., Taylor T.N., Flaig P.P. (2012). *Permian polar forests: deciduousness and environmental variation*. *Geobiology*, 10, 479-495.
- Isbell J.L., Cúneo N.R. (1996). *Depositional framework of Permian coal-bearing strata, southern Victoria Land, Antarctica*. *Palaeo. Palaeo. Palaeo.*, 125, 217-238.
- Isbell J.L., Henry L.C., Gulbranson E.L., Limarino C.O., Fraiser M.L., Koch Z.J., Ciccioli P.L., Dineen A.A. (2012). *Glacial paradoxes during the late Paleozoic ice age: evaluating the equilibrium line altitude as a control on glaciation*. *Gondwana Res.*, 22, 1-19.
- Isbell J.L., Koch Z.J., Szablewski G.M., Lenaker P.A. (2008). *Permian glacial deposits in the Transantarctic Mountains, Antarctica*. In: Fielding C.R., Frank T.D., Isbell J.L. (eds.), *Resolving the Late Paleozoic Ice Age in Time and Space*. *Geol. Soc. Am. Sp. Paper*, 441, 59-70.
- Kumar M., Tewari R., Chatterjee S., Mehrotra, N.C. (2011). *Charcoalified plant remains from the Lashly Formation of Allan Hills, Antarctica: Evidence of forest fire during the Triassic Period*. *Episodes*, 34, 109-118.
- Kyle R.A. (1977). *Palynostratigraphy of the Victoria Group of South Victoria Land, Antarctica, New Zeal.* *Journ. Geol. Geoph.*, 20, 1081-1102.
- Kyle R.A., Schopf J.M. (1982). *Permian and Triassic palynostratigraphy of the Victoria Group, Transantarctic Mountains*. *Antarc. Geosc.*, 649-659.
- Liberato G.P., Cornamusini G., Perotti M., Sandroni S., Talarico F.M. (2017). *Stratigraphy of a Permian-Triassic fluvial-dominated succession in Southern Victoria Land (Antarctica): preliminary data*. *Journ. Medit. Earth Sc.*, 9, 167-171.
- Marynowski L., Kubik R., Uhl D., Simoneit B.R. (2014). *Molecular composition of fossil charcoal and relationship with incomplete combustion of wood*. *Org. Geochem.*, 77, 22-31.
- Retallack G.J., Alonso-Zarza A.M. (1998). *Middle Triassic paleosols and paleoclimate of Antarctica*. *Journ. Sed. Res.*, 68, 169-184.
- Retallack G.J., Jähren A.H., Sheldon N.D., Chakrabarti R., Metzger C.A., Smith R.M.H. (2005). *The Permian-Triassic boundary in Antarctica*. *Antarc. Sci.*, 17, 241-258.
- Retallack G.J., Krull E.S. (1999). *Landscape ecological shift at the Permian-Triassic boundary in Antarctica*. *Austral. Journ. Earth Sci.*, 46, 785-812.
- Retallack G.J., Sheldon N.D., Carr P.F., Fanning M., Thompson C.A., Williams M.L., Jones B.G., Hutton, A. (2011). *Multiple Early Triassic greenhouse crises impeded recovery from Late Permian mass extinction*. *Palaeo. Palaeo.*, 308, 233-251.
- Retallack G.J., Veevers J.J., Morante R. (1996). *Global coal gap between Permian-Triassic extinction and Middle Triassic recovery of peat-forming plants*. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 108, 195-207.
- Scott A.C. (2010). *Charcoal recognition, taphonomy and uses in palaeoenvironmental analysis*. *Palaeo. Palaeo.*, 291, 11-39.
- Stump E. (1995). *The Ross Orogen of the Transantarctic Mountains*. Cambridge University Press.
- Taylor, T.N., Taylor E.L., Meyer-Berthaud B., Isbell J.L., Cúneo N.R. (1990). *Triassic osmundaceous ferns from the Allan Hills, southern Victoria Land*. *Antarc. Journ. Un. States*, 25, 18-20.
- Tewari R., Chatterjee S., Agnihotri D., Pandita S.K. (2015). *Glossopteris flora in the Permian Weller Formation of Allan Hills, South Victoria Land, Antarctica: implications for paleogeography, paleoclimatology, and biostratigraphic correlation*. *Gondwana Res.*, 28, 905-932.
- Torsvik T.H., Gaina C., Redfield T.F. (2008). *Antarctica and global paleogeography: from Rodinia, through Gondwanaland and Pangea, to the birth of the Southern Ocean and the opening of gateways*. In: *Antarctica: A keystone in a changing world*, 125-141.
- Vajda V., McLoughlin S., Mays C., Frank T.D., Fielding C.R., Tevyaw A., Lehsten V., Bocking M., Nicoll R. S. (2020). *End-Permian (252 Mya) deforestation, wildfires and flooding—An ancient biotic crisis with lessons for the present*. *Earth Plan. Sci. Lett.*, 529, 115875.

C

LA "MEDUSA" BUONA *dei Campi Flegrei*

a cura di Giuseppe Pucciarelli, Sergio Guardato, Gian Paolo Donnarumma e Giovanni Iannaccone





Dal 2015, nel Golfo di Pozzuoli è attiva la prima infrastruttura di strumentazione marina di monitoraggio dei Campi Flegrei, MEDUSA. L'infrastruttura è costituita da quattro boe sottomarine collocate in maniera opportuna. Ogni boa è composta da un palo e da un galleggiante e da un modulo sottomarino contenente diversi strumenti misuranti più parametri. L'infrastruttura si integra perfettamente con la rete di monitoraggio a terra dell'Osservatorio Vesuviano, rappresentandone una sua puntuale estensione. Apprezzabili risultati sono scaturiti dallo studio delle deformazioni del suolo dai dati dei sensori di pressione e degli idrofoni, coerenti con quelli ottenuti dalle specifiche strumentazioni in merito.



Autori Giuseppe Pucciarelli

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Napoli, Osservatorio Vesuviano.

Sergio Guardato, Gian Paolo Donnarumma e Giovanni Iannaccone

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Napoli, Osservatorio Vesuviano.

Dal 2015, nelle profondità del Golfo di Pozzuoli si aggira una gigantesca... MEDUSA. Niente paura, nulla a che vedere con il planctonico celenterato tanto affascinante da ammirare quanto spiacevole da incontrare in mare a causa dei suoi tentacoli urticanti. Si tratta invece di una delle più sofisticate ed ingegnose infrastrutture di ricerca e monitoraggio marino – di carattere pluridisciplinare – mai realizzata in ambiente vulcanico.

Caratteristiche che possono essere sintetizzate nella dicitura in lingua inglese “Multiparametric Elastic-beacon Devices and Underwater Sensor Acquisition system”, il cui acronimo è giustappunto MEDUSA.

L’infrastruttura, gestita dalla sezione di Napoli “Osservatorio Vesuviano” dell’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, rappresenta il primo impianto di strumentazione marino di monitoraggio della caldera vulcanica dei Campi Flegrei. Quest’ultima è una delle aree vulcaniche più pericolose del mondo, a causa dell’alta esposizione sia in termini di abitanti (circa un milione) che in termini di attività economiche ed antropiche. La caldera si sviluppa lungo l’intero diametro (circa 15 chilometri) del Golfo di Pozzuoli, espandendosi sia nell’entroterra, in alcuni comuni dell’area (Pozzuoli stesso, alcuni quartieri di Napoli, Quarto, ...), sia nelle acque del golfo. Il fenomeno fisico più conosciuto legato alla caldera è senz’ombra

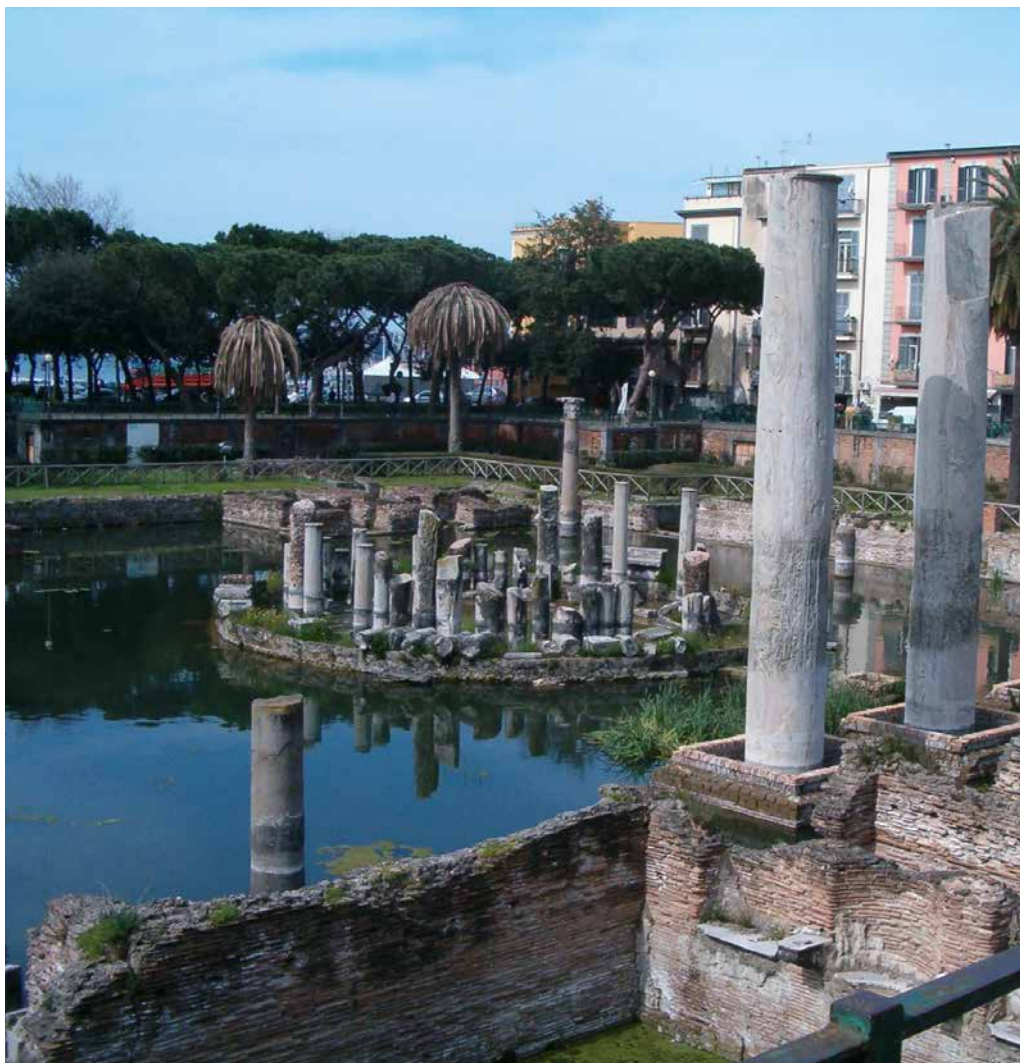


Fig. 1 - Il Tempio di Serapide di Pozzuoli, Macellum (Foto di Denghu).

di dubbio il bradisismo. Termine composto derivante dal greco “bradys” (lento) e “seismos” (sisma), il bradisismo è un lento movimento del suolo dovuto a significativi cambiamenti di alcuni parametri del complesso sistema vulcanico, soprattutto la temperatura e la pressione delle rocce. Nella seconda metà del XX secolo, l’area dei Campi Flegrei è stata soggetta a due importanti tra due e “crisi bradisismiche, tra il 1968 e il 1972 e tra il 1982 e il 1985, causando un sollevamento complessivo del suolo di circa 3.5 metri. Un sollevamento simboleggiato dal più noto “strumento di misurazione” del bradisismo, le colonne del Tempio di Serapide (meglio conosciuto come Macellum) di Pozzuoli (**Fig. 1**).

Un’evenienza che, nel corso degli anni, ha portato alla progettazione e alla messa in opera sulla terraferma di una fitta rete di monitoraggio gestita dall’Osservatorio Vesuviano. La

LA "MEDUSA" BUONA dei Campi Flegrei

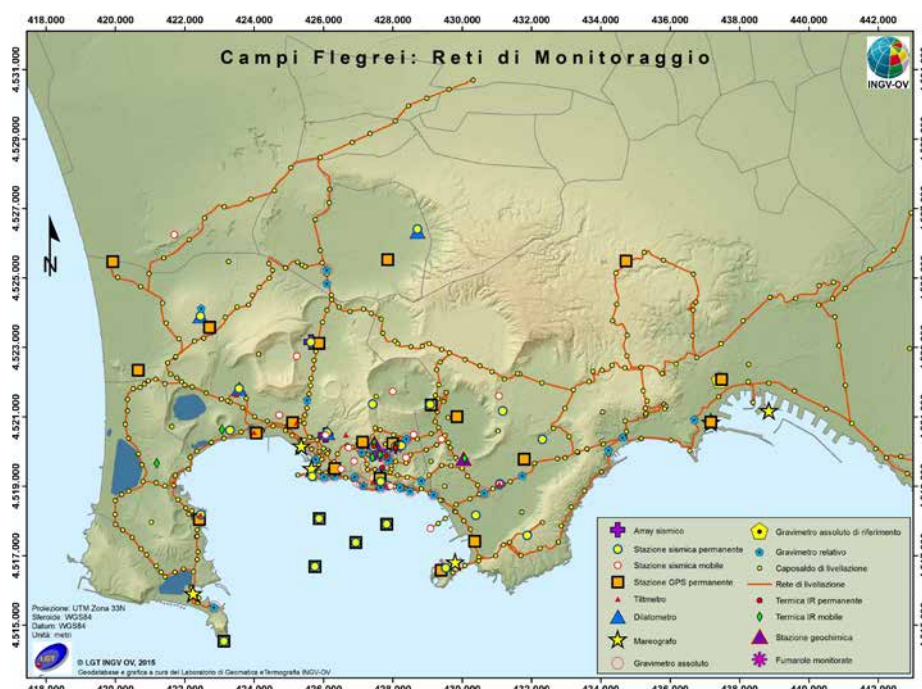


Fig. 2 - Mappa delle reti di monitoraggio dei Campi Flegrei (fonte: sito internet INGV).

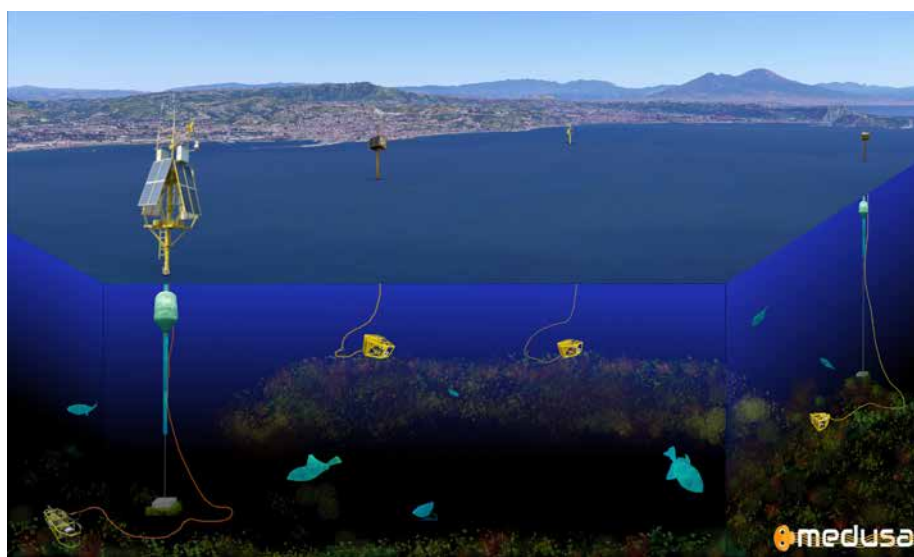


Fig. 3 - Panoramica illustrativa dell'ubicazione dell'infrastruttura MEDUSA all'interno del Golfo di Pozzuoli (realizzazione: Sergio Guardato).

rete consiste di 25 stazioni sismiche permanenti (19 digitali e 6 analogiche), 19 stazioni GPS, 10 stazioni tiltmetriche (4 con sensori analogici di superficie, 3 con tiltmetri analogici da pozzo e 3 con sensori digitali da pozzo), 6 stazioni mareografiche, più una fitta rete di acquisitori geochimici e di monitoraggio termico, sia a immagine che con termocamera mobile e con termocoppia (Fig. 2). Attualmente, la caldera dei Campi Flegrei - come riporta il Bollettino Mensile di Monitoraggio dei Campi Flegrei di Ottobre 2019 diffuso dall'Osservatorio Vesuviano - è soggetta ad un sollevamento medio di 0.7 cm al mese e, complessivamente, ha subito un sollevamento pari a 28 cm da gennaio 2016 registrati presso la stazione GPS del Rione Terra. Dal momento che la caldera dei Campi Flegrei si estenda per buona parte a mare, nel Golfo puteolano, nel 2008 divenne operativa la prima stazione multi-parametrica da fondo marino, denominata CUMAS (Cabled Underwater Module

for Acquisition of Seismological Data). Il primo modulo sottomarino venne, quindi, installato ad una profondità di circa 98 metri, ubicato a circa 2,4 km a sud del centro flegreo. Il sistema CUMAS (nato da un progetto di G. Iannaccone e S. Guardato), nel 2015 - grazie al contributo del progetto PON EMSO MedIt - è stato affiancato da ulteriori tre sistemi gemelli: altrettanti moduli scientifici sottomarini, denominati CFB1, CFB2 e CFB3 (CFB1 e CFB3 situati a circa 40 metri di profondità, CFB2 a quasi 80 metri) in maniera da costituire una vera e propria rete di monitoraggio multi-parametrico sottomarino dei Campi Flegrei, divenuta l'infrastruttura MEDUSA (Fig. 3). Ognuno dei quattro sistemi boa-modulo che costituiscono MEDUSA presenta, sostanzialmente, le stesse caratteristiche costruttive con il medesimo parco strumentale di bordo. Ogni boa elastica è composta da una struttura metallica fuori acqua, un palo con innestato un galleggiante di spinta - situato

ad alcuni metri sotto il livello del mare - ed una zavorra di ancoraggio permanente dell'intera struttura sul fondale marino (Fig. 4). Questa particolare configurazione è necessaria affinché l'intera strumentazione presente sul modulo sottomarino collegato al sistema palogalleggiante, non risenta delle variazioni del livello del mare indotte dalle maree o dal moto ondoso.

Ciascun modulo sottomarino racchiude diversi strumenti atti a fornire preziose informazioni per varie discipline scientifiche (sismologia, geodetica di precisione, acustica subacquea e

oceanografia). Nella "gabbia" che contiene l'intero apparato strumentale del modulo sottomarino (Fig. 5), infatti, trovano posto un sismometro, un accelerometro, due idrofoni a bassa frequenza e un cilindro metallico a tenuta stagna in titanio contenente una serie di sensori per monitorare sia parametri ambientali all'interno del modulo che la sua posizione, oltre ovviamente tutta la strumentazione che controlla l'intera parte elettronica della struttura. La parte emersa (Fig. 6), invece, presenta il sistema di alimentazione elettrica, e i suoi omologhi concernenti la trasmissione dati e l'elettronica di controllo. Il primo è composto da pannelli solari e da batterie tampone mentre il secondo consiste in antenne settoriali le quali, per mezzo di apparati wireless a 2,4 e 5 GHz trasmettono i dati in tempo reale al Centro di Monitoraggio dell'Osservatorio Vesuviano. Infine, su ogni torretta è presente una stazione meteorologica,

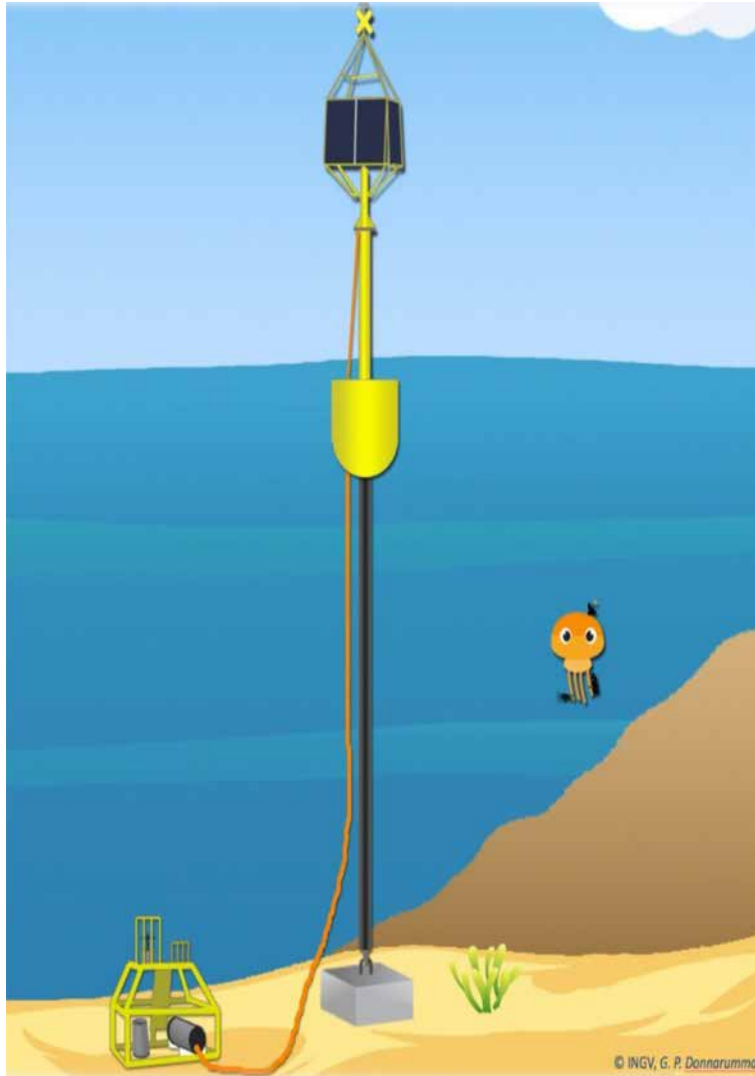


Fig. 4 - Panoramica illustrativa di una boa dell'infrastruttura MEDUSA (realizzazione: G.P. Donnarumma).

un mareografo radar, ed un ricevitore GPS geodetico per la misura dei movimenti del suolo a fondo mare, ricevitori che vanno così a integrare la rete di monitoraggio a terra dei Campi Flegrei.

Grazie al contributo derivante da progetti PON di potenziamento infrastrutturale (PON EMSO-Insea e POR-Regione Campania pRESERVE) sarà acquisita ulteriore strumentazione al fine di sperimentare tecniche acustiche subacquee di monitoraggio anche della deformazione orizzontale. Particolarmente interessante, ai fini del monitoraggio del bradisismo flegreo, risultano essere i dati della pressione idrostatica

esercitata sul fondale marino dalla colonna d'acqua sovrastante. Questo perché, uno dei contributi forniti al valore totale della pressione idrostatica misurata, è data da una semplice relazione che lega in maniera lineare la pressione idrostatica all'altezza della colonna d'acqua: discriminando i contributi alla pressione idrostatica dovuti alle variazioni della densità del mare, della temperatura dell'aria (il cosiddetto "effetto barometrico inverso": a una diminuzione della pressione atmosferica esterna e, quindi, della temperatura esterna corrisponde un innalzamento del livello del mare e viceversa) e della salinità dell'acqua, si possono quindi legare le variazioni di pressione acquisite dagli appositi sensori presenti nei moduli sottomarini dell'infrastruttura MEDUSA con l'eventuale sollevamento e/o abbassamento (su scala centimetrica) del fondale marino.

A tal proposito, un recente lavoro (Iannaccone et al., 2018) ha

BIBLIOGRAFIA

Iannaccone G., Guardato S., Vassallo M., Elia L., Beranzoli L., (2009). *A new multidisciplinary marine monitoring system for the surveillance of volcanic and seismic areas*. *Seismol Res Lett.*, 80 (2).

Iannaccone G., Guardato S., Donnarumma G.P., De Martino P., Dolce M., Macedonio G., Chierici F., Beranzoli L. (2018). *Measurement of seafloor deformation in the marine sector of the Campi Flegrei Caldera (Italy)*. *J Geophys Res.*, 123, 66-83.



Fig. 5 - Modulo sottomarino di una boa dell'infrastruttura MEDUSA (realizzazione immagine: S. Guardato).

dimostrato come è stato possibile ricavare, da dati di pressione acquisiti nel periodo che va da Aprile 2016 a Luglio 2017, un sollevamento del fondale marino di 4.2 ± 0.4 cm. Un risultato pressoché coerente con la deformazione scaturita dai dati dei sensori GPS presenti nei moduli di MEDUSA e con i risultati teorici di uno spostamento verticale, parametrizzando la sorgente dove avviene un'intrusione magmatica secondo il modello puntiforme di Mogi (vale a dire che le dimensioni della sorgente sono trascurabili rispetto alla profondità della sorgente).

Un recentissimo nuovo passo dell'analisi dei dati degli strumenti dell'infrastruttura MEDUSA riguarda gli idrofoni a bassa frequenza installati su ciascuno dei quattro moduli sottomarini. Sono analizzati i dati acquisiti dai sismometri comparandoli con quelli registrati dagli idrofoni, ricavando da questi ultimi la componente verticale dell'accelerazione del fondo marino tramite una relazione lineare, valida in una determinata banda di frequenza, che lega la pressione acquisita dagli idrofoni con tale componente verticale di accelerazione. Una comparazione realizzata per più eventi e per un opportuno intervallo di distanze epicentrali, spaziando dai terremoti locali (distanza epicentrale contenuta entro i 100 km) ai telesismi (distanza superiore ai 10000 km) passando per i regionali, (distanza epicentrale compresa tra 100 e 10000 km). I risultati ottenuti mostrano un'ottima coerenza della validità della relazione precedentemente descritta.

Insomma, si dice che incontrare una medusa in mare non sia un'esperienza piacevole, ed è sicuramente vero, ma la "MEDUSA" nel Golfo di Pozzuoli è probabilmente un autentico fiore all'occhiello per la Comunità Scientifica italiana a livello mondiale, da preservare, valorizzare e sostenere.



Fig. 6 - Parte emersa di una delle boe dell'infrastruttura MEDUSA (realizzazione: Sergio Guardato).



a cura di Guido Giordano

Associazione Italiana VULCANOLOGIA

 Pagina web: www.aivulc.it

Lettera DAL PRESIDENTE

Cari Lettori,
È un grande piacere per me presentare l'Associazione Italiana di Vulcanologia (AIV) in questo primo numero della nuova rivista "Geologicamente", a cura della Società Geologica Italiana. L'AIV è stata fondata nel 2005 per iniziativa di un gruppo di docenti universitari e ricercatori dei principali enti di ricerca nazionali. L'Associazione è nata per promuovere la cultura vulcanologica in tutti gli ambiti sociali e culturali, nonché per valorizzare la tutela del territorio. Negli anni è progressivamente diventata il punto di riferimento della comunità scientifica vulcanologica, contando oggi 220 soci, di cui la metà junior (al di sotto dei 35 anni di età). In particolare, l'AIV promuove l'interazione tra università ed enti di ricerca e tra questi in particolare l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) che raccoglie le principali sedi dedicate al monitoraggio e allo studio dei vulcani attivi italiani.

Grande attenzione, nella pianificazione delle attività della nostra Associazione, è da sempre rivolta alla formazione dei giovani studenti, dottorandi e ricercatori.

A partire dal 2007, in genere a cavallo tra la fine di agosto e i primi di settembre, viene organizzata la Scuola di Vulcanologia, indirizzata preferenzialmente agli studenti di laurea triennale e magistrale, la quale ha avuto sinora sede a Bolsena e da due anni intitolata a Bruno Capaccioni.

