

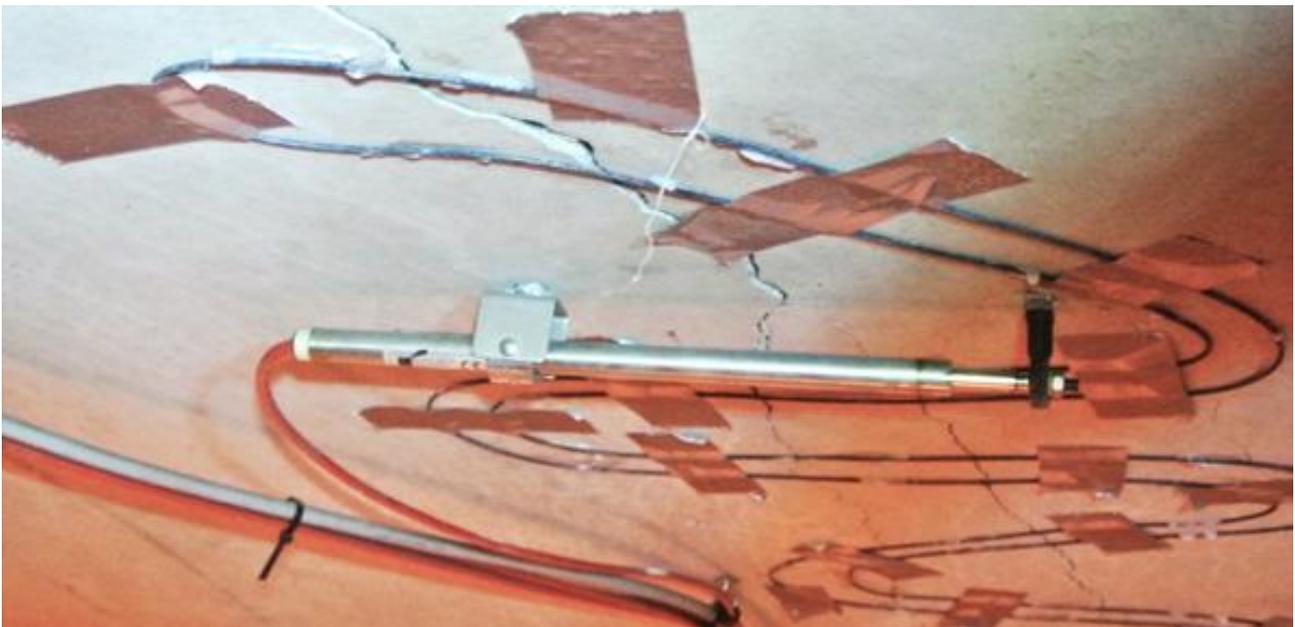
Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica

del Dipartimento Scienze del Sistema Terra e Tecnologie per l'Ambiente

un istituto del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR)

Sensori in fibra ottica per applicazioni di interesse idrogeologico e di monitoraggio strutturale

Sperimentiamo sensori in fibra ottica per applicazioni di monitoraggio geo-idrologico e di monitoraggio strutturale



Le [fibre ottiche](#) sono universalmente conosciute come un mezzo di trasmissione a grande ampiezza di banda per le telecomunicazioni. Meno noto è che negli stessi anni in cui si cominciava a proporre l'impiego di fibre ottiche come mezzo di trasmissione, ne veniva anche proposto l'utilizzo come sensori.

