Il Gazzettino di Bedretto

Numero 1 (Novembre 2021)

Cari residenti di Bedretto, cari lettori,

benvenuti sulle pagine del primo numero del Gazzettino di Bedretto! Con questa pubblicazione siamo molto lieti di raccontarvi tutte le ultime novità del BedrettoLab e di fornirvi informazioni da dietro le quinte sulla nostra ricerca. In questo numero scoprirete su cosa si concentra la nostra ricerca presso il Laboratorio sotterraneo Bedretto per le geoscienze e le geoenergie, cos'è il Bedretto Reservoir Project e come avviene la nostra raccolta dati.
Vi auguriamo una piacevole lettura.

Il team del BedrettoLab

Il team del BedrettoLab. © Servizio Sismico Svizzero con sede all'ETH di Zurigo, 2019.

La ricerca presso il BedrettoLab

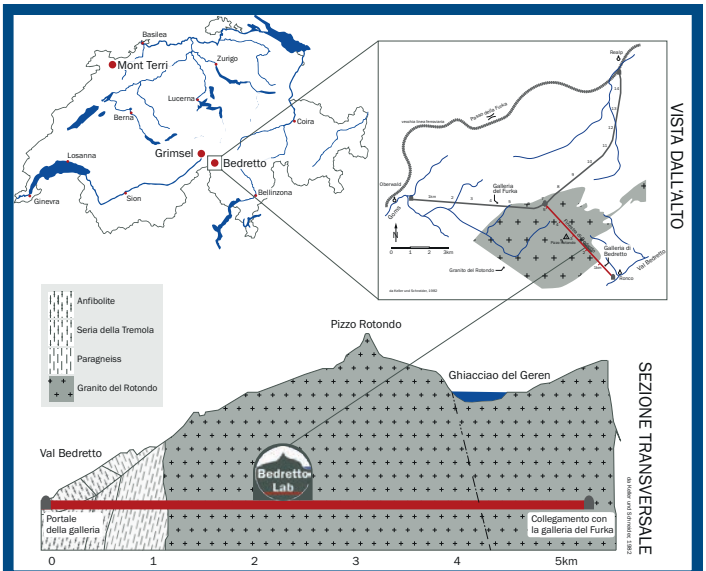
Al BedrettoLab, l'ETH di Zurigo sta attualmente conducendo diversi studi, in stretta collaborazione con partner nazionali e internazionali, nei seguenti campi di ricerca:

- tecniche e procedure per un uso sicuro, efficiente e sostenibile del calore geotermico;
- fisica dei terremoti e la loro prevedibilità;
- sviluppo di nuove tecniche e sensori innovativi.

Con questo scopo abbiamo realizzato un'infrastruttura di ricerca unica nel suo genere, collocata a 1,5 km di profondità, a metà dei 5,2 km di lunghezza della galleria di Bedretto, che collega il Ticino con la galleria di base della Furka.

Energia geotermica

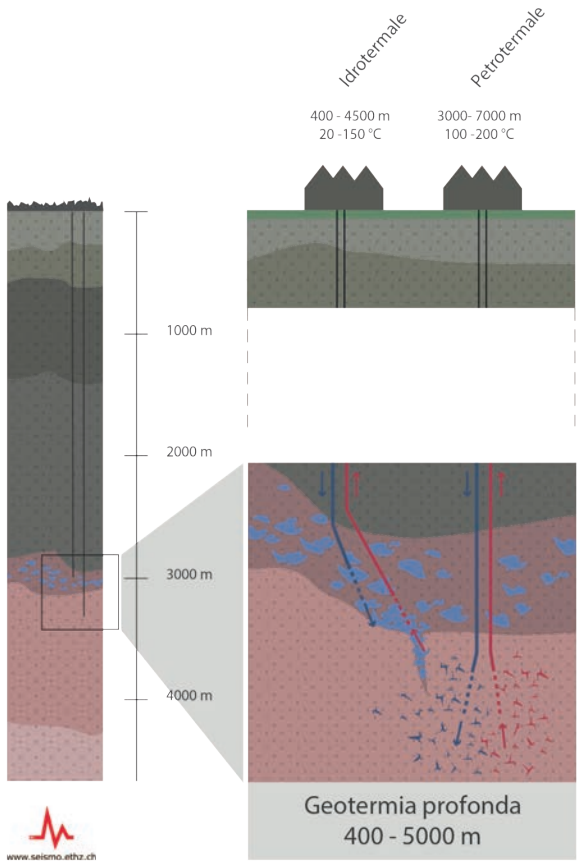
Per sfruttare il calore geotermico, un fluido freddo – di solito acqua – viene introdotto ad alta pressione nella roccia nelle profondità del terreno, dove si riscalda prima di essere pompato nuovamente in superficie. Il processo durante il quale si aumenta la permeabilità della roccia e si crea il cosiddetto giacimento è detto stimolazione. È impossibile ricavare calore geotermico dal sottosuolo senza prima creare un giacimento. Una volta che quest'ultimo è stato realizzato, segue la fase operativa durante la quale il calore viene estratto dal sottosuolo. Al BedrettoLab studiamo come



