

**SOTTOSUOLO E GEORISORSE: UTILIZZO INTEGRATO,
ESPERIENZE, OPPORTUNITÀ E PROSPETTIVE.**

Piacenza Expo – 14 settembre 2023

*Sperimentazione e prospettive: nuove tecniche di perforazione
al laser e gas criogenici (progetto EU DEEP-U)*

Deep!U



This research is funded by the European Union
(EIC, Pathfinder Programme, G.A. 101046937)

Deep U-tube heat exchanger breakthrough: combining laser and cryogenics gas for geothermal energy exploitation

Prof. Galgaro Antonio
Antonio.galgaro@unipd.it



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA



DIPARTIMENTO
DI GEOSCIENZE



UNIONE
GEOTERMICA
ITALIANA





Progetto DeepU

innovazione nello scambiatore di calore profondo a circuito chiuso con tubo a U

Combinazione di laser e gas criogenico per lo sfruttamento dell'energia geotermica

COORDINATORE

Luc Pockèle

luc.pockele@red-srl.com

(Orig. Prof. Eloisa Di Sipio)

DURATA DEL PROGETTO



START DATE

01/03/2022

END DATE

28/02/2025

Concetti su cui si basa il progetto DeepU

Ottimizzare l'accesso alle risorse geotermiche profonde con un nuovo metodo di perforazione con l'obiettivo di estrarre energia green dal sottosuolo in ogni luogo

Obiettivi

- Rendere l'energia geotermica accessibile ovunque
- Estrarre energia di profondità (>4 km) con scambiatori di calore a circuito chiuso con forma a U (HE)
- Ridurre i costi di perforazione dei pozzi e creare HE utilizzabili immediatamente dopo la perforazione



Key project figures



Key project actions

- Drilling technology design and development
- Validation at the lab scale
- Compliance with legal and environmental aspects
- Closed-loop scenario definition
- Cost-effectiveness assessment