Le "International Summer School in Volcanology" sono invece state indirizzate preferenzialmente a dottorandi e giovani ricercatori e hanno avuto tematiche specifiche e località diverse di anno in anno, dalle Eolie, ai vulcani napoletani, all'Etna, ai Colli Albani, alle isole Greche, a Pantelleria. Lo scorso anno è stata organizzata con grande successo prima edizione della "International School in Volcanology" a Stromboli, con la co-organizzazione dell'Università di Clermont Ferrand (Francia) e della Volcanological Society of Japan, con la quale l'AIV ha stretto un accordo culturale firmato nel 2016 presso l'Ambasciata del Giappone in Italia.

Altro evento per i giovani vulcanologi in formazione è una attività congressuale che portiamo avanti con orgoglio, la "Conferenza Rittmann per Giovani Ricercatori". Essa è dedicata principalmente ai dottorandi e ai giovani ricercatori, per i quali è occasione di cimentarsi nella presentazione dei propri lavori in un ambiente poco formale. Ne sono state realizzate quattro edizioni, l'ultima a Roma presso l'Università La Sapienza nel febbraio 2019, con più di 100 partecipanti, a dimostrazione della vivacità delle nostre giovani e dei nostri giovani.

Infine, negli ultimi 3 anni sono state attribuite 12 borse di studio a giovani studenti di corsi di studio magistrale e dottorandi per attività e viaggi di ricerca.

Al fine di permettere lo scambio tra ricercatori della comunità scientifica nazionale, AIV e INGV organizzano con cadenza biennale la "Conferenza Rittmann". Tali conferenze, tenutesi sempre alle falde dell'Etna, vedranno la prossima svolgersi il 12-14 febbraio 2020 a Catania, questa volta in collaborazione anche con l'Università degli Studi di Catania, dove sono già più di 200 gli abstracts sottomessi per circa 15 sessioni multidisciplinari attive.

Tra le attività di maggiore soddisfazione c'è stata la partecipazione dell'AIV, insieme ad altri enti e istituzioni, alla proposta promossa dall'INGV e poi all'organizzazione della decima edizione della conferenza "IAVCEI Cities on Volcanoes", tenutasi a Napoli nel settembre 2018, che ha portato quasi 1000 partecipanti da ogni parte del mondo a discutere di pericolosità e rischio vulcanico nelle aree urbane.

L'AIV patrocina inoltre regolarmente eventi ed iniziative sia di carattere scientifico che divulgativo.

In ambito divulgativo l'AIV dal 2013 patrocina la Festa di Teatro Ecologico che si tiene a Stromboli e interviene in ogni edizione con i propri soci che tengono lezioni aperte o laboratori su varie tematiche legate agli eventi culturali ed artistici.

In un momento in cui molti dei Corsi di Laurea in Scienze Geologiche sul territorio nazionale manifestano un calo di iscrizioni, è iniziata quest'anno, grazie all'iniziativa di alcuni soci, un'attività di seminari nelle scuole del Lazio, anche per far fronte alla scarsa presenza nei programmi scolastici delle tematiche vulcanologiche.

Durante il 2019 l'AIV ha inoltre stretto una collaborazione, sfociata in una convenzione tra i due enti, con l'Ente Parco di Pantelleria per la valorizzazione del patrimonio geologico e vulcanologico dell'isola. Tra le varie attività organizzate, vi è stata anche la caratterizzazione ed istituzione di un nuovo sentiero naturalistico-vulcanologico. Quest'anno infine l'AIV ha deciso di diventare una associata della Società Geologica Italiana, nell'intento di dare sempre maggiore corpo alla necessaria unità tra tutte le componenti che rappresentano le Scienze della Terra, al fine di contribuire al meglio alla diffusione della cultura geologica così necessaria al futuro del nostro Paese. Trovate tutte le news su eventi ed attività organizzate dalla nostra Associazione sul sito www.aivulc.it

Un caro saluto,
Prof. Guido Giordano
Presidente AIV



La Scuola di Vulcanologia AIV "B. CAPACCIONI" – BOLSENA 2019

Nell'ambito delle sue attività, l'Associazione Italiana di Vulcanologia (AIV), con la collaborazione di IAVCEI ed INGV ed il patrocinio del Comune di Bolsena, ha organizzato anche per l'estate 2019 la consueta Scuola di Vulcanologia dedicata al ricordo del Prof. Bruno Capaccioni.

La Scuola, giunta alla sua dodicesima edizione, è indirizzata a studenti universitari di corsi di Laurea triennale e magistrale, ed offre la possibilità di avvicinarsi alla Vulcanologia basandosi sulla diretta associazione di lezioni frontali (al mattino) ed esercitazioni pratiche (al pomeriggio) tenute da docenti esperti di diverse università italiane, in un clima informale di condivisione e apertura alla discussione tra docenti e partecipanti alla scuola.

La scuola si è svolta dal 26 al 30 Agosto 2019 nella città di Bolsena (Vt), ed ha avuto come oggetto principale le caldere di Bolsena e Latera (Distretto Vulcanico Vulsino) ed i depositi piroclastici relativi alla loro evoluzione, utilizzati come esempi delle principali dinamiche magmatiche, eruttive e vulcano-tettoniche, e dei meccanismi di trasporto e deposizione dei prodotti vulcanici.

Hanno partecipato 20 studenti universitari iscritti a corsi di laurea triennali e magistrali in discipline geologiche o affini di diverse università italiane (Bologna, Camerino, Catania, Cagliari, Pavia,



Parma, Roma 3, Palermo, Milano Bicocca), fornendo il consueto entusiastico riscontro in termini di partecipazione alle attività ed interesse verso gli argomenti trattati. Ai partecipanti è stato rilasciato un attestato di frequenza da utilizzare per l'ottenimento di un numero di crediti pertinente presso i rispettivi Corsi di Laurea, e sono state attribuite 3 borse di studio di 250 euro finalizzate a consentire la partecipazione alla 4° Conferenza Rittmann organizzata da AIV, INGV ed Università di Catania a Catania dal 12 al 14 Febbraio 2020. La Scuola sarà organizzata anche per fine estate 2020, circolari e form di iscrizione saranno pubblicati sul sito dell'AIV www.aivulc.it.

a cura di Federico Lucchi (Università di Bologna)
e Gianfilippo De Astis (INGV, Roma)

4° Conferenza "Alfred Rittmann" CATANIA, 12-14 FEBBRAIO 2020

La Conferenza "Alfred Rittmann", alla sua quarta edizione, rappresenta ormai dal 2009 il momento di confronto scientifico più rilevante per l'intera comunità vulcanologica italiana. L'edizione del 2020, che si terrà nel prestigioso Monastero dei Benedettini dell'Università di Catania dal 12 al 14 Febbraio 2020, sarà articolata in sessioni orali e poster che, per la prima volta, sono state selezionate sulla base di una "Call for Sessions". Ciò ha portato ad una maggiore multidisciplinarietà della Conferenza, che ormai abbraccia numerosi metodi di investigazione, nonché, grazie anche al coinvolgimento della Protezione Civile, tematiche di gestione e mitigazione del rischio vulcanico. Sono state attivate 15 sessioni tematiche, grazie agli oltre 200 contributi ricevuti, di cui 120 come richiesta di presentazioni orali. I riassunti dei contributi scientifici della Conferenza saranno pubblicati in un volume speciale della collezione Miscellanea INGV.

Dopo il consueto giro di saluti istituzionali portati dai vertici dei tre enti/istituzioni organizzatori dell'evento - l'Associazione Italiana di Vulcanologia, l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia e l'Università di Catania - l'evento godrà di due keynote plenarie tenute dal Prof. M. Rosi e dal Dott. R. Isaia, i quali introdurranno alcune tematiche che verranno poi approfondite e trattate in una speciale Tavola Rotonda sugli orizzonti e le sfide per la Vulcanologia Italiana.

La Conferenza verrà infine conclusa da un'escursione alla scoperta dei luoghi in cui la colata lavica del 1669 ha sepolto o affiancato l'abitato della città di Catania.

Vi attendiamo numerosi, le iscrizioni sono aperte sul sito www.conferenzarittmann.it e saranno attive fino al giorno del convegno.



Associazione Italiana VULCANOLOGIA

Divulgazione Vulcanologica e Geologica NELLE SCUOLE



L'AIV ha avviato nel corso del 2019 una iniziativa per avvicinare alle Scienze della Terra studenti e docenti dei licei e istituti superiori dell'area romana, promuovendo in particolare la conoscenza delle tematiche connesse all'attività vulcanica e alla geologia in generale. L'offerta di lezioni e incontri, a titolo completamente gratuito per le scuole, ha avuto una risposta numericamente limitata, inferiore alle aspettative, situazione forse dovuta alla mole di lavoro cui sono sottoposti i dirigenti scolastici e motivo per cui molti messaggi mail passano inosservati. L'approccio più produttivo rimane ancora oggi quello della conoscenza personale e del passa-parola. Così, da uno solo liceo, la richiesta di tenere brevi corsi centrati sull'attività vulcanica, le sue conseguenze e le sue risorse, si è allargata a altre scuole. A tutt'oggi, due soci dell'AIV che si erano resi disponibili per l'iniziativa, la Dott.ssa Lisetta Giacomelli e il Prof. Roberto Scandone, hanno completato un ciclo di quattro lezioni e di due seminari

nel Liceo Statale James Joyce di Ariccia, mentre sono già fissate partecipazioni in gennaio al Liceo Mancini di Avellino, nel quadro della settimana della Scienza organizzata dall'istituto, e in febbraio presso due licei di Roma, l'Argan e il Peano.

Si spera che l'iniziativa possa estendersi in futuro anche ad altre realtà culturali, come i musei e le biblioteche, diventando una forma di divulgazione scientifica propria dell'AIV, grazie a tutti i soci che si renderanno disponibili a parteciparvi e alle scuole che richiederanno di ospitarli. L'Associazione crede fermamente in questo tipo di attività, che va ad occupare uno spazio spesso lasciato vuoto all'interno delle programmazioni didattiche delle scuole secondarie superiori.

a cura di Lisetta Giacomelli e Roberto Scandone (Soci AIV)

“Working on an active volcano: learning the tools of modern volcanology”

FIELD MEASUREMENTS, INSTRUMENTS, DATA ACQUISITION AND PROCESSING

Nell'ambito delle attività promosse da AIV durante il 2019, a Stromboli si è tenuta la Scuola Internazionale di Vulcanologia “Working on an active volcano: learning the tools of modern volcanology”, organizzata in collaborazione con l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, il Laboratorio di Geofisica Sperimentale dell'Università di Firenze, la Volcanological Society of Japan, le Università di Tohoku (Giappone) e Clermont Auvergne (Francia). Stromboli è probabilmente il vulcano più conosciuto al mondo per le sue spettacolari esplosioni basaltiche che si verificano ogni 10 minuti. Negli ultimi decenni, questa persistenza dell'attività esplosiva ha reso Stromboli il centro di molti esperimenti internazionali che hanno guidato il modo in cui i vulcanologi stanno lavorando oggi sui vulcani, facendo di Stromboli il miglior vulcano laboratorio al mondo. Con gli eventi dell'estate 2019, Stromboli è diventato un focus ancora maggiore per gli studi di valutazione della pericolosità vulcanica ed un esempio di integrazione tra vulcanologia e protezione civile per la mitigazione del rischio vulcanico. La scuola si è svolta dal 15 al 22 giugno 2019 ed ha avuto come scopo l'introduzione alle metodologie di monitoraggio più moderne e di acquisizione dei dati necessari per studiare e monitorare la dinamica di un vulcano attivo. Sono stati selezionati venti studenti di nazionalità diversa (5 giapponesi, 5 francesi, 7 italiani, 1 messicano, 1 tedesco, 1 portoghese) che hanno seguito 24 lezioni sulla geofisica, geochimica, vulcanologia, petrografia e gestione delle emergenze. Particolare attenzione è stata data all'uso del monitoraggio per definire non solo la dinamica eruttiva ma anche i livelli di allarme e le procedure di early warning per scopi di protezione civile.

La scuola è stata organizzata con brevi lezioni in aula e numerose esperienze sul



campo, dove lezioni e discussioni sulla dinamica dei vulcani e l'uso degli strumenti sono state realizzate in modo pratico. Durante la scuola sono stati organizzati due esperimenti multiparametrici utilizzando stazioni sismiche, sensori infrasonici, telecamera termica, telecamera UV e multigas. I diciannove docenti che si sono alternati, provenienti da Italia (11), Giappone (3), Francia (2), Germania (2) e Canada (1), sono stati coadiuvati da personale della Protezione Civile Nazionale e dalle Guide Vulcanologiche Magmatrek. Tra le istituzioni

ufficialmente coinvolte, il Laboratorio di Geofisica Sperimentale LGS, le università di Firenze, Pisa, Roma Tre, Palermo, Torino, Clermont Auvergne, Tohoku, la Volcanological Society of Japan, l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (presente con personale delle sedi INGV-CT, INGV-OV, INGV-Pisa, INGV-Bologna), la Protezione Civile Nazionale e la Protezione Civile Siciliana. Il prossimo anno, la scuola sarà nuovamente proposta, in accordo con le regolamentazioni di accesso al vulcano che saranno in vigore durante il 2020.



a cura di
Maurizio Ripepe (Università di Firenze),
Marco Pistolesi (Università di Pisa),
Patrizia Landi (INGV-Pisa),
Takeshi Nishimura (Università di Tohoku) e
Andrew Harris (Università Clermont Auvergne)





a cura di Lucia Angiolini

SOCIETÀ PALEONTOLOGICA *Italiana*

VIVERE LA PALEONTOLOGIA OGGI

 Pagina web: www.paleoitalia.org

protezione, la gestione e la valorizzazione del patrimonio paleontologico italiano, sia delle collezioni museali, sia di importanti siti fossiliferi.

A partire dal 2018, la SPI si è associata alla Società Geologica Italiana della quale condivide largamente gli scopi e con la quale vuole contribuire a creare sinergie volte al progresso delle Scienze della Terra.

Attualmente la SPI conta più di 340 Soci, di cui 9 Onorari/Benemeriti e circa 50 Enti e Gruppi. Le attività in cui è coinvolta comprendono riunioni ed escursioni scientifiche, la pubblicazione della rivista Bollettino della Società Paleontologica Italiana (BSPI) **Fig. 1**, attività sul web e istituzione di premi a favore di giovani studiosi.

In particolare, ogni anno viene organizzato un convegno, denominato Paleodays, che si svolge in diverse sedi italiane e che vede solitamente la partecipazione di circa 90 paleontologi, tra accademici, paleontofili e giovani studenti e ricercatori (**Fig. 2**).

Per questo, a partire dal 2013, durante i Paleodays sono stati organizzati incontri informali dedicati ai giovani paleontologi che si sono costituiti in gruppo riconosciuto formalmente dalla SPI: Paleontologist in Progress (PaiP) (**Fig. 3**). L'ultima edizione dei Paleodays 2019 si è svolta a Benevento, organizzata da Ornella Amore, Lorenzo Rook, Gennaro Santamaria e dall'Ente Geopaleontologico di Pietraroja; la prossima edizione, che celebrerà i venti anni dei Paleodays, si terrà a Bologna e sarà organizzata da Daniele Scarponi e i colleghi dell'Alma Mater Studiorum Università di Bologna.

La Società

La Società Paleontologica Italiana (di seguito SPI) è stata istituita nel 1947 presso il Museo Civico di Storia Naturale di Milano da Ardito Desio, il quale l'ha introdotta e divulgata nel panorama scientifico italiano fino al 1957. Dopo la Presidenza di Eugenia Montanaro Gallitelli, che ha seguito le orme del fondatore e ha guidato la Società per 13 anni, alla Presidenza si sono succeduti diciassette paleontologi, eletti ogni tre anni tra gli accademici italiani. Secondo lo statuto della SPI, ogni Presidente è stato affiancato da un vice-Presidente, da un Segretario e da sei Consiglieri, tutti eletti dai Soci, e da un Tesoriere, nominato dal Consiglio di Presidenza.

La SPI è una libera associazione culturale, democratica, apartitica e non lucrativa che opera per il progresso della paleontologia in Italia. Attenta a ogni aspetto scientifico ed applicativo di questa straordinaria disciplina scientifica, grazie alla quale possiamo conoscere quali forme di vita si sono succedute nel tempo geologico e studiare i cambiamenti biotici nel passato per prevederne l'evoluzione nel futuro, la SPI promuove collaborazioni tra istituzioni e persone interessate alla paleontologia a livello professionale o amatoriale, nazionale e internazionale. La SPI incoraggia inoltre la





Il bollettino DELLA SOCIETÀ PALEONTOLOGICA ITALIANA

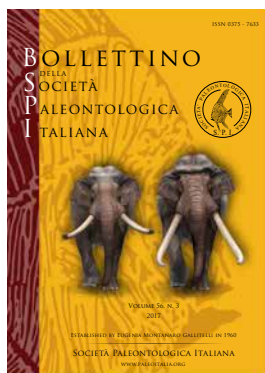


Fig. 1 - Una copertina del BSPI.

Il Bollettino della Società Paleontologica Italiana (BSPI) è una rivista internazionale peer-reviewed e indicizzata (Fig. 1), istituita da Eugenia Montanaro Gallitelli nel 1960 e pubblicata dalla Società Paleontologica Italiana tre volte all'anno, a giugno, settembre e dicembre.

Il BSPI accetta contributi originali di ampio interesse riguardanti tutti gli aspetti della paleontologia, sebbene la sistematica, la biostratigrafia e la tafonomia siano tradizionalmente gli argomenti principali pubblicati sulla rivista. I contributi spaziano da articoli di ricerca in ambito paleontologico, a brevi note, provocatorie e incisive. Inoltre, il BSPI prevede la pubblicazione di fascicoli tematici che trattino temi di ricerca di ampio respiro nell'ambito degli scopi della rivista.

A questo proposito, nel 2019 è stato pubblicato il fascicolo “Environmental Perturbations and Biotic Responses in the History of Life: an Italian Perspective” con modalità Open Access (<http://paleoitalia.org/archives/>) edito da Massimo Bernardi e Giorgio Carnevale, mentre per il 2020 è prevista la pubblicazione di un numero dedicato a “Conservation and Stratigraphic Paleobiology in the Mediterranean”, edito da Stefano Dominici e Daniele Scarponi.

I fossili italiani E LA LEGISLAZIONE

Per una trattazione esauriente sulla storia della legislazione sui fossili si fa riferimento al contributo presentato da Manuela Lugli alla Tavola Rotonda “Legislazione in materia di beni paleontologici in Italia”, Trento (2018) pubblicato al link paleoitalia.org/news/183/tavola-rotonda-legislazione-in-materia-di-beni-paleontologici-in-italia-trento-9-giugno-2018. Di seguito viene presentato un breve riassunto delle fasi principali della storia della legislazione e un accenno alla situazione vigente.

La prima legge nazionale sulla protezione del patrimonio storico e artistico risale al 12 giugno 1902 ed è principalmente dedicata a limitare l'esportazione e il

deterioramento dei beni culturali. Questa viene riformata dalla Legge 20 giugno 1909 n. 364 (Legge Rosadi), in cui viene fornita una prima definizione di bene culturale come comprendente “le cose immobili e mobili che abbiano interesse storico, archeologico paleontologico o artistico”. Tra le riforme successive, è importante citare il decreto R.D.L. 24 novembre 1927 n. 2461 (poi Legge 31 maggio 1928 n. 1240) che sottopone a tutela anche le cose di interesse paleontologico e viene quindi a considerare i fossili tra le testimonianze del passato degne di protezione.

Tra gli atti più importanti, nell'evoluzione della legislazione sui beni paleontologici, figura la legge 1 giugno 1939 n. 1089, pubblicata durante il regime fascista dal ministro Giuseppe Bottai, legge che rimane in vigore fino alle riforme recenti. L'art. 1 L.1089/39 recita: “Sono soggette alla presente legge le cose immobili e mobili che presentano interesse artistico, storico, archeologico o etnografico, compresi: a)

le cose che interessano la paleontologia, la preistoria e le primitive civiltà”. Negli anni successivi sono stati promulgati diversi decreti e leggi volti alla definizione e ai contenuti dell'espressione “bene culturale”, fino a giungere al decreto legislativo D.Lgs. 22 gennaio 2004 n. 42, “Codice dei Beni culturali e del Paesaggio” (noto anche come Codice Urbani), attualmente in vigore. Nel codice, il riferimento ai beni paleontologici è contenuto nell'art. 10, 4: “a) le cose che interessano la paleontologia, la preistoria e le primitive civiltà.”

I fossili sono quindi a tutti gli effetti beni culturali e, pertanto, la loro tutela, la loro gestione e la loro valorizzazione sono affidate alle norme contenute nel Codice stesso. Per chi non dovesse attenersi alle prescrizioni indicate nel Codice sono previste sanzioni. A questo proposito è utile sottolineare che l'Italia è stata la prima nazione al mondo a dotarsi di un'unità specializzata nella tutela dei beni culturali, il Comando Carabinieri Tutela Patrimonio Culturale.



Fig. 2 - Foto di gruppo durante i Paleodays 2018 organizzati da Massimo Bernardi, MUSE, Trento.



SOCIETÀ PALEONTOLOGICA *Italiana*



La Società Paleontologica Italiana E LA LEGISLAZIONE SUI BENI PALEONTOLOGICI

Dato che l'impianto legislativo in vigore è piuttosto restrittivo e non prevede eccezioni alla gestione "pubblica" delle attività di ricerca e che, in quasi cinquant'anni di attività, l'Unità Carabinieri Tutela Patrimonio Culturale ha operato la confisca di numerosissimi reperti paleontologici (si veda il contributo del Capitano Lorenzo Pella alla Tavola Rotonda "Legislazione in materia di beni paleontologici in Italia", Trento (2018) pubblicato al link <http://paleoitalia.org/news/183/tavola-rotonda-legislazione-in-materia-di-beni-paleontologici-in-italia-trento-9-giugno-2018/>), la SPI è stata invitata da diverse figure (funzionari del Ministero, accademici, paleontofili) a intervenire per stabilire regole più chiare e relazioni più strette tra la comunità dei paleontologi e il Ministero. Pertanto negli ultimi anni sono state intraprese diverse azioni, alcune delle quali tuttora in corso:

23 maggio 2017: audizione del Presidente SPI Lorenzo Rook al Consiglio Superiore per i Beni Culturali e Paesaggistici relativamente a "Problematiche relative alla tutela dei beni paleontologici";

9 giugno 2018: Tavola Rotonda sulla "Legislazione in materia di beni paleontologici in Italia" organizzata presso il MUSE a Trento;

12 ottobre 2018 e 23 novembre 2018; riunioni con i soprintendenti e funzionari del MiBAC (Ministero per i Beni e le Attività Culturali);

7 gennaio 2019: richiesta formale inviata al MiBAC per l'inserimento della figura del Paleontologo tra i funzionari dei prossimi bandi di selezione inviata al Ministero per i beni culturali e ambientali;

6 maggio 2019: Convegno "La conservazione dei beni paleontologici. Stato dell'arte e aspetti da valorizzare" tenuto a Firenze;

25 maggio 2019: Tavola Rotonda sulla "Legislazione, tutela e gestione dei beni paleontologici in Italia" organizzata presso l'auditorium di San Vittorino a Benevento.

Lo scopo principale di queste azioni è quello di cercare nuove soluzioni per sostenere da un lato la ricerca e lo studio di fossili da parte dei paleontologi e dall'altro la gestione e la tutela dei beni paleontologici da parte dei funzionari del MiBAC.

Prospettive FUTURE

Cosa intende fare la SPI nel prossimo futuro?

Certamente continuerà a mantenere un dialogo aperto e diretto con i soprintendenti e funzionari del MiBAC tramite l'organizzazione di eventi (si veda la Tavola Rotonda "Legislazione e gestione dei beni paleontologici in Italia" tra le attività pre-congresso dei Paleodays 2020) e di incontri ad hoc tra rappresentanti SPI e funzionari ICA (Istituto Centrale per l'Archeologia) e MiBAC, volti a identificare le azioni da intraprendere per la tutela dei beni paleontologici italiani. La SPI intende investire sui giovani, sia rinnovando la preziosa collaborazione con il PaIP, sia istituendo borse di studio all'estero per i Soci SPI non strutturati (dottorandi, post-doc e neodottorati).

Si sta inoltre pensando alla definizione di premi onorifici alla carriera, per early-career scientist, mid-career scientist e paleontofili e a promuovere tutte le attività che consentano di rinnovarne la visibilità sul web e sui social network e di diffondere la cultura paleontologica e quindi, in senso più ampio la cultura naturalistica e geologica, in tutto il territorio italiano.



Fig. 3 - Foto di gruppo al IVPday, Firenze 2019, organizzato dal PaIP della SPI.



a cura di Rodolfo Carosi



Sezione

GEOLOGIA strutturale



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

La Sezione di Geologia Strutturale è una delle maggiori sezioni della Società Geologica Italiana, ed è rappresentata dal Gruppo Italiano di Geologia Strutturale (G.I.G.S.). Il GIGS nasce dal precedente Gruppo Informale di Geologia Strutturale, sviluppatosi in Italia negli anni '80. Il GIGS raggruppa, su base volontaria, i ricercatori italiani, i professionisti, gli insegnanti e tutti i possibili interessati che si occupano di Geologia Strutturale,

Tettonica e di Geodinamica. Queste discipline vengono affrontate a partire dagli studi di terreno mediante cartografia geologica e lo studio delle rocce naturalmente deformate ed integrate tramite analisi alla microscala, utilizzando le più moderne tecniche, fino alla modellazione analogica e digitale dei fenomeni studiati a tutte le scale.

La sezione ha tra i suoi scopi quello di favorire il coordinamento delle ricerche scientifiche e le collaborazioni nei campi della Geologia Strutturale, Tettonica e Geodinamica, stimolando le collaborazioni e le sinergie tra i ricercatori italiani e stranieri nonché la divulgazione delle ricerche e degli studi effettuati. Viene dato ampio spazio sia alla ricerca di base, all'insegnamento della disciplina, sia alle ricadute sociali degli studi strutturali come nel caso della sismotettonica, della geotermia, della circolazione dei fluidi, della stabilità dei versanti, della ricerca di idrocarburi e della reperibilità di rocce e minerali di interesse economico.

Altro obiettivo fondamentale è quello di promuovere ed agevolare la crescita culturale dei giovani (studenti, laureati, professionisti, dottorandi, post-doc e ricercatori italiani) e di sostenere la circolazione delle idee e delle iniziative. Quindi, il GIGS desidera favorire la rapida circolazione di tutte le informazioni utili per l'attività di ricerca degli afferenti, promuovere e proporre lo sviluppo di ricerche in settori emergenti di riconosciuto ed oggettivo valore scientifico e strategico.

La Sezione di Geologia Strutturale organizza la propria Assemblea all'interno di un convegno scientifico annuale, a cui è associata normalmente un'escursione sul terreno. Per promuovere qualsiasi iniziativa tramite il GIGS si invita a contattare il seguente indirizzo mail: gigs@socgeol.it.



Piegia in sedimenti della Successione Sedimentaria della Tetide in Himalaya Centrale (Kaligandaki).



Porfiroblasto centimetrico di clinopirosseno con strain caps e strain shadows, in calcilicati Himalayani.



Clivaggio di crenulazione in una roccia metamorfica in facies scisti blu.



Cerniera di piega con thrust nei metasedimenti della Priestely Formation, Terra Vittoria Settentrionale, Antartide.



Il ruolo sociale
DELLA GEOLOGIA AMBIENTALE:
alcune riflessioni



Si va affermando sempre di più nel nostro Paese, soprattutto in questi ultimi anni interessati da eventi climatici sempre più estremi, una nuova e più matura consapevolezza che la sopravvivenza degli insediamenti antropici, delle infrastrutture e delle attività economiche, la riqualificazione e corretta gestione dei sistemi naturali, l'uso responsabile delle georisorse, devono essere guidati dal principio della sostenibilità ambientale.