La posizione del BedrettoLab. © Servizio Sismico Svizzero con sede all'ETH di Zurigo, 2020.

farlo in maniera sicura e sostenibile quando l'acqua crea fratture nella roccia e scorre attraverso queste ultime.
Parallelamente, vengono impiegate e testate tecnologie innovative per realizzare i pozzi, segmentarli (sistemi multi-packer) e dotarli di strumenti (sviluppo e test di nuovi strumenti di misurazione).

Fisica dei terremoti
Nonostante le approfondite ricerche, attualmente gli scienziati non sono in grado di prevedere con esattezza quando e dove si verificherà il prossimo terremoto di grandi dimensioni. Per questo motivo, stanno lavorando a progetti mirati per comprendere meglio la fisica dei processi sismici.
Il BedrettoLab offre un ambiente di ricerca unico per progetti di questo tipo e consente ai ricercatori di generare piccole scosse in condizioni controllate ad una profondità superiore di un chilometro, su una scala da dieci a cento metri. Così facendo è possibile misurare (e successivamente analizzare) una grande varietà di parametri sismici usando la fitta rete di sensori. Gli scienziati confidano di ottenere in questo modo una migliore comprensione delle dinamiche dei terremoti. Le nuove scoperte contribuiranno a far progredire gli esperimenti sull'impiego sicuro della geoenergia e a migliorare la prevedibilità dei terremoti.



Schema di principio dello sfruttamento dell'energia geotermica profonda. © Servizio Sismico Svizzero con sede all'ETH di Zurigo, 2020.

Sviluppi tecnologici
Presso il BedrettoLab sviluppiamo e testiamo numerose nuove tecnologie che in precedenza non esistevano nella forma richiesta (per es. sensori in grado di resistere alle condizioni dei pozzi) e la cui applicazione richiedeva un'ulteriore ottimizzazione e sperimentazione. ■

Lavori in laboratorio durante la fase di costruzione. © Werner Siemens-Stiftung, 2019 (Foto: Felix Wey).

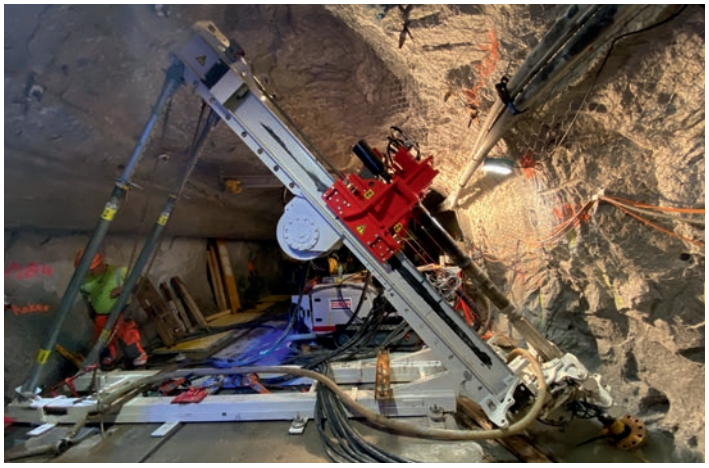
Uno sguardo nelle profondità del terreno

