

**ISTITUTO DI NANOTECNOLOGIA**  
Lo schema del processo di fotosintesi naturale e artificiale a confronto. A sinistra l'organizzazione spaziale dei cloroplasti presenti nelle foglie. A destra l'organizzazione spaziale degli atomi costituenti la perovskite. Accanto la foto di un film di perovskite.

Il connubio  
Gazzetta-Cnr

# Rivoluzione energetica, la sfida della fotosintesi artificiale

## Idrogeno dall'acqua, combustibili solari e le «perovskiti» negli studi di Cnr e Uniba

● **BARI.** Ormai due anni fa, a giugno del 2022, ha preso il via la collaborazione fra Gazzetta e Consiglio Nazionale delle Ricerche. Oggi pubblichiamo la 49ª puntata. Le precedenti uscite hanno riguardato altrettanti lavori di ricerca realizzati da: Istituto per i Processi Chimico-Fisici (Ipcf), Istituto di Sistemi e Tecnologie Industriali Intelligenti per il Manifatturiero Avanzato (Stiima), Istituto di Cristallografia (IC), Istituto ISPA (Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari), Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica (Irpi), Istituti Nanotec e Processi chimico fisici, Istituto di Biomembrane, Bioenergetica e Biotecnologie Molecolari, Istituto di Bioscienze e Biorisorse (IBBR), Istituto di chimica dei composti organometallici (Iccom), Istituto di Ricerca sulle Acque, Istituto per il Rilevamento Elettromagnetico dell'Ambiente (Irea) dell'Istituto per la Scienza e Tecnologia dei Plasmi (Istp), Istituto di Tecnologie Biomediche (ITB), dell'Istituto per le Tecnologie della Costruzione (Itc) e «Matematica per l'Ambiente» dell'Istituto per Applicazioni del Calcolo di «Mario Picone» (Iac-Cnr), dell'Istituto sui Sistemi e Tecnologie Industriali Intelligenti per il Manifatturiero Avanzato (Stiima) con l'Isipa di Foggia e Isp-Cnr, di Irpi-Cnr e Uniba, Istituto per la Scienza e tecnologia dei plasmi (Istp), dell'Istituto di fononica e nanotecnologie (Ifn), dell'Istituto Cnr Nanotec, dell'Istituto di Cristallografia e dell'Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari (Isipa), dell'Istituto di Biomembrane, Bioenergetica e Biotecnologie Molecolari-Cnr, dell'Istituto per il Rilevamento elettromagnetico dell'ambiente (Irea), del gruppo Osservazione della Terra dell'Istituto sull'Inquinamento atmosferico (Iia) e infine dell'Istituto di chimica dei composti organometallici (Iccom).

● La nostra vita e la società si basano sul consumo di energia e dipendiamo ancora in gran parte dai combustibili fossili, riserve di carbonio che la natura ha accumulato nel corso di milioni di anni. Tuttavia, il cambiamento climatico costringe a cercare fonti di energia sostenibili, riducendo l'uso di combustibili fossili.

L'Unione Europea ha fissato obiettivi ambiziosi, come ridurre le emissioni del 55% entro il 2030 e diventare climaticamente neutra entro il 2050. Per raggiungere questi traguardi, servirà un rapido aumento delle energie rinnovabili, che oggi coprono solo il 20% del nostro fabbisogno energetico.

E se la risposta alla diffusione estesa delle energie rinnovabili venisse dalla natura stessa? Per miliardi di anni, il sole ha fornito energia alla Terra, principalmente attraverso la fotosintesi, il processo usato dalle piante per trasformare luce solare, acqua (H<sub>2</sub>O) e anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) in energia. Im-