In questo nuovo clima di accresciuta sensibilità ambientale e di convincimento generale della urgente necessità di una più adeguata politica di gestione del territorio, non sempre però, nel mondo delle istituzioni e nella società civile in generale, le Geoscienze vengono percepite come un importante strumento tecnico e culturale al servizio dello sviluppo sostenibile della società. Continua, infatti, a prevalere un approccio essenzialmente di tipo ingegneristico tradizionale, basato prevalentemente su interventi di tipo strutturale, in emergenza o scarsamente pianificati, e viene invece sottovalutato il fatto che la Geologia è in grado di fornire, ad esempio grazie alla ricostruzione della storia geologica del passato più o meno recente, quelle informazioni necessarie a chiarire quale sarà l'evoluzione di un sistema fluviale o costiero, di un pendio collinare ecc., oppure a definire quali sono le ragioni più intime dell'instabilità di un versante montuoso o il perché una faglia è da definirsi attiva, quindi potenzialmente responsabile di terremoti distruttivi, e un'altra inattiva. In sostanza, viene ancora troppo spesso trascurato quello che può essere definito il "punto di vista geologico" sui vari sistemi naturali.

Anche nel mondo della scuola, dove ancora non è stata istituita una classe d'insegnamento specifica di Scienze della Terra per tutte le scuole secondarie, la politica educativa non ha ancora preso in considerazione il nuovo, importante panorama che si è aperto nelle Geoscienze e, almeno in generale, le Scienze della Terra sono ancora

insegnate in modo disorganico e non secondo una visione olistica che evidenzia e chiarisca le innumerevoli interrelazioni ed i delicati equilibri che caratterizzano i vari sistemi naturali della Terra.

A fronte di tali necessità, si registra che la comunità geologica già da alcuni decenni si è attivata con iniziative tese a promuovere e far sviluppare la “cultura geologica” a tutti i livelli con particolare riguardo per gli insegnanti, i politici, gli amministratori. Basti ricordare:

a) l’iniziativa del CNR Comitato per le Scienze Geologiche e Minerarie che nel 1992 portò alla pubblicazione di “GEOS 2000 Progetto Terra - Indirizzi per un Piano di Settore delle Scienze della Terra in Italia” con lo scopo di affrontare il tema, già allora avvertito, della mancanza di una cultura geologica nel nostro Paese;

b) l’istituzione (prime Società Fondatrici: Società Geologica Italiana, Società Italiana di Mineralogia e Petrologia, Società Paleontologica Italiana) della Federazione Italiana di Scienze della Terra (FIST) che dal 1997 al 2014, anche attraverso la Rivista “Geoitalia”, si pose l’importante e delicato compito istituzionale di promuovere e diffondere la “cultura geologica” con ogni mezzo e modalità e di diventare un punto di riferimento all’interno del tessuto sociale e culturale del nostro Paese;

c) le varie iniziative promosse dalla Società Geologica Italiana al servizio della società civile quali: la pubblicazione a partire dal 1990 ed ancora in atto delle “Guide Geologiche Regionali” per soddisfare la domanda di conoscenza del territorio; la realizzazione della rivista tematica di divulgazione scientifica online “Quaderni della Società Geologica Italiana”; la produzione di alcune pubblicazioni con lo scopo di sensibilizzare l’opinione pubblica all’importanza delle Geoscienze nell’affrontare le tematiche geologico-ambientali; il recente lancio del Video Contest “On The Rocks” dedicato al mondo della Geologia e naturalmente le numerose iniziative, anche con finalità di promozione e diffusione delle conoscenze geologiche, portate avanti dalle 13 Sezioni attive della SGI;

d) l’iniziativa dell’Associazione “Settimana del Pianeta Terra” che a partire dal 2012 promuove ogni anno per una intera settimana di ottobre e su tutto il territorio nazionale manifestazioni (“Geoeventi”) per promuovere la cultura scientifica.

Si tratta di iniziative sicuramente importanti, ma probabilmente non ancora sufficienti se la comunità geologica vuole acquisire l’importante ruolo sociale e culturale che le compete. Se si escludono infatti i momenti di emergenza sismica, vulcanica o di catastrofi idrogeologiche, la comunità geoscientifica continua ancora oggi ad avere uno scarso peso mediatico e di immagine ed ancora non occupa efficacemente i nuovi spazi aperti dalla questione ambientale. Lo scarso peso politico, la bassa appariscenza professionale e la modesta

rilevanza culturale, vanno addebitati al fatto che la comunità geologica (accademica e professionale) non si è ancora radicata nella società civile e non ha ancora imparato a fare opinione, gruppo di pressione, movimento culturale.

Eppure in questi ultimissimi anni, in cui è prepotentemente emersa una nuova coscienza dei rapporti tra l’uomo e l’ambiente e dove le tematiche geologico-ambientali quali: i cambiamenti climatici, i rischi naturali, la gestione delle risorse idriche e dei rifiuti, la pianificazione ambientale e territoriale, si stanno imponendo all’attenzione generale, la comunità geologica sta vivendo una delle più grandi opportunità della sua storia, in quanto la ricerca di base ed applicata (termini estremi di un processo unico e continuo) è ora, in questi campi, più necessaria che mai.

Per la rinascita di una cultura geologica e per rilanciare nella vita sociale e culturale di questo Paese l’importanza delle Geoscienze per lo sviluppo sostenibile, occorre allora una stretta sinergia tra il mondo accademico e quello professionale, e risulta evidente l’urgenza di aprirsi di più alle necessità della società civile. Con queste finalità, nell’ambito della Società Geologica Italiana, si è attivata già da anni una Sezione dedicata alla Geologia Ambientale. Quest’ultima, infatti, rappresentando un momento d’incontro e di interazione fra le varie competenze disciplinari delle Scienze della Terra, costituisce uno strumento indispensabile per far capire la complessità del nostro pianeta e per contribuire a pianificare un uso sostenibile del territorio ed un miglioramento della qualità della vita.

L’obiettivo principale della Sezione di Geologia Ambientale, che sta tentando di articolarsi in sotto-sezioni regionali per meglio radicarsi sul territorio nonostante le difficoltà ad individuare soci disponibili a svolgere compiti di carattere organizzativo e culturale, è quello di sensibilizzare gli Enti territoriali e la società civile in generale alla conoscenza dei temi geologico-ambientali di particolare attualità e di grande rilevanza sociale. Si tratta sostanzialmente di organizzare, in sinergia con altre associazioni culturali e coinvolgendo la partecipazione delle comunità locali, momenti di conoscenza e di confronto su queste tematiche, anche con l’aiuto dei mass media, per trasmettere, con un linguaggio facilmente comprensibile, informazioni scientifiche corrette e sviluppare quindi a tutti i livelli ed in tutti gli ambiti una “cultura geologica” che consenta di percepire l’ambiente fisico non come qualcosa di statico, immutabile nel tempo, un bene inesauribile da poter utilizzare senza condizioni, ma come il prodotto di una storia geologica passata, ancora in evoluzione, che occorre conoscere se l’uomo vuole operare correttamente nell’ambiente senza interferire con le dinamiche naturali e se vuole recuperare l’antica perduta armonia con la Terra. Si tratta di un servizio dovuto alla collettività e che rappresenta per la Società Geologica Italiana non solo un’occasione di crescita e di valorizzazione della sua lunga tradizione, ma anche uno strumento importante per acquisire nel nostro Paese un maggiore credito politico.

Sezione

GEOLOGIA Himalayana



a cura di Rodolfo Carosi

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

Il sistema Himalaya-Karakorum-Tibet rappresenta una delle caratteristiche morfologiche più maestose del pianeta Terra. La fascia Himalaya-Karakorum-Tibet (HKT) ha numerose caratteristiche, tutte a vario modo intimamente collegate con la sua evoluzione geologica. Queste caratteristiche ne fanno un'area peculiare e strategica. Le forti elevazioni delle montagne e le profonde incisioni fluviali permettono osservazioni dirette di sezioni della crosta terrestre spesse fino a circa 10 km. Questa fascia rappresenta un laboratorio naturale ideale per lo studio e la comprensione dei processi geologici, sia endogeni che esogeni, che plasmano il nostro pianeta e sulle relazioni-interazioni tra i due tipi di processi.

Sono numerose le ragioni di interesse rivolte allo studio geologico dell'area HKT. La catena Himalayana è ritenuta l'esempio più classico di catena collisionale, dove numerosi concetti e modelli geologici sono stati formulati ed esportati poi ad altre catene. Rappresenta anche una delle zone più dinamiche del nostro pianeta, caratterizzata da un elevatissimo hazard sismico come tristemente ricordato dal terremoto dell'aprile 2015 (Gorkha earthquake) in Nepal.



L'HKT costituisce un settore chiave per la reperibilità e la gestione delle georisorse, inclusa l'acqua. Dall'Himalaya, infatti, dipende l'approvvigionamento di risorse idriche per numerosissimi esseri umani, una popolazione stimata in circa un quinto di quella mondiale. Questa zona del nostro pianeta, con le sue elevate cime e le estese coperture glaciali è inoltre anche un luogo chiave per lo studio del clima, dei cambiamenti climatici, del global change e delle interazioni tra clima e tettonica.

Infine, è da ricordare come siano presenti numerose imprese italiane attivamente legate ed operanti nell'area HKT, come quelle coinvolte nella realizzazione di opere ingegneristiche in diversi settori dell'HKT come l'India settentrionale.

L'Italia, quindi, non ha certo saputo resistere all'attrazione, quasi romantica, dell'Himalaya. La memoria va subito alla spedizione italiana del K2 nel 1954, alle storiche imprese alpinistiche di Reinhold Messner, oppure a quelle recenti dell'alpinista Simone Moro. Anche la comunità geologica Italiana, seguendo le orme dei primi esploratori



della catena, pellegrini, commercianti etc..., non ha resistito a questo fascino contribuendo in parallelo all'esplorazione geologica di questo sistema orogenico.

I geologi italiani hanno contribuito fino dalla metà del '900, e tutt'oggi contribuiscono, attivamente allo studio della catena Himalayana. Da ricordare l'importante contributo rivolto alla caratterizzazione geologica e alla cartografia del Karakorum, o i numerosi studi focalizzati sull'evoluzione stratigrafica, tettono-metamorfica, geomorfologica di numerose porzioni della catena, tra cui la zona dell'Everest. Lo studio del sistema HKT è quindi ormai parte integrante della geologia italiana da molti decenni. I ricercatori e le persone interessate, riuniti nella sezione "Italian Group of Himalayan Geology" (IGHG) della Società Geologica Italiana, sono sensibili agli aspetti delle geoscienze del sistema HKT e attivamente coinvolti in progetti di ricerca e di studio nazionali ed internazionali rivolti allo studio dei vari aspetti della catena, che spaziano nelle varie discipline geologiche: dalla geologia, petrografia, geofisica alla geomorfologia e glaciologia.

La comunità IGHG è inoltre molto attiva nell'organizzazione e partecipazione, di sessioni scientifiche, workshop e seminari che hanno come obiettivo il confronto e lo "scambio di conoscenza" tra i vari studiosi e di promuovere e divulgare lo studio geologico della catena HKT. In quest'ottica, è certamente da menzionare l'organizzazione di congressi tematici internazionali in Italia

della serie Himalaya-Karakorum-Tibet (HKT) workshop tenuti a Milano (1990), Roma (1997) e, pochi anni fa a Lucca (Toscana), del 29° HKT (2014), congresso che ha come focus i diversi aspetti del sistema Himalaya-Karakorum-Tibet, oppure la partecipazione di numerosi membri della sezione a seminari ad invito in diversi congressi e sessioni tematiche. Molte di queste attività frequentemente coinvolgono anche istituti ed università locali come ad esempio la Tribhuvan University di Kathmandu (Nepal), o la Roorkee University (India) oltre che enti italiani o di paesi occidentali.

Lo scopo principale della Sezione di Geologia Himalayana della SGI è quello di sottolineare e di valorizzare il ruolo della geologia italiana nell'esplorazione geologica della catena. A questo proposito sono stati realizzati recentemente due volumi speciali dell'Italian Journal of Geosciences e della Geological Society of London. L'impegno e l'attenzione dell'IGHG non sono rivolte soltanto verso la ricerca scientifica, all'avanzamento delle conoscenze ed alle relative applicazioni, ma sono anche focalizzate nel divulgare ad un pubblico non specialistico tali attività, sottolineandone le ricadute pratiche e le implicazioni nella vita quotidiana.

L'IGHG rappresenta quindi "un ponte" tra nazioni, rappresentando un collegamento culturale tra l'Europa e l'Asia.

La sezione IGHG contribuisce a dare visibilità alle attività della SGI, in ambito nazionale ed internazionale, e nel sottolineare il contributo fondamentale che la geologia può e deve svolgere nella società del Paese-Italia.



Sezione giovani GEOLOGI

a cura di Giulia Innamorati



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

La Sezione Giovani Geologi è un'anima diversa rispetto alle altre sezioni della SGI che rappresentano, metaforicamente, un vessillo che accomuna tutti i soci con una certa affinità disciplinare (sedimentologi, idrogeologi, geologi strutturali, etc.). La Sezione Giovani Geologi riunisce, infatti, tutti gli studenti, dottorandi e giovani ricercatori iscritti alla Società Geologica Italiana. Gli afferenti alla sezione, pur avendo differenti indirizzi di provenienza, sono accomunati dalla necessità di inserirsi nel mondo della ricerca o del lavoro.

La Sezione ha quindi come scopo principale quello di formare una rete di contatti che possa permettere lo scambio di conoscenze ed esperienze, al fine di rendere più agevole l'accesso a questi due mondi. Altro obiettivo della sezione è quello di diffondere tra gli afferenti le iniziative di formazione e divulgazione promosse da Dipartimenti ed Enti in Italia o all'estero.

Per la Società la realtà rappresentata dal mondo dei giovani riveste un ruolo di fondamentale importanza, come testimoniato dall'articolo 3 del Regolamento interno attuativo dello Statuto che recita: "è membro di diritto del Consiglio Direttivo il rappresentante della Sezione Giovani". Questa frase non è solo un dettame formale, ma indica quanto la Società tenga in considerazione il parere dei giovani, cercando di coinvolgerli anche nei processi decisionali, che sono momenti cruciali al fulcro della Società stessa.

La SGI testimonia concretamente la sua attenzione verso il mondo degli studenti, dei neo-laureati, dei dottorandi, con l'istituzione di premi (ad esempio il "Premio Quintino Sella" dedicato alla miglior tesi di dottorato) e grant per la partecipazione a congressi e convegni da lei organizzati.

Sezione a cura di Lucia Marinangeli

GEOLOGIA planetaria



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

La Geologia Planetaria è una disciplina che si è sviluppata agli inizi degli anni '60 sulla spinta del programma di esplorazione del Sistema Solare della NASA, e studia l'evoluzione geologica dei pianeti e dei satelliti di tipo terrestre (cioè quelli che presentano una crosta solida composta da rocce o ghiaccio) attraverso un approccio multidisciplinare e con dati acquisiti principalmente da remoto o, in modo limitato, da analisi in situ attraverso sistemi robotici.

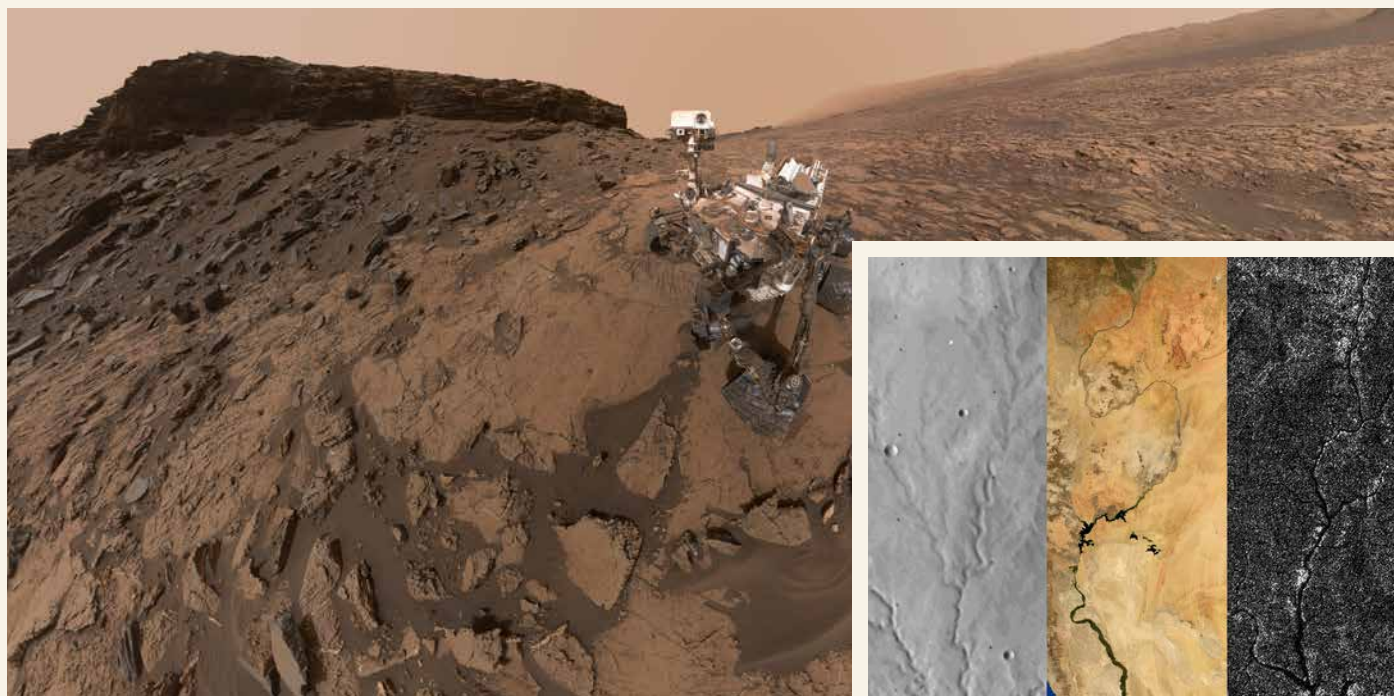
Fu la sonda Mariner 2 della NASA ad aprire nel 1962 una nuova era dello studio dei pianeti acquisendo le prime immagini di Venere e Mercurio; prima di allora i pianeti erano considerati quasi esclusivamente "corpi astronomici" alla stregua di stelle e costellazioni.

La geologia è diventata una delle scienze fondamentali nell'esplorazione dei pianeti con le missioni Apollo che hanno portato l'uomo per la prima volta ad atterrare sulla superficie di un altro pianeta. Gli studi geologici, nell'accezione più ampia, hanno mostrato come il nostro satellite presenti processi di formazione diversi rispetto alla Terra e rocce con composizione che raramente si trovano da noi. La Luna viene infatti considerata una Terra primitiva, e racchiude una parte della storia geologica del nostro pianeta ormai quasi completamente cancellata dalle dinamiche crostali terrestri. La Terra è infatti il pianeta geologicamente più attivo del Sistema Solare, ed anche l'unico con più del 70% della sua superficie coperta dall'acqua, caratteristica che le valse il nomignolo di 'pale blue dot' (il punto blu) da parte del famoso divulgatore scientifico americano Carl Sagan.

La Sezione di Geologia Planetaria (SGP) è nata nel 2006 principalmente allo scopo di favorire le collaborazioni ed individuare le sinergie nelle attività di ricerca nei diversi settori afferenti alla Geologia Planetaria e di promuovere il riconoscimento e la valorizzazione di queste tematiche sia in ambiti scientifici, sia di divulgazione. La SGP si propone anche di interagire con le diverse Agenzie Spaziali, in primis l'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) e l'Agenzia Spaziale Europea (ESA), per, da una parte, favorire la sinergia fra ricerca di base e applicazioni tecnologiche finalizzate alle missioni esplorative e dall'altra, per stimolare interazioni che favoriscano l'eccellenza scientifica. La sezione raccoglie discipline diverse che riflettono la multidisciplinarietà di queste tematiche ed anche il loro fascino.

Il compito del geologo planetario è quello di ricostruire i processi geologici attuali e passati di pianeti, lune, asteroidi, comete, attraverso lo studio delle caratteristiche morfologiche, stratigrafiche, strutturali e litologiche delle successioni rocciose osservate attraverso dati multi-spettrali e multi-sensore acquisiti da piattaforme remote come satelliti orbitanti, o direttamente in situ con sistemi robotici controllati dalla Terra. Di particolare importanza in questo settore, sono le tecnologie informatiche di trasformazione dei dati digitali e l'elaborazione





Panorama: Selfie del rover Curiosity (NASA) sullo sfondo del Murray Buttes su Marte nel settembre 2016. Il rover è atterrato nel cratere da impatto Gale nel 2012. (credit: NASA/JPL-Caltech/MSSS)

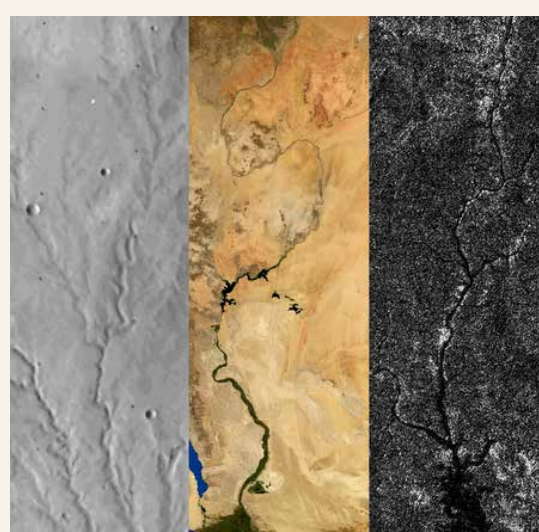


Figura. Esempio di network fluviali su Marte (sinistra), Terra (centro) e Titano (destra) Credit: realizzazione di Benjamin Black. Sinistra: immagine missione NASA Viking; centro: missione NASA/LANDSAT; destra: NASA/JPL/ Cassini RADAR.

di carte geologiche e tematiche in ambiente GIS, combinando ed integrando informazioni provenienti da diversi tipi di strumentazioni. Questo approccio è molto simile a quello utilizzato per gli studi di telerilevamento terrestre.

Il geologo planetario deve possedere delle ampie conoscenze di geologia terrestre per applicarle allo studio dei processi evolutivi in altri pianeti. Inoltre, deve essere in grado di interagire con team multidisciplinari comprendenti ingegneri, fisici, chimici, astronomi ed anche biologi, quindi deve possedere un'ampia visione e preparazione oltre che flessibilità mentale e metodologica.

Negli ultimi decenni si è avuto un notevole sviluppo dello studio di analoghi terrestri, siti sulla Terra dove si possono avere condizioni ambientali o processi geologici con caratteristiche simili a quelli planetari. L'individuazione di questi siti è utile anche per eseguire i test di sistemi robotici prima del loro utilizzo in una missione planetaria, permettendo così di risolvere eventuali problematiche prima del lancio. Il geologo planetario ha un ruolo di primo piano nella caratterizzazione di questi siti e nell'analisi delle analogie con successioni rocciose e strutture presenti in altri pianeti.

L'esempio che ha fatto storia sul confronto con la geologia terrestre, fu il paragone tra alcune morfologie canalizzate osservate agli inizi degli anni '80 su Marte con le morfologie riconducibili ai processi catastrofici delle Channeled Scablands del Columbia Plateau (Nord America) che originarono dei grandi canali di deflusso delle acque a seguito dal rapido scioglimento della calotta glaciale. Questa può essere considerata la prima, consolidata, indicazione della presenza di acqua nel passato di Marte, il pianeta che mostra una storia geologica iniziale molto simile a quella terrestre ma poi drammaticamente

cambiata per motivi che non sono ancora completamente compresi. L'analogia fra i canali da flusso catastrofico di Marte e della Terra ha dimostrato come lo studio dei pianeti possa contribuire anche a comprendere meglio il nostro pianeta.

Informazioni fondamentali per la modellizzazione dei processi endogeni dei corpi celesti vengono dallo studio delle meteoriti raccolte sulla Terra, creando così una forte sinergia con gli studi mineralogici e petrologici di questi frammenti di altri corpi celesti. Per questo motivo, la SGP organizza sessioni su tematiche planetarie insieme ai membri della Società Italiana di Mineralogia e Petrografia (SIMP) in occasione dei congressi annuali congiunti SGI-SIMP. La geologia planetaria inoltre fornisce un supporto imprescindibile per gli studi di astrobiologia, la ricerca di vita al di fuori della Terra, fornendo le competenze dell'approccio geobiologico nello studio di tracce di vita alla micro- e nano- scala nel record geologico. La SGP ha intrapreso contatti con membri della Società Italiana di Paleontologia (SPI) per poter svolgere attività di comune interesse. Un ultimo progetto di cui si è fatta promotrice la sezione riguarda la cartografia geologica dei pianeti, argomento in cui la comunità italiana ha un ruolo preminente in Europa grazie al finanziamento di progetti europei. La carta geologica è la sintesi dell'intera conoscenza della zona in oggetto e proprio per la quantità di informazioni che racchiude necessita, così come per la cartografia geologica terrestre, la formalizzazione di regole e standard comuni. Il principale problema negli studi planetari riguarda l'utilizzo di dati di tipo e risoluzione diversi che devono in qualche modo essere integrati al fine di dare agli scienziati un linguaggio comune e ottimizzare lo sfruttamento dei dati disponibili evitando al tempo stesso sovrainterpretazioni.

Sezione

GEOSCIENZE forensi



Pagina web: www.socgeol.it/375/geoscienze-forensi.html

a cura di Eva Sacchi

Le Geoscienze stanno acquisendo nel mondo forense sempre maggior spazio e affidabilità. Sempre più spesso nuovi protocolli di analisi vengono elaborati dagli istituti forensi di molti Paesi europei ed extra europei e aumentano in maniera esponenziale le pubblicazioni scientifiche su nuove procedure e nuove prospettive per questa disciplina forense. Le Geoscienze sono considerate ormai in tutto il mondo un valido strumento per risolvere casi sia penali che civili, per fornire informazioni strategiche nel campo dell'intelligence e per indirizzare le indagini verso strade investigative a volte non indicate da altre scienze forensi.

Le potenzialità forensi di tutte le branche delle Geoscienze sono ormai davanti agli occhi di tutti tranne forse davanti agli occhi dei Giudici, degli avvocati, degli investigatori e degli addetti al repertamento. È ancora lunga la strada che dobbiamo percorrere per rimanere al passo di quello che sta avvenendo in Europa e nel mondo. I laboratori forensi che si occupano di Geoscienze in Europa e nel mondo stanno implementando le loro ricerche e i loro servizi specifici in questo campo.

Esiste un mondo sommerso di geologi che costantemente mettono le loro conoscenze e le loro esperienze al servizio della Giustizia ma ancora manca una coscienza comune e un progetto forte di crescita e formazione condiviso e supportato. Seminari, corsi, master sporadici non sono sufficienti se non fanno parte di una rete strutturata di formazione che parta dalla preparazione universitaria di base. La sezione di Geoscienze forensi nasce quindi anche per fare da cassa di risonanza e per sensibilizzare geologi, e non, a questo mondo forense in espansione.