Una struttura di ricerca come il BedrettoLab è qualcosa di veramente speciale. In tutto il mondo ne esistono solo poche con caratteristiche simili. Cosa le rende così straordinarie e uniche?
I ricercatori hanno già replicato nel modo più realistico possibile, attraverso test di laboratorio, le condizioni di sollecitazione e temperatura dell'energia geotermica profonda. Ad ogni modo, questi test sono realizzati solo su scala molto piccola e pertanto i risultati non sono facilmente trasferibili alla scala reale di una vera centrale geotermica. Di conseguenza, per studiare questi processi l'ideale è accedere alle profondità del terreno per condurre ricerche in situ. Sfortunatamente, questo è difficile da fare considerando degli enormi costi di perforazioni così profonde. Usare le infrastrutture sotterranee esistenti – quali gallerie e simili – consente di colmare questa lacuna e di effettuare esperimenti in una scala intermedia. Grazie a tali infrastrutture i ricercatori possono accedere a masse di roccia a grandi profondità e realizzare una sofisticata infrastruttura di caratterizzazione, strumentazione e sperimentazione.
La ricerca presso il Laboratorio sotterraneo Bedretto per le geoscienze e le geoenergie non si concentra solo su come allestire e gestire in maniera sicura e sostenibile un giacimento geotermico, ma anche sulla fisica dei terremoti. E non è un caso, visto che quando la roccia viene fratturata per realizzare il giacimento si verificano piccolissimi terremoti. Per questo motivo, mentre generano queste piccole scosse in condizioni controllate, i ricercatori misurano una gran varietà di parametri sismici attraverso una fitta rete di sensori. Il loro obiettivo è una maggiore comprensione delle dinamiche dei terremoti e il miglioramento della prevedibilità dei sismi. ■

Granito del Rotondo presso il BedrettoLab. © Werner Siemens-Stiftung, 2019 (Foto: Felix Wey).

Perforazioni nella roccia: il Bedretto Reservoir Project

Lo scopo di uno dei progetti principali in corso al BedrettoLab – il Bedretto Reservoir Project (BRP) – è replicare in piccola scala un giacimento geotermico profondo. Ciò significa collegare idraulicamente due pozzi (consentendo all'acqua di fluire dall'uno all'altro) durante una stimolazione e allestire una serie di pozzi di monitoraggio con una ricca dotazione di sensori all'avanguardia per rilevare tutti i segnali dal volume di roccia osservato. L'infrastruttura per questo progetto viene impiegata anche per altri progetti.
Dopo aver completato l'infrastruttura di base del laboratorio nel 2018/19, la preparazione di questa gamma di pozzi è stata una delle attività principali negli ultimi due anni al BedrettoLab. La realizzazione delle perforazioni si è svolta in tre fasi successive.
Nella prima fase, da agosto a dicembre 2019, la nostra società di perforazione Züblin ha realizzato tre pozzi nella roccia con la tecnica del carotaggio continuo per ottenere campioni da destinare ad analisi geologiche e test di laboratorio. Questi pozzi sono serviti anche per misurazioni avanzate delle sollecitazioni, test idraulici e infine per una prima prova di stimolazione. Lo scopo della prima fase era caratterizzare il giacimento e determinare la struttura della roccia e i punti in cui attendersi fratture, fessure e acqua.
Sulla base di queste conoscenze, insieme al nostro partner di ricerca Geo-Energie Suisse (GES) abbiamo avviato una seconda fase di perforazione durante la quale i pozzi di caratterizzazione della prima fase sono stati allargati a un diametro maggiore



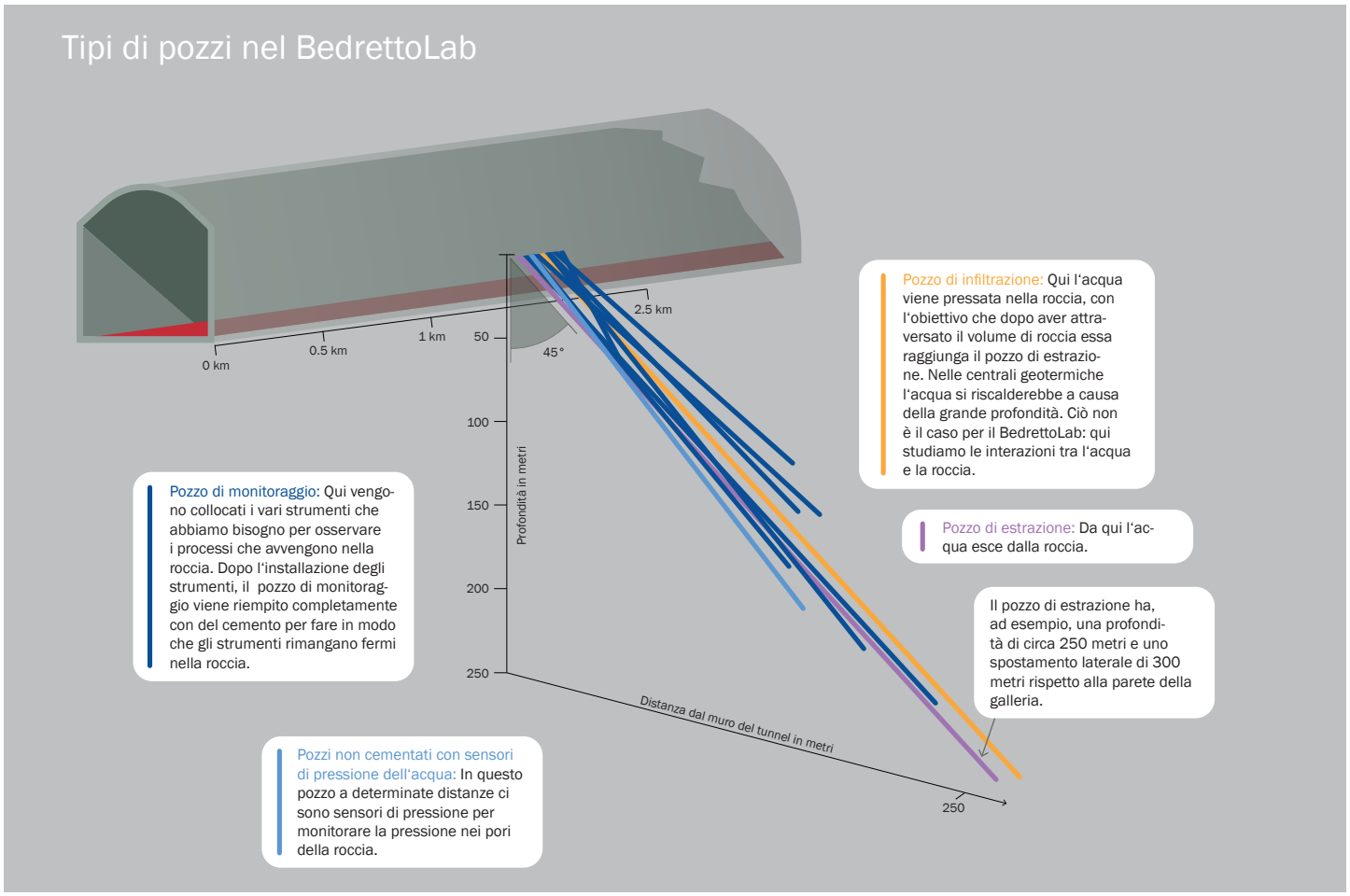
La perforatrice appositamente realizzata. © Servizio Sismico Svizzero con sede all'ETH di Zurigo, 2021.

Carote di perforazione. © Werner Siemens-Stiftung, 2019 (Foto: Felix Wey).

per consentire l'installazione dei sensori. I pozzi aggiuntivi di monitoraggio sono stati realizzati tramite perforazione a percussione. Inoltre, i due pozzi produttore/iniettore per la realizzazione del giacimento sono stati completati fino a una profondità pari a 350 e rispettivamente 400 metri. Profondità e dimensioni dei pozzi mettevano in difficoltà il laboratorio, già costretto in spazi limitati, rendendo impraticabile l'uso di perforatrici standard. La ditta Züblin ha pertanto progettato una nuova perforatrice modulare di dimensioni adeguate alla piccola grotta, consentendo flessibilità di manovra tra i vari punti di perforazione all'interno del laboratorio.

Un pozzo durante l'installazione del sistema di monitoraggio. © Werner Siemens-Stiftung, 2020 (Foto: Felix Wey).

La terza fase è partita con il periodo conclusivo dei lavori della ditta Züblin alla fine di maggio 2021. Durante questa estate sono in fase di realizzazione i rimanenti pozzi di monitoraggio. Dopo aver allestito tutti i sistemi di monitoraggio il giacimento è finalmente pronto per la fase di stimolazione di dettaglio che si protrarrà per diversi mesi. Dopo la conclusione delle operazioni di perforazione, dall'esterno rimarranno solo poche tracce dell'intenso lavoro svolto. Gli avampozzi saranno riempiti e degli estesi impianti rimarranno solo pochi cavi a spuntare fuori dai pozzi a testimonianza dell'enorme lavoro e degli immensi sforzi. ■



I tipi di pozzi presenti presso il BedrettoLab. © Servizio Sismico Svizzero con sede all'ETH di Zurigo, 2020.