Negli ultimi 25 anni, la tecnologia dei sensori in fibra ottica ha assunto un ruolo dominante in diversi campi di applicazione. I sensori in fibra ottica (FOS) offrono diversi vantaggi rispetto ai sensori elettronici o meccanici. I FOS sono immuni alle interferenze

elettromagnetiche, e l'elemento sensibile (la fibra ottica) è molto economico. Inoltre, si tratta di una tecnologia a basso costo di esercizio, molto flessibile, compatibile con la moltiplicazione dei sensori, e ad elevata affidabilità anche in ambienti difficili. I sensori in fibra ottica possono essere interrogati facilmente a lunga distanza, e possono offrire una elevata copertura spaziale con risoluzioni spaziale fino a pochi centimetri. Queste caratteristiche rendono la tecnologia delle fibre ottiche molto competitiva, in particolare per le applicazioni dove è richiesta un'elevata robustezza, una grande copertura geografica e/o una elevata densità di punti di misura. Il monitoraggio [geotecnico](#) per applicazioni geoidrologiche e il monitoraggio di strutture sono tra queste applicazioni.

Storicamente, il fattore chiave per la penetrazione del mercato della tecnologia dei FOS sono state le esigenze di monitoraggio dell'industria petrolifera e del gas, in particolare per le piattaforme in mare aperto. Oggi sono proposti sensori in fibra ottica per quasi tutte le misurazione geofisiche e per alcuni di essi sono disponibili commercialmente soluzioni mature.

Svolgiamo attività di ricerca focalizzate allo sviluppo di sensori innovativi in fibra ottica per la misurazione di parametri fisici (temperatura, pressione, deformazione) d'interesse per applicazioni geologico-tecniche e idrologiche. Uno dei problemi che abbiamo affrontato ha riguardato la rivelazione di segnali precursori in frane in roccia, attraverso la misura delle emissioni acustiche generate nella roccia dalla formazione di micro-fratture.

Un altro campo di ricerca riguarda la stabilità degli argini. Utilizzando sensori in fibra ottica possiamo controllare in modo continuo e distribuito i parametri fisici che influiscono sulla stabilità di un argine. Accanto ad una attività di ricerca di base sul fenomeno fisico dei moti di filtrazione dell'acqua con tecniche avanzate di misura ottica distribuita applicate a modelli di suolo in piccola scala, ci focalizziamo sullo sviluppo tecnologico di sensori innovativi in fibra ottica per la misura della pressione e della temperatura.

Ci occupiamo anche di testare i sensori in fibra ottica esistenti in siti già strumentati con sensori a tecnologia standard, con lo scopo di dimostrare la fattibilità della nuova tecnologia, e per superare le limitazioni degli approcci tradizionali di monitoraggio. A questo proposito, siamo un eccellente interlocutore per le industrie e le compagnie presenti nel mercato dei sensori in fibra ottica che sono interessate al trasferimento tecnologico, a tutti i livelli di maturità tecnologica.