La sessione conta al momento numerosi afferenti provenienti da diversi ambiti di lavoro. Alcuni lavorano o hanno avuto occasione di lavorare nell'ambito delle Geoscienze forensi, altri vorrebbero invece avvicinarsi a questa disciplina e hanno colto l'occasione per comprendere le dinamiche, a volte complesse, di questa parte delle Geoscienze ancora atipica per molti.





a cura di Giorgio Minelli



Sezione

GEORISORSE ed energia



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

La corretta gestione di tutte le georisorse costituisce la base del progresso di ogni Società evoluta. Una delle principali sfide future risiede quindi nella necessità di gestire le georisorse in modo responsabile e sostenibile in modo che anche le prossime generazioni possano soddisfare i loro bisogni. La Società Geologica Italiana, fondata a Bologna il 29 Settembre 1881 è la più antica e rappresentativa associazione scientifica italiana nel campo delle geoscienze e si adopera per il progresso, la promozione e la diffusione delle conoscenze geologiche nei loro aspetti teorici e applicativi ed è in questo quadro che si inserisce la Sezione Georisorse ed Energia della Società Geologica Italiana.

La Sezione si interessa dell'esplorazione e dello sviluppo di risorse energetiche, quali idrocarburi e geotermia affrontando anche le tematiche dello stoccaggio di CO₂ e di gas e le problematiche relative. La Sezione di Georisorse ed Energia della Società Geologica Italiana ha tra i suoi scopi quello di favorire la conoscenza delle attività e delle ricerche in questi settori favorendo le collaborazioni e le sinergie tra i operatori privati e pubblici, italiani e non.

I punti focali dell'attività della Sezione di Georisorse ed Energia della Società Geologica Italiana sono: la crescita culturale di coloro che si occupano di georisorse ed energia favorendo la diffusione, la condivisione di tutte le informazioni utili per l'attività degli afferenti in particolare dei giovani studenti e laureati.

Tale obiettivo è raggiunto attraverso l'organizzazione e/o il patrocinio di:

- seminari, workshop e corsi di specializzazione
- attività didattiche divulgative
- occasioni di interazione con analoghe Sezioni di Società estere, con il mondo del lavoro, con associazioni categoriali ed enti pubblici.

Per queste attività la Sezione di Georisorse ed Energia della Società Geologica Italiana si avvale oltre che dei Soci anche di esperti provenienti dal mondo accademico e dell'industria italiana ed estera. L'adesione alla Sezione di Georisorse ed Energia della Società Geologica Italiana è libera e gratuita per i Soci della Società Geologica Italiana. Possono aderire alla Sezione anche non Soci della Società Geologica Italiana che non usufruiranno delle facilitazioni previste per i Soci.

Nel 2019 la sezione Sezione "Georisorse e Energia" della Società Geologica Italiana ha curato attraverso la incommensurabile pazienza di Fabrizio Agosta la pubblicazione di alcuni degli interventi presentati alla sessione "Geofluids and Energy for the XXI Century" al Congresso della Società Geologica Italiana svolto a Catania nel 2018. www.hindawi.com/journals/geofluids/si/395352

La Sezione ha inoltre patrocinato le seguenti iniziative:

- Scuola Piali 2019 (quota di iscrizione ridotta per i soci della SGI) svolta a Perugia dal 1 al 4 ottobre 2019 dal Dr Stefan Back (Giorgio Minelli)



Foto 2 - Petroleum Geology Student Contest 2020. Visita impianto di perforazione Eni.

- Carbon capture and storage, summer school 18-22 giugno Carbonia (Sabina Bigi)
- Vienna EGU annual meeting 2019: new frontiers in thermal evolution of sedimentary basins: tools and applications (Sveva Corrado)
- Petroleum Geology Student Contest Calvello (PZ) 23-25 Ottobre 2019 (Fabrizio Agosta, Sergio Longhitano) (foto 1,2,3)

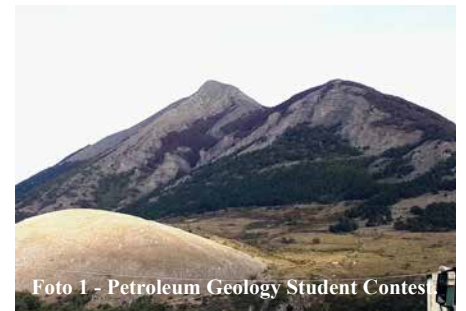


Foto 1 - Petroleum Geology Student Contest

Nel 2020 la Sezione di Georisorse ed energia patrocinerà i seguenti eventi:

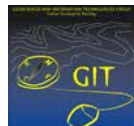
- ENOS International Master Course on CO₂ Geological Storage presso l'Università La Sapienza di Roma e l'Università di Zagabria (Sabina Bigi)
- Congresso Internazionale di Sedimentologia Tidale, (Matera 31-2 Settembre 2020) (Sergio Longhitano) www.tidalites2020.it
- Multiview Photogrammetry and Virtual Outcrop Models (Napoli 17-19 Febbraio 2020) (Stefano Mazzoli)
- Scuola Piali 2020 (Giorgio Minelli)
- Vienna EGU annual meeting 2020: metodi paleotermici di analisi di bacini sedimentari (Sveva Corrado)
- Short course "Sustainability & Energy transition: perspectives for the next generation of geoscientists" presso Università Roma tre (Pierluigi Vecchia, Sveva Corrado)
- Sessione sulle Georisorse ed energia al 90° Congresso della Società Geologica Italiana (Trieste 16-18 settembre 2020)
- Shell - uncam Geoscience Workshop: 1. Seismic interpretation to unlock subsurface geology - 2. How carbonate reservoirs work (Divisione di Geologia, Scuola di Scienze e Tecnologie, Università di Camerino; 4-5 maggio 2020).
- The structure and growth of fault zones (Dip. to Scienze della Terra, dell'Ambiente e delle Risorse, Università di Napoli Federico II; 16-17 giugno 2020).



Foto 3 - Petroleum Geology Student Contest 2020, premiazione.

Sezione

GEOSCIENZE e tecnologie informatiche



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

Relazione 2019 LA SEZIONE

La Sezione di Geoscienze e Tecnologie Informatiche (Geosciences & Information Technologies - GIT), all'interno della Società Geologica Italiana, si prefigura come l'ambito multi-disciplinare ideale di incontro, confronto e dialogo tra studenti, giovani laureati, dottorandi, ricercatori, liberi professionisti e amministratori di enti pubblici e privati, interessati alla progettazione, sviluppo e applicazione di soluzioni metodologicamente innovative per l'analisi e la gestione dei dati ambientali nell'ambito delle Geoscienze. Tale multidisciplinarietà è ben rappresentata all'interno della Sezione, favorendo un costante arricchimento scientifico e applicativo dei Soci attraverso confronti e collaborazioni a carattere trasversale.

Riunione ANNUALE GIT-2019

Si è svolto a Melfi (Pz) nei giorni 16-19 giugno 2019, presso il Castello Normanno-Svevo, il XIV Convegno Nazionale della Sezione di Geoscienze e Tecnologie Informatiche - GIT della Società Geologica Italiana. Il Convegno ha ricevuto il patrocinio da "Fondazione Matera Basilicata 2019 - Capitale Europea della Cultura" (e la concessione all'uso del relativo logo), dal Polo Museale della Basilicata, dalla Regione Basilicata, dalla Città di Melfi e dall'Ordine Regionale dei Geologi, oltre che da undici tra Università ed Enti di Ricerca. Il convegno ha visto la partecipazione di circa 200 iscritti ed è stato occasione di incontro, confronto e dibattito sul ruolo dell'ICT (Information & Communication Technology) a supporto delle Geoscienze.

Il Convegno, come da tradizione della Sezione GIT, ha incentivato la partecipazione dei giovani ricercatori attraverso l'assegnazione del Premio Evaristo "Ivo" Ricchetti (del valore di 1.000 €), giunto alla sua IX edizione, che quest'anno è stato assegnato alla dott.ssa Natalia Ferrantello (del Dipartimento di Ingegneria per l'Ambiente, la Terra e le Infrastrutture del Politecnico di Torino) per la presentazione: "Modello accoppiato a supporto della progettazione di interventi di nanoremediation di acquiferi contaminati".

Inoltre, la Commissione valutatrice ha proposto due menzioni speciali; la prima alla dott.ssa Costanza Gamberini (del Dipartimento di Ingegneria per l'Ambiente, la Terra e le Infrastrutture, Politecnico di Torino) per la presentazione del lavoro: "Observation and modelling of large wood dynamics in braided rivers"; la seconda alla dott.ssa

a cura di Simone Sterlacchini



Convegno - Partecipanti nella Sala del Trono del Castello normanno-svevo di Melfi (a sinistra). Un momento della premiazione della dott.ssa Ferrantello con assegnazione del Premio Evaristo "Ivo" Ricchetti da parte dello Sponsor CIALAB s.r.l.

Chiara Zuffetti (del Dipartimento di Scienze della Terra "A. Desio", Università degli Studi di Milano) per la presentazione del lavoro: "Modelling complex tectonosedimentary architectures at the southern margin of the Quaternary Po Basin (Italy)".

Il convegno, nella giornata di domenica 16 giugno, ha visto organizzazione, da parte del dott. G. Colangelo, Presidente dell'Ordine Regionale dei Geologi della Basilicata, di un pre-field trip dal titolo: "Il complesso vulcanico del Vulture". Lunedì 17 giugno hanno presenziato all'apertura dei lavori il Prof. S. Conticelli, Presidente della Società Geologica Italiana, e la dott.ssa M. Ragozzino, Direttrice Polo Museale Regionale della Basilicata. È quindi seguita la Keynote Lecture: "GIS Tools and Geomorphic Methods for Flood Risk Mapping", tenuta dalla prof.ssa Aurelia Sole, Rettore dell'Università degli Studi della Basilicata. I lavori congressuali sono poi proseguiti, nelle giornate di lunedì e martedì, attraverso l'organizzazione di 10 sessioni parallele (per un totale di 76 orali e 41 poster), presiedute

da 42 conveners a rappresentanza del mondo accademico e della ricerca, delle realtà produttive e della Pubblica Amministrazione; ciò a favorire un "circolo virtuoso" tra ricerca, realizzazione e utilizzo delle soluzioni progettate, sfruttando le migliori tecnologie al momento disponibili.

Martedì 18 giugno si è tenuta, in tarda mattinata (dalle



12.00 alle 13.30), la Riunione Annuale dei Soci GIT, un momento di confronto e di discussione al fine di analizzare criticamente quanto realizzato nell'ultimo anno e di proporre un calendario di attività per l'anno a seguire. A chiusura dei lavori del secondo giorno, è stato organizzato dall'INGV, dal CNR-IDPA di Milano e da ESRI Italia un incontro con gli studenti delle Scuole Secondarie di Secondo Grado del Territorio dal titolo: "La Scienza incontra il "cittadino del futuro" - gli studenti tra tecnologia e consapevolezza dei rischi".

Pubblicazione DEL VOLUME TEMATICO GIT 2019 - RENDICONTI ONLINE

Nel mese di luglio 2019 è stato pubblicato il Volume ROL 48/2019 contenente le short notes relative ai lavori presentati nel corso del XIII Convegno Nazionale delle Sezioni di Geoscienze e Tecnologie Informatiche e di Idrogeologia della Società Geologica Italiana - GIT-SI 2018, tenuto a Sarzana (Sp). Il percorso di allestimento del volume, iniziato nel mese di giugno 2018 con la call for papers e proseguito nel mese di settembre 2018 con la prima consegna dei manoscritti alla Redazione dei Rendiconti Online della Società Geologica Italiana, è stato supportato da 4 responsabili della Sezione GIT (Giulia Bossi, Alessandro Casasso, Giovanna de Filippis, Matia Menichini & Simone Sterlacchini) che hanno curato l'individuazione dei revisori e i rapporti con gli autori.

Supporto all'azione di allestimento DEL VOLUME TEMATICO GIT 2020 - RENDICONTI ONLINE

È iniziata nel mese di luglio 2019 (ed è tutt'ora in corso) l'attività volta alla pubblicazione dei lavori scientifici presentati nel corso del XIV Convegno Nazionale della Sezione di Geoscienze e Tecnologie Informatiche della Società Geologica Italiana - GIT 2019, tenuto a Melfi (Pz), sui Rendiconti Online della Società Geologica Italiana. Tale azione viene supportata da 3 rappresentanti della Sezione GIT (Alessandro Casasso, Matia Menichini & Stefano Crema), oltre che dalla Segreteria GIT, che cureranno l'individuazione dei futuri revisori e i rapporti con gli autori.

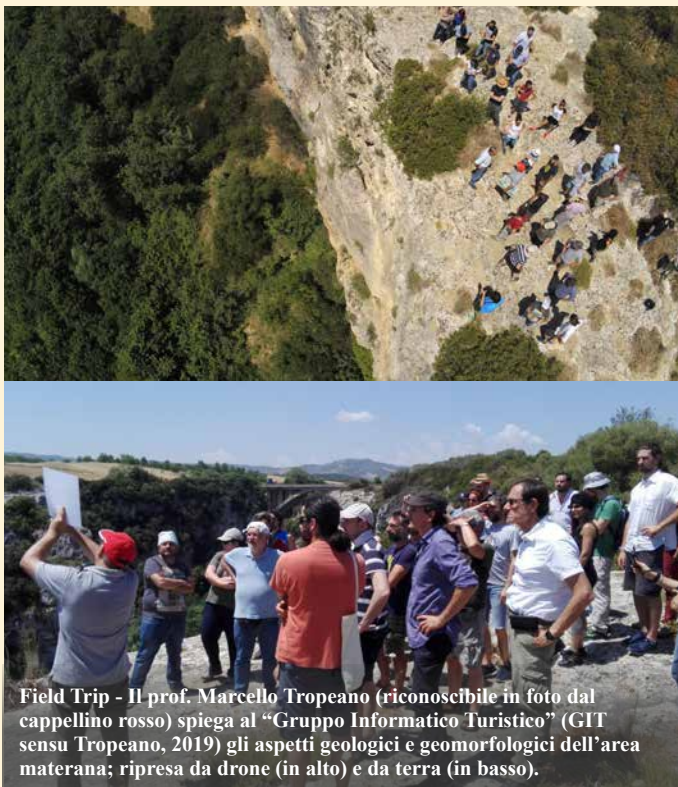
Patrocinio, supporto scientifico e partecipazione A CORSI DI FORMAZIONE E WORKSHOP

La Sezione GIT, durante il 2019, ha concesso il proprio supporto scientifico alle seguenti iniziative:

1. "2nd International LIFE REWAT Summer School - Digital water management and water-related agroecosystem services geostatistics, hydroinformatics and groundwater flow numerical modelling", 9-20 Settembre 2019, presso la Superiore Sant'Anna di Pisa.
2. Sessione GI3.5/GM2.11/SSS12.7 "Learning from spatial data: unveiling the geo-environment through quantitative approaches", EGU General Assembly 2019, Vienna 10 aprile 2019.
3. Sessione "Geosphere-anthroposphere interlinked dynamics: geocomputing and new technologies", Convegno Internazionale Terraenvision 2019, Barcellona 2-7 settembre 2019.
4. Special Issue "Learning from spatial data: unveiling the geoenvironment through quantitative approaches", Environmental Earth Sciences (Guest Editors: S. Trevisani, M. Cavalli, J. Golay, P. Pereira).

Organizzazione XV RIUNIONE ANNUALE GIT-2020

È in corso di organizzazione il XV Convegno Nazionale delle Sezioni "GIT-Geosciences and Information Technologies", "SI-Sezione di Idrogeologia" e "SG-Sezione Giovani" della Società Geologica Italiana che si svolgerà nei giorni 14-17 giugno 2020, presso il Centro Culturale San Gabriele nel Comune di Isola del Gran Sasso d'Italia (Te).



Field Trip - Il prof. Marcello Tropeano (riconoscibile in foto dal cappellino rosso) spiega al "Gruppo Informatico Turistico" (GIT sensu Tropeano, 2019) gli aspetti geologici e geomorfologici dell'area materana; ripresa da drone (in alto) e da terra (in basso).

L'incontro ha avuto lo scopo di analizzare il tema della percezione e della consapevolezza dei rischi a favore dello sviluppo di una resilienza pro-attiva a livello degli studenti partecipanti (i "cittadini del futuro") che vivono, consapevolmente o inconsapevolmente, in zone soggette a varie tipologie di rischio. L'incontro ha ricevuto il patrocinio da "Fondazione Matera Basilicata 2019 - Capitale Europea della Cultura".

Nella giornata conclusiva del 19 giugno si è svolto il field trip (con circa 30 iscritti): "La geologia dell'area di Matera", organizzato dal prof. Marcello Tropeano dell'Università degli Studi di Bari con la collaborazione dei prof. V. Festa, L. Sabato e M. Schiattarella dell'Università degli Studi di Bari.



Sezione

GEOsed



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

L'Associazione Italiana di Geologia del sedimentario (GEOsed) è stata fondata in occasione della riunione annuale del Gruppo Informale di Sedimentologia (GIS), tenutasi a Pescara, il 20 ottobre 2002, e istituita formalmente nel marzo 2003. Nel corso della riunione di Pescara si ritenne opportuno sciogliere il GIS al fine di costituire un'associazione ad ampio respiro multidisciplinare, con l'ambizione di coinvolgere coloro che in qualunque ambito (accademico, di ricerca, istituzionale, industriale e della libera professione) fossero interessati degli aspetti scientifici, culturali, economici e sociali legati alla Geologia del Sedimentario. Un moderno approccio a tale tematica non può non essere interdisciplinare richiedendo il contributo di specialisti di varie discipline che studiano i processi fisici, chimici e biologici che si sviluppano in qualunque scala spazio-temporale.

Nel settembre 2013, alla fine del XIII Congresso tenutosi a Roma, i soci hanno accolto e votato positivamente la proposta di includere GEOsed come una sezione della Società Geologica Italiana con il principale obiettivo di riunire tutti i soci della Società Geologica Italiana che abbiano interesse alle tematiche proprie della stratigrafia fisica, sedimentologia, petrografia del sedimentario, paleoclimatologia e paleogeografia. La sezione coinvolge ricercatori di enti pubblici e privati, studenti, dottorandi, post-dottorandi e liberi professionisti e promuove lo studio e la ricerca di tutti gli aspetti della geologia del sedimentario compresi quelli applicativi relativi alle risorse energetiche (e alla tutela e conservazione del patrimonio geologico-ambientale). Successivamente all'adesione come sezione della SGI, i congressi GEOsed si sono tenuti a Cagliari nel 2015 (XIV Congresso) e nel 2017 a Perugia (XV Congresso). Nel 2019 non si è tenuto il XVI Congresso perché molti dei soci sono stati già attivamente coinvolti nell'organizzazione del 34° Meeting IAS (International Association of Sedimentologists; <http://iasroma2019.org/>).

Dal 2016, in occasione della riunione annuale di GEOsed, sono stati organizzati gli "Incontri di Geologia". Questi ultimi si esplicano attraverso delle relazioni ad invito non solo di accademici di rilievo ma anche di giovani ricercatori e rappresentano un momento fondamentale di confronto, informazione e di crescita scientifica e di coordinamento dell'attività di ricerca. In particolare, l'incontro del 2018 (3° Giornata "Incontri di geologia") è stato focalizzato sugli approcci di ricerca innovativi e interdisciplinari proposti da giovani ricercatori provenienti da diversi atenei italiani (Torino, Bari, Padova, Siena, Perugia, Roma La Sapienza, Bologna e Cagliari). In occasione di questo incontro, i colleghi Marco Mancini, Gian Paolo Cavinato, Cristina Di Salvo, Massimiliano Moscatelli, Francesco Stigliano hanno organizzato un'escursione nell'area archeologica centrale di Roma che ha affrontato tematiche rilevanti come la geoarcheologia e la microzonazione sismica. L'escursione è consistita in una gradevole e agevole passeggiata lungo un percorso cittadino nel centro di Roma, con fermate al Colosseo, al Circo Massimo, al Foro Romano e al Campidoglio. La quarta edizione degli "Incontri di Geologia" si è svolta a Roma – La Sapienza lo scorso 28 Novembre. In questa

a cura di Marco Brandano

occasione sono stati invitati ad illustrare le recenti frontiere della ricerca nella Geologia del Sedimentario:

- Alessandro Iannace dell'Università di Napoli ha presentato il prossimo congresso Bathurst 2023 e proposto un interessante excursus relativo al trasporto e alla sedimentazione dei carbonati, dal mare al continente;
- Sergio Longhitano (Università della Basilicata) ha presentato il prossimo congresso Tidalites 2020 (www.tidalites2020.it) e ci ha reso partecipi della "(ri)stretta" conoscenza geologica degli stretti.
- Infine Massimiliano Ghinassi (Università di Padova) ha illustrato le tematiche e l'organizzazione del prossimo congresso ICFS 2021 (International Conference on Fluvial System) e ci ha parlato dei depositi di fiumi meandriformi.
- La sezione GEOsed intende proporre con frequenza riunioni, convegni e workshops al fine di promuovere scambi di idee e di progetti anche interdisciplinari coinvolgendo vari gruppi di ricerca ed altri settori delle Scienze della Terra. A tal proposito la prossima assemblea si terrà durante il congresso della SGI a Trieste di settembre 2020 (www.geoscienze.org/trieste2020). La sezione inoltre intende organizzare attività seminariali e corsi brevi mirati alla formazione di studenti e dottorandi. GEOsed e incoraggia le ricerche italiane all'estero inerenti ai vari aspetti della geologia del sedimentario attraverso collaborazioni, progetti e varie forme di scambio scientifico. L'attuale comitato GEOsed, insediato nell'ultima assemblea dei soci, è così costituito:
 - Marco Brandano (Università di Roma La Sapienza, Presidente)
 - Amalia Spina (Università di Perugia, Segreteria)
 - Daniela Ruberti (Università di Caserta, Tesoriere)
 - Massimo Moretti (Università di Bari, iniziative, eventi e sito web)
 - Ivan Martini (Università di Siena, comunicazioni)

Auspichiamo un aumento di adesioni alla nostra sezione GeoSed e una crescente collaborazione anche con esperti di altri settori disciplinari delle Scienze della Terra. Ricordiamo che l'iscrizione non prevede una quota associativa obbligatoria, ma all'atto della registrazione, contestualmente all'iscrizione alla SGI, si deve solo indicare la volontà di afferire alla Sezione GEOsed cliccando sull'apposita casella. Analogamente a quanto accade in altre sezioni della SGI, per chi volesse liberamente contribuire, può versare una quota pari a 20 € da utilizzare per le attività della sezione.

Ci vediamo a Trieste!

Il Comitato GEOsed



Stratificazione incrociata prodotta dalla migrazione di dune sottomarine nel Membro di Bonifacio (Formazione di Bonifacio, Miocene Inferiore-medio, Corsica Meridionale).



a cura di Marco Pantaloni e Alessio Argentieri

Geoitalians did it better, OVVERO "DEL PRIMATO ITALIANO NELLA GEOLOGIA TRA IL XVI E IL XVIII SECOLO"



Sezione *storia delle* **GEOSCIENZE**

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

L'Italia può essere considerata, a pieno titolo, uno dei paesi fondatori della moderna geologia.

Per individuare le origini del primato italiano in questo campo bisogna tornare indietro nel tempo, tra il XVI e il XVIII secolo, quando i confini tra le discipline scientifiche erano labilmente definiti e gli studiosi erano al tempo stesso medici, botanici, astronomi, geologi, naturalisti, chimici e forse anche un po' stregoni ...

Già il termine "Geologia" ha origini italiane: fu infatti Ulisse Aldrovandi, padre delle Scienze naturali, che nel 1603 a Bologna coniò il termine destinato ad essere universalmente condiviso.

Per avvalorare l'indiscusso predominio culturale italiano nell'ambito delle scienze geologiche in quei decenni rimandiamo al lavoro di Gian Battista Vai (in *Light and shadow: the status of Italian geology around 1807*. Geological Society of London, Special Publications, 2009; 317: 179-202), che analizza in maniera dettagliata la produzione scientifica italiana nel periodo 1759-1859; è acclarata la presenza di almeno 40 lavori fondamentali in ambito geologico realizzati, tra gli altri, da Arduino, Targioni-Tozzetti, Soldani, Spallanzani, Marzari-Pencati, Catullo, Pilla, Sismonda, Scarabelli, Gemmellaro.

Lo stesso Vai riporta poi un eclatante case history: l'influenza che la "Conchiologia fossile subapennina" di Giambattista Brocchi ebbe sui "Principles of Geology" di Charles Lyell. La Conchiologia di Brocchi non è "soltanto" una monografia paleontologica, ma un vero e proprio trattato di geologia regionale che, con linguaggio conciso e stile moderno, conduce alla geologia del XVIII secolo. L'obiettivo del libro è ben chiaro: "Lo scopo di quest'opera è di porgere una serie di documenti che tendono a dilucidare l'antica storia del globo" (Introduzione, pag. 7). Vai evidenzia la presenza, nei Principles, di almeno 70 pagine frutto di una traduzione diretta o riassunte dalla Conchiologia; più genericamente gran parte delle considerazioni che Lyell sviluppa nel suo



Fig. 1 - Frontespizio della "Conchiologia fossile subapennina" di Giambattista Brocchi, pubblicata nel 1814.

trattato derivano da osservazioni da lui compiute in Italia, spesso accompagnato e guidato da geologi italiani. In generale, il fascino che la cultura italiana esercitava su Lyell era comunque enorme; a riprova di ciò sta la citazione che Lyell fa della Divina Commedia ("Dinanzi a me non fur cose create se non eterne") e l'eloquente asserzione contenuta nell'introduzione della prima edizione dei Principles: "Geology has been an Italian science".

Nel prosieguo del XIX secolo, molti geoscientisti italiani contribuirono, ciascuno nella propria disciplina, allo sviluppo del pensiero scientifico moderno e laico. Dopo l'Unità del Regno d'Italia, molti di questi scienziati furono chiamati a ricoprire incarichi pubblici in ragione sia delle virtù patriottiche, sia delle profonde competenze tecniche, contribuendo significativamente alle fasi di strutturazione e successivo consolidamento dello Stato unitario. È proprio nella seconda metà dell'Ottocento che nacque e si sviluppò il primo progetto nazionale di "Big Science": la realizzazione della Carta Geologica d'Italia. Questa lunga



Fig. 2 - Carta geologica delle Alpi occidentali in scala 1:400.000 (Roma, 1908), realizzata dal R. Ufficio geologico con i rilevamenti di Secondo Franchi, Ettore Mattiolo, Vittorio Novarese, Augusto Stella e Domenico Zaccagna.

e complessa vicenda, seppur contraddistinta da alterne fortune e tuttora incompiuta, ha segnato lo sviluppo della geologia nazionale anche attraverso il XX secolo.

Un momento esaltante per le giovani scienze geologiche italiane, legato allo sviluppo della cartografia, fu la pubblicazione da parte del R. Ufficio geologico della Carta geologica delle Alpi occidentali in scala 1:400.000 (Roma, 1908), di cui furono coautori Secondo Franchi, Ettore Mattiolo, Vittorio Novarese, Augusto Stella e Domenico Zaccagna: il celebre geologo svizzero Emile Argand la definì "inestimabile document moderne" e "opera magistrale del R. Ufficio Geologico", sancendo con tale apprezzamento il riconoscimento della maturità scientifica raggiunta a livello europeo dalla comunità geologica italiana. Il bagaglio di esperienze e conoscenze maturate dai nostri rilevatori sul territorio nazionale e oltre i confini ha portato la comunità geoscientifica italiana a contribuire in maniera significativa al progresso delle geoscienze a livello internazionale, varcando le soglie del XXI secolo.

Sezione storia delle GEOSCIENZE

La Sezione di Storia delle Geoscienze E IL PROGETTO GEOITALIANI



Fig. 3 - Il gruppo dei congressisti del convegno "In guerra con le aquile" durante l'escursione del 19 settembre 2015 al Piccolo Lagazuoi.

La Società Geologica Italiana ha avviato un percorso di recupero delle proprie radici scientifiche e culturali. Per tali motivi nel 2012, durante la presidenza di Carlo Doglioni, fu istituita la Sezione di Storia delle Geoscienze, con l'auspicio di rinnovare il ruolo propulsivo che la comunità geologica ha svolto nella storia d'Italia.