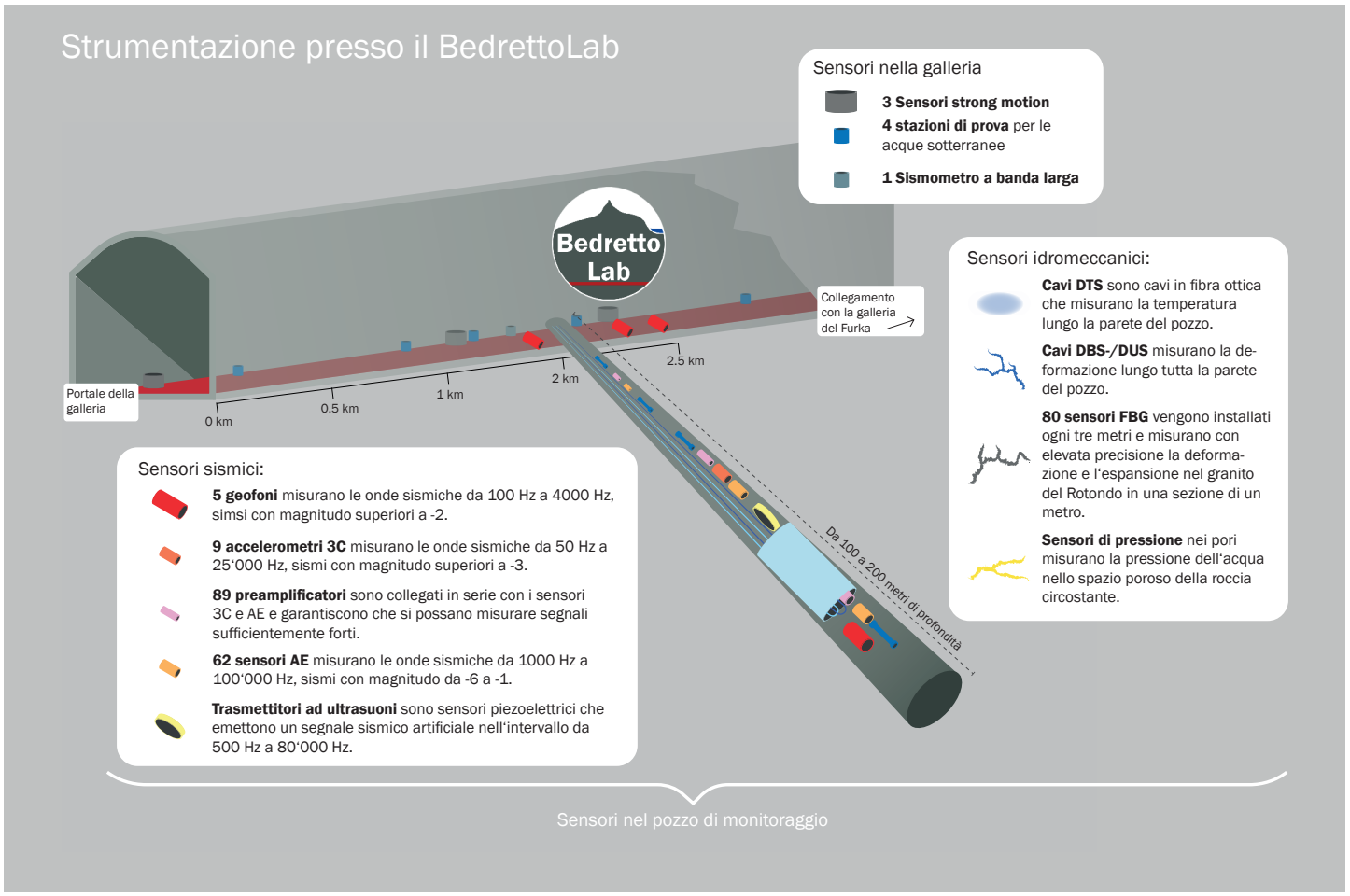
Come raccogliamo i dati al Bedretto-Lab: la parola a una ricercatrice senior

Allestire un laboratorio e realizzare i pozzi non basta: in qualche modo i nostri ricercatori devono raccogliere i dati dei loro esperimenti. A tale scopo hanno installato un sistema di monitoraggio molto elaborato dotato di numerosi sensori. Per saperne di più abbiamo intervistato la dottoressa Anne Obermann, ricercatrice senior che lavora al Laboratorio sotterraneo Bedretto per le geoscienze e le geoenergie, dove è responsabile del sistema di monitoraggio.