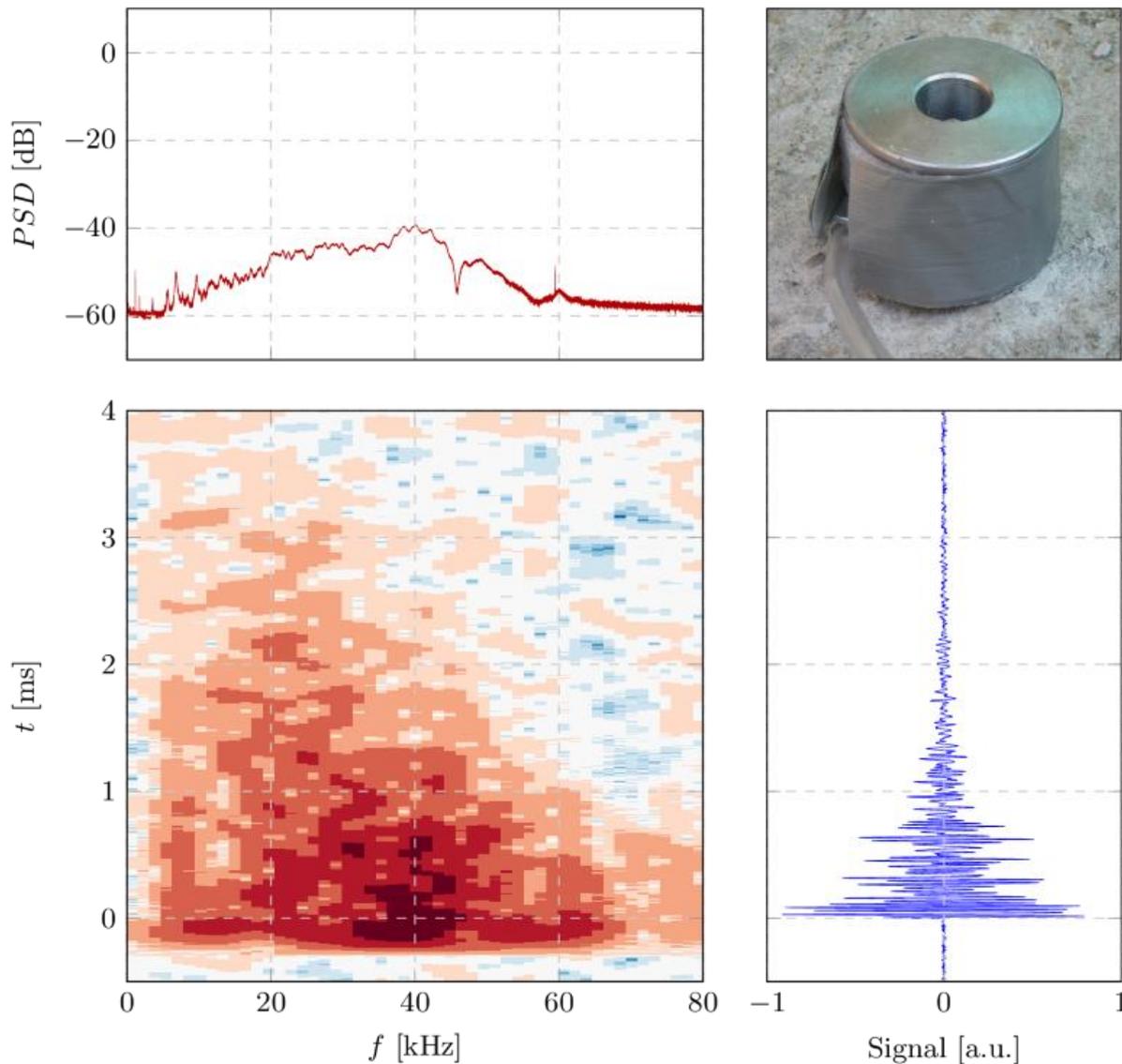
Risultati

Per la misura delle emissioni acustiche indotte da micro-fratture in roccia, in collaborazione con la Vrije Universiteit di Amsterdam, nei Paesi Bassi, e con l'Università di Padova, in Italia, abbiamo sviluppato due tipologie di sensori a fibra ottica. Il lavoro è stato oggetto di editoriale pubblicato da Nature Photonics, ed ha attirato l'attenzione dei media locali.

Fiber Coil Sensor per la misura di emissioni acustiche in roccia; in alto a destra: foto del sensore; in alto a sinistra: densità spettrale di potenza tipica del sensore; in basso a destra: segnale tipico del sensore; in basso a sinistra: periodogramma del sensore.

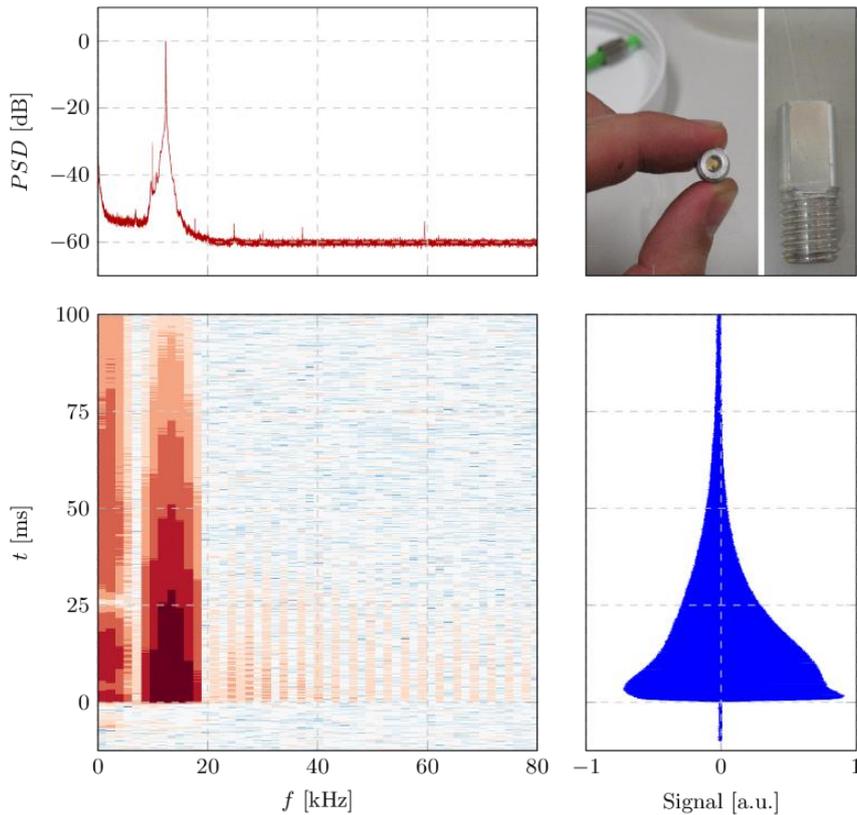


Fibre Coil Sensor



Ferrule Top Cantilever per la misura di emissioni acustiche in roccia; in alto a destra: foto del sensore (vista di fronte e dall'alto); in alto a sinistra: densità spettrale di potenza tipica del sensore; in basso a destra: segnale tipico del sensore; in basso a sinistra: periodogramma del sensore.

Ferrule Top Cantilever



Di seguito un'immagine animata che mostra la generazione e la propagazione di un crack sul blocco di roccia, per la misura con sensori in fibra ottica delle emissioni acustiche generate.



L'attività sui sensori per la valutazione della stabilità degli argini ha portato allo sviluppo di un sensore di pressione e di temperatura per rilevare moti anomali di filtrazione. Il sensore è stato premiato dalla Società Italiana di Elettromagnetismo (SIEm) come idea imprenditoriale innovativa.

In collaborazione con un'importante azienda internazionale, stiamo testando sul campo un sistema a basso costo in fibra ottica di plastica per il monitoraggio delle fratture in strutture di cemento allo scopo di dimostrarne l'applicabilità e l'efficacia

L'immagine sotto rappresenta la deposizione di fibra ottica di plastica sulla volta di un tunnel per il monitoraggio strutturale dei crack.



Finanziatori

- Fondazione Cassa di Risparmio di Padova e Rovigo nell'ambito di:
 - Progetto di Eccellenza 2008-2009: "SMILAND: Innovative integrated Systems for Monitoring and assessment of high risk LANDslides".
 - Progetto di Eccellenza 2011-2012 "RIVERSAFE: RIVERbank Surveillance based on Fiber optic sensors".

Per saperne di più

Horiuchi N. 2013. Rock-fall warning. *Nature Photonics* 7, 167. [DOI: 10.1038/nphoton.2013.55](https://doi.org/10.1038/nphoton.2013.55).

Schenato L. et al., 2012. Fiber optic sensors for precursory acoustic signals detection in rockfall events. *Journal of the European Optical Society* 7. [DOI: 10.2971/jeos.2012.12048](https://doi.org/10.2971/jeos.2012.12048).

Referente: Luca Schenato - luca.schenato@irpi.cnr.it



Licenza [Creative Commons Attribuzione – Non commerciale – Condividi allo stesso modo 4.0 Internazionale](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)