

Meteorologia spaziale: «Surya» protegge i satelliti

IBM e NASA hanno presentato «Surya», il modello *open-source* più avanzato per l'analisi dei dati di osservazione solare ad alta risoluzione. Il sistema, il cui nome deriva dal termine sanscrito che significa

«Sole», rappresenta un passo significativo nell'uso dell'intelligenza artificiale per la meteorologia spaziale e la protezione delle infrastrutture terrestri. Il Sole, con la sua attività intensa e imprevedibile, può

avere effetti diretti sulla vita quotidiana. Brillamenti solari ed espulsioni di massa coronale possono mettere fuori uso satelliti, disturbare la navigazione aerea, provocare *blackout* elettrici e aumentare i rischi per la salute degli astronauti. Secondo un'analisi di Lloyd's, un evento solare estremo potrebbe costare all'economia globale fino a 2,4 trilioni di dollari in cinque

anni. A differenza dei metodi tradizionali, che si basano su immagini parziali del Sole, il nuovo modello riesce a prevedere non solo la probabilità di brillamenti solari, ma anche la loro posizione fino a due ore in anticipo, offrendo immagini ad alta risoluzione. L'obiettivo è migliorare la capacità di pianificazione e prevenzione degli effetti delle tempeste solari su satelliti,

sistemi GPS, reti elettriche e telecomunicazioni. Oltre a classificare i brillamenti, Surya è in grado di stimare la velocità dei venti solari, lo spettro ultravioletto e la comparsa di nuove regioni attive sulla superficie solare. Il progetto rientra in una più ampia collaborazione tra IBM e NASA, che già nel 2024 aveva portato al rilascio del modello meteo-

rologico Prithvi. Con Surya, reso disponibile sulla piattaforma Hugging Face, le due organizzazioni puntano a democratizzare l'accesso agli strumenti di ricerca avanzata, permettendo a scienziati e industrie di tutto il mondo di sviluppare applicazioni specifiche per la previsione della meteorologia spaziale.

A.D.

APOSTOLATO DIGITALE

condividere codici di salvezza

ASEAN – LE RISORSE MINERARIE AL CENTRO DEL VERTICE IN MALESIA TRA TRUMP E XIJINPING

SULLE SPALLE DEI GIGANTI/7

Antimonio e terre rare nel futuro di Usa e Cina

L'esito più significativo dell'incontro tra Donald Trump e Xi Jinping (nella foto piccola) al vertice Asean, l'Associazione delle Nazioni del Sud-est asiatico di alcune settimane fa in Malesia è stato l'accordo a mantenere le licenze di esportazione dalla Cina di terre rare. Questo risultato, solo in apparenza tecnico, mostra quanto la politica dei minerali sia diventata un pilastro della competizione geopolitica: controllare le risorse significa influenzare catene del valore, tecnologie sensibili e capacità militari. In questo contesto si colloca l'antimonio, metallo usato da migliaia di anni e oggi fondamentale per semiconduttori, ritardanti di fiamma, batterie e sistemi di difesa avanzati. La sua storia è un avvertimento per Stati Uniti ed Europa: la resilienza industriale non può poggiare su poche miniere concentrate in aree geopoliticamente instabili. La vulnerabilità delle forniture di minerali critici era emersa con forza già nel 2010, quando la Cina bloccò le esportazioni di terre rare verso il Giappone durante una disputa territoriale, trasformando la dipendenza industriale in leva politica. Tokyo rispose diversifican-



do le fonti e creando un'agenzia dedicata ai minerali strategici. Oggi lo stesso schema si ripete con l'antimonio. Dal 2024 la Cina ha introdotto restrizioni crescenti alle sue esportazioni, mirate in particolare agli Stati Uniti. I prezzi sono schizzati alle stelle e un materiale finora percepito come marginale è diventato oggetto di riunioni di sicurezza nazionale e di analisi quotidiane dei mercati. Il Dipartimento della Difesa statunitense ha reagito con contratti di fornitura e sussidi a produttori nazionali, nel tentativo di assicurarsi volumi minimi e di riattivare una filiera interna. Il problema è aggravato dall'alta concentrazione della produzione: Cina, Russia e Tagikistan coprono la quasi totalità dell'estrazione mondiale di antimonio. Gli Stati Uniti importano pra-

ticamente tutto il proprio fabbisogno, in gran parte dalla Cina, mentre l'Europa dipende dalle rotte commerciali che portano l'antimonio cinese nel mercato comunitario. Finché i flussi erano regolari e i prezzi bassi, questa dipendenza è stata considerata accettabile; oggi è percepita come un rischio sistemico. Senza antimonio, molti sistemi critici – dai dispositivi antincendio all'elettronica avanzata, fino ad alcune tecnologie militari – perderebbero affidabilità. L'eccessiva concentrazione dell'offerta comprime i prezzi, scoraggia gli investimenti in nuove miniere e ostacola l'innovazione, indebolendo l'intero mercato. Molti governi stanno aggiornando le politiche industriali e di sicurezza: dagli ordini esecutivi americani alla strategia europea sulle materie prime critiche, fino agli accordi bilaterali per garantire forniture di minerali strategici. Anche il settore privato si adegua, integrando il rischio geopolitico e la sicurezza di lungo periodo nelle decisioni di investimento. Tra gli strumenti emergenti spiccano i contratti di *off-take* a lungo termine, che garantiscono ai produttori una base sta-

bile di domanda attraverso prezzi minimi o clausole di stabilità, rendendo più sostenibili gli investimenti in nuove miniere. Accanto a questi strumenti generali, si sta affermando un approccio più mirato, con strategie specifiche per ogni minerale anziché cornici generiche sui «minerali critici». I lavori di mappatura delle filiere mostrano che, nel caso dell'antimonio, il vero collo di bottiglia non è la raffinazione ma l'estrazione: la capacità di raffinazione fuori dalla Cina è già ampia ma sotto-utilizzata, mentre la produzione mineraria è insufficiente e la stessa Cina è diventata importatrice netta. Per questo si guarda con nuovo interesse a progetti estrattivi in aree finora marginali, come alcune regioni dell'Europa centrale, orientale e dell'Asia centrale, dove si valutano riaperture di miniere. L'antimonio diventa così un caso emblematico: se governi e imprese sapranno coordinare in anticipo investimenti, forniture a monte e accordi di lungo periodo, potrà diventare il modello di una strategia proattiva sui minerali critici.

WORLD ECONOMIC FORUM

Niels Bohr

All'inizio del Novecento la tecnologia stava rapidamente evolvendo: l'elettricità cominciava a diffondersi nelle città, la radio permetteva la trasmissione delle informazioni a distanza, il telefono collegava persone a chilometri di distanza, e l'aviazione muoveva i primi passi. Tuttavia, fu la fisica atomica a inaugurare un nuovo orizzonte, in cui l'invisibile diventava oggetto di studio e strumento potenziale di trasformazione del mondo. Niels Henrik David Bohr, tra i protagonisti della nascente meccanica quantistica, visse in pieno questa rivoluzione scientifica e tecnica, intuendone anche le implicazioni filosofiche ed etiche. Per Bohr, la tecnologia era una forma di potere: «La tecnologia ci dà potere, ma non può dirci come



usarlo». Egli vedeva con lucidità il rischio che l'innovazione tecnica si sviluppasse più velocemente della nostra capacità di comprenderla e governarla. A differenza di altri scienziati, non si limitava a celebrare i successi della scienza ma insisteva sulla responsabilità collettiva nell'uso delle sue applicazioni. Dopo la seconda Guerra mondiale, Bohr fu un sostenitore convinto del disarmo nucleare e del controllo internazionale dell'energia atomica, affermando che «ogni grande difficoltà porta in sé la sua soluzione; essa ci costringe a cambiare il nostro modo di pensare». Bohr riteneva che la trasparenza e la cooperazione tra nazioni fossero condizioni necessarie per evitare catastrofi tecnologiche. Diceva anche: «Non esprimerti mai in modo più chiaro di quanto riesci a pensare», ammonendo contro il rischio di semplificare ciò che è complesso. Secondo lui, la fisica – e per estensione la tecnologia – non ci dice com'è la natura, ma solo cosa possiamo affermare su di essa. In questo modo Bohr anticipava il dibattito moderno sul rapporto tra sapere, potere e responsabilità morale, rifiutando l'illusione che la tecnica sia neutra o autonoma.



Dove sono gli alieni? Il paradosso di Fermi e il grande silenzio del cosmo