Redazione: Per quale motivo avete installato il sistema di monitoraggio? Cosa vi consente di misurare?
Dottoressa Anne Obermann: Presso il Bedretto-Lab abbiamo installato un sistema di monitoraggio a parametri multipli che si concentra su due aree. Innanzitutto, abbiamo sensori che rilevano parametri idromeccanici, come cavi per una accurata misurazione di tensione e deformazione, e sensori termici, acustici e della pressione interstiziale. In secondo luogo, il sistema di monitoraggio si concentra sul monitoraggio sismico per rilevare diversi intervalli, dalla nanosismicità alla microsismicità. Abbiamo installato questi sensori sia nei pozzi sia lungo la galleria.

Quali sono gli aspetti peculiari? Quali sfide avete dovuto affrontare?
L'aspetto unico è la densità del sistema di monitoraggio e l'accumulo dei diversi sensori. Confidiamo di poter osservare gli effetti delle stimolazioni con un grado di precisione senza precedenti.Una delle principali sfide che abbiamo affrontato è stata il fatto che non esistesse sul mercato un equipaggiamento che potesse essere installato

La dottoressa Anne Obermann e il suo team durante l'installazione dei sensori di monitoraggio. © Servizio Sismico Svizzero con sede all'ETH di Zurigo, 2020 (foto: Luxwerk.ch).



La Strumentazione presso il BedrettoLab. © Servizio Sismico Svizzero con sede all'ETH di Zurigo, 2020.

in pozzi lunghi circa 300 m e che fosse in grado di resistere alle pressioni idrostatiche. La maggior parte dei sensori ha quindi dovuto essere adattata o sviluppata da zero.

Che programmi avete per il futuro?
In aprile e maggio 2021 abbiamo potuto raccogliere alcuni primi dati con il nostro sistema. Ora siamo molto ansiosi di vedere l'impianto completamente installato e di registrare i dati quest'autunno. ■

Dottoressa Anne Obermann

Lavoro come ricercatrice senior presso il Servizio Sismico Svizzero (SED) con sede all'ETH di Zurigo (SED), dove dirigo il gruppo Sismologia del BedrettoLab. Oltre al mio interesse per la sismicità sotterranea e indotta, il mio principale campo di ricerca è l'interferometria sismica.

Preparazioni per l'installazione. © Servizio Sismico Svizzero con sede all'ETH di Zurigo, 2020 (foto: Luxwerk.ch).

L'installazione e l'uso del sistema multi-packer: un nuovo approccio all'energia geotermica profonda

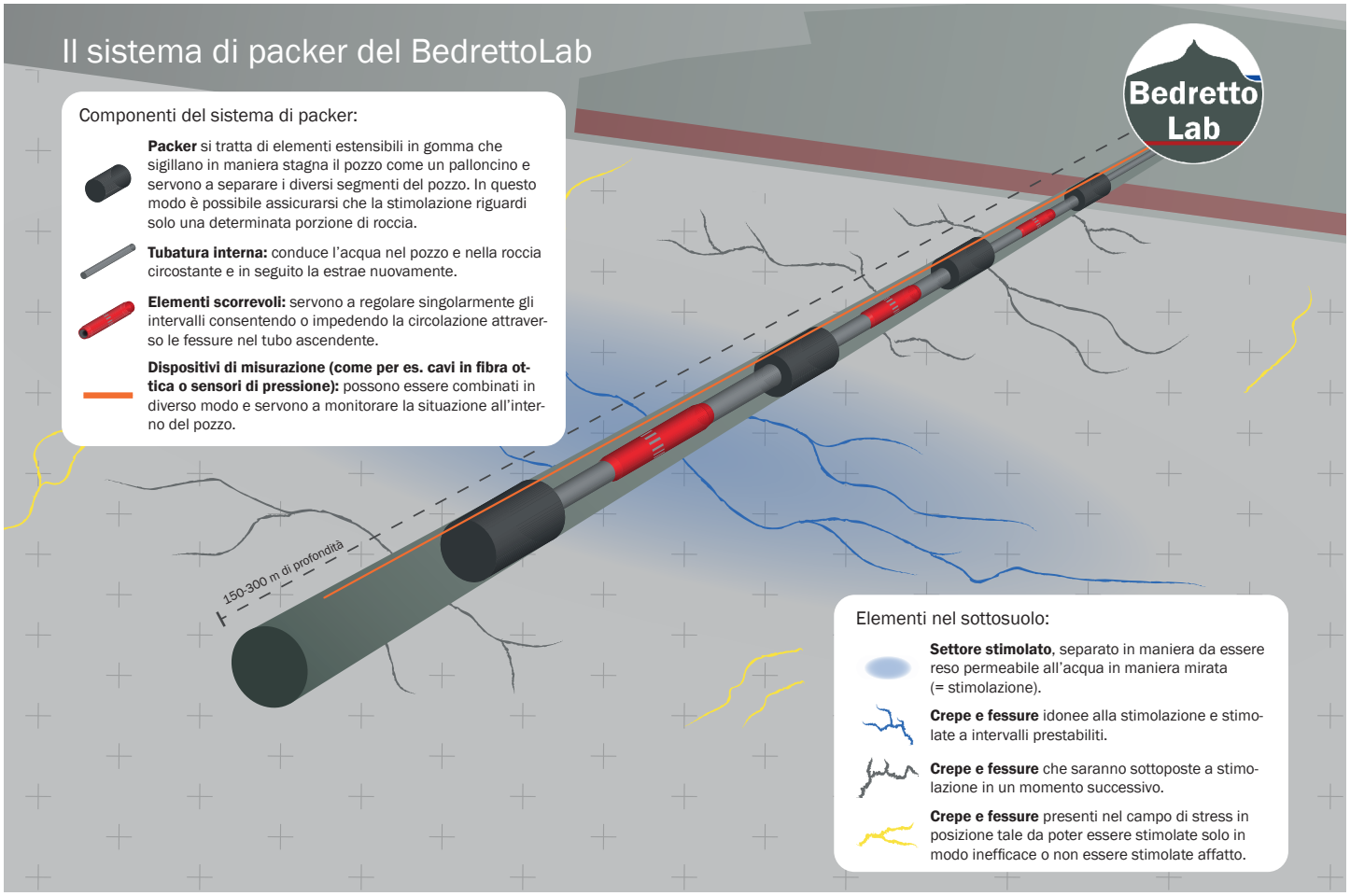
Nel quadro del Bedretto Reservoir Project (BRP), il nostro partner di ricerca Geo-Energie Suisse ha efficacemente messo in mostra un nuovo schema di stimolazione con isolamento per zone che potrebbe ottimizzare le prestazioni dei giacimenti geotermici profondi. L'isolamento per zone è stato realizzato tramite un cosiddetto sistema multi-packer. I packer (anche detti otturatori) sono grandi cilindri avvolti in gomma che vengono introdotti nel pozzo. Una volta gonfiati si espandono e sigillano completamente la parete del pozzo, dividendolo in questo modo in diverse sezioni. In questo modo è possibile stimolare separatamente le singole sezioni con esattamente la pressione e la quantità d'acqua richiesti. Questo metodo mira a migliorare la permeabilità per sezioni in maniera controllata riducendo al minimo la sismicità indotta.

Tutti i multi-packer, pronti per essere installati nel pozzo. © Servizio Sismico Svizzero con sede all'ETH di Zurigo, 2021.

Il primo packer durante l'installazione. © Servizio Sismico Svizzero con sede all'ETH di Zurigo, 2021.

Gli scienziati hanno installato un sistema multi-packer in uno dei pozzi di stimolazione (ST1). L'intervento ha richiesto circa dieci giorni di duro lavoro. Nel pozzo lungo 400 metri sono stati installati in serie 14 packer. Ognuno di questi otturatori può essere controllato in maniera indipendente. I packer sono stati posizionati accuratamente in maniera che eventuali fratture e faglie (che definiamo condotti idraulici) si collochino tra un otturatore e l'altro. Ciascuno di questi segmenti «impacchettati» è stato sottoposto ad attente verifiche.

La calibrazione del sistema multi-packer si è svolta nella primavera del 2021. Dall'integrità e dalle prestazioni di ciascun packer dipende il successo del previsto esperimento di stimolazione, così come del futuro programma di circolazione. I primi risultati evidenziano che il ricorso al sistema multi-packer è stato efficace e che gli scienziati sono stati in grado di collegare idraulicamente due pozzi. ■



Il sistema multi-packer al BedrettoLab. © Servizio Sismico Svizzero con sede all'ETH di Zurigo, 2020.

Nuova fase per il BedrettoLab

Nel 2019, la galleria di Bedretto è stata identificata come il luogo ideale per allestire un laboratorio sotterraneo di profondità. Poco dopo è stato siglato un accordo con la proprietà della galleria stessa (la Matterhorn-Gotthard-Bahn) e sono cominciati i lavori preparatori. La galleria doveva essere messa in sicurezza e l'infrastruttura installata nella grotta principale, a 2 km di profondità, per consentire di svolgere straordinari esperimenti scientifici. Per ottenere una migliore comprensione delle proprietà della roccia, si è proceduto a una fase di caratterizzazione geologica. Contemporaneamente, abbiamo testato l'equipaggiamento e la strumentazione, in buona parte appositamente sviluppata per i nostri specifici obiettivi. È stato infine il momento di un primo banco di prova sperimentale: sono stati realizzati 10 pozzi, profondi dai 250 ai 400 m, sotto alla grotta principale, quindi dotati di centinaia di sensori, trasformando effettivamente un grande volume

Durante l'installazione del sistema di monitoraggio. © Werner Siemens-Stiftung, 2020 (Foto: Felix Wey).

di roccia in un ambiente di rilevamento unico.
Dopo questo lungo lavoro preparatorio, il BedrettoLab è ora pronto per la fase successiva, nella quale intendiamo andare veramente a fondo nelle nostre ricerche. I tre progetti sperimentali FEAR (Fault Activation and Earthquake Rupture, un progetto Synergy del CER), MISS (Mitigating Induced Seismicity for Successful Geo-Resources Applications, finanziato dalla fondazione Werner Siemens) e VALTER (VALidating of TEchnologies for Reservoir Engineering, finanziato dall'Ufficio federale dell'energia) assumeranno una particolare rilevanza in questa fase.
Mentre il progetto VALTER si concentra sui diversi aspetti della realizzazione e dell'esercizio di un giacimento geotermico in maniera sicura ed efficiente, MISS e FEAR indagano i processi fondamentali dei terremoti – come iniziano e come si fermano i sismi, come slittano le faglie – servendosi a tale scopo dei piccoli terremoti indotti dall'iniezione di acqua, così come da stimolazioni delle faglie. Attualmente sta iniziando l'installazione di un secondo ambiente sperimentale destinato a ospitare i test FEAR e MISS. A tale scopo il BedrettoLab sarà ampliato rimodernando ulteriori grotte a maggiore profondità nella galleria al fine di raddoppiare i volumi di roccia disponibili per gli esperimenti. È prevista inoltre una galleria laterale aggiuntiva di circa 100 m di lunghezza che consentirà di monitorare la faglia target a breve distanza e di realizzare nuovi pozzi di monitoraggio equipaggiati con centinaia di sensori. Tali lavori non saranno in alcun modo visibili fuori dalla galleria. In ogni caso, il materiale di scavo è granito di alta qualità e sarà pertanto trasportato via dal sito sperimentale per essere destinato a ulteriori usi. Si prevede che gli ampliamenti saranno completati entro l'estate del 2022. ■

Durante l'installazione del sistema di monitoraggio. © Werner Siemens-Stiftung, 2020 (Foto: Felix Wey).

Attendiamo il vostro feedback!

Vi è piaciuto il primo numero del Gazzettino? C'è qualche argomento su cui vi piacerebbe ricevere maggiori informazioni? Saremo lieti di ricevere il vostro feedback all'indirizzo: bedrettonews@erdw.ethz.ch. Il prossimo numero verrà pubblicato in inverno 2021. ■

All evento di inaugurazione nel tunnel. © Servizio Sismico Svizzero presso l'ETH di Zurigo, 2019.

Impressum

Il Gazzettino di Bedretto è la rivista del BedrettoLab dell'ETH di Zurigo per la popolazione di Bedretto.
Pubblicato due volte all'anno, viene inviato gratuitamente a tutte le economie domestiche di Bedretto. www.bedrettolab.ethz.ch

ETH zürich