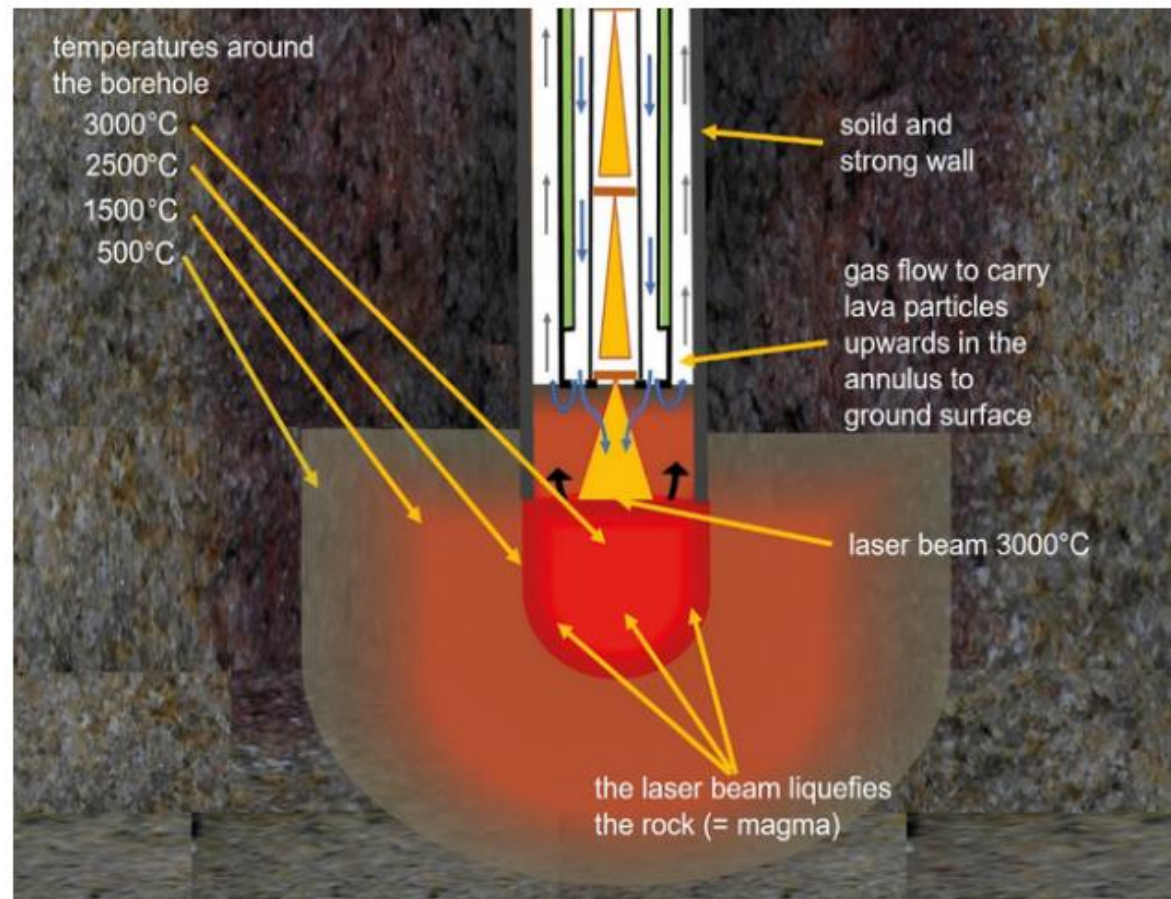
INNOVATIVA TECNICA DI PERFORAZIONE

Metodo di perforazione che utilizza un raggio laser, combinato con un flusso di gas criogenico per raffreddare la testa di perforazione laser e le rocce fuse.

L'obiettivo è quello di creare, con un raggio laser di potenza adeguata ed iniezione di gas criogenico, uno strato vetroso sulle pareti del foro.

Il sistema dovrebbe:

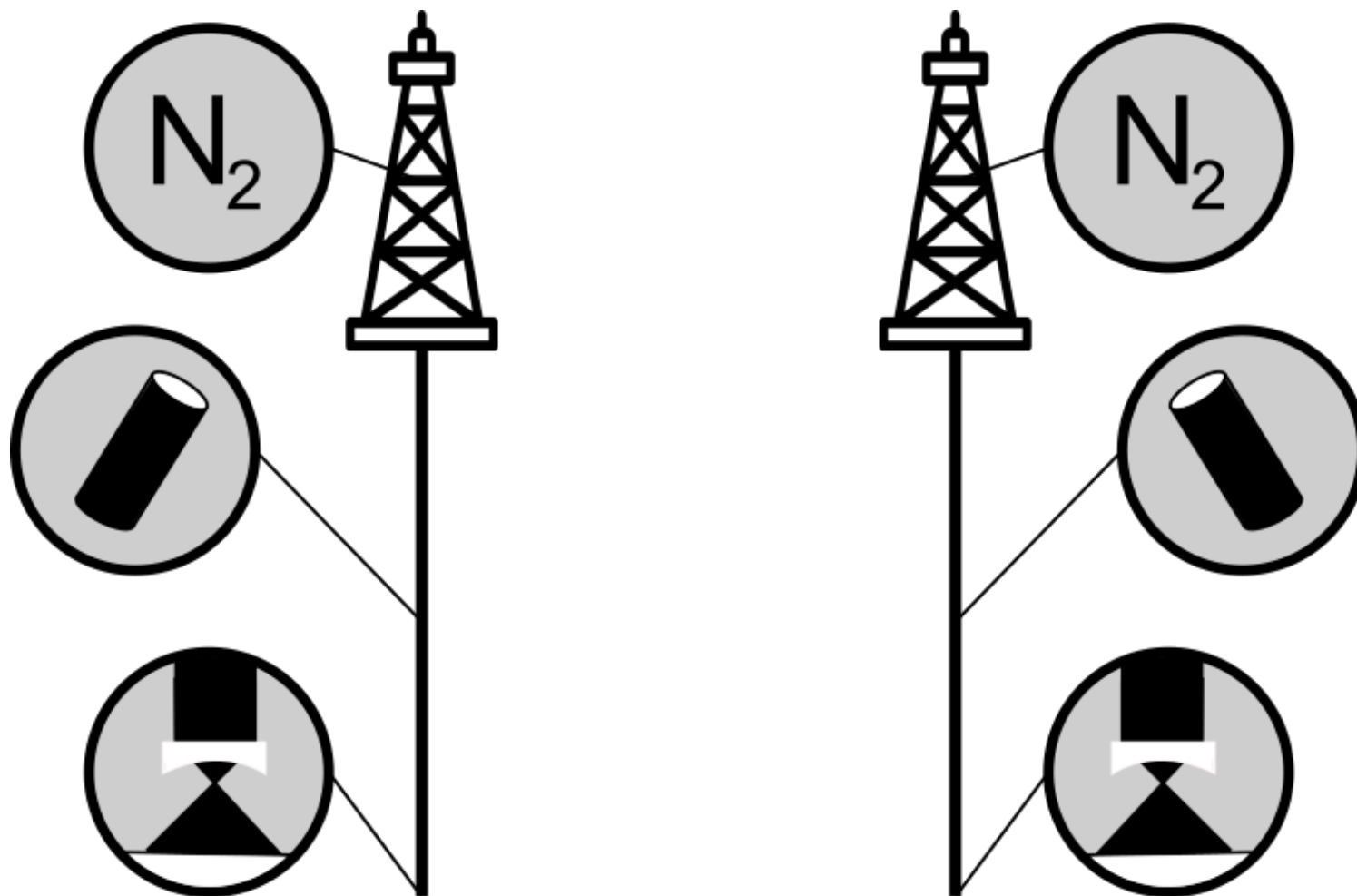
- stabilizzare ed impermeabilizzare le pareti del foro divenendo immediatamente utilizzabile dopo la perforazione, senza richiedere ulteriori attività di rivestimento
- Ridurre tempi e costi di perforazione



OBIETTIVI del PROGETTO DeepU

- **Sviluppare e calibrare la tecnologia di perforazione attraverso:**
 - la selezione di un gas criogenico capace di raffreddare in modo controllato le rocce fuse dal laser;
 - lo sviluppo di innovativi e leggeri tubi di perforazione capaci di ospitare sia il raggio laser che il flusso di gas contemporaneamente;
 - lo sviluppo di specifiche analisi di controllo della temperatura e di innovative lenti capaci di focalizzare il raggio laser e concentrare la produzione di calore;
- **Determinare i fenomeni termo-fisici** che caratterizzano i diversi tipi di roccia per consentire di operare il processo di vetrificazione e conferire integrità alle pareti del foro;
- **Valutare gli aspetti legislativi e gli standard ambientali** in relazione al metodo e ai processi proposti;
- **Definire il potenziale della tecnologia di perforazione proposta in ambito geotermico**, includendo analisi economiche, basate sui modelli dei casi studio.

Deep U-tube heat exchanger breakthrough: combining laser and cryogenics gas for geothermal energy exploitation

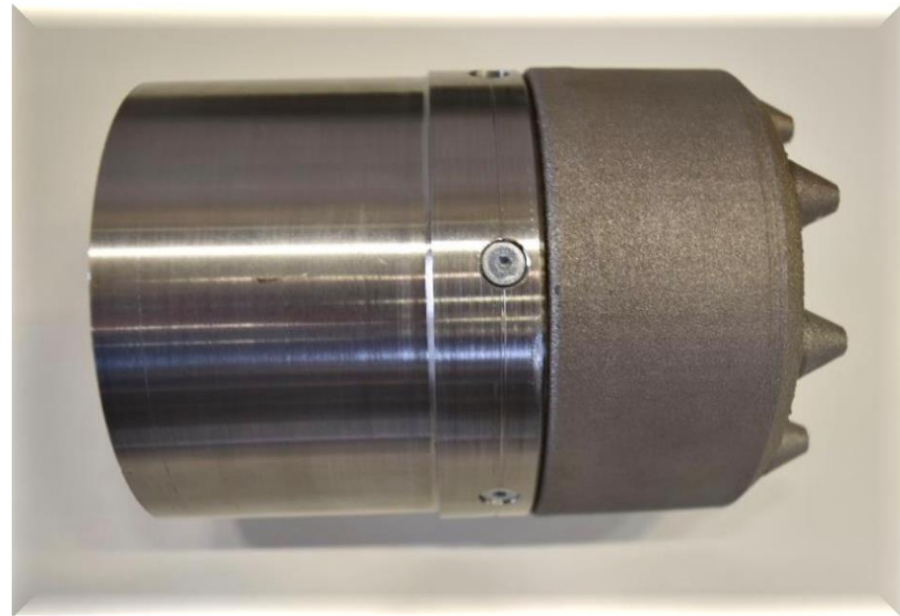


UNA NUOVA TESTA DI PERFORAZIONE

Tramite la testa di perforazione, il gas criogenico è diretto verso la roccia, che fonde a seguito del riscaldamento prodotto dal raggio laser.

Il primo prototipo operativo creato in lega di titanio Ti-6Al-4V, è stato realizzato con lo scopo di rispondere ai requisiti richiesti per i componenti in termini di resistenza meccanica e di resistenza alla temperatura.

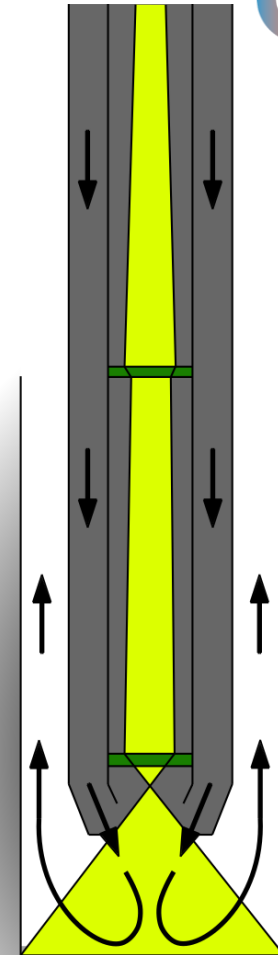
È stata costruita con una stampante 3D per creare un prototipo low-cost e per semplificare la creazione dei canali per l'iniezione del gas



NUOVE ASTE DI PERFORAZIONE

In questo progetto uno degli obiettivi è quello di sviluppare nuove aste di perforazione in grado di contenere:

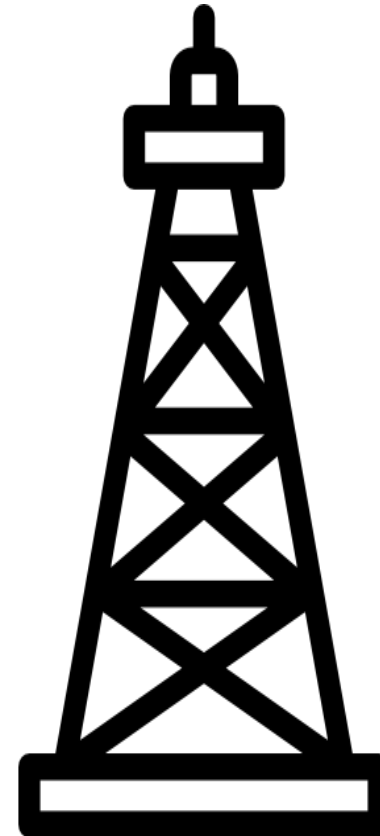
- La fibra ottica per la trasmissione dell'impulso laser e le lenti di focalizzazione
- i canali per iniettare in profondità il gas criogenico e mantenerlo in pressione allo stato liquido fino alla sua gassificazione di fondo foro



TORRE DI PERFORAZIONE

Una nuova torre di perforazione, dove saranno posti tutti i dispositivi necessari per la perforazione, è in fase di progettazione.

Deve essere leggera, facile e veloce da trasportare e da installare, oltre ad essere resistente e stabile.



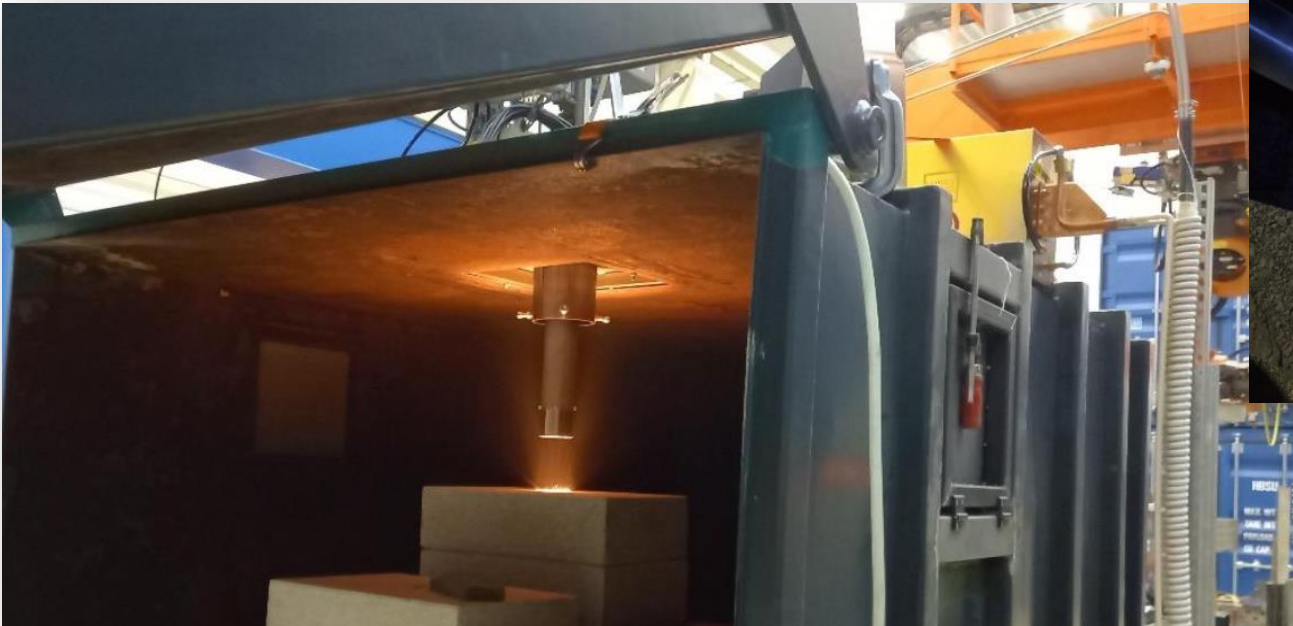
TEST DI LABORATORIO

Un laboratorio per lo sviluppo degli esperimenti e per testare il nuovo processo di perforazione laser.

La strumentazione tecnica include

- un sistema laser ad alta potenza
- Lenti ottiche di focalizzazione del raggio laser in lavorazione
- Astai di perforazione con una speciale testa costruita con una stampante 3D
- Un sistema di alimentazione del gas, con il quale si può controllare la temperatura

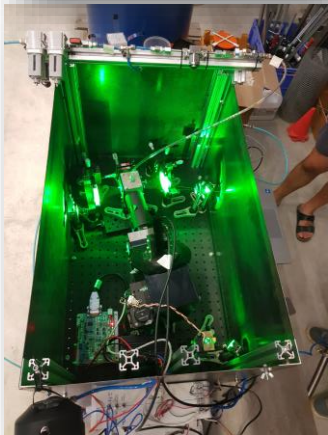
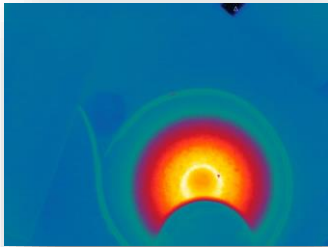
L'asta di perforazione di perforazione è montata su un robot.



TEST DI LABORATORIO

Per capire e misurare i processi che coinvolgono i campioni di roccia, durante i test di laboratorio con il fascio laser sono stati utilizzati i seguenti strumenti:

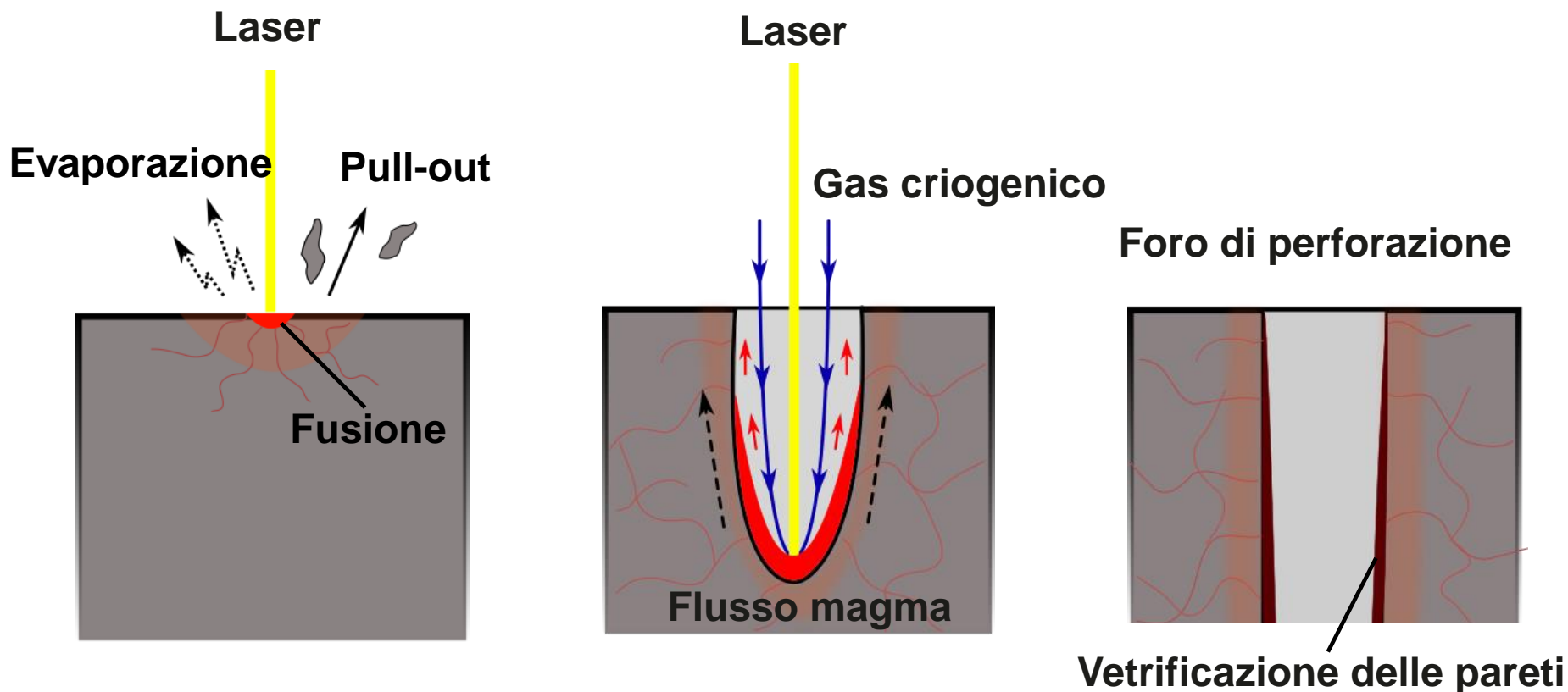
- uno spettrometro di massa per raccogliere i gas sprigionati;
- una termocamera per studiare i processi termici ed il campo di temperature



Deep U-tube heat exchanger breakthrough: combining laser and cryogenics gas for geothermal energy exploitation

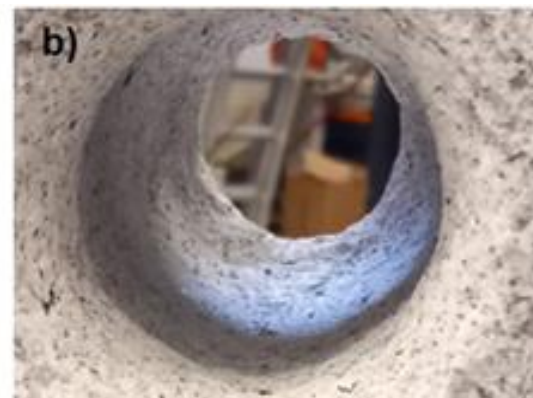
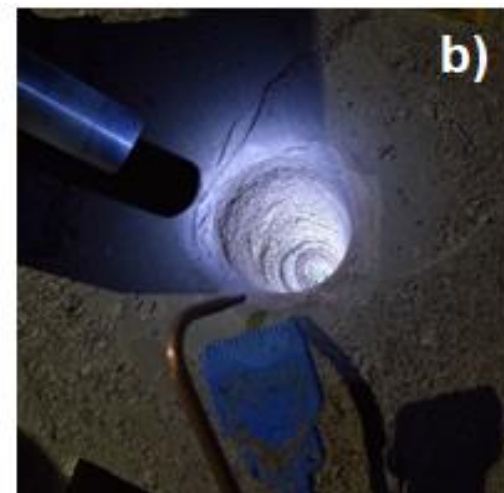
CARATTERIZZAZIONE DEI CAMPIONI DI ROCCIA

I fenomeni **petro-termo-meccanici** che caratterizzano i diversi tipi di roccia sono stati analizzati, anche per definire la vetrificazione delle pareti del foro e la loro integrità.

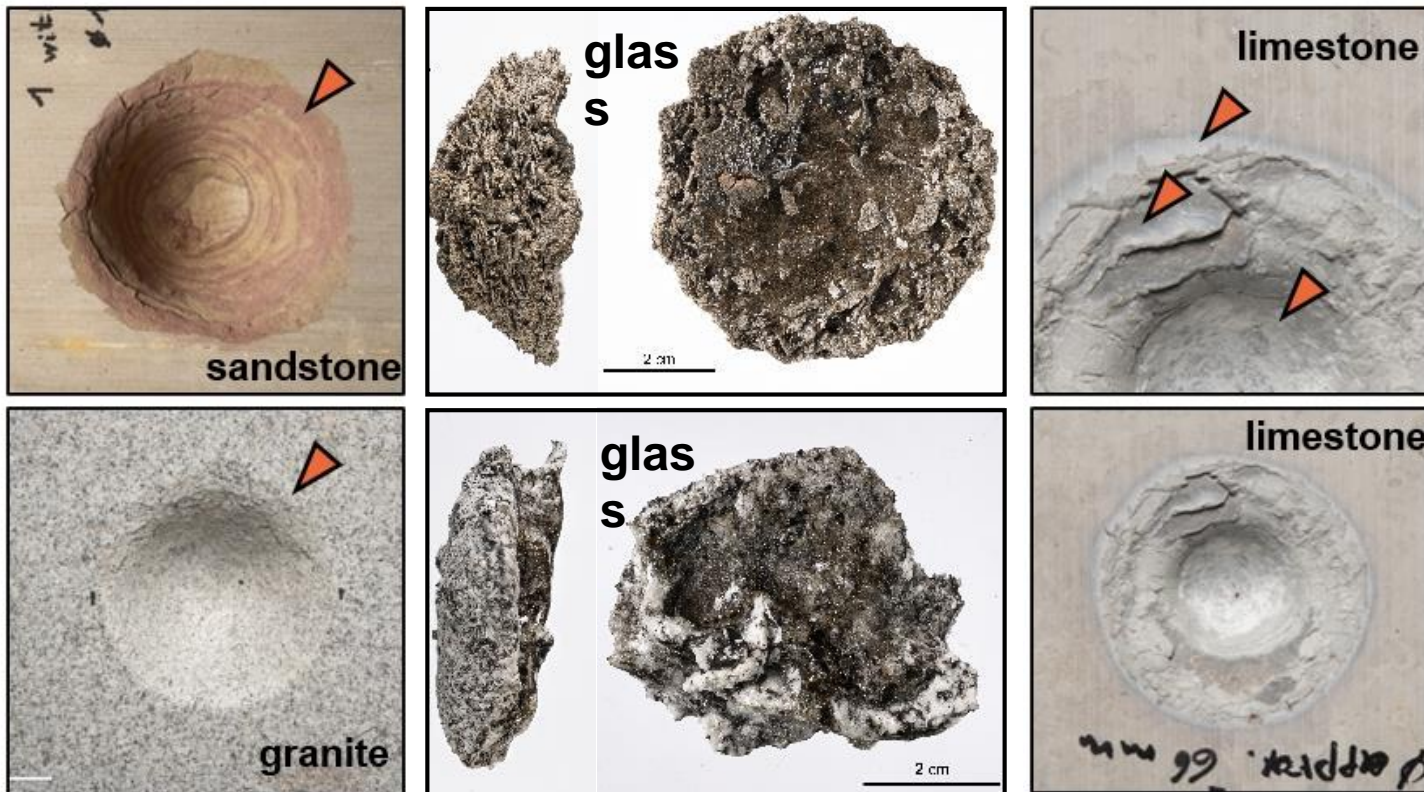




Deep U-tube heat exchanger breakthrough: combining laser and cryogenics gas for geothermal energy exploitation



CARATTERIZZAZIONE DEI CAMPIONI DI ROCCIA



CONCLUSIONI

- La perforazione laser ha avuto successo per litologie selezionate (granito, arenaria, calcare)
- La velocità di perforazione è di circa 20 m/h (Potenza 30 kW)
- Il flusso di gas (N₂) è necessario per eliminare i detriti di perforazione
- Utile la presenza di acqua per ridurre le dimensioni dei frammenti del cutting
- Focalizzazione del fascio utile a velocizzare il processo di fusione



ANALISI DI MERCATO PER UNO SVILUPPO SOSTENIBILE

Il progetto analizzerà e caratterizzerà:



Il potenziale di sviluppo

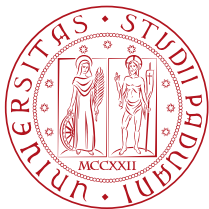
Gli aspetti economici della tecnologia di perforazione sviluppata

Gli aspetti legislativi e ambientali

Standard di sicurezza e salute (**EHS**) legati alla possibile soluzione

La valutazione del rischio paragonando la tecnologia DeepU con le tecnologie convenzionali

TEAM DI PROGETTO



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA



Prevent
CO₂



Geoserv

COORDINATORE

Luc Pockèle

luc.pockele@red-srl.com

(Prof. Eloisa Di Sipio)



START DATE

01/03/2022

END DATE

28/02/2025

This research is funded by the European Union (G.A. 101046937). However, the views and opinions expressed are those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or EISMEA. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.