Il 7 dicembre 2012, nell'Aula del Dipartimento di Scienze della Terra della Sapienza a Roma, si svolse la Conferenza "Le Geoscienze tra passato e futuro", in concomitanza con l'Assemblea generale dei Soci. Il convegno tenne a battesimo, in un'aula gremita, due nuove sezioni societarie: quella di Geologia Stratigrafica e Sedimentologia (GEOSED) e quella di Storia delle Geoscienze. Come ogni vicenda che si rispetti, la nostra ha avuto un suo prologo gestazionale: alcune voci su geologi redatte per l'Istituto Treccani e pubblicate sul Dizionario Biografico degli Italiani; alcuni articoli sulla storia della cartografia geologica in Italia; la giornata in memoria di Renato Fuciniello nel 2010; la partecipazione alle celebrazioni dei 150 anni dell'Unità d'Italia; la mostra "Unità di misura e misura dell'Unità" al Festival della Scienza di Genova - edizione 2011; la partecipazione al convegno GNGTS a Potenza nel novembre 2012.

Allora non c'era dietro un'organizzazione, solo un interesse che cresceva. Nel gennaio 2013, al rinnovo delle iscrizioni alla SGI, la Sezione contava in tutto 10 membri, inclusi gli scriventi due cofondatori; primo adepto Giorgio Vittorio Dal Piaz, mentore della prima ora dell'iniziativa.

È stato quindi avviato un percorso di aggregazione di tutti coloro che avevano interesse a contribuire a questa attività, anche se provenienti da diverse formazioni scientifiche e culturali. Agli studiosi esperti si

Il presente È LA CHIAVE DEL PASSATO E IL PASSATO È LA CHIAVE DEL FUTURO ...

Nella storia recente episodi tragici e controversi, eventi catastrofici, scelte inadeguate, mancanza d'attenzione da parte delle istituzioni hanno periodicamente segnato il percorso delle geoscienze, causando battute d'arresto e compromettendo a più riprese il rapporto tra comunità tecnico-scientifica, organi decisionali e opinione pubblica del nostro Paese. Ma proprio in un momento delicato come quello che l'Italia sta attraversando è più che mai necessario mantenere vivo l'impegno della comunità delle geoscienze, per poter continuare a dare un valido contributo alla società, anche in termini di tutela dell'ambiente e del territorio, prevenzione delle calamità naturali e protezione civile, definizione e sviluppo di un piano energetico nazionale, mitigazione

degli effetti legati ai cambiamenti climatici. A nostro avviso, questo processo non può che ripartire dalla ricerca delle proprie radici, dai giganti sulle cui spalle poggiamo: mutuando l'inossidabile principio dell'Attualismo, il presente è la chiave del passato e il passato è la chiave del futuro ...

Ci siamo dati un ulteriore obiettivo: il coinvolgimento di tutte le componenti del variegato mondo che opera intorno ai temi geologici. L'interesse viene dimostrato in molte occasioni, sia nell'ambito professionale che in quello della didattica; in particolare la nostra attenzione viene indirizzata verso la componente educativa cercando di raggiungere la vasta platea degli studenti, cooperando per il raggiungimento dello scopo principale della Società e cioè "il

progresso, la promozione e la diffusione delle conoscenze geologiche".

Dalla data della fondazione, quindi, le attività della Sezione si sono sviluppate con continuità attraverso l'organizzazione di congressi, l'organizzazione e la partecipazione a seminari e convegni, la pubblicazione di articoli scientifici e divulgativi su riviste nazionali e internazionali, sul blog della Sezione (www.geoitaliani.it) e, non ultimo, attraverso la diffusione di notizie sulla pagina Facebook (www.facebook.com/geoitaliani) e su Twitter ([@geoitaliani](https://twitter.com/geoitaliani)).

La Sezione di Storia delle Geoscienze della Società Geologica Italiana guarda al passato puntando verso il futuro.

sono aggiunti progressivamente neofiti o appassionati, creando intorno alla Sezione di Storia delle Geoscienze una rete di connessione tra diverse professionalità: oltre ai molti geologi, sono attivi alcuni naturalisti, botanici, fisici, ingegneri e, motivo di vanto per la sezione, diversi umanisti di varia estrazione. I contributi interdisciplinari alle attività accrescono il valore e il significato epistemologico delle ricerche sviluppate dalla Sezione.

Con l'attivazione nel marzo 2013 del blog GEOITALIANI (www.geoitaliani.it), che ospita testi arricchiti da immagini storiche e/o contenuti multimediali, si è voluto contribuire alla ricostruzione della storia delle Scienze della Terra in Italia attraverso il ricordo delle figure scientifiche degli uomini e delle donne che in tali campi hanno operato: dai pionieri delle scienze naturali e dai padri fondatori delle moderne discipline geologiche, sino a coloro che hanno condotto le geoscienze italiane verso il XXI secolo.

Oltre alle commemorazioni di personaggi del passato, siano essi protagonisti che comprimari, gli argomenti affrontati spaziano dalla descrizione di eventi storici, di località caratterizzate da peculiarità geologiche o geomorfologiche, fino a commenti e riflessioni sul ruolo della geologia e della divulgazione della disciplina. Le pagine del blog GEOITALIANI costituiscono l'embrione di un portale di storia delle Geoscienze in Italia: un "luogo della memoria collettiva" in cui far confluire in maniera organizzata e sistematica il ricco patrimonio bibliografico ed iconografico esistente sui geoscientisti italiani e sulle ricerche da loro realizzate. Attraverso le loro storie è possibile ricostruire la nascita e l'evoluzione della nostra disciplina e trarre ispirazione per costruire il futuro delle geoscienze in Italia.

Il momento di svolta del progetto GEOITALIANI è senza ombra di dubbio il primo evento nazionale - o meglio transnazionale - interamente curato e sviluppato dalla Sezione di Storia delle Geoscienze: il Convegno "In guerra con le aquile. Geologi e cartografi sui fronti alpini del Primo Conflitto Mondiale" tenutosi nel mese di settembre 2015 presso il MUSE di Trento, in occasione del

centenario dell'ingresso dell'Italia nella Grande Guerra. A corollario, l'escursione post-congresso attraverso alcuni dei luoghi simbolici dei fronti alpini: Passo Gardena, Val Badia, Passo Falzarego e Passo Valparola, Forte Tre Sassi, Piccolo Lagazuoi, Rovereto, la Vallarsa, il Forte Pozzacchio/Valmorbia. L'iniziativa congressuale, realizzata in collaborazione tra Società Geologica Italiana, MUSE, ISPRA e GBA - Geologische Bundesanstalt austriaco, ha ottenuto il patrocinio del Consiglio Nazionale dei Geologi e della Presidenza del Consiglio dei Ministri - Struttura di missione per la commemorazione del centenario della Prima Guerra Mondiale.

Molte altre iniziative si sono susseguite dopo Trento, di cui citiamo le principali: l'allestimento nel 2016 della mostra "Montagne in guerra: uomini, scienza, natura sul fronte dolomitico 1915-1918", organizzata dal MUSE Museo delle scienze presso il Museo geologico di Predazzo; l'organizzazione nel 2016 della Sessione "Three centuries of Geology in Italy", nell'ambito dell'88° Congresso Nazionale di Napoli della Società Geologica, che ha visto la Storia della geologia riaffacciarsi dopo moltissimi anni in un Congresso societario; nel 2018, al Congresso di Catania della Società Geologica, la sessione "History of geosciences and Geoethics: the right way for social responsibility"; nel 2019 il Convegno a Roma dedicato a Bruno Accordi e alla scuola geologica romana" e la collaborazione all'organizzazione della 13th International Conference on Military Geosciences tenutasi a Padova.

Particolarmente significativa è stata poi l'affiliazione della Sezione, dal mese di giugno 2017, alla International Commission on the History of Geological Sciences (INHIGEO), una delle Commissioni dell'International Union of Geological Sciences (IUGS). La Sezione di Storia delle Geoscienze della Società Geologica è diventata, quindi, una delle 12 associazioni internazionali affiliate alla Commissione. La presenza della Sezione nella Commissione INHIGEO ha aperto la possibilità di sviluppare nuovi temi e nuove linee di attività stabilendo correlazioni tra le Società di storia della geologia che operano negli altri paesi e offrendo potenzialità di diffusione internazionale delle ricerche svolte nel nostro paese. Nel 2019, il paese che ha ospitato la riunione annuale della Commissione INHIGEO è stato proprio l'Italia; l'evento si è svolto nel mese di settembre presso l'Università dell'Insubria a Varese e Como durante il quale i membri della Sezione, oltre alla partecipazione nell'organizzazione dell'evento, hanno contribuito con numerose ricerche e collaborato nell'organizzazione del post meeting field trip, che ha visto i partecipanti percorrere i luoghi più significativi delle Alpi lombarde e piemontesi.

Un altro importante risultato è l'istituzione del premio biennale "Quintino Sella per la Storia delle Geoscienze", dedicato a Nicoletta Morello e Bruno Accordi, i due pionieri dello studio della storia della geologia in Italia, la prima dal versante umanistico e l'altro da quello scientifico. Il Premio fortemente voluto dalla Sezione, patrocinato e finanziato dalla Fondazione Sella, è destinato a riconoscere e incoraggiare l'opera di giovani studiosi, a suggellare l'incontro tra la cultura scientifica e quella epistemologica; il riconoscimento verrà assegnato nel 2020 all'autore del miglior lavoro scientifico nel campo della Storia delle geoscienze pubblicato su riviste nazionali o internazionali.



Fig. 4 - I partecipanti all'escursione del Convegno del 1920 della Società Geologica Italiana, presieduta quell'anno da Giorgio Dal Piaz che si tenne, dopo la lunga pausa della 1a Guerra Mondiale, nelle "Terre redente" (foto Archivio Dal Piaz).

Sezione

GEOETICA e cultura geologica



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

Geoetica: DEFINIZIONE, VALORI, OBIETTIVI

Le ragioni della nascita della Geoetica sono legate al crescente impatto che le attività umane stanno avendo sull'ambiente naturale e che minacciano la qualità della stessa vita umana sul pianeta. Ma le origini di una riflessione etica nel campo delle Scienze della Terra si possono rintracciare già nel 1873, nel pensiero del geologo italiano, nonché abate, Antonio Stoppani, il primo a parlare di "Era antropozoica", ovvero di un tempo geologico dominato dalle attività umane, un'epoca, dice Stoppani, "in cui gli esseri umani si pongono come una nuova "forza geologica" sul pianeta". Un concetto davvero moderno per l'epoca in cui fu formulato, per molti versi anticipatore del più moderno concetto di Antropocene proposto da Stoermer negli anni Ottanta e definito dal Premio Nobel Paul Crutzen nel 2003. Stoppani anticipa un concetto oggi facile da concepire e comprendere, ma allora certamente no. Oggi, con Antropocene ci riferiamo a quel momento della storia geologica della Terra in cui le attività umane sono diventate capaci di modificare gli ecosistemi e alcuni processi naturali della Terra.

La geoetica nasce come riflessione sull'impatto di alcuni fattori antropici sul pianeta, fattori come lo sviluppo tecnologico e industriale, la crescita imponente della popolazione e la conseguente enorme espansione urbanistica, l'aumento del consumo di suolo e della domanda di risorse naturali, fattori tutti che hanno incrementato gli effetti dell'interazione umana con il sistema Terra, mostrando la necessità di considerare con maggiore attenzione questioni come la sostenibilità ambientale, la difesa e la mitigazione dei rischi naturali, l'uso accorto e lungimirante delle risorse della Terra, la riduzione dell'inquinamento e delle sue inevitabili ripercussioni sulla salute umana e sul clima.

È per tutte queste ragioni che si è cominciato a parlare di Geoetica, a considerare le categorie che ne strutturano la base teorica, come pilastri su cui costruire consapevolezza rispetto a temi così cruciali per la nostra sopravvivenza sulla Terra, consapevolezza in primis della comunità scientifica, ma anche della società nel suo insieme.

La geoetica è stata definita come l'indagine e la riflessione sui valori su cui basare comportamenti e scelte corrette nei confronti del sistema Terra. Si occupa delle implicazioni etiche, sociali e culturali della pratica e della ricerca geologica, costituendo un punto di incontro tra geoscienze, sociologia, filosofia ed economia.

La Geoetica ha l'obiettivo di fornire riferimenti di valore che orientino verso soluzioni socio-economiche, scientificamente definite, compatibili con il rispetto dell'ambiente, la difesa del territorio, la salute e la sicurezza delle comunità umane che su quel territorio vivono. Di conseguenza affronta alcune delle più importanti emergenze ambientali locali globali, incoraggia la appropriata e corretta divulgazione dei risultati scientifici a tutte le diverse componenti della società, compresi i cittadini, in genere considerati un soggetto passivo quando si tratta di informazione scientifica e ambientale, ma che invece devono avere un ruolo attivo e comprendere che informarsi di più aumenta la possibilità di

a cura di Silvia Peppoloni

incidere sulla propria sicurezza individuale e sociale. La corretta informazione e l'adeguata educazione ai cittadini sono requisiti fondamentali per sviluppare consapevolezza tra la gente e conseguentemente senso di responsabilità nei confronti dell'ambiente, da cui come esseri umani dipendiamo, nella convinzione che prenderci cura della nostra casa comune, del suolo, dell'acqua, dell'aria significa anche salvaguardare la nostra salute. Infine, la geoetica promuove il ruolo sociale ricoperto dai geoscienti, mettendo in

evidenza le loro responsabilità nel proporre scelte e nel suggerire decisioni sul territorio che portano sempre con sé ripercussioni sul tessuto sociale ed economico.

Dunque, il campo di azione della Geoetica è molto ampio, i suoi temi numerosi, spesso interconnessi, e i suoi obiettivi sia pratici che teorici. Infatti, da una lato essa si prefigge di offrire soluzioni rispettose dei giusti equilibri esistenti in natura, attraverso l'utilizzo di strumenti specifici, come procedure condivise, protocolli, linee guida, codici deontologici, strategie d'intervento, strumenti didattici che sviluppino consapevolezza, valori e responsabilità; dall'altro essa mira soprattutto a fornire un quadro di riferimento culturale, etico e sociale, da seguire nel condurre l'attività scientifica e professionale, attività che sia realmente a servizio del benessere pubblico, come pure a valorizzare le geoscienze da un punto di vista culturale, quale gruppo di discipline capaci di sviluppare nuovi modi di concepire e indagare il nostro pianeta.

Oggi la geoetica è dotata di una base teorica, un'adeguata ricerca di base, che ha portato in pochi anni ad un gran numero di pubblicazioni scientifiche. La promozione dei suoi temi e contenuti nel dibattito scientifico sta aprendo nuove opportunità, come l'avvio di alcuni progetti di ricerca europei incentrati sulla geoetica.

È evidente che il mondo sta cambiando e le sfide economiche, sociali e ambientali richiedono anche un rinnovamento a livello culturale e scientifico. Per questa ragione la geoetica sta creando nuovi stimoli e aprendo nuove prospettive in questa direzione, senza mai trascurare una forte base di partenza scientifica.

La geoetica si fonda sul concetto di responsabilità, articolato su diversi livelli: la responsabilità verso noi stessi, nei rapporti interpersonali, la responsabilità verso la società e le future generazioni, e la responsabilità verso il sistema Terra. Per capire il senso profondo che ci lega alla Terra, vale la pena sottolineare che il prefisso "geo" non si riferisce semplicemente alla Terra (Gaia), ma ha una base etimologica più antica che significa "casa, dimora, luogo dove si dimora". La Terra è il luogo in cui abitiamo, dove i nostri antenati hanno abitato, e dove i nostri figli devono poter abitare e dunque è nostro dovere custodirla e trasferirla integra alle generazioni future.

Pertanto, il significato profondo della parola "geoetica" richiama i geoscienti alla propria responsabilità, ai propri obblighi etici, che derivano dal fatto stesso di possedere specifiche conoscenze che hanno conseguenze pratiche, tangibili sulla vita delle persone e per questo, come per i medici, la loro attività deve essere al servizio del bene comune. La nostra azione individuale e sociale di geoscienti deve rispondere a un criterio etico, che abbia come requisiti principali onestà intellettuale e integrità, che sia basato sul rispetto della verità scientifica, sulla salvaguardia del territorio e di coloro che lo abitano, sulla consapevolezza che trasmettere le nostre conoscenze scientifiche agli altri è un valore.

Per questa ragione nel 2014 è stato messo a punto una sorta di "giuramento ippocratico" per geologi, chiamato "Promessa geoetica", oggi supportato dalle più prestigiose organizzazioni internazionali di geoscienze, e che in diverse università italiane viene già pronunciato durante la cerimonia di laurea. È un giuramento analogo a quello dei medici, perché è forte l'analogia tra la responsabilità etica di un

medico e quella di un geologo: il triangolo ippocratico “medico-malattia-paziente” corrisponde alla relazione “geologo- malattia della Terra -comunità umana”, dove con “malattia della Terra” si intendono sia i fenomeni naturali potenzialmente pericolosi per l’uomo, sia le attività antropiche che hanno un impatto dannoso sul nostro pianeta. La IAPG - Associazione Internazionale per la Promozione Geoetica, di cui la questa sezione della Società Geologica rappresenta il capitolo italiano, è una piattaforma scientifica, internazionale e multidisciplinare, nata per ampliare il dibattito sui problemi etici relativi alle scienze della Terra (www.geoethics.org). Il suo obiettivo è quello di far sì che la Geoetica diventi punto di riferimento essenziale per ogni attività sul territorio, su suolo, sottosuolo, acqua e aria, e soprattutto diventi parte del sapere sociale, a disposizione di ogni cittadino, perché conoscenza significa consapevolezza che a sua volta implica assunzione di responsabilità.

Coinvolgere i cittadini nella idea di un patrimonio ambientale comune da condividere, da considerare un valore culturale, educativo e scientifico significa favorire un rinnovamento culturale nel modo di concepire e relazionarci al nostro pianeta, significa sensibilizzare l’intera società alla difesa della vita e alla ricchezza della Terra, in tutte le sue forme.

Pertanto, il compito della geoetica non si esaurisce nel formulare proposte di tipo tecnico-scientifico sulle problematiche ambientali, ma è soprattutto quello di trasmettere alla società un nuovo modo di relazionarsi alla Terra.

La Sezione di Idrogeologia ha lo scopo di aggregare i soci della Società Geologica Italiana che hanno un interesse culturale, professionale, scientifico per il mondo delle risorse idriche sotterranee nelle sue diverse sfaccettature. Le risorse idriche sotterranee rappresentano la principale risorsa idrica di acqua dolce utilizzabile dall’uomo e dalla quale dipendono gli approvvigionamenti di acqua potabile e per la produzione agricola per miliardi di persone, e lo stato di salute di molti ecosistemi.

La corretta gestione delle acque sotterranee ha come obiettivo il garantire la possibilità d’uso delle acque senza che le attività antropiche possano causare effetti indesiderabili sulla disponibilità quali-quantitativa della risorsa.

Per quello che concerne gli aspetti quantitativi alle risorse idriche sotterranee, in quanto fonti rinnovabili al pari di quelle superficiali, si applica il concetto di ciclo dell’acqua che viene quantitativamente analizzato in termini di bilancio idrico. Questo rappresenta in sostanza il rapporto tra le entrate E ed uscite U di acqua da un bacino idrogeologico in uno specificato lasso di tempo; la condizioni di equilibrio si verifica quanto le entrate, dovute dagli apporti a monte della falda e dall’infiltrazione, sono uguali alle uscite, costituite dai deflussi a valle e dai prelievi. In questo contesto va considerato che l’attività antropica non è solo la componente fondamentale nella voce dei prelievi ma può influenzare anche considerevolmente le condizioni di infiltrazione e quindi di ricarica delle falde stesse.

Nella gestione di un bacino idrogeologico uno degli obiettivi è costituito dalla valutazione del quantitativo d’acqua che può essere sfruttata, estraendola dal sottosuolo, senza che si producano effetti negativi diretti quali il depauperamento della risorsa stessa o indiretti quali subsidenza o scomparsa di zone umide; questo quantitativo deve essere conosciuto al fine di prevenire tali effetti o, se essi si manifestano, possono essere studiate le misure che possano rendere compatibile l’uso della risorsa con le reali disponibilità.

Per quello che riguarda le caratteristiche qualitative va considerato



a cura di Marco Masetti

Sezione



idroGEOLOGIA



Pagina web: www.socgeol.it/376/idrogeologia.html

che, pur essendo maggiormente protette rispetto alle acque superficiali, grazie all’azione di “filtro” che suolo e sottosuolo esercitano sugli inquinanti provenienti dalla superficie, anche le acque sotterranee sono spesso raggiunte dalle diverse fonti di inquinamento connesse alle attività antropiche.

La recente pubblicazione del rapporto ISTAT sul Censimento delle Acque per uso civile riferito ha ribadito l’importanza strategica delle risorse idriche sotterranee su scala nazionale. Il lavoro segnala che l’84,3% del prelievo nazionale di acqua per uso potabile deriva da acque sotterranee, di cui il 48,0% attraverso prelievi da pozzo ed il 36,3% dalla captazioni di sorgenti. Peraltro va considerato che, pur essendo maggiormente protette rispetto alle acque superficiali, grazie all’azione di “filtro” che suolo e sottosuolo esercitano sugli inquinanti provenienti dalla superficie, anche le acque sotterranee sono spesso raggiunte dalle diverse fonti di inquinamento connesse alle attività antropiche. Lo stesso rapporto ISTAT segnala infatti come circa un terzo dell’acqua prelevata, per un totale annuo di 3,1 miliardi di metri cubi, necessita di un trattamento di potabilizzazione prima di essere distribuita all’interno delle reti acquedottistiche.

Un aspetto importante nella gestione della risorsa riguarda pertanto il trasferimento di conoscenze tecniche e scientifiche riguardante la sostenibilità nella pianificazione e gestione delle risorse idriche, all’interno delle tematiche che possono essere denominate “Acqua 4.0”, in cui si ha il mix di tecnologie finalizzate ad ottimizzare la gestione delle risorse idriche anche per affrontare il rischio di carenza idrica futura.

Infatti le ricorrenti crisi idriche che hanno colpito diverse aree del territorio italiano richiedono un sempre più urgente riferimento a modelli gestionali che siano basati su soluzioni resilienti e sostenibili, in grado di portare all’ottimizzazione degli usi dell’acqua evitando l’insorgere di conflitti negli usi antagonisti (agricolo, urbano, industriale).

La variazioni climatiche e gli usi antagonisti portano infatti ad una sempre più pressante necessità di sviluppare un approccio olistico nello sviluppo di modelli gestionali delle acque negli ambienti urbano-agricolo-industriale-naturale tali da permettere una equa ripartizione degli usi anche in periodi di scarsità della risorsa.

Da questo punto di vista le risorse idriche sotterranee rappresentano l’ecosistema risorsa idrica che più si adatta ad essere preso come riferimento per essere gestito con sistemi resilienti e sostenibili sotto diverse condizioni climatiche e di sviluppo antropico.

Tali obiettivi devono necessariamente essere perseguiti con uno sviluppo tecnologico basato sui concetti di

a) “acqua digitale”, che prevede lo sviluppo di avanzate soluzioni digitali (basate sulla combinazione di misure da terra e da remoto e l’utilizzo di nuova sensoristica) che permettano il monitoraggio in tempo reale di quantità e qualità della risorsa idrica e dei suoi sistemi di distribuzione a vari livelli (usi antropici e mantenimento ecosistemi naturali);

b) “infrastrutture ibride naturali-ingegneristiche” basate sul miglioramento della modellistica numerica e statistica per il trattamento dei dati che si rendono necessarie per inserire all’interno di aree strategiche naturali (e.g zone di ricarica e zone di riserva degli acquiferi) infrastrutture ingegneristiche in grado di amplificare la funzionalità di queste aree, anche attraverso meccanismi finanziari premiali nei confronti dei gestori;

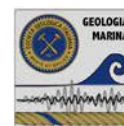
c) “acque multiple”, identificando meccanismi di caratterizzazione e utilizzo delle acque di differente qualità in funzione degli usi in funzione della disponibilità locale e delle esigenze qualitative richieste. Questo, anche attraverso lo sviluppo di strumenti di analisi, monitoraggio e modellistici (punti a e b) che permettano di fare previsioni sulle tendenze in atto (naturali ed antropiche) per essere di supporto ai meccanismi di utilizzo delle acque futuri. Lo sviluppo di “sistemi antropici sostenibili”, caratterizzati da tecniche e strategie di protezione delle risorse idriche sotterranee e degli ecosistemi acquatici nel loro complesso, è diventata una delle problematiche prioritarie nella pianificazione di insediamenti antropici di qualsiasi tipologia ed estensione essi siano. Tale aspetto comprende un vasto settore di pianificazione che, oltre all’individuazione delle zone che sono per conformazione naturale a maggiore potenziale di vulnerazione, deve regolare lo sviluppo di buone pratiche agricole, il controllo dei processi industriali e la corretta gestione degli scarichi urbani soprattutto nelle aree ad alta densità abitativa.

L’aumento del grado di conoscenza dei sistemi idrogeologici e delle metodologie di analisi dei dati, oltre al miglioramento delle tecniche di monitoraggio, ha portato ad una situazione in cui diventa ineludibile:

- a) l’applicazione di soluzioni più complesse in grado di descrivere al meglio le condizioni idrogeologiche in corrispondenza delle captazioni;
- b) il riferimento a personale tecnico specialistico che consenta la rigorosa applicazione di tali soluzioni.

Sulla base dell’importanza strategica che le acque sotterranee hanno nella nostra vita quotidiana, e del ruolo sempre più rilevante che avranno a livello mondiale in un futuro di crescita della popolazione, cambiamenti di uso del suolo e climatici, la Sezione ha tra i suoi scopi quello di:

- a) stimolare l’interesse per le acque sotterranee su temi sia locali sia globali;
- b) contribuire a fornire supporti per l’utilizzo razionale e la protezione delle risorse idriche sotterranee;
- c) promuovere attività per lo sviluppo delle conoscenze sulle risorse idriche sotterranee e del loro ruolo sociale, economico ed ambientale.



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



La geologia marina è un campo di ricerca specifico che tuttavia replica molte delle competenze della geologia classica (geologia stratigrafica, geologia strutturale, sedimentologia, geomorfologia, vulcanologia, geofisica...), coniugandole con l’utilizzo di tecniche e strumentazioni d’avanguardia, necessarie per esplorazione da remoto e per la verifica diretta dei dati rilevati in punti specifici. Ciò rende la comunità dei geologi marini una comunità molto particolare, ibrida dal punto scientifico e che promuove e progredisce attraverso la multidisciplinarietà.

Le ricadute scientifiche dell’attività di ricerca nel campo delle geoscienze marine sono molteplici e contribuiscono all’avanzamento delle conoscenze in ambiti di estrema attualità come il paleoclima, il geohazard, le georisorse, il monitoraggio ambientale, la cartografia tematica, la geo-archeologia, la modellistica dei processi geologici, l’impatto antropico e le nuove tecnologie applicate.

La geologia marina ha il compito di esplorare un territorio vastissimo (è sempre utile ricordare che oltre il 70% del pianeta è ricoperto da acqua) ed è una delle poche discipline delle geoscienze dove ancora sono possibili scoperte significative su tematiche rilevanti a scala globale (dalla distribuzione e comportamento dei gas idrati agli ambienti estremi che ospitano ecosistemi molto poco conosciuti, dall’effetto delle correnti di fondo nel modellare i margini

continentali ai rapporti tra geosfera e biosfera sia in superficie sia in sottosuperficie, inclusa la quantificazione degli impatti antropici diffusi e trasportati da processi morfodinamici ed oceanografici). Dal punto di vista della conoscenza, il mare è ormai uno dei pochi spazi fisici ancora sconosciuti - ad oggi conosciamo meglio la superficie dei pianeti del sistema solare che quella dei nostri oceani- ed una palestra dove elaborare modelli, sperimentare teorie, studiare processi geologici, i cui corrispettivi fossili sono evidenti nelle catene collisionali.

In campo tecnologico, la geologia marina necessita di strumentazioni e mezzi d'avanguardia in continua evoluzione e le innovazioni tecnologiche degli ultimi trenta anni hanno consentito lo studio dei fondali e del sottofondo con risoluzioni stupefacenti, spesso riducendo tempi e costi, al punto che oggi in alcuni specifici settori si hanno più dati che modelli per interpretarli.

Dal punto di vista socio-ambientale la geologia marina contribuisce all'identificazione di elementi di pericolosità (frane, faglie sismogenetiche, fuoriuscite di fluidi, forme di fondo mobili) e l'individuazione, specie in acqua molto profonda, di habitat fisici per lo studio delle comunità biologiche.

Dal punto di vista economico la geologia marina è quella che già oggi, ma ancor più in prospettiva, può definire le potenzialità delle risorse minerali (idrocarburi, placers, fosfati, noduli polimetallici, solfuri massivi, REEY...) e di aggregati per opere di ingegneria civile o di ripascimento e protezione di litorali in erosione; in tempi più recenti contribuisce all'identificazione di aree utili per la produzione di energia da fonti rinnovabili (in particolare per la realizzazione di campi eolici su piattaforma continentale), alla realizzazione di infrastrutture sommerse e all'utilizzo alternativo dei pozzi dismessi per la produzione di idrocarburi, in linea con le recenti direttive per la blue economy ed la good practise in ambito di pianificazione degli spazi marittimi.

In Europa, dove le aspettative di crescita dall'economia blu sono particolarmente sentite, e specialmente in Italia, dove le infrastrutture e la popolazione si trovano orograficamente costrette a ridosso della costa, la geologia marina è chiamata a giocare un ruolo importante, sia per l'avanzamento della ricerca scientifica sia per la risposta ai bisogni della società.

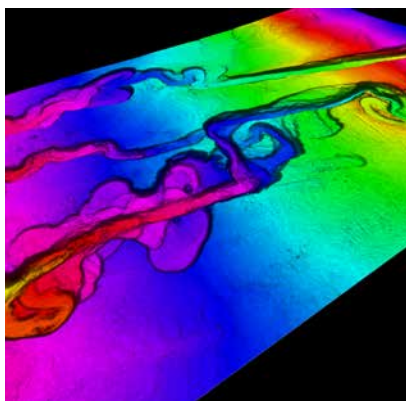
La storia della geologia marina in Italia inizia negli anni '60 con l'acquisizione di dati sismici multicanale lungo gran parte del territorio sommerso italiano ad opera dell'AGIP per il Ministero dell'Industria. Un notevole incremento viene quindi negli anni '80, dal finanziamento del Progetto Finalizzato Oceanografia e Fondi Marini del CNR. Tale progetto ha determinato la nascita di numerose unità di ricerca distribuite sul territorio

nazionale e attive in tutti i settori della geologia marina, la formazione di una vasta comunità di giovani geologi marini ed il fiorire di corsi universitari dedicati.

Più recentemente, il progetto per la realizzazione della Cartografia Geologica Nazionale in scala 1:50.000 (CARG) ha incluso le aree marine (non considerate nella precedente cartografia 1:100.000) ed ha permesso massicce nuove acquisizioni di dati geofisici e di campionatura. Più recentemente alcuni progetti nazionali (il progetto Magic finanziato dal Dipartimento di Protezione Civile e il progetto bandiera Ritmare, finanziato dal Ministero dell'Università e della Ricerca) hanno fornito nuovi ed importanti momenti di aggregazione e crescita della comunità dei geologi marini.

Attualmente la comunità scientifica italiana operante nel campo della geologia marina continua a svolgere ricerca competitiva a livello internazionale ed ha un ruolo determinante nella formazione di nuove competenze e di giovani ricercatori e tecnici, per la tutela del territorio sommerso e per le future generazioni. Purtroppo in questi ultimi anni, oltre ad essere penalizzata dalla cronica scarsità di fondi nazionali - condizione condivisa con tutti gli altri settori delle scienze della terra -, la comunità di ricerca

è rimasta priva di infrastrutture navali per la ricerca in mare. La flotta italiana di navi da ricerca maggiori è ridotta ai minimi termini, nonostante si sia recentemente acquisito un mezzo polare, che però non avrà come principale attività la ricerca in Mediterraneo. Tale condizione è unica tra i paesi economicamente più sviluppati e nel medio-lungo termine rischia di compromettere la nostra capacità di ricerca, in un settore strategico dal punto di vista sociale, economico ed ambientale, proprio perché si realizza in un paese con 7.500 km di costa ed un territorio sommerso di quasi 600.000 km² - circa doppio rispetto a quello emerso.



La sezione di Geologia marina della SGI promuove attivamente lo scambio ed il confronto scientifico, strutturando la comunità dei ricercatori, dispersa geograficamente ed istituzionalmente, attraverso convegni biennali di grande partecipazione. I tre congressi organizzati direttamente dalla SGM con il patrocinio di SGI e degli Enti di Ricerca, - 1° Convegno dei geologi marini italiani, Roma sede CNR, 18-19 febbraio 2016 - 2° Convegno dei geologi marini italiani, Roma sede CNR, 23-24 febbraio 2017 - 3° Convegno dei geologi marini italiani, Roma sede CNR, 21-22 febbraio 2017 hanno prodotto tre volumi di abstract che danno una panoramica delle tematiche di ricerca perseguite dalla comunità scientifica nazionale.

Nei periodi inter-congressuali la SGM promuove workshop tematici, iniziative divulgative e di didattica avanzata e diffonde informazioni su offerte di posizioni lavorative e di campagne oceanografiche tramite il sito web.



Studenti in escursione

IL PROGETTO NAZIONALE GEOLOGIA *del piano lauree scientifiche*

Il Piano Lauree Scientifiche (PLS), istituito nel 2004 su iniziativa del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca è un programma finalizzato a:

- promuovere le immatricolazioni ai corsi di laurea scientifici, puntando anche a favorire un equilibrio di genere, mediante l'offerta di occasioni di orientamento attivo che pongano gli studenti delle Scuole secondarie superiori come soggetti di fronte alle discipline scientifiche;
- ridurre gli abbandoni universitari e migliorare le carriere degli studenti mediante l'introduzione di strumenti e metodologie didattiche innovative coerenti con l'approccio dello studente al centro delle attività di apprendimento
- realizzare iniziative di formazione, supporto e monitoraggio delle attività dei tutor che affiancano i corsi di base dei primi anni al fine di: fornire ai tutor strumenti di base necessari per l'identificazione delle difficoltà che incontrano gli studenti e per realizzare le forme di sostegno più adatte; predisporre materiale di supporto didattico alle attività di tutorato; sviluppare di azioni di monitoraggio per l'identificazione delle modalità più efficaci di tutorato.
- realizzare attività di autovalutazione degli studenti delle Scuole secondarie superiori con l'obiettivo di verificare la preparazione all'ingresso nelle Università in relazione ai requisiti richiesti e di accrescere la consapevolezza delle loro conoscenze ai fini della scelta del percorso formativo;
- fornire agli insegnanti in servizio delle discipline scientifiche occasioni di crescita professionale mediante la partecipazione attiva alla progettazione delle attività realizzate congiuntamente con l'Università.

La "metodologia PLS" propone che gli studenti, nelle attività di orientamento e di autovalutazione, e gli insegnanti, in quelle di

formazione, non si limitino alla partecipazione passiva alle attività proposte ma svolgano un ruolo attivo. Lo strumento per il raggiungimento di questo obiettivo è principalmente costituito dal laboratorio. La definizione di laboratorio, ancor prima che riferita a uno spazio fisico dotato di particolari attrezzature, riguarda una metodologia di apprendimento che fa avvicinare gli studenti da protagonisti alle discipline scientifiche con un approccio sperimentale. La progettazione e la realizzazione congiunta, da parte di docenti della Scuola e dell'Università, delle attività laboratoriali costituisce l'elemento che caratterizza il PLS e che promuove lo sviluppo e il rafforzamento delle relazioni fra sistema scolastico e sistema universitario. Queste attività, insieme a quelle realizzate nell'ambito della didattica universitaria dei primi anni, mediante l'introduzione di strumenti e metodologie didattiche innovative e le attività di formazione e sostegno all'azione dei tutor universitari, fanno sì che il PLS accompagni l'intero percorso di uno studente delle Scuole secondarie che voglia affrontare con successo studi universitari in ambito scientifico.



La rete di Atenei del PLS Geologia

Nato per le discipline "di base" (Matematica, Fisica, Chimica, Scienze dei Materiali), a partire dal 2015 il PLS è stato esteso anche ai Corsi di Studio a carattere più applicativo, comprendendo le Scienze Geologiche: tutti i 29 Atenei italiani che hanno nell'offerta formativa

Corsi di Laurea della Classe L-34 Scienze Geologiche aderiscono alla rete del Progetto Nazionale Geologia, svolgendo azioni mirate agli obiettivi del Progetto.

Le Università organizzano assieme alle Scuole Superiori interessate attività laboratoriali, seminari, esercitazioni fuori sede, visite tecniche e altre iniziative di orientamento e avvicinamento alla disciplina geologica rivolte agli studenti, in particolare quelli degli ultimi due anni, e agli insegnanti, cui sono dedicate specifiche attività di formazione e aggiornamento. Negli ultimi tre anni, queste attività hanno coinvolto circa 500 Scuole, raggiungendo oltre 10.000 studenti e 600 insegnanti in tutto il territorio nazionale.

Obiettivo rilevante per questo complesso di attività è senz'altro quello di incrementare il numero di studenti iscritti ai Corsi di Laurea in Scienze Geologiche, formando un sufficiente numero di laureati per le esigenze del sistema produttivo e della ricerca scientifica nel

settore della geologia. Ad oggi la disciplina soffre di una generalizzata "crisi vocazionale", che si contrappone alle crescenti esigenze di professionisti, ricercatori ed esperti nei vasti settori della conoscenza del pianeta, della sua evoluzione, dello sviluppo sostenibile, della salvaguardia del territorio naturale e antropico. Le azioni del PLS possono costituire un importante contributo ad indirizzare un crescente numero di studenti adeguatamente motivati allo studio di tematiche la cui urgenza, rilevanza e interesse strategico appaiono in continua crescita.

Il Progetto Nazionale Geologia e tutto il PLS proseguiranno la loro attività anche nel prossimo triennio, usufruendo di specifici finanziamenti del MIUR. Ulteriori informazioni sul progetto possono essere consultate sui siti web pianolaureescientifiche.it e orientazione.it, nonché presso i canali web e social delle Università aderenti, presso ognuna delle quali opera un Referente di Sede del Progetto.

CI VEDIAMO A TRIESTE

per il 90° Congresso

della

Società

Geologica

Italiana

Rinviato a settembre 2021!

Per aggiornamenti: www.geoscienze.org/trieste2020

L'Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale - OGS e il Dipartimento di Matematica e Geoscienze dell'Università di Trieste sono orgogliosi di ospitare il 90° Congresso della Società Geologica Italiana a Trieste nei giorni 16-18 Settembre 2020. Dopo vent'anni il Congresso ritorna a Trieste.

La sede del Congresso sarà il nuovo Trieste Convention Center (TCC) nel Porto Vecchio di Trieste, la stessa sede che ospita l'European Science Forum - ESOF 2020 (www.esof.it) nel mese di luglio.

Il motto del congresso è "Geologia Senza Confini". Con questo evento si intende promuovere le Scienze della Terra come disciplina scientifica proiettata nel futuro, oltre i confini nazionali e disciplinari, per comprendere meglio il nostro pianeta Terra, la struttura del sottosuolo, difendere l'ambiente dagli effetti geologici pericolosi, comprendere meglio la variabilità climatica, pianificare l'utilizzo delle risorse geologiche in modo etico e nel rispetto dell'ambiente.

Il Congresso, Angelo Camerlenghi e Francesco Pratesi invitano tutti gli interessati, con un'attenzione particolare per i giovani ricercatori e agli esperti della vicina regione balcanica ad intervenire numerosi, sicuri che la partecipazione a questo evento si tramuterà in un incubatore di opportunità di crescita professionale e di collaborazione.

📄 Pagina web del Congresso: www.geoscienze.org/trieste2020

I Co-Presidenti del Congresso

Angelo Camerlenghi e Francesco Princivalle

Comitato Scientifico

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





L'ANGOLO DEI NEO- LAUREATI *dottorati fantastici e dove trovarli*

Dopo cinque faticosi anni di studi, è finalmente arrivato il giorno da te tanto anelato: LA LAUREA. Finalmente sentirai la mitica frase “con i poteri conferitomi dal Magnifico Rettore, ti dichiaro dottore in Geologia!”, lancio di coriandoli, madri e nonne in lacrime, fiumi di spumante e quella benedetta corona d’alloro che è chiaramente troppo grande per te.

E adesso?

Seramente parlando, capita a tutti di provare un momento di smarrimento nell’immediato post-laurea. Fino al faticoso giorno ognuno di noi sapeva bene quale fosse il proprio scopo e il proprio compito quotidiano, improvvisamente ci troviamo privati di questa certezza, con il pigiama davanti a Netflix. Inizia poi a incomberne una certa ansia provocata da quella domanda che a cadenza sempre più martellante rimbomba nella tua testa: “e ora che faccio?”.

Il neolaureato ha davanti a sé essenzialmente quattro scelte: provare a superare l’esame per l’iscrizione a un corso di dottorato di ricerca; conseguire l’esame di stato per l’iscrizione all’Ordine; trovare immediatamente lavoro; iscriversi a un master di secondo livello. In questo numero vi illustrerò cos’è un dottorato di ricerca, cosa fare per ottenerlo e dove trovarlo.

In primis partiamo spiegando cosa è un dottorato di ricerca. Vorrei iniziare sottolineando che si tratta del più alto titolo accademico che voi possiate raggiungere, in Italia e all’estero. Siete dunque di fronte a un percorso prestigioso e conseguentemente impegnativo. La durata di questo percorso è variabile in funzione del paese in cui si consegue, in

Italia per esempio dura tre anni, in altri paesi la durata è variabile dai 3 ai 5 anni.

Ma cosa dovrete fare in questo lasso di tempo? È facilissimo, dovrete portare a compimento un vostro progetto di ricerca originale. Il progetto di ricerca può essere proposto dalla sede universitaria o dal candidato in funzione del regolamento interno. Nel secondo caso, sarete dunque voi a dover scrivere un progetto dettagliato di obiettivi, metodi, costi, working plan e cronoprogramma. Durante il vostro percorso sarete seguiti da un docente guida e da eventuali co-tutor. L’accesso a un corso di dottorato ha come conditio sine qua non il conseguimento di una laurea di secondo livello (laurea magistrale per l’Italia, master’s degree per l’estero) e prevede inoltre un concorso per l’ammissione. Questo concorso è differente in funzione delle sedi universitarie che lo bandiscono: dopo una valutazione del curriculum vitae et studiorum (che comprende anche eventuali pubblicazioni), dovrete affrontare un colloquio sulle conoscenze generali e specifiche relative al vostro progetto. In alcune sedi queste prove sono affiancate anche da una valutazione del progetto scritto dal candidato e/o da una prova scritta (tipicamente un tema su argomenti generali). Ogni anno sarete chiamati a presentare i risultati parziali delle attività svolte a una commissione che approverà il passaggio all’anno successivo. Il ciclo finirà con la consegna della tesi a due revisori scelti che valuteranno il lavoro svolto. Successivamente seguirà una dissertazione finale.

Per perseguire l’obiettivo del vostro progetto avrete bisogno di fondi per eseguire analisi, andare in campagna per prelevare dati e altro. Purtroppo, la ricerca di fondi è il più grande cruccio del dottorando, anche in questo caso la disponibilità di denaro dipende fortemente dal paese in cui state e dalle sedi universitarie. Alcune sedi mettono a disposizione del dottorando un tot annuale da spendere che può variare molto. Soprattutto all’estero i dottorati vengono spesso finanziati da privati (e.g. compagnie petrolifere) che forniscono delle cifre sostanziose. Vi sono infine i soldi che può fornirvi il vostro docente guida e quelli che dovrete procacciarvi da soli tramite bandi appositi.

Dulcis in fundo, parlando di cose serie, il dottorando, al contrario di uno studente magistrale, viene pagato. Lo stipendio varia in funzione della nazione in cui lo svolgerete.

Di seguito troverete un elenco di siti in cui potrete trovare i dottorati disponibili a livello internazionale. I siti sono aggiornati quotidianamente e troverete oltre al titolo del progetto una breve descrizione dello stesso, i requisiti necessari, la procedura per applicare e informazioni varie relative alla sede. Vi ricordo che in molti paesi anglofoni (Regno Unito, America, Australia) è necessario avere una certificazione della conoscenza della lingua inglese, in particolar modo l’IELTS o TOEFL.

www.findaphd.com

www.earthworks-jobs.com

www.phdportal.com

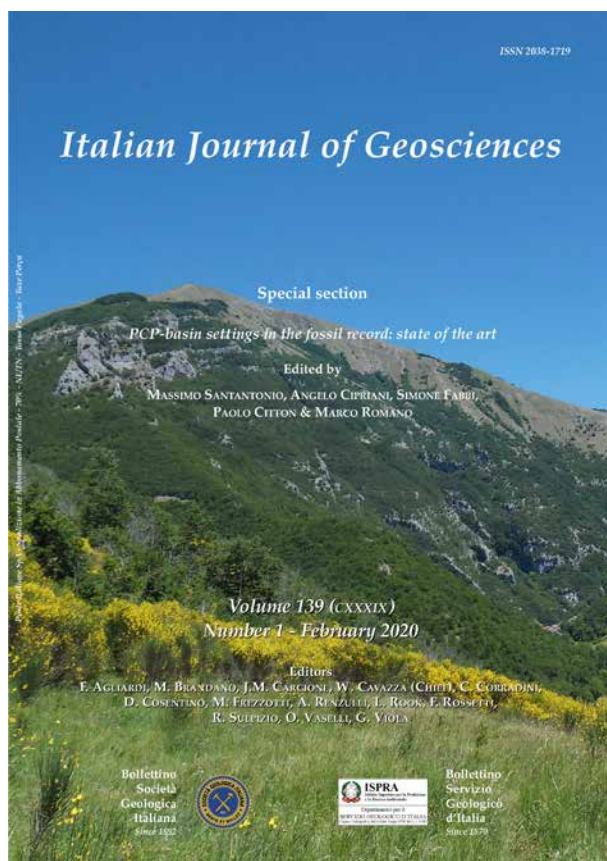
Per quanto riguarda l’Italia, informazioni sui corsi di Dottorato sono disponibili sul sito del MIUR che vi rimanderà tramite link alla pagina del Dipartimento che bandisce la posizione.

bandi.miur.it/doctorate.php/public/cercaFellowship

Vorrei infine sottolineare che il Portale Dottorato della Società Geologica Italiana raccoglie tutti i bandi di dottorato contestualmente alla loro emissione, nonché seminari, workshop, convegni, corsi brevi organizzati rivolti ai dottorandi.

www.socgeol.it/297/portale-dottorato.html

ITALIAN JOURNAL OF GEOSCIENCES



L'Italian Journal of Geosciences è la più antica e la principale rivista scientifica pubblicata in Italia nel campo delle Scienze della Terra. Nata dalla fusione del Bollettino della Società Geologica Italiana e del Bollettino del Servizio Geologico d'Italia, viene pubblicata ogni quattro mesi in febbraio, giugno e ottobre. Viene diffusa internazionalmente tramite la piattaforma on-line GeoscienceWorld e censita dal Journal of Citation Report, dal Science Citation Index-Expanded, Web of Science, Current Contents e Scopus.

L'Italian Journal of Geosciences offre uno sbocco internazionale per la pubblicazione di contributi originali di ricerca di alta qualità nel vasto campo delle geoscienze. La rivista pubblica varie tipologie di contributi: research papers, short papers, technical notes, review

papers, discussion-and-replies. Il focus principale della rivista è la geologia dell'Italia e della regione mediterranea. Vengono tuttavia considerati manoscritti riguardanti anche altre aree del mondo. Articoli di geologia strutturale, stratigrafia, sedimentologia, analisi di bacino, paleontologia, ecosistemi, paleoceanografia, paleoclimatologia, scienze planetarie, geomorfologia, vulcanologia, mineralogia, geochimica, petrologia, geofisica, geodinamica, idrogeologia, rischi geologici, geologia marina e applicata, modellazione dei processi geologici, storia della geologia, conservazione del patrimonio geologico e tutte le scienze applicate collegate sono benvenuti. Dal 2010 la Società Geologica Italiana ha investito notevoli risorse nel miglioramento della rivista: la gestione dei manoscritti è completamente online mediante il sistema ScholarOne (www.italianjournalofgeosciences.it); non vi sono costi di pubblicazione; tutte le figure possono essere pubblicate a colori sia nell'edizione digitale che in quella cartacea senza costi aggiuntivi. Mediamente trascorrono solo 120 giorni dal momento della sottomissione dei manoscritti a quello della pubblicazione on-line. La rivista è inoltre specializzata nella produzione e nella diffusione di carte geologiche e tematiche di alta qualità. A fronte di tutti questi fattori, l'Italian Journal of Geosciences si è affermata come la rivista di riferimento per la comunità italiana delle Scienze della Terra.

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief

William CAVAZZA (Bologna)

Associate Editors

Federico AGLIARDI (Bicocca - Milano)
Marco BRANDANO (Sapienza - Roma)
José Maria CARCIONE (OGS - Trieste)
Carlo CORRADINI (Trieste)

Domenico COSENTINO (Università Roma TRE)
Massimo FREZZOTTI (ENEA - Roma)
Francesco FRONDINI (Perugia)
Alberto RENZULLI (Urbino)
Lorenzo ROOK (Firenze)
Federico ROSSETTI (Università Roma TRE)
Roberto SULPIZIO (Bari)
Orlando VASELLI (Firenze)
Giulio VIOLA (Bologna)

Editorial Board

Responsible Director and Compiler
Alessandro ZUCCARI (Società Geologica Italiana)

Editorial Manager

Fabio Massimo PETTI (SGI - Roma)
Alessandro ZUCCARI (SGI - Roma)



Pagina web:

www.italianjournalofgeosciences.it



Autore Domenico Calcaterra

Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e delle Risorse,
Università di Napoli.

RENDICONTI ONLINE *della Società Geologica Italiana*



EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief

Domenico CALCATERRA (Napoli)

Associate Editors

Rosolino CIRRINCIONE (Catania)

Andrea CEVASCO (Genova)

Francesca CIFELLI (Roma TRE)

Chiara D'AMBROGI (Servizio Geologico d'Italia - ISPRA)

Maurizio DEL MONTE (Roma - Sapienza)

Marco PANTALONI (Servizio Geologico d'Italia - ISPRA)

Michele PIPAN (Trieste)

Editorial Manager

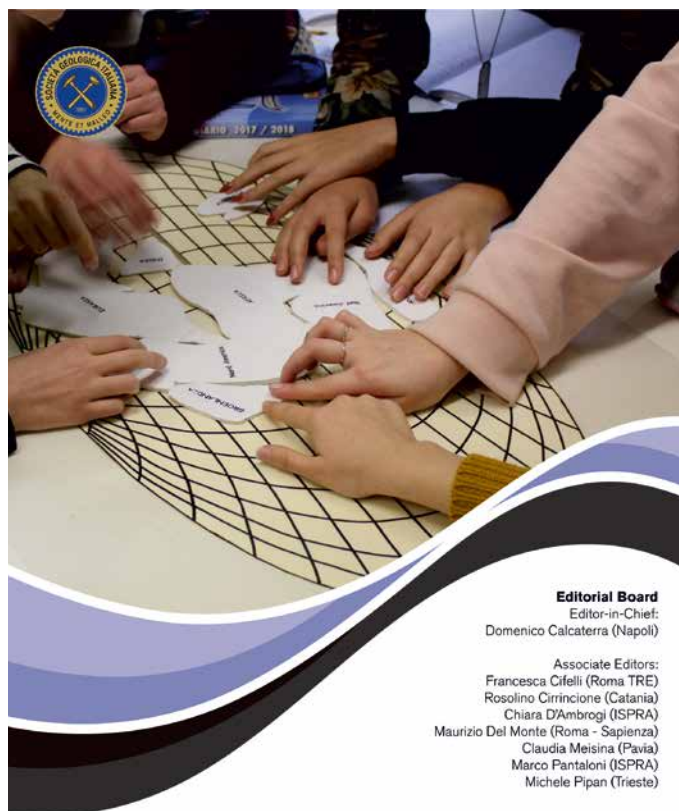
Alessandro ZUCCARI (SGI - Roma)

Fabio Massimo PETTI (SGI - Roma)



Pagina web:

www.rendicontionline.it



Editorial Board

Editor-in-Chief:
Domenico Calcaterra (Napoli)

Associate Editors:

Francesca Cifelli (Roma TRE)

Rosolino Cirrincione (Catania)

Chiara D'Ambrogi (ISPRA)

Maurizio Del Monte (Roma - Sapienza)

Claudia Meisina (Pavia)

Marco Pantaloni (ISPRA)

Michele Pipan (Trieste)

RENDICONTI Online
della Società Geologica Italiana

Vol. 49 - Novembre 2019

Dal 2012 i Rendiconti OnLine (ROL) della Società Geologica Italiana hanno guadagnato e consolidato una posizione nel panorama delle riviste italiane di area geologica.

I ROL, infatti, si sono nel tempo qualificati come sede deputata ad ospitare contributi, nella forma prevalente delle note brevi, legati ad eventi quali convegni, workshops, ecc., i cui principali autori sono giovani figure di ambito accademico (RTD, dottori di ricerca, dottorandi, assegnisti, ecc.), ma anche geologi professionisti, docenti di scienze delle scuole di ogni ordine e grado, operatori della Pubblica Amministrazione. A conferma della vocazione "generalista" della rivista, l'Editorial Board dei ROL copre l'intero spettro delle Geoscienze.

Le note brevi prevedono una lunghezza di 6-8 pagine ed una struttura

tipica di un lavoro scientifico (introduzione, materiali & metodi, risultati, discussione, conclusioni); ciascuna nota è esaminata da due revisori, al pari degli articoli ordinari, che non hanno vincoli di lunghezza. La pubblicazione dei lavori sui ROL non prevede costi di pubblicazione ed è possibile inserire figure/immagini a colori.

In caso di eventi esterni alla Società Geologica Italiana, i cui atti fossero pubblicati sui ROL, è prevista la figura dei "Guest Editors" che, affiancati da un Associate Editor nominato dall'Editor-in-Chief dei ROL, curano l'intero percorso editoriale.

A nome della redazione, invitiamo l'intera comunità dei "geofili" a proporre dei contributi per la pubblicazione sui ROL. Chi desidera pubblicare un articolo può seguire le istruzioni riportate alla pagina <https://rendiconti.socgeol.it/300/instructions-for-authors.html/>.



GEOLOGICAL FIELD TRIPS AND MAPS (GFT&M): *una rivista SGI tutta per la Geologia di terreno*

Tra le riviste pubblicate dalla Società Geologica Italiana in collaborazione con il Servizio Geologico d'Italia (ISPRA), Geological Field Trips and Maps (GFT&M) ha un carattere del tutto particolare, trattandosi di una rivista online, ad accesso totalmente libero (Open Access), interamente dedicata alla pubblicazione di escursioni geologiche di una o più giornate organizzate nell'ambito di congressi nazionali e internazionali e, dal 2018, anche alla pubblicazione di carte geologiche con relative note illustrative.

Nata nel 2008 per iniziativa geniale di Carlo Doglioni e perfettamente gestita da Gloria Ciarapica fino al 2017, data della sua scomparsa, con la collaborazione del Servizio Geologico d'Italia, la rivista ha pubblicato più di 30 guide, sempre corredate da splendide immagini esplicative comprendenti schemi, carte e soprattutto foto di terreno, un patrimonio di informazioni geologiche che andrebbe altrimenti perduto o per lo meno poco utilizzato. Grazie a GFT&M tutte le informazioni sono invece facilmente reperibili on-line e a disposizione di tutti gli interessati. Oltre a riportare in modo dettagliato gli itinerari e gli stop descritti e accompagnati da una loro precisa georeferenziazione, ogni escursione comprende una parte iniziale introduttiva che contiene importanti informazioni aggiornate sull'assetto geologico dell'area in esame, corredate da una ricca bibliografia finale.

L'ampliamento della rivista a tematiche cartografiche è legata innanzitutto all'esigenza, profondamente condivisa dall'intero comitato cartografico, di mantenere viva la profonda tradizione cartografica sviluppata nel nostro paese, incentivando la pubblicazione on-line di carte geotematiche originali ad accesso libero, che coprono ora su Scopus tutte gli aspetti delle Scienze della Terra, dalle carte geologiche classiche alle carte tematiche applicative di ogni tipo, con

particolare interesse per prodotti sperimentali e di carattere innovativo. La contemporanea creazione di un Comitato Cartografico all'interno della Società Geologica Italiana sottolinea la nostra sensibilità nei confronti di questa disciplina, che si combina con la necessità di pubblicare carte di tutti i tipi, altrimenti destinate a rimanere inedite, valorizzandole in ambito nazionale e internazionale.

È inutile negare che negli ultimi anni le attività di rilevamento, accompagnate dall'interruzione del Progetto CARG - oggi forse in riapertura in versione più limitata - abbiano subito una drastica flessione, spesso riscontrabile anche in ambito didattico universitario. Il GFT&M vuole pertanto contribuire a stimolare il ritorno alle ricerche sul campo, valorizzandone i contenuti e i prodotti a livello internazionale, facilitando l'accesso e la conoscenza di tutte quelle aree che forniscono informazioni per la comprensione degli aspetti geologici dalla piccola alla grande scala.

L'intento della rivista è anche quello di rendere disponibile ad un vasto pubblico, sia nazionale che internazionale, la "Geologia di terreno", unendo la descrizione di itinerari di interesse alla rappresentazione cartografica di aree specifiche. La modalità di presentazione gratuita on-line consente di rivolgersi ad un pubblico sempre più ampio, con l'intento di diffondere e rendere fruibili diversi itinerari in aree di grande interesse geologico e documenti cartografici originali, non

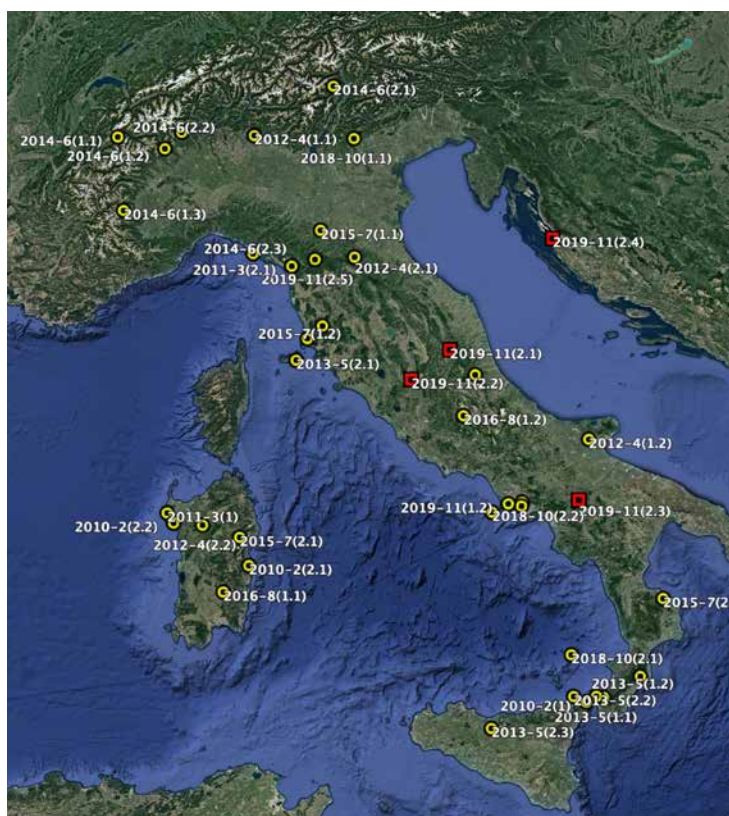


Fig. 1 - Ubicazione delle escursioni e delle carte pubblicate dal 2008 al 2019 in GFT e GFT&M.

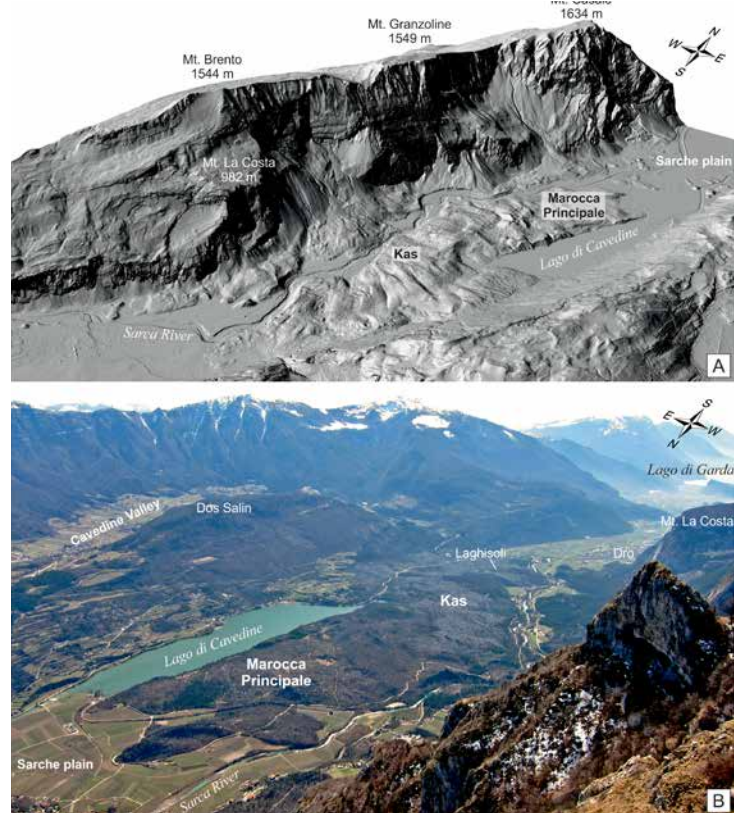


Fig. 2 - Esempio di panorama geologico sulle marocche della valle del Sarca (TN), ricavato da Viganò et al., 2018 (Fig. 39).

solo in ambito accademico ma anche in ambito professionale e a tutti gli interessati ai molteplici aspetti delle Scienze della Terra.

La rivista è edita congiuntamente dalla Società Geologica Italiana e dal Servizio Geologico d'Italia - ISPRA, che ne sostengono le intere spese di produzione e ne garantiscono serietà, multidisciplinarietà e rigore attraverso un comitato editoriale nominato tra esperti di differenti discipline.

Oggi, la sottomissione dei lavori è molto facilitata rispetto al passato, in quanto i file originali, sottoposti e valutati dai revisori attraverso il portale web di Scholarone, vengono poi composti dalla stessa tipografia che cura il typesetting delle riviste della SGI nei formati propri di GFT&M, attraverso la produzione di file in formato pdf, facilmente utilizzabili da tutti gli interessati.

Progetti per numeri speciali che raccolgano cartografie tematiche possono essere sottoposti in qualsiasi momento al comitato editoriale che ne valuterà la fattibilità.

GFT&M è attualmente accreditata nell'“Emerging Sources Citation Index” del Web of Science (WOS) ed è stata appena accettata in Scopus per un suo riconoscimento bibliometrico.

La rivista contiene escursioni svoltesi soprattutto in territorio nazionale, dalla Sicilia alle Alpi, ma comprende anche itinerari in paese confinanti (Svizzera), senza limitazioni di alcun tipo. In **figura 1** è riportata in modo schematico l'ubicazione di tutti gli itinerari fino ad oggi pubblicati. Le guide pubblicate da quando lo scrivente ha assunto il ruolo di E-i-C riguardano escursioni della Sezione GIGS della Società Geologica Italiana (GIGS Gruppo Italiano di Geologia Strutturale) svoltesi in Calabria, in Trentino (**Fig. 2**) e nell'Appennino settentrionale (**Fig. 3**), insieme alla bella collezione di quattro escursioni organizzate in occasione del congresso Cities and Volcanoes tenutosi a Napoli nel 2018.

Nel 2019 sono state pubblicate le prime quattro carte geologiche, dedicate a varie tematiche, comprendenti il Giurassico dell'Appennino centrale, la cartografia dell'area interessata dai fenomeni di fagliazione superficiale del terremoto del 2016-2017, una bella carta dell'isola di Pag in Croazia e una carta delle unità a limiti inconformi (UBSU) del bacino di Sant'Arcangelo nell'Appennino meridionale (**Fig. 4**). Le carte, a scala compresa tra 1:10.000 e 1:25.000, sono tutte disponibili come allegati alle relative note illustrative e rappresentano esempi di cartografia moderna di ottima qualità.

Quali sono le future prospettive della rivista? Abbiamo in progetto di fornire la cartografia pubblicata in un formato georeferenziato raster o vettoriale, a seconda della disponibilità degli autori, facilmente utilizzabile attraverso i SIT. Per quanto riguarda le guide delle escursioni, stiamo pensando di preparare dei formati più responsivi delle stesse da utilizzare con smartphone per una fruizione più semplice e immediata che avvicini alle nostre discipline un numero più elevato di utenti.

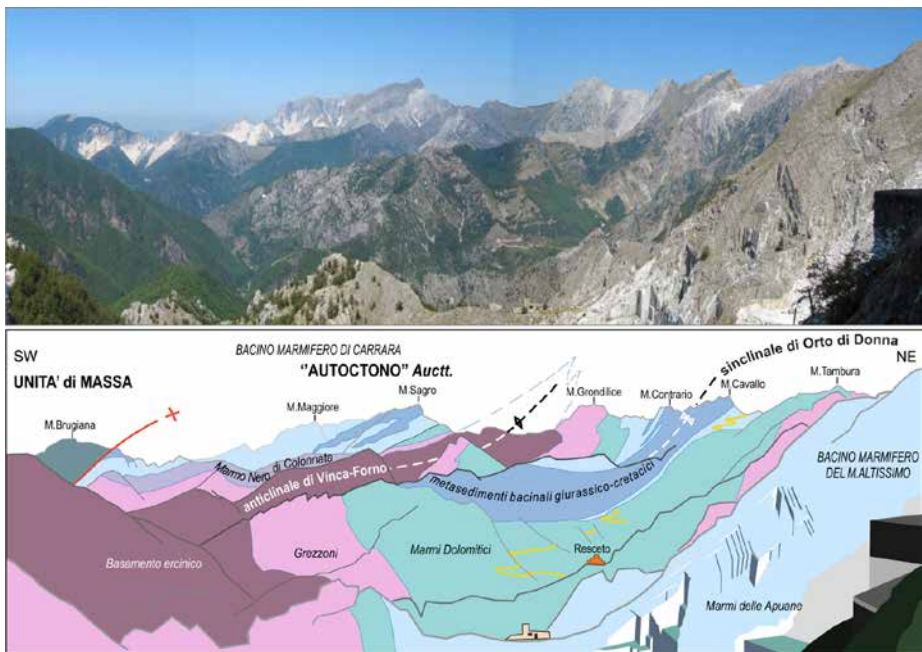


Fig. 3 - Esempio di panorami geologici Apuane e sulla dorsale appenninica da Conti et al., 2019 (Fig. 40).

EDITORIAL BOARD

Editor in Chief

Andrea Zanchi (Università di Milano-Bicocca)

Associate Editor

Matteo Berti (Università di Bologna)
 Marta Della Seta (Sapienza Università di Roma)
 Piero Gianolla (Università di Ferrara)
 Guido Giordano (Università Roma Tre)
 Matteo Massironi (Università di Padova)
 Maria Letizia Pampaloni (ISPR-Roma)
 Marco Pantaloni (ISPR-Roma)
 Marco Scambelluri (Università di Genova)
 Stefano Tavani (Università di Napoli Federico II)

Direttore responsabile

Claudio Campobasso (ISPR-Roma)

Technical Advisory Board

Franco Capotorti (ISPR-Roma)
 Felicia Papisodaro (ISPR-Roma)
 Domenico Tacchia (ISPR-Roma)
 Sabrina Grossi (ISPR-Roma)
 Michele Zucali (University of Milano)
 Stefano Zanchetta (University of Milano-Bicocca)
 Marcello Tropeano (University of Bari)

Editorial Manager

Mauro Roma (ISPR-Roma)
 Silvana Falcetti (ISPR-Roma)
 Fabio Massimo Petti (SGI - Roma)
 Maria Luisa Vatovec (ISPR-Roma)
 Alessandro Zuccari (SGI - Roma)

 Pagina web:
www.geologicalfieldtripsandmaps.com

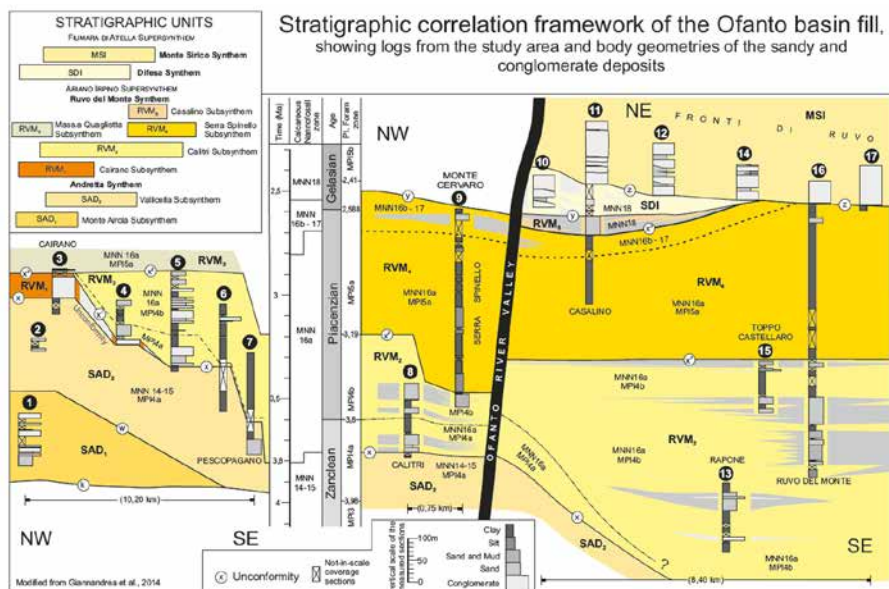


Fig. 4 - Particolare della carta pubblicata da Giannandrea e Schiattarella (2019).



ISCRIZIONI e Rinnovo

Associatura INDIVIDUALE

Per associarsi alla Società Geologica Italiana (SGI) è necessario presentare una [domanda on-line](#), dove siano riportati i dati anagrafici, la propria posizione nei confronti della formazione Universitaria (studente triennale o magistrale, dottorando), un indirizzo fisico di riferimento, uno di posta elettronica e un numero di telefono cellulare.

La domanda sarà sottoposta per l'accettazione alla prima riunione utile del Consiglio direttivo.

L'associatura alla SGI prevede l'accettazione e l'osservazione delle norme dello **Statuto** e del **Regolamento** vigenti. Tutti i soci hanno gli stessi diritti/doveri nei confronti della SGI e della sua vita sociale.

La quota associativa rappresenta il supporto fondamentale a tutte le attività sociali, tese alla promozione della cultura delle geoscienze sia all'interno della comunità scientifica, nazionale e internazionale, sia nel Paese. Associarsi o rinnovare la propria associatura alla Società Geologica Italiana significa sostenere l'intera comunità delle geoscienze nel segno della storia, della tradizione e del rinnovamento.

Per effettuare l'associatura individuale o il suo rinnovo è necessario seguire le istruzioni riportate alla pagina:

<https://myhome.socgeol.it/344/iscrizione-e-rinnovo-alla-sgi.html>

Quota sociale 2020

La quota associativa si differenzia in base alla categoria di appartenenza (studenti, dottorandi, giovani, insegnanti di scuola, ordinaria, senior) e alla tipologia di associatura prescelta (basic, silver, gold, platinum). Le diverse tipologie di associatura definite per ciascuna categoria danno accesso ai prodotti editoriali della SGI in maniera differenziata.

La quota **BASIC** garantisce l'iscrizione alla Società e a tutti i benefici previsti per gli associati, ossia l'accesso ai Rendiconti online della SGI (ROL) e alle riduzioni contemplate per tutte le attività sociali (congresso, riunioni delle Sezioni, ecc.), compreso l'acquisto di tutte le pubblicazioni cartacee a tariffe dedicate ai soci, ancorché ai materiali di utilizzo per l'attività del geologo contrassegnati dal logo della Società, sempre a tariffe particolari dedicate ai soci.

La quota **SILVER** garantisce, inoltre, l'accesso al formato elettronico dell'Italian Journal of Geosciences (IJG).

Le quote **GOLD** e **PLATINUM** danno diritto anche al formato cartaceo dell'Italian Journal of Geosciences, comprensivo di tutti gli allegati tematici in forma cartacei (carte geologiche, tavole, etc.).

I soci **GOLD** riceveranno in aggiunta copia del 2° volume della Guida Geologica Regionale "Sicilia e isole minori".

I soci sostenitori, **PLATINUM**, riceveranno in aggiunta copia del 2° volume della Guida Geologica Regionale "Sicilia e isole minori" e del libro "Charles Darwin - Opere Geologiche" di Guido Chiesura.

I soci che vorranno ricevere ulteriori copie del 2° volume della Guida Geologica Regionale "Sicilia e isole minori" potranno ottenerla, all'atto del rinnovo o di nuova iscrizione, versando un contributo aggiuntivo di 20,00 €.

Limitatamente al 2020 i soci delle categorie **Studenti** e **Dottorandi** che si assoceranno alla SGI con la tipologia **Basic** otterranno il diritto di accesso alla tipologia superiore rispetto alla quota associativa versata (**Basic** -> accesso **Silver**).

Si ricorda che i soci **cinquantennali**, **onorari** e **benemeriti** sono esonerati dal versamento della quota.

ANNO 2020				
	BASIC	SILVER	GOLD	PLATINUM (socio sostenitore)
Prodotti editoriali	ROL	ROL + IJG online	ROL + IJG online e cartaceo + 2° volume Guida "Sicilia e isole minori"	ROL + IJG online e cartaceo + 2° volume Guida "Sicilia e isole minori" + Charles Darwin - Opere Geologiche
Studenti (< 27 anni)	€ 15,00 € 18,00	€ 15,00 € 18,00	€ 55,00 € 65,00	≥ € 125,00 ≥ € 125,00
Dottorandi	€ 15,00 € 18,00	€ 15,00 € 18,00	€ 55,00 € 65,00	≥ € 125,00 ≥ € 125,00
Insegnanti di scuola	€ 20,00 € 25,00	€ 35,00 € 45,00	€ 60,00 € 75,00	≥ € 125,00 ≥ € 125,00
Juniore (< 30 anni)	€ 30,00 € 37,00	€ 50,00 € 62,00	€ 75,00 € 91,00	≥ € 125,00 ≥ € 125,00
Ordinari	€ 50,00 € 62,00	€ 70,00 € 87,00	€ 95,00 € 116,00	≥ € 125,00 ≥ € 125,00
Senior	€ 30,00 € 37,00	€ 50,00 € 62,00	€ 75,00 € 91,00	≥ € 125,00 ≥ € 125,00

Il Consiglio approva lo schema tariffario proposto per le quote 2020 relative alle associature individuali.

Associatura PER ENTI E AZIENDE

La quota associativa per Enti di ricerca, di formazione, di gestione territoriale, e Aziende si differenzia in base alla tipologia di associazione prescelta (basic, silver, gold, platinum), che fornisce l'accesso ai prodotti editoriali della SGI in maniera differenziata, e alle quantità di prodotti editoriali richiesti.

La quota **BASIC** garantisce l'associazione dell'Ente/Azienda alla Società con l'accesso ai Rendiconti online della SGI (ROL), e garantisce l'acquisto di tutte le pubblicazioni cartacee a tariffe dedicate ai soci e godranno di ogni agevolazione che la Società potrà procurare.

La quota **SILVER** garantisce, inoltre, l'accesso al formato elettronico dell'Italian Journal of Geosciences (IJG).

La quota **GOLD** permette di ricevere, oltre alle pubblicazioni SGI in formato elettronico anche il formato cartaceo dell'Italian Journal of Geosciences, comprensivo di tutti gli allegati tematici in forma cartacee (carte geologiche, tavole, etc.), e il 2° volume della Guida Geologica Regionale "Sicilia e isole minori".

La quota **PLATINUM**, definibile anche come sostenitore, permette, inoltre di ricevere copia dei volumi speciali delle collane editoriali dedicati ai soci. Per il 2020 verrà distribuito il 2° volume della Guida Geologica Regionale "Sicilia e isole minori", il libro "Charles Darwin - Opere Geologiche" di Guido Chiesura. Infine il logo dell'Ente o dell'azienda apparirà nella pagina web dei sostenitori della SGI.

ANNO 2020				
	Quote associative per le Università		Quote associative istituzionali per Enti e Aziende	
	BASIC	SILVER	GOLD	PLATINUM (socio sostenitore)
Prodotti editoriali	ROL	ROL + IJG online	ROL + IJG online e cartaceo + 2° volume Guida "Sicilia e isole minori"	ROL + IJG online e cartaceo + 2° volume Guida "Sicilia e isole minori" + Charles Darwin - Opere Geologiche
1 accesso on-line	€ 250,00	€ 350,00	€ 500,00	≥ € 750,00
	€ 500,00	€ 700,00	€ 1.000,00	≥ € 1.500,00
5 accessi on-line	€ 375,00	€ 475,00	€ 625,00	≥ € 875,00
	€ 750,00	€ 950,00	€ 1.250,00	≥ € 1.750,00
10 accessi on-line	€ 500,00	€ 575,00	€ 750,00	≥ € 1.000,00
	€ 1.000,00	€ 1.150,00	€ 1.500,00	≥ € 2.000,00

Eventi SOCIALI

I Consiglio direttivo 2020

Data: 20 marzo 2020, dalle ore 10.30 alle 15.30

Sede: Dipartimento di Scienze della Terra, Sapienza Università di Roma Piazzale Aldo Moro, 5 - 00185 Roma ...

II Consiglio direttivo 2020

Data: 19 giugno 2020, dalle ore 10.30 alle 15.30

Sede: Dipartimento di Scienze della Terra, Sapienza Università di Roma Piazzale Aldo Moro, 5 - 00185 Roma ...

III Consiglio direttivo 2020

Data: 16-18 settembre 2020, dalle ore 10.30 alle 15.30

Sede: Sede 90 Congresso della Società Geologica Italiana - Trieste
Aula: da definire

IV Consiglio direttivo 2020

Data: 27 novembre 2020, dalle ore 10.30 alle 15.30 Sede: Dipartimento di Scienze della Terra, Sapienza Università di Roma Piazzale Aldo Moro, 5 - 00185 Roma

Associatura PER SOCIETÀ/ASSOCIAZIONI SCIENTIFICHE E/O NO-PROFIT DI TIPOLOGIA "LIGHT"

Per Associazioni e Società scientifiche e/o no-profit è possibile effettuare una associazione di tipologia istituzionale, in modalità "light", la quale permetterà alla Società/Associazione scientifica no profit di ottenere visibilità del proprio logo e attività attraverso il sito web della Società Geologica Italiana (SGI) in una pagina appositamente dedicata.

L'associazione istituzionale garantisce inoltre agli associati della Società/Associazione scientifica no-profit di ottenere:

- uno sconto del 10% per i loro associati su tutte le iniziative sia editoriali sia congressuali e di formazione organizzate dalla Società Geologica Italiana (e.g., scuole, workshops, convegni, congressi, pubblicazioni, etc.);
- diffusione di notizie e materiali propri attraverso i media di SGI (newsletter, mailing lists, sito web, borse congressisti);
- stand gratuito in uno dei congressi SGI.

Le Società/Associazioni Scientifiche no-profit, avranno la possibilità di partecipare con il proprio Presidente, o un suo delegato, alle assemblee della Società Geologica Italiana e, su invito del Presidente SGI, ai Consigli Direttivi nei quali si discutano argomenti di interesse delle Società/Associazioni Scientifiche no-profit associate.

ANNO 2020		
Quote associative istituzionali per Società/Associazioni scientifiche no-profit		
	benefits	costo
Light	Logo sito web + sconti 10% propri associati ai prodotti e attività SGI + distribuzione materiale attraverso i canali di comunicazione SGI + stand gratuito in uno dei congressi SGI	€ 750,00
Full	tutti i suoi associati del godimento degli stessi diritti e doveri dei Soci SGI	quota istituzionale dimensionata alla numerosità e tipologia dei Soci

Associatura PER SOCIETÀ/ASSOCIAZIONI SCIENTIFICHE E/O NO-PROFIT DI TIPOLOGIA "FULL"

Alternativamente una Società/Associazione Scientifica no-profit ha la possibilità di sottoscrivere l'associazione Società Geologica Italiana in modalità completa ("full"). In questo caso l'associazione alla SGI di una Società o Associazione Scientifica deve prevedere, affinché abbia valore legale, la possibilità per tutti i suoi associati del godimento degli stessi diritti e doveri dei Soci SGI.

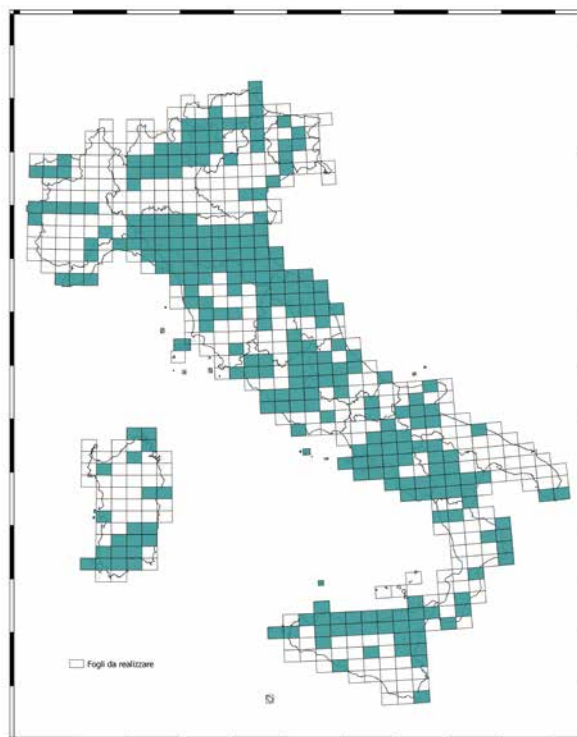
Tale associazione comporta il pagamento da parte della Società/Associazione Scientifica no-profit associante di una quota istituzionale dimensionata alla numerosità e tipologia dei Soci dell'associante la quale verrà versata direttamente dall'associante alla SGI.

La richiesta di associazione "full" dovrà essere corredata dalla lista dei Soci, corredata dei loro dettagli anagrafici e professionali, e della liberatoria all'utilizzo dei loro dati personali. L'associazione "full" comporta l'accettazione da parte dell'associante dello statuto e del regolamento vigenti della SGI.

Una volta associata, la Società/Associazione Scientifica no-profit si configurerà come Sezione della SGI e potrà godere di tutti i diritti/doveri delle altre Sezioni SGI (art.4 Regolamento), e i suoi soci dei diritti/doveri dei Soci SGI.



LA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA "VENT'ANNI DOPO": *a piccoli passi, ma si riparte!*



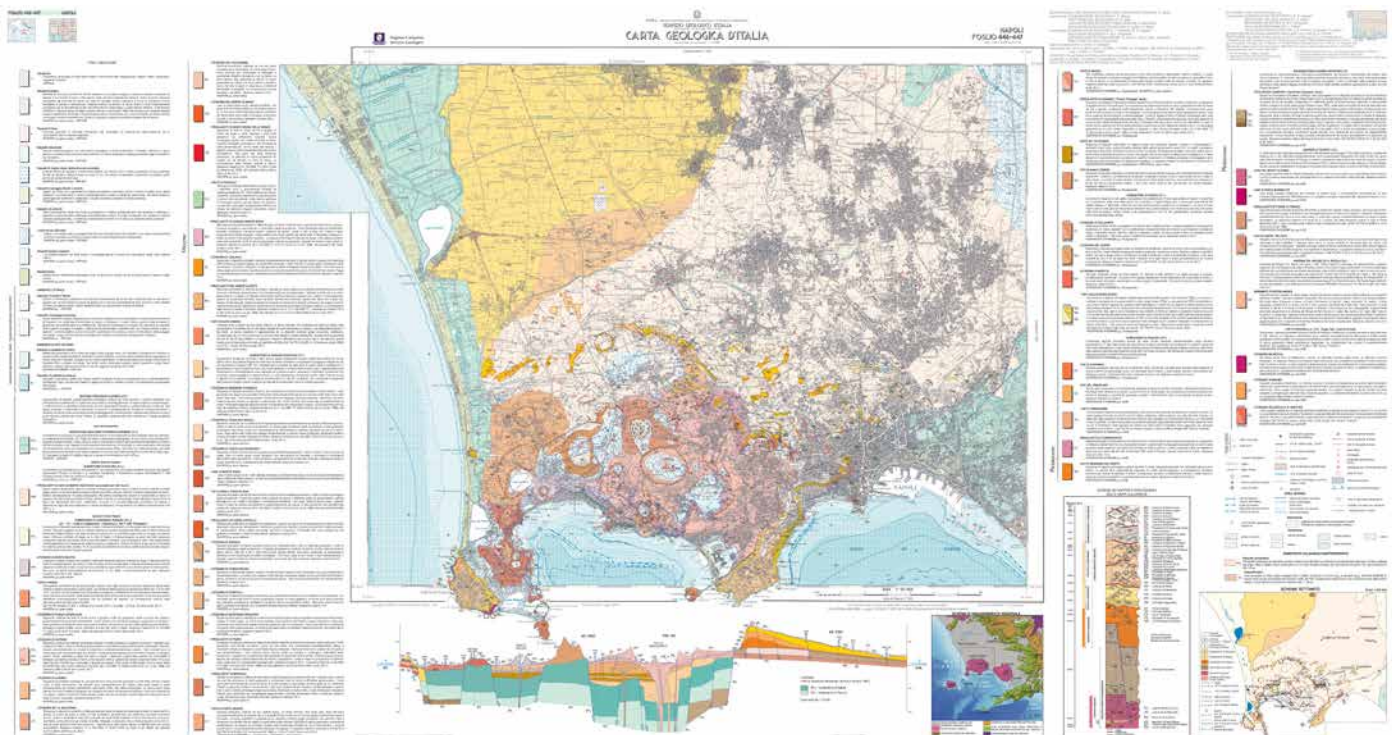
Inoltre, grazie al prezioso supporto dell'ufficio stampa della SGI, è stato possibile, in parallelo al confronto coi i politici, cercare di creare una sensibilizzazione verso il tema della cartografia geologica da parte dell'opinione pubblica: la SGI ha avuto l'opportunità di sottolineare l'importanza e la funzione della conoscenza geologica del territorio dalle pagine e dai siti del Corriere della Sera e del Riformista, con una significativa esposizione mediatica.

Ci piace pensare che queste iniziative abbiano fornito il supporto a chi ha avuto la sensibilità e la capacità di far approvare nella Legge di Bilancio la ripresa, dopo ben vent'anni, del progetto CARG. Si tratta di uno stanziamento limitato (in grado di finanziare solo una piccola parte dei fogli che ancora mancano) ma che ha un orizzonte operativo di tre anni: pensiamo sia comunque un segnale positivo che la comunità geologica deve cogliere cercando di dare il meglio di sé per produrre carte geologiche di qualità e nei tempi previsti. Per poter cogliere questa occasione nel migliore dei modi, la SGI ha inviato al Ministro Costa e ai responsabili del progetto CARG in ISPRA una lettera, qui allegata, che cerca, sulla base delle esperienze passate, di fissare quegli elementi critici che riteniamo sia necessari considerare per garantire un buon prodotto cartografico: l'opportunità non deve essere sprecata e la SGI ritiene che per arrivare ad un buon risultato sia necessario prevedere un processo che eviti alcuni errori del passato e mantenga evidente la professionalità dei geologi, con una elevata attenzione alla fruibilità della cartografia geologica prodotta.

Un elemento che la SGI ritiene irrinunciabile è la qualità scientifica della cartografia geologica che verrà prodotta: il supporto degli enti di ricerca e università che verranno coinvolte sarà fondamentale, come lo è stato in passato, per garantire prodotti affidabili ed aggiornati anche dal punto di vista delle conoscenze geologiche e degli strumenti

La SGI, con il Comitato di Cartografia Geologica, ha iniziato da tempo un lavoro di sensibilizzazione della comunità scientifica, della società civile e degli interlocutori politici sulla importanza della cartografia geologica come elemento di base per la conoscenza del territorio. Questo lavoro si innesca in un momento nel quale, almeno per i geologi, risulta ben chiara l'esigenza della cartografia geologica di base, evidenziata dalla mancanza di una copertura cartografica aggiornata in zone colpite da terremoti recenti.

L'attività di sensibilizzazione della SGI ha seguito diverse strade. In primo luogo, la SGI ha tenuto stretti contatti con il mondo politico, grazie sia a confronti sia diretti (tramite incontri presso il Senato della Repubblica) sia indiretti (tramite scambi di opinioni su documenti normativi e riflessioni condivise), con alcuni dei colleghi geologi presenti in Senato, sostenendo fortemente e giustificando l'urgenza di riprendere il progetto CARG. Aver trovato interlocutori sensibili all'esigenza di avere una cartografia geologica moderna ha sicuramente favorito l'inserimento nella Legge di Bilancio del rifinanziamento, seppur parziale, della cartografia geologica d'Italia. In questa attività è stato fondamentale il continuo confronto con ISPRA, visto il ruolo fondamentale che riveste per progetto CARG.




analitici. La qualità delle carte geologiche potrà essere garantita solamente con un supporto economico adeguato: la SGI ritiene che sarebbe controproducente cercare di produrre un numero di Fogli geologici eccessivo rispetto al finanziamento disponibile, cosa che porterebbe ad un abbassamento della qualità con conseguenze rischiose per la effettiva utilità delle carte geologiche prodotte. Penso che ogni geologo possa condividere l'affermazione che una carta geologica fatta male è una carta geologica inutile.

Il finanziamento limitato consentirà di focalizzare i rilevamenti geologici solo su alcune delle aree scoperte del nostro Paese: la SGI si augura che Regioni e Province Autonome mostrino una sensibilità sui fondamentali aspetti di conoscenza geologica del territorio, cofinanziando (ci auguriamo in modo sostanzioso) parte dei fogli. Una tale sensibilità potrebbe portare ad aumentare il numero dei fogli che potranno essere prodotti in questi tre anni, consentendo di creare una spinta significativa per il definitivo completamento del Progetto CARG (che dovrà poi essere comunque seguito da una fase di aggiornamento continuo dei dati).

La SGI continuerà a svolgere un ruolo di stimolo per una prosecuzione del progetto attraverso tutti i canali disponibili, mettendo a disposizione di tutte le strutture coinvolte le competenze dei suoi soci sulle tematiche di cartografia geologica. Per quest'ultimo aspetto si segnala che, già prima della buona notizia dell'approvazione del finanziamento al progetto CARG nella Legge di Bilancio, la SGI ha promosso l'iniziativa di una "Summer School" di cartografia geologica (con il coinvolgimento anche di ISPRA) che si terrà nel luglio 2020 con lo scopo di supportare la formazione di geologi rilevatori specificatamente preparati sugli aspetti e sui criteri di rilevamento e gestione digitale dei dati cartografici secondo gli

standard definiti nel progetto CARG: i vent'anni trascorsi dall'ultimo finanziamento hanno portato ad una riduzione dell'attività di rilevamento geologico a livello nazionale ma, sicuramente, non alla scomparsa delle conoscenze necessarie. La SGI ritiene che il raccogliere le competenze disponibili con una "Summer School" contribuirà ad una condivisione delle competenze di cartografia geologica, con la formazione di una nuova generazione di geologi rilevatori che potranno trovare nella ripresa dei rilevamenti per i fogli CARG spazi di crescita professionale.

L'opportunità che aspettavamo da tempo è, seppur in modo parziale, finalmente arrivata: ora tocca alla comunità geologica dare il massimo, sia per realizzare prodotti cartografici di qualità, sia per continuare a sensibilizzare la società civile sulla importanza della cartografia geologica per una corretta gestione della complessità territoriale del nostro Paese.



Prot-007 Lettera CARG Stato-Regioni
27/01/2020

Disponibile su:
www.socgeol.it/files/download/COMITATI/Comitato%20Cartografia/2020-01-27_Prot-007_Lettera_CARG_Stato-Regioni_signed.pdf

Second PALAEOARC International Conference

**dal 28 Settembre
al 2 Ottobre 2020**

Pisa, Italia



La seconda edizione del congresso internazionale PalaeoArc - Processes and Palaeo-Environmental Changes in the Arctic: From Past to Present, sarà organizzato dalla Caterina Morigi e da Karen Gariboldi presso il centro congressi Polo Fibonacci-Aula Magna "Fratelli Pontecorvo" dal 28 settembre al 2 ottobre 2020.

(<http://palaeoarc2020.dst.unipi.it>).

L'evento si svolge nell'ambito del programma internazionale PalaeoArc (www.palaeoarc.no), un network di ricerca costituito da scienziati di diverse nazioni, che ha come obiettivo quello di studiare i cambiamenti ambientali e climatici che si sono verificati nella regione artica a partire dal Quaternario.

I temi del congresso vertono su quattro tematiche principali:

- 1) la dinamica delle calotte polari, delle piattaforme glaciali e dei ghiacciai dell'Artico;
- 2) la dinamica degli oceani e del ghiaccio marino alle alte latitudini;
- 3) la dinamica dell'ambiente terrestre e l'evoluzione del paesaggio;
- 4) la risposta climatica e l'interazione tra le diverse componenti del sistema artico.

Il congresso, un appuntamento annuale itinerante, ha lo scopo di divulgare la ricerca in artico e di creare legami tra scienziati, dal

giovane ricercatore a quello senior, provenienti da diverse nazioni e da diversi settori disciplinari con la finalità ultima di promuovere ricerche multidisciplinari.

L'evento avrà una durata complessiva di cinque giorni e sarà articolato in due giorni e mezzo di presentazioni scientifiche, un'escursione giornaliera e due workshops, dedicati ai giovani ricercatori. Il primo workshop, dal titolo "The application of analytical SEM and EDS in the Earth Sciences" sarà tenuto da Massimo Tagliaferro. Il secondo workshop, organizzato da Viviana Maria Gamboa Sojo e da Katrine Husum, intitolato "Benthic Foraminifera in Arctic", consisterà in una sessione al microscopio incentrata sui foraminiferi bentonici presenti nei record sedimentari artici. Durante il congresso è prevista un'escursione sulle Alpi Apuane e presso la grotta del Corchia. Nel centro storico di Pisa, verrà organizzato l'aperitivo di benvenuto e la cena sociale durante la quale verrà consegnato il premio per miglior poster presentato da un giovane ricercatore.



Pagina web:

<http://palaeoarc2020.dst.unipi.it>

INCONTRA

gli Autori

1. ANDREA BOLLATI

Geologo libero professionista (iscritto all'Ordine dei Geologi del Lazio) e Dottore di Ricerca. Nel periodo 1997-2008 ha partecipato come rilevatore al Progetto Nazionale Cartografia Geologica (C.A.R.G.). Dal 2005 è docente a contratto presso l'Università degli Studi Roma Tre, Dip. di Scienze, Sezione di Sc. Geologiche, nell'A.A. 2012-13 presso il DIBAF dell'Università degli Studi della Tuscia-Viterbo. Dal 2017 svolge attività didattica nell'ambito del progetto Museo Diffuso per Roma e tra il 2017 e il 2019 nell'ambito di alcuni progetti di Alternanza Scuola Lavoro. Nell'ambito del Club Alpino Italiano è Reggente della sottosezione Pietracamela (TE), istruttore di scialpinismo della Scuola Paolo Consiglio (CAI di Roma) e accompagnatore di escursionismo (AE). Autore di articoli scientifici, anche divulgativi, e di due guide escursionistiche di aree appenniniche. Nel 2018 ha partecipato alla spedizione in Himalaya nell'ambito del Progetto "Sulle tracce dei ghiacciai", nel 2019 ad una spedizione in Pakistan nell'ambito del "Progetto Swat" dell'Asian Desk di Mountain Wilderness International.



2. ALESSANDRA BORGHINI

Laureata in Scienze Naturali presso l'Università di Pisa. Dopo aver conseguito l'abilitazione all'insegnamento per le classi di concorso A-28 e A-50, dal 2009, ha lavorato come docente nella Scuola Secondaria di Primo Grado in diverse realtà della Toscana, con esperienze anche nell'educazione degli adulti. Dal 2013 al 2015 ha svolto l'incarico di Referente per il Laboratorio del Sapere Scientifico dell'Istituto Comprensivo di Volterra, coordinando la formazione dei colleghi e la realizzazione e la documentazione di laboratori didattici nell'ambito scientifico - matematico. Dal novembre 2018 è dottoranda presso la Scuola Regionale Toscana di Dottorato in Scienze della Terra, dove si occupa di ricerca nel campo della didattica delle Geoscienze.



3. GIANLUCA CORNAMUSINI

Professore associato di Geologia stratigrafica e sedimentologia presso l'Università degli Studi di Siena, attualmente svolge la propria attività di ricerca in Appennino Settentrionale relativamente l'evoluzione tettono-sedimentaria della catena, in Tasmania ed in Antartide (per quest'ultima attraverso la partecipazione a tre spedizioni del PNRA) relativamente a studi stratigrafico-sedimentologici e di provenienza delle successioni permo-triassiche della Terra Vittoria ed a studi sui depositi glacigenici permiani. Tra i vari istituti internazionali, relativamente alle ricerche su temi antartici, collabora attivamente con l'University of Wisconsin-Milwaukee, la Seoul National University, il Korean Polar Research Institute, l'Universidade Federal do Rio Grande do Sul e l'University of Tasmania.



4. GIUSEPPE PUCCIARELLI

Si laurea in Fisica nel 2009 presso l'Università degli Studi di Salerno con una tesi concernente una tomografia sismica della Campania invertendo i dati derivanti dalle repliche del sisma campano-lucano del 23/11/1980. Ottiene la laurea specialistica in Fisica nel 2012 presso l'Università degli Studi di Salerno con una tesi di ricerca di analisi di Fourier e Wavelet di dati tiltmetrici e mareografici dei Campi Flegrei. Sempre nell'ateneo campano, nel 2017 ottiene il Dottorato di Ricerca in Matematica, Fisica e Applicazioni con una tesi che ha come oggetto la tomografia sismica del Basso Tirreno e dell'Italia Meridionale invertendo dati telesismici. Durante il Dottorato, trascorre un periodo di formazione presso l'Istituto Andaluz de Geofisica in Granada, Spagna. Dal novembre 2018 all'ottobre 2019 è assegnista di ricerca presso la Sezione di Napoli "Osservatorio Vesuviano" dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, lavorando all'analisi dei dati degli idrofoni dell'infrastruttura sottomarina MEDUSA. È autore di due pubblicazioni scientifiche (entrambe come primo e unico autore), di due pubblicazioni sulla rivista "Miscellanea INGV" (una come primo e unico autore), di diverse partecipazioni a convegni nazionali e internazionali con talks e poster, l'ultimo delle quali al recente AGU 2019 di San Francisco dal titolo "Hydrophones as Seismometers".

5. FABRIZIO BERRA

Laureato in Scienze Geologiche, è professore ordinario al Dipartimento di Scienze della Terra della Statale di Milano. Prima di entrare in università nel 2002 come ricercatore, è stato coinvolto come rilevatore e direttore di rilevamento di alcuni fogli CARG della Regione Lombardia, occupandosi anche di informatizzazione. La sua attività di ricerca si concentra su tematiche stratigrafiche, sedimentologiche e rilevamento geologico, in particolare su sistemi carbonatici (soprattutto di età mesozoica) e carbonatico-clastici in diversi contesti stratigrafici e paleogeografici. Ha svolto attività di ricerca nella catena alpina, catena himalayana, in Iran e blocco Sardo-Corso, collaborando con colleghi di università ed enti di ricerca italiani e stranieri.

6. GIACOMO CORTI

Giacomo Corti è primo ricercatore presso l'Istituto di Geoscienze e Georisorse del CNR. Ha conseguito la laurea in scienze geologiche presso l'Università degli studi di Firenze e il dottorato di ricerca in Scienze della Terra presso l'Università degli studi di Pisa. È autore o co-autore di 96 pubblicazioni su riviste internazionali, di un libro divulgativo (Geologia e paesaggi della Rift Valley in Etiopia); è stato Guest Editor di Tectonophysics, di Interpretation e del Bollettino di Geofisica Teorica e Applicata. Ha effettuato relazioni ad invito a congressi internazionali e nazionali. È revisore di numerose riviste internazionali ed è revisore di progetti di ricerca di numerose istituzioni internazionali. Inoltre, è stato convenor di sessioni scientifiche a congressi nazionali e internazionali e organizzatore principale del congresso internazionale GeoMod2008. Ha ricevuto vari finanziamenti e riconoscimenti a livello nazionale e internazionale.

Autore **Giacomo Corti**

Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Istituto di Geoscienze e Georisorse (IGG), Sede Secondaria di Firenze.

IL TERREMOTO E I SUOI EFFETTI

Il terremoto del Mugello del 29 giugno 1919, di cui nel 2019 si è celebrato il centenario, rappresenta uno dei più forti che hanno interessato l'Appennino settentrionale e anche uno dei più importanti terremoti italiani del XX secolo. Il terremoto si è sviluppato all'interno di una delle principali zone sismogenetiche del settore appenninico settentrionale, il bacino Pliocenico-Quaternario del Mugello, con epicentro nella zona orientale nei dintorni di Vicchio. L'evento ha interessato come effetti di risentimento una vasta porzione dell'Italia centro-settentrionale. La stima della magnitudo dell'evento secondo il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15) dell'INGV (Rovida et al., 2016) indica un valore di 6.4, anche se il valore è verosimilmente un po' sovrastimato a causa dell'effetto di cumulo dei danni con quelli del precedente terremoto del novembre 1918 che coinvolse regioni limitrofe dell'Alta Romagna (Bernardini e Camassi, 2019).

Il terremoto del 1919 ebbe come zona epicentrale la porzione orientale del Mugello, all'interno del territorio di Vicchio, il comune maggiormente interessato dal danneggiamento. In alcune frazioni di tale comune, Mirandola e Rupecanina, crollarono quasi tutti gli edifici e l'intensità del terremoto raggiunse il 10° grado della scala Mercalli-Cancani-Sieberg (MCS). Altri piccoli centri abitati (Casole, Rostolena, Villore, Vitigliano) subirono danni gravissimi con la distruzione di circa la metà degli edifici (intensità pari a 9 MCS) (Bernardini e Camassi, 2019). Danneggiamenti importanti furono estesi a tutto il territorio del Mugello e gravi danni interessarono anche decine di località situate sul versante romagnolo dell'Appennino, nell'area denominata "Romagna Toscana". In tale zona l'impatto dell'evento fu notevolmente aggravato dal fatto che questa regione era stata interessata pochi mesi prima da un altro terremoto distruttivo, quello del dell'Appennino forlivese del 10 novembre 1918. La scossa fu molto forte anche a Firenze, dove alcune case rimasero lesionate, cadde qualche comignolo e ci fu grande panico tra la popolazione, ed ebbe risentimenti da Perugia fino a Venezia (Guidoboni et al., 2018). All'interno del territorio di Vicchio fu registrato il numero maggiore di vittime (una settantina), che in totale rimasero inferiori al centinaio di unità. Il fatto che molte persone si trovassero all'aperto a seguito dell'allarme generato da scosse minori avvenute la mattina e l'ora della scossa principale (17.06) quando buona parte della popolazione si trovava all'aperto e nei campi contribuirono a limitare il numero totale delle perdite umane se rapportato alla elevata intensità della scossa (Bernardini e Camassi, 2019).

LA SISMICITÀ STORICA E ATTUALE IN MUGELLO

Oltre al terremoto del 1919, il Mugello è caratterizzate da una rilevante sismicità sia attuale che storica, che ha avuto come altro evento significativo quello del 1542 con una magnitudo stimata di 6.0 (Rovida et al., 2016). Dall'anno 2000 ad oggi, il catalogo sismico dell'INGV riporta circa 4400 scosse avvenute entro un raggio di 40 km da Borgo San Lorenzo, con alcuni eventi rilevanti come quelli del 2008 (M=4.5) e 2009 (M=4.2), con epicentro nella zona Nordoccidentale della valle. In questo caso, le analisi strumentali delle sequenze sismiche hanno messo in evidenza una dinamica sismica legata all'attivazione di faglie normali sia immergenti verso sud-ovest che verso nord-est (Bonini et al., 2016). Durante la stesura di questo documento è iniziata una sequenza sismica nel territorio del Mugello, attualmente culminata in un evento massimo di magnitudo 4.5 alle ore 04:37 del 09 dicembre 2019. La rete di monitoraggio dell'Istituto di Geofisica e Vulcanologia ha registrato più di 200 eventi di cui una quarantina con magnitudo maggiore di 2.

LE POSSIBILI STRUTTURE SISMOGENETICHE

Attualmente le conoscenze sulle possibili strutture sismogenetiche responsabili del terremoto del 1919 e della sismicità in Mugello sono ancora limitate. Secondo alcuni Autori si tratterebbe di un sistema di faglie normali attive che caratterizzano il lato meridionale della valle: il cosiddetto sistema di faglie della Sieve (si veda ad esempio il database DISS dell'INGV, <http://diss.rm.ingv.it/diss/>), che potrebbe essere collegato ad un sistema di faglie (noto come Etrurian Fault System) che per alcuni Autori si sviluppa dall'area a Sudest di Perugia fino alla Lunigiana, ma la cui presenza in aree come il Mugello o il Casentino è molto dibattuta. Secondo altri Autori (es. Sani et al., 2009) il terremoto del 1919 potrebbe essere legato alla complessa attivazione del sistema di faglie della Sieve e di un sistema di faglie trasversali al bacino (faglie di Vicchio). Analisi più recenti (Bonini et al., 2016) attribuiscono il terremoto del 1919 all'attivazione di un sistema di strutture che si sviluppa nella parte Nord della valle: il cosiddetto sistema di faglie Ronta. Alcune sequenze sismiche recenti (2008-2009) sono probabilmente avvenute per attivazione di una parte del sistema di Ronta (Bonini et al., 2016), che quindi è da ritenere un sistema attivo e potenzialmente sismogenetico.

Al fine di migliorare le conoscenze sulle strutture sismogenetiche, proprio in occasione del centenario del terremoto del 1919 è stato avviato un progetto di ricerca con l'installazione di 10 nuove stazioni sismiche mobili per migliorare la sensibilità e la precisione nella localizzazione dei terremoti del Mugello e aree limitrofe. Questa rete sismica temporanea permetterà di ottenere una maggiore precisione nella localizzazione dei piccoli terremoti, che avvengono continuamente, permettendo di identificare, o meglio delineare, le zone di debolezza della crosta terrestre (faglie) che nel futuro potranno anche generare scosse di maggiore entità. Tali informazioni, assieme a nuovi studi in corso per la caratterizzazione delle principali faglie attive e recenti della zona, saranno di notevole importanza per migliorare le conoscenze sulla pericolosità sismica del Mugello e aree limitrofe.

BIBLIOGRAFIA

- Bernardini F., Camassi R. (2019). *I terremoti del '900: il terremoto del 29 giugno 1919 nel Mugello*. <https://ingvterremoti.com/2019/06/27/i-terremoti-del-900-il-terremoto-del-29-giugno-1919-nel-mugello/>
- Bonini M., Delle Donne D., Corti G., Sani F., Piccardi L., Vannucci G., Genco R., Martelli L., Ripepe M. (2016). *Seismic sources and stress transfer interaction among axial normal faults and external thrust fronts in the Northern Apennines (Italy): A working hypothesis based on the 1916-1920 time-space cluster of earthquakes*. *Tectonophysics*, 680, 67-89.
- Guidoboni E., Ferrari G., Mariotti D., Comastri A., Tarabusi G., Sgattoni G., Valensise G. (2018). *CFTI5Med, Catalogo dei Forti Terremoti in Italia (461 a.C.-1997) e nell'area Mediterranea (760 a.C.-1500)*. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). doi: <https://doi.org/10.6092/ingv-it-cfti5>
- Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P. (eds) (2016). *CPTI15, the 2015 version of the Parametric Catalogue of Italian Earthquakes*. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi: <http://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI15>
- Sani F., M. Bonini, L. Piccardi, G. Vannucci, D. Delle Donne, M. Benvenuti, G. Moratti, G. Corti, D. Montanari, L. Sedda, C. Tanini (2009). *Late Pliocene-Quaternary evolution of outermost hinterland basins of the Northern Apennines (Italy), and their relevance to active tectonics*. *Tectonophysics*, 476, 336-356.

(Vicchio - Mugello) - Mirandola.

IL TERREMOTO DEL MUGELLO *del 29 giugno 1919*

Il terremoto del Mugello del 29 giugno 1919 (M=6.4) rappresenta uno degli eventi sismici principali che hanno interessato l'Appennino settentrionale. Il terremoto causò danni notevoli e numerose vittime nella porzione orientale del Mugello e risentimenti in un'ampia porzione dell'Italia settentrionale. Le conoscenze geologiche sulle strutture sismogenetiche potenzialmente responsabili dell'evento rimangono limitate con ipotesi che contemplano l'attivazione di faglie normali sul lato meridionale del bacino (faglie della Sieve), su quello settentrionale (faglie di Ronta) o dinamiche con attivazione complesse di più sistemi di faglie che includono strutture trasversali al bacino (faglie di Vicchio).

Investimenti Sostenibili

Investire e cambiare il mondo



Partecipa al cambiamento: anche con un piccolo capitale puoi accedere ai mercati finanziari e, al tempo stesso, dare un contributo concreto allo sviluppo sostenibile dei territori e dell'economia.

Messaggio pubblicitario con finalità promozionale.

Prima dell'adesione leggere il prospetto e il KIID disponibili sul sito www.sellasgr.it e presso i collocatori.

investimentsostenibili.it

Sella
SGR