

Riflessioni sulla
"Modernità"
Lorenzo Pinna **p. 30**

Una comunicazione completa
e affidabile è fondamentale
per l'intera società
Andrea Bettini **p. 33**

PNRR, un'opportunità
per un futuro migliore
Giorgio Pacifici **p. 37**

Energia Ambiente e Innovazione

ENEA magazine
2-3/2022
eai.enea.it

L'ITALIA ALLA SFIDA del PNRR

Il ruolo dell'innovazione e dell'informazione



Ricerca, trasferimento tecnologico e ruolo dell'informazione per vincere la sfida del PNRR



di **Gilberto Dialuce**, *Presidente ENEA*

Questo numero della rivista nasce principalmente per dare seguito al corso di formazione per giornalisti che si è tenuto il 28 e il 29 marzo sul Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza e, in particolare, sulla Missione 2, al dibattito che ne è scaturito e ma anche per fare un primo punto sul coinvolgimento dell'ENEA nel PNRR. ENEA, infatti, è pienamente coinvolta nell'attuazione del PNRