



Il Gazzettino di Bedretto

Numero 4 (Febbraio 2024)

**Cari residenti di Bedretto,
cari lettori,**

Siamo lieti di presentarvi la quarta edizione del Gazzettino. In questo numero vi parliamo di un nuovo ambito di ricerca del BedrettoLab: la geobiologia. Cara Magnabosco, professoressa di geobiologia presso l'ETH di Zurigo, ci descrive il suo ambito specialistico e ci guida in un viaggio dalle profondità del Laboratorio sotterraneo Bedretto fino ai confini dell'Universo. Inoltre, come sempre presentiamo altre attività di ricerca dei membri del nostro team e tracciamo un bilancio di quest'anno, con i suoi eventi e le sue visite.

Vi auguriamo una buona lettura!
Il team del BedrettoLab



Uno sguardo in profondità su rocce e pianeti lontani: la ricerca geobiologica nel BedrettoLab

Cara Magnabosco è professoressa di geobiologia e con il suo gruppo conduce ricerche presso il BedrettoLab. In particolare Cara è interessata agli ambienti sotterranei e cerca forme di vita semplici come batteri o altri microrganismi in grado di sopravvivere «respirando le rocce». Una delle questioni fondamentali sulle quali sta indagando riguarda le condizioni in cui la vita è in grado di emergere e sussistere. Nel BedrettoLab lei e il suo team hanno già individuato alcuni microrganismi rari e affascinanti e stanno effettuando diversi esperimenti per approfondire le conoscenze sul loro modo di vivere.

Di cosa si occupa la tua ricerca al BedrettoLab?

Il mio percorso di ricerca presso il BedrettoLab ha avuto inizio nel 2020. In generale, nel mio campo non è facile avere accesso agli «ecosistemi profondi». Il fatto di essere così vicina al BedrettoLab e di avere la possibilità quasi

permanente di accedervi è quindi un'opportunità eccellente. All'inizio volevamo solo scoprire che cosa c'era nei pozzi e nell'acqua che scorre attraverso le diverse fratture. Abbiamo iniziato a prelevare diversi campioni di acqua per farci un'idea della sua origine e delle sue proprietà chimiche. Il nostro obiettivo è identificare le fonti di energia nell'acqua o sulla superficie rocciosa in grado di nutrire i microrganismi. Tra queste si annoverano ad esempio CO₂ o azoto, rintracciabili in quantità diverse in tutto il tunnel.

Una volta avuta un'idea più precisa su cosa c'era, abbiamo iniziato anche a esaminare gli effetti delle stimolazioni idrauliche sul microbioma, ossia sui microrganismi esistenti in un particolare ambiente. Durante le stimolazioni abbiamo osservato dei cambiamenti nelle proprietà chimiche dell'acqua e nelle popolazioni microbiche. Al momento ci stiamo occupando di un pozzo di monitoraggio geobiologico e «osserviamo» la chimica e la biologia dell'acqua sul lungo periodo con diverse installazioni di misurazione permanenti. In questo pozzo effettuiamo vari esperimenti per avere una migliore comprensione delle modalità con cui sopravvivono e si evolvono i mi-

croorganismi nel BedrettoLab.

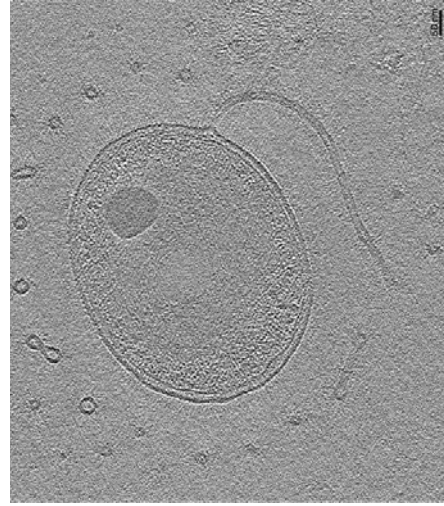
Abbiamo anche installato stazioni di monitoraggio aggiuntive per scoprire se nel sistema sussistono variazioni stagionali o associate all'esperimento. L'intero progetto è stato battezzato «DELOS», acronimo di «Deep Life Observatory» (Osservatorio della vita in profondità), un tributo all'isola greca di Delo in cui è vietato morire. I microrganismi che proliferano nel DELOS di Bedretto si sono rifiutati di morire, pur vivendo a centinaia o migliaia di metri di distanza dal Sole e dalla superficie.

Quali strumenti e metodi utilizzate?

Di solito il mio team si presenta nella galleria armato di secchi e molte bottiglie. Utilizziamo questi recipienti per prelevare campioni di acqua direttamente dai pozzi o da una sorgente situata in qualche punto del tunnel. Dopodiché li riportiamo nel nostro laboratorio qui presso l'ETH di Zurigo e li analizziamo: osserviamo al microscopio le gocce d'acqua, effettuiamo analisi chimiche o, se identifichiamo microrganismi interessanti, proviamo a coltivarli e a sequenziarne il DNA. Dal momento che raccogliamo grandi quantità di dati sull'ecosistema DELOS nel suo



Cara Magnabosco



Ultramicrobatteri al microscopio

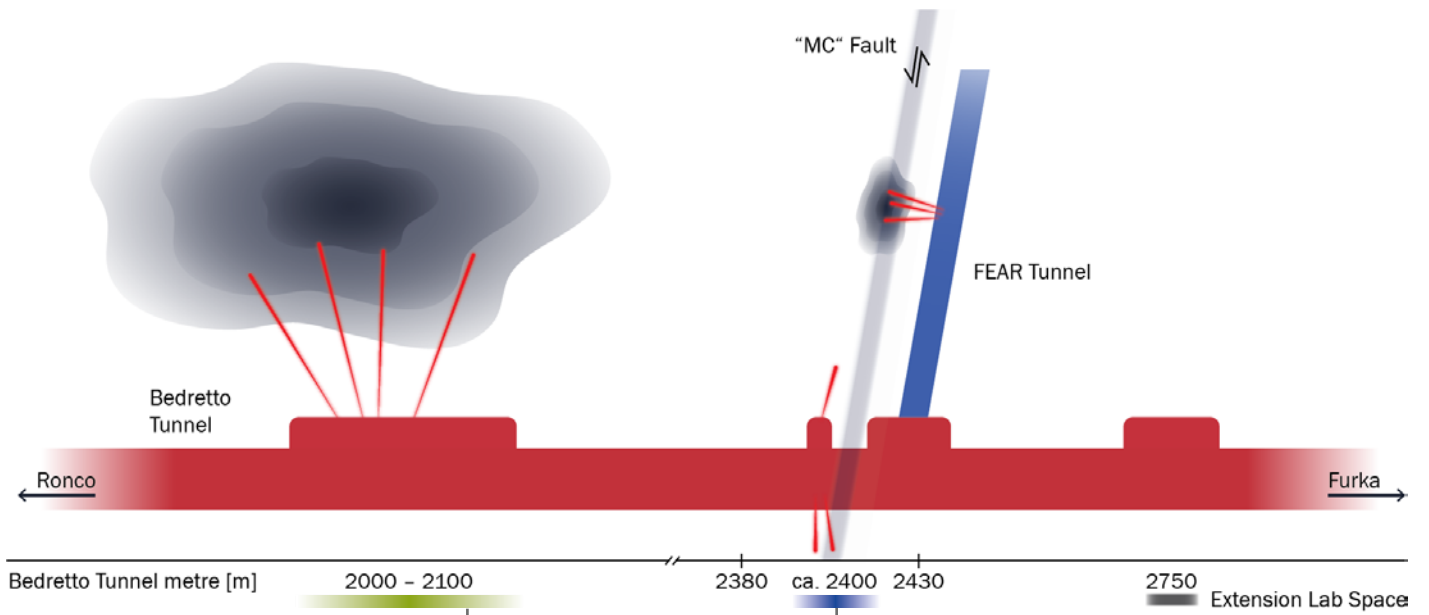
complesso, ci avvaliamo anche di tecnologie di machine learning per combinare questi dati con le analisi del DNA. Gli algoritmi di machine learning ci aiutano a identificare degli schemi e, in ultima analisi, anche delle correlazioni tra l'ambiente o i cambiamenti che vi sono occorsi e hanno comportato delle mutazioni nei microrganismi, ad esempio batteri, e ci aiutano a identificare la presenza di determinate forme di vita.

Avete fatto delle scoperte sorprendenti nel corso delle ricerche nel BedrettoLab?

Abbiamo trovato una grande popolazione di una serie di ultramicrobatteri estremamente interessanti, caratterizzati da genomi estremamente piccoli rispetto alle forme di vita complesse come le piante: sono tra le più piccole forme di vita presenti sulla Terra. Quindi ci chiediamo perché questi batteri si trovino proprio qui, di cosa abbiano bisogno per sopravvivere e da dove abbiano origine. Durante le stimolazioni idrauliche abbiamo anche scoperto un cambiamento nelle proprietà chimiche dell'acqua che molto probabilmente deriva dalle nuove fratture create nella roccia. In altre parole, quando la roccia si spezza, si innesca una reazione nella quale le molecole d'acqua si dividono e idrogeno e ossigeno si liberano. Ne risulta un liquido altamente reattivo che offre energia per la potenziale vita. Ci chiediamo se forse le prime forme di vita sulla Terra abbiano sfruttato una fonte di energia di questo genere.

Con il «Center for Origin and Prevalence of Life» (Centro studi sull'origine e la prevalenza della vita) hai anche volto lo sguardo ad altri pianeti e alla possibilità di vita extraterrestre. Qual è il legame tra la tua ricerca e la vita su altri pianeti?

La reazione che ho descritto prima, in cui silicati come il granito del Rotondo reagiscono con l'acqua producendo energia biochimica, è abbastanza generica. In altre parole, potrebbe avere luogo anche nel sottosuolo di altri pianeti e alimentare ecosistemi alternativi. Questo percorso di reazione rende più plausibile la presenza di vita extraterrestre, ad esempio su Marte. •



Il DELOS (Deep Life Observatory, Osservatorio della vita in profondità) si dedica ai microrganismi che proliferano al limite energetico della vita.



L'ambiente sperimentale della fisica (Earthquake physics testbed) dei terremoti è incentrato sulla comprensione fondamentale della fisica dei terremoti.



L'ambiente sperimentale geotermico (Geothermal testbed) si concentra sullo sviluppo di giacimenti profondi e su larga scala per la circolazione dell'acqua, lo stoccaggio e l'estrazione di energia geotermica.

Esame delle proprietà microfisiche delle rocce del granito di Rotondo

Il principale lavoro di ricerca scientifica del BedrettoLab consiste in pozzi di perforazione (carotaggi) che solitamente vengono sottoposti ad indagini approfondite. Grazie ai diversi sensori presenti nei pozzi del BedrettoLab, il team di ricerca ha già conoscenze dettagliate riguardo alla roccia a livello macroscopico. Recentemente, nel Laboratorio di Fisica e Meccanica delle Rocce (RPMLab) del Politecnico di Zurigo sono stati condotti esperimenti per comprendere meglio il comportamento del granito di Rotondo a livello microscopico.

Dr. Claudio Madonna spiega l'attività dell'RPMLab: "Immaginate il RPMLab come un laboratorio scientifico dove le rocce sono al centro della scena. Come gli architetti che testano vari materiali per costruire strutture solide e sicure, noi studiamo le rocce per capirne la resistenza e il comportamento. È come sperimentare con i mattoncini, ma invece di costruire torri, il nostro progetto si basa sulla ricerca di come le rocce sopportano e resistono alla pressione. Attraverso lo studio meticoloso delle rocce nel nostro laboratorio, abbiamo l'opportunità di svelare i segreti dei processi geologici, come la formazione delle montagne e i meccanismi di deposizione delle risorse sotterranee. Il nostro obiettivo è esplorare l'affascinante mondo delle rocce per svelarne i segreti scientifici e le storie che si celano al loro interno".

In un esperimento, lo scienziato Dr. Paul Selvadurai ha prelevato un campione cilindrico di roccia lungo 10 cm da un carotaggio nel BedrettoLab. Con la speciale apparecchiatura chiamata LabQuake presso l'RPMLab, è possibile sottoporre un cilindro di roccia a pressioni di 170 Mpa, fino a provocarne la rottura. In questo esperimento è stata utilizzata solo una pressione di 10-15 MPa, che corrisponde a 10.000-15.000 tonnellate di peso su un metro quadrato. Al cilindro sono stati applicati 16 sensori in grado di inviare e ricevere onde ultrasoniche. Il cilindro è stato poi inserito in una capsula chiusa ermeticamente ed è stato introdotto in una pressa. Questa pressa è in grado di esercitare sulla roccia pressioni differenti in



Carotaggi di granito dal BedrettoLab



direzioni diverse, simulando accuratamente le condizioni di stress presenti nel sottosuolo in natura. Durante l'applicazione di diversi livelli di pressione, onde ultrasoniche emesse dai sensori attraversano il cilindro di roccia e vengono registrate da altri sensori.

È già noto che i segnali sismici si diffondono attraverso la roccia in modo anisotropo, cioè diverso nelle diverse direzioni di percorrenza delle onde. Ciò significa che la loro propagazione può variare a seconda di sollecitazioni fisiche, della densità e dell'esistenza di piccole microfessure all'interno della roccia. Per arrivare ad una comprensione completa dei sistemi rocciosi naturali, gli scienziati devono analizzare sia i fenomeni fisici alla macroscale, utilizzando i dati ottenuti dai pozzi, sia i dati alla microscale degli esperimenti condotti presso l'RPMLab. I dati dei pozzi forniscono preziose indicazioni sul comportamento delle formazioni rocciose su scala più ampia, offrendo informazioni su fattori quali lo stress, la densità e la presenza di microfessure. Contemporaneamente, i dati in microscale provenienti dagli esperimenti del RPMLab consentono ai ricercatori di studiare i dettagli intricati della propagazione anisotropa delle onde e la loro correlazione con le condizioni di stress. Combinando queste due fonti di informazioni, gli scienziati possono ottenere una comprensione olistica del modo in cui le onde sismiche interagiscono con la matrice rocciosa, consentendo una comprensione più profonda del comportamento sismico esibito dai serbatoi geotermici granitici. •

Collaboratori del BedrettoLab: Alba Zappone

Chiunque abbia posto ad Alba Zappone una domanda veloce di geologia sa bene quanto la appassioni la sua materia, la geologia strutturale. Per lei una roccia non è semplicemente un sasso, ma piuttosto una lunga e interessante storia di chimica, temperatura e pressione che nel corso del tempo l'hanno influenzata. Nel BedrettoLab Alba è una coordinatrice delle ricerche. Oltre a lavorare instancabilmente ai progetti che sta dirigendo, Alba ama le attività manuali e nel tempo libero ha iniziato a seguire corsi sulla lavorazione del legno. Cerca comunque il contatto con il suo materiale preferito, la roccia, e ama fare escursioni in montagna con il cane.

«L'aspetto più bello del lavoro nel BedrettoLab è lo spirito che si instaura nel team. Il fatto di lavorare all'interno della galleria aumenta il senso di coesione».

Qual è il tuo ruolo presso il BedrettoLab?

Coordino le attività di ricerca nella galleria che vanno oltre la geofisica, in particolare geologia strutturale, applicata e geochimica oltre ad altre richieste di ricerca. Ad esempio, capita che dei colleghi di altre università vogliono raccogliere dei campioni o testare un nuovo strumento oppure semplicemente visitare l'infrastruttura con gli studenti. Offriamo molte possibilità di attività legate alle scienze della Terra o all'ingegneria strutturale. Io fungo da interlocutrice in questi ambiti e cerco di trovare la giusta configurazione nel tunnel e coordinare il tutto. Mi ha sempre interessato l'interfaccia tra sismologia e geologia, ecco perché il mio punto di vista interdisciplinare è importante nell'interazione con altri collaboratori.

Hai dei compiti anche all'interno della galleria?

Quasi sempre il mio lavoro quotidiano si svolge a Zurigo. A volte però supporto le attività di ricerca nel tunnel o aiuto un team a sviluppare idee per nuovi esperimenti. In generale questo tipo di lavoro mi piace perché è molto concreto, ma allo stesso tempo complesso. Non è così semplice tornare all'ETH per recuperare qualcosa che hai lasciato sulla scrivania.

Qual è la più grande sfida che hai affrontato da quando lavori presso il BedrettoLab?

Una grande sfida consiste nel curare la comunicazione tra ricercatori, gruppi e istituti esterni coinvolti. Il nostro



La geologa Alba Zappone nel BedrettoLab

laboratorio suscita grande interesse ed è necessario poter contare su una figura che sappia cosa sta succedendo e che coordini determinate attività. Questo aspetto è particolarmente importante dal momento che le persone lavorano in luoghi diversi: conducono esperimenti nel BedrettoLab ma provengono da un istituto al di fuori dell'ETH di Zurigo.

Qual è stata la tua esperienza migliore presso il laboratorio?

L'aspetto migliore del lavoro presso il BedrettoLab è lo spirito che si instaura. Il lavoro nel tunnel crea un senso di coesione nel team. Anche se spesso è faticoso e richiede un impegno aggiuntivo, tutti si danno da fare e sono molto motivati. Alla fine di una giornata di lavoro, ciascuno è entusiasta di ciò che ha creato e del risultato finale.

Ricordo delle bellissime serate a conclusione delle lunghe giornate di lavoro in galleria. Di solito il team si ritrova a cena da qualche parte ad Airolo, chiacchierando davanti a un calice di vino. Ne risultano piacevoli conversazioni e belle serate. Una volta abbiamo cenato nel tunnel e alcuni membri del team hanno portato con sé i loro strumenti musicali. Alla fine abbiamo suonato e cantato insieme: è stato indimenticabile! •



Le due nuove nicchie del BedrettoLab



Nuovo tunnel laterale: Prima fase di costruzione completata a fine dicembre 2023

La prima fase di costruzione della nuova galleria laterale è stata completata alla fine del 2023. La squadra di costruzione del Consorzio Cristallina ha scavato due nuove nicchie nella galleria Bedretto. La prima, lunga 10 metri e larga 3, è necessaria per le manovre dei veicoli e lo stoccaggio dei materiali.

Dopo aver completato questa prima nicchia, è stata realizzata una seconda nicchia, completata nel dicembre 2023. È lunga 40 metri e larga 3 metri e costituirà l'ingresso della nuova galleria laterale.

Prima dell'inizio dei lavori di brillamento per la galleria laterale, in giugno 2024, si sta preparando il progetto PRECODE. Ciò comporterà la perforazione di 14 fori di trivellazione in cui saranno collocati dei sensori. L'obiettivo del progetto PRECODE è studiare la reazione del volume roccioso alle diverse tecniche di scavo, confrontando i metodi convenzionali con quelli relativamente più dolci. A tal fine, il volume della roccia nei primi 15 metri della nuova galleria laterale sarà monitorato prima, durante e dopo lo scavo. •

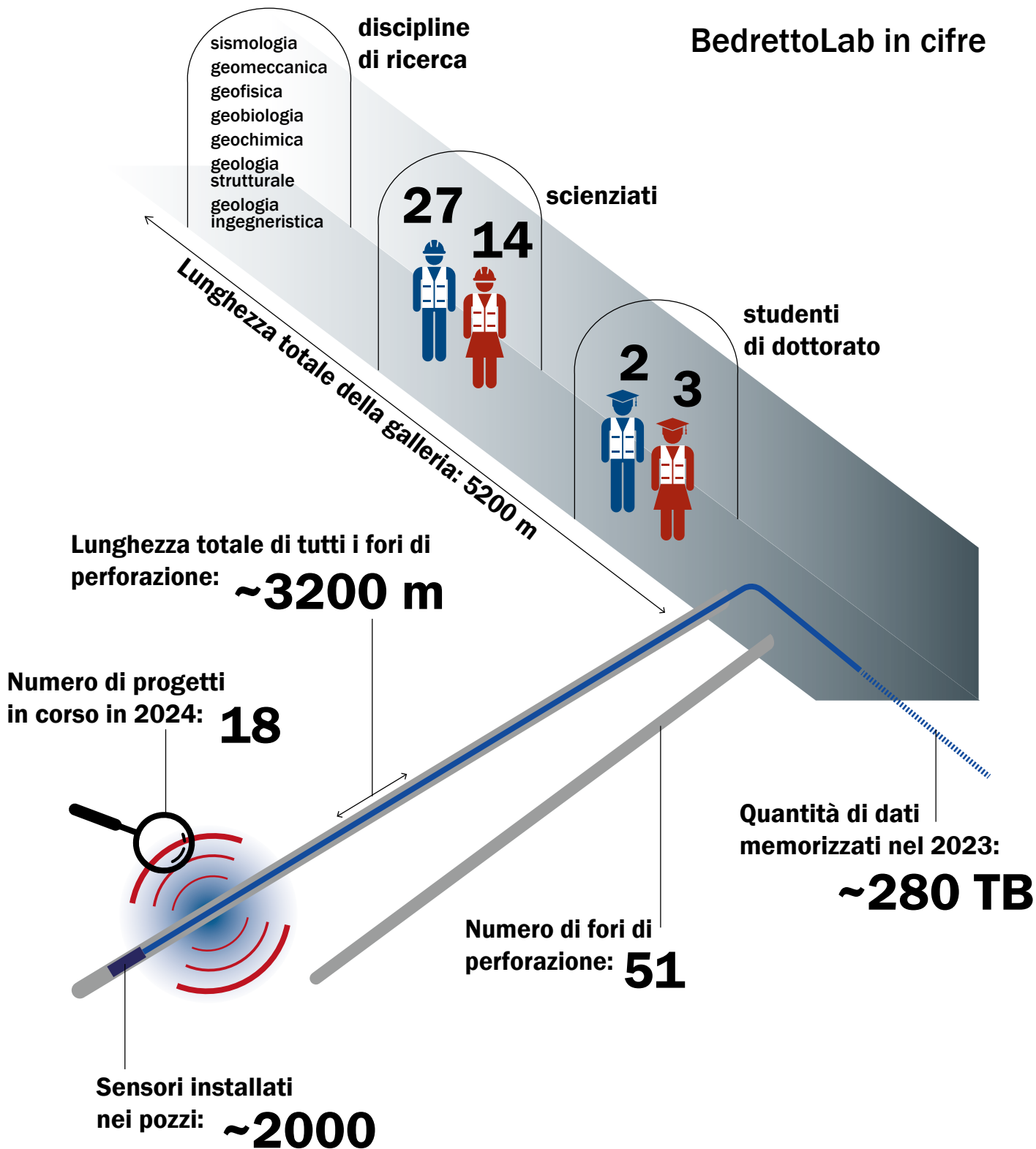
L'artista svizzera Monica Ursina Jäger nel BedrettoLab

Lo scorso anno il BedrettoLab ha ricevuto la visita di un'ospite speciale: l'artista Monica Ursina Jäger. Le opere di Monica si concentrano sull'esplorazione delle tracce dell'intervento umano nella natura. Là dove la galleria di Bedretto lascia questo tipo di traccia su una grandissima scala, Monica esplora la microscala. Le sue foto e i suoi video mettono in primo piano fenomeni come i biofilm ritrovati nel tunnel. Assieme alla microbiologa e dottoranda Lena Bakker (ETH di Zurigo) forma un «tandem scienza-arte» per esplorare le possibilità dei rispettivi punti di vista diversi. •



Chi avrebbe mai pensato che queste pozze nascondessero un intero universo?

BedrettoLab in cifre



Partner di ricerca

Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana

SUPSI

Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana

LIH | RWTH AACHEN UNIVERSITY

RWTH Aachen, Germania

unine

Université de Neuchâtel

GEO ENERGIE SUISSE

Geo-Energie Suisse AG

BGE BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG

Bundesgesellschaft für Endlagerung, Germania

BERKELEY LAB

Lawrence Berkeley National Laboratory, Stati Uniti D'America



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

aet Azienda Elettrica Ticinese

Azienda Elettrica Ticinese

csem

Centre Suisse d'Electronique et de Microtechnique

SOL EXPERTS

Solexperts / MeSy

Mangia e Cammina 2023

Il 13 agosto il BedrettoLab ha partecipato ancora una volta a «Mangia e Cammina». Quest'anno abbiamo sperimentato un nuovo sistema per le visite guidate e abbiamo costruito un rimorchio, che ha consentito agli stanchi escursionisti di visitare il laboratorio senza faticare. Abbiamo effettuato tre visite guidate, ciascuna con 12 visitatori a bordo del rimorchio, in cui abbiamo fornito delle informazioni sulla galleria di Bedretto e sul BedrettoLab.

All'esterno del tunnel abbiamo offerto alcune attività volte a presentare il BedrettoLab e la sua ricerca: i visitatori hanno potuto assistere a una piccola presentazione che illustrava la formazione delle rocce, testare la loro forza tramite un martello e un sensore sismico e visitare una mostra fotografica sull'attività del nostro laboratorio.

Ancora una volta, gli studenti della SUPSI hanno dato man forte al team del BedrettoLab facendo da guida ai visitatori e aiutando a organizzare e smantellare gli stand. •



Open day a giugno

Negli ultimi tre anni il BedrettoLab è diventato una struttura di ricerca importante e ben consolidata. Per illustrare il suo sviluppo abbiamo invitato il pubblico a visitarlo.

Sabato 3 giugno un centinaio di interessati provenienti prevalentemente dal Ticino hanno fatto visita al BedrettoLab. Il giorno prima le porte del laboratorio si erano aperte per i colleghi del Dipartimento di Scienze della Terra dell'ETH di Zurigo per delle visite guidate incentrate sugli aspetti legati a tali discipline. •



4 dicembre - Festa di Santa Barbara:
Messa in onore della patrona dei minatori.

Esercitazione dei vigili del fuoco di Airolo nel BedrettoLab

Il 3 luglio, i rappresentanti dei vigili del fuoco di Airolo hanno visitato la galleria Bedretto. Hanno familiarizzato con la struttura durante un'esercitazione di routine di dispiegamento ed evacuazione. •



Attendiamo il vostro feedback!

Vi è piaciuto il secondo numero del Gazzettino?

C'è qualche argomento su cui vi piacerebbe ricevere maggiori informazioni?

Saremo lieti di ricevere il vostro feedback all'indirizzo:

stefanie.zeller@sed.ethz.ch. Il prossimo numero sarà pubblicato nell'estate del 2024.

Impressum

Il Gazzettino di Bedretto è la rivista del BedrettoLab dell'ETH di Zurigo per la popolazione di Bedretto.

www.bedrettolab.ethz.ch

ETH zürich