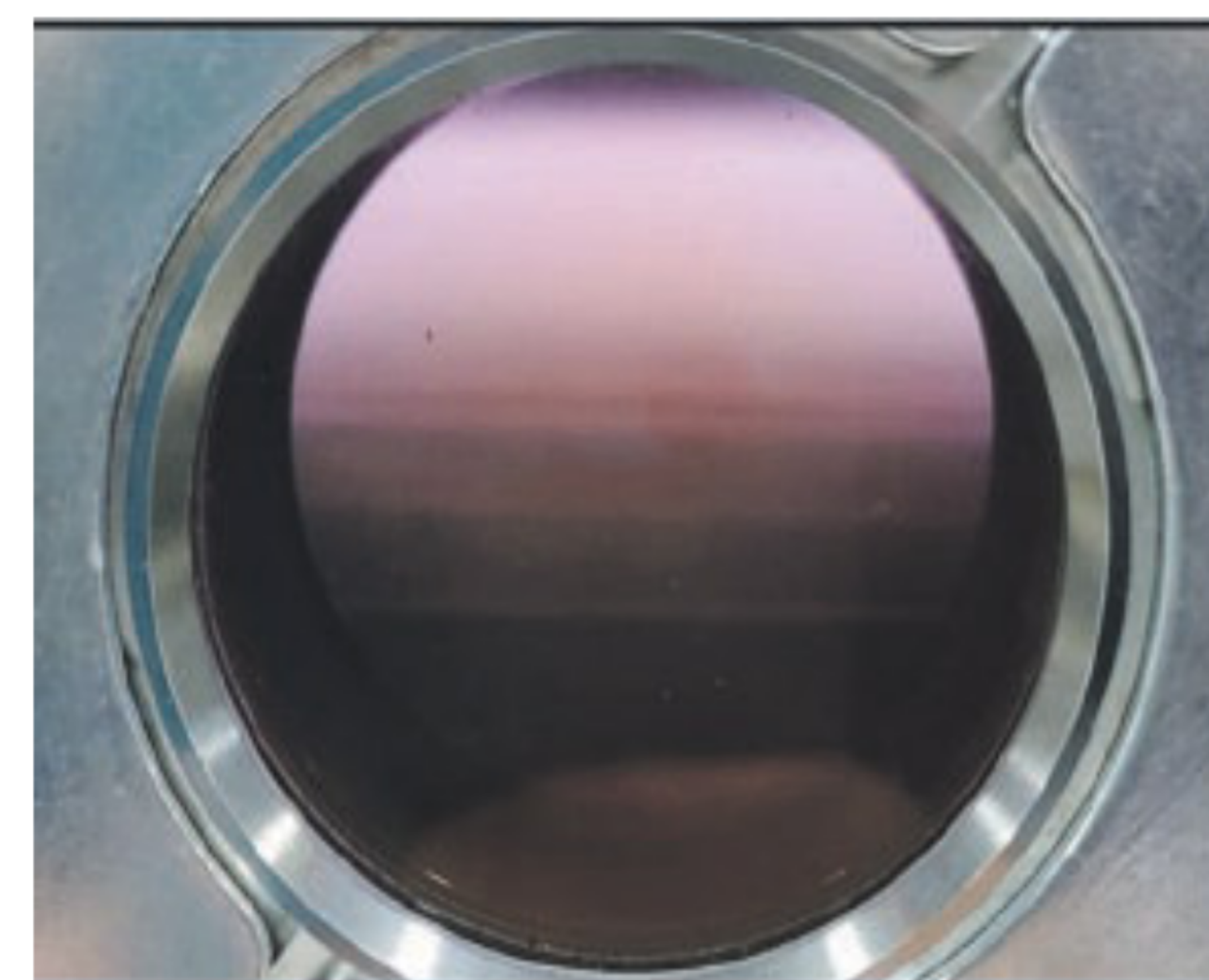
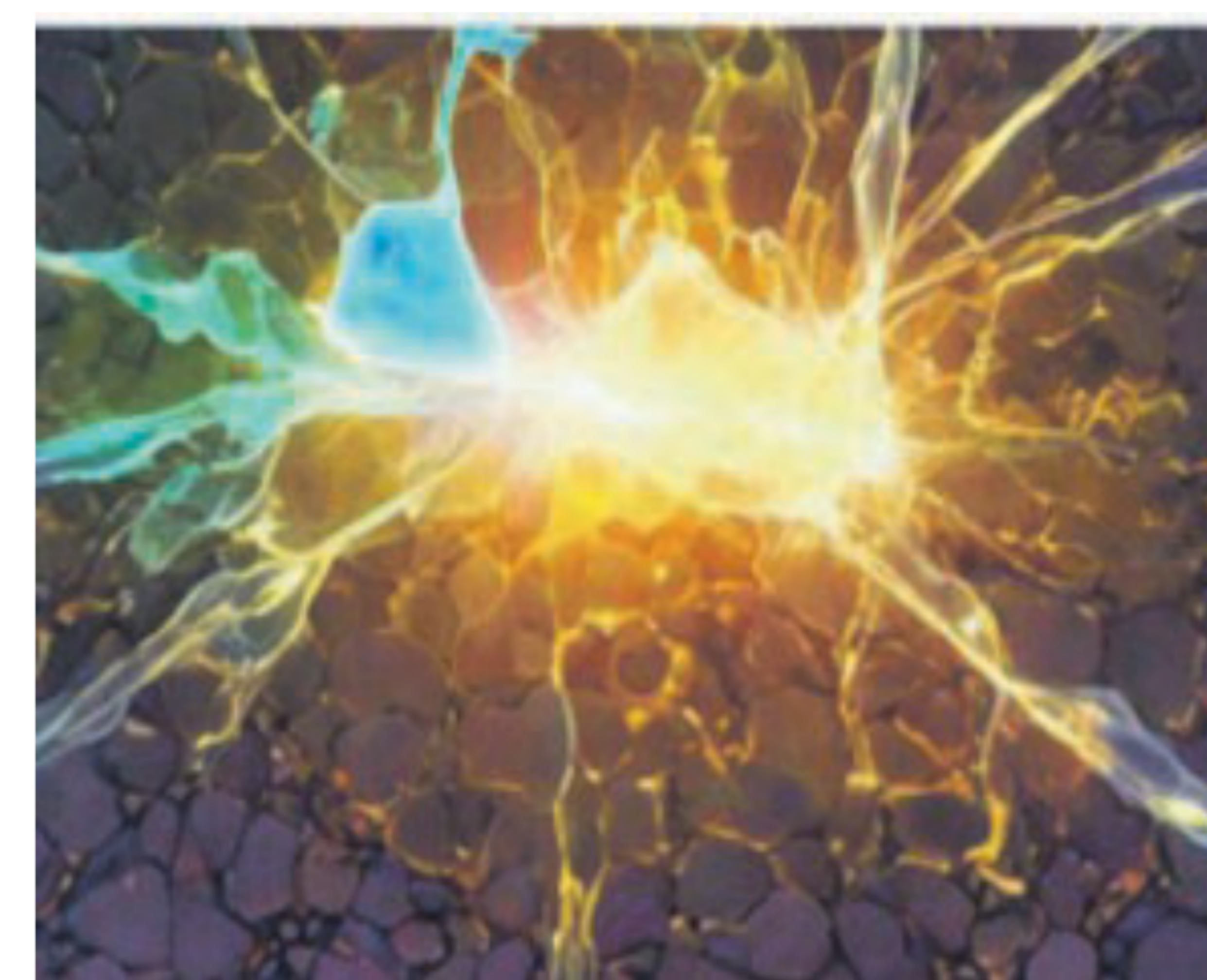
produrre idrogeno da acqua e altri combustibili solari dalla CO<sub>2</sub>.

Per far ciò utilizzeranno il sole e alcuni tra i materiali che stanno rivoluzionando il panorama energetico, le perovskiti ad alogenuro metallico.

Le perovskiti sono materiali con una particolare struttura cristallina, scoperti nel 1839 dal mineralogista russo L.A. Perovskij. La loro disposizione atomica unica le rende rivoluzionarie in campi come il fotovoltaico, per i quali sono state recentemente citate da Mario Draghi nel report 2024 «Il futuro della competitività europea» come valida alternativa ai pannelli solari basati sul silicio.

In laboratorio i ricercatori possono creare materiali perovskitici con straordinarie capacità di assorbire la luce solare e trasformarla in cariche elettriche capaci di innescare reazioni chimiche sulla superficie, nello specifico trasformare acqua o CO<sub>2</sub> in combustibili, offrendo un modo efficiente per sfrut-

Le «perovskiti» sono materiali con una particolare struttura cristallina, scoperti nel 1839. La loro disposizione atomica unica le rende rivoluzionarie in campi come il fotovoltaico.



**LA SQUADRA** Al centro Silvia Colella e Alberto Perrotta (ai lati nella foto) per il Cnr-Nanotec. Andrea Listorti e Vincenza Armenise (al centro) per UniBa. Sopra la vista di un plasma dalla finestra del reattore in cui avviene il trattamento. In alto una rappresentazione del trattamento di ingegneria superficiale su un film di perovskite visto con un ingrandimento di un millesimo di millimetro grazie al microscopio a scansione elettronica.



maginate se potessimo replicare questo processo per produrre energia pulita e sostenibile per le nostre necessità quotidiane. Questa è la sfida della fotosintesi artificiale: utilizzare l'energia solare per generare elettricità tramite i pannelli fotovoltaici, che per loro natura funzionano solo di giorno, ma anche per creare veri e propri combustibili utilizzabili all'occorrenza, simili a quelli fossili ma puliti e sostenibili. L'idrogeno ne è un esempio: è uno dei combustibili più promettenti perché può essere immagazzinato e utilizzato per produrre energia elettrica, per alimentare le auto, o per essere utilizzato dalle industrie chimiche.

Alla sfida della fotosintesi artificiale stanno lavorando Silvia Colella, Alberto Perrotta dell'Istituto di Nanotecnologia del Cnr, in collaborazione con Andrea Listorti, Vincenza Armenise e Antonella Milella del Dipartimento di Chimica dell'Università di Bari, all'interno dei due progetti Prin 2022 e Prin 2022 Pnrr Interface e Delphi che si occuperanno di

tare l'energia del sole.

Uno dei problemi nello sviluppo delle perovskiti è la loro caratteristica di sciogliersi a contatto con l'acqua. I ricercatori stanno lavorando per renderle più resistenti utilizzando tecniche avanzate di ingegneria superficiale e trattamenti al plasma, lo stato della materia di cui sono fatti i fulmini e riproducibile in laboratorio. Queste tecniche, già usate nell'industria della microelettronica, permettono di applicare strati sottilissimi, composti da pochi atomi, che proteggono la perovskite senza comprometterne le proprietà e rendendo la tecnologia più durevole e sostenibile.

In sintesi, ci troviamo di fronte a una grande opportunità: ripensare il nostro modo di produrre energia, ispirandoci alla natura stessa. La sfida del cambiamento climatico richiede soluzioni innovative, e la fotosintesi artificiale, insieme alle perovskiti e all'ingegneria superficiale, potrà contribuire al nostro futuro energetico.

Istituto di Nanotecnologia del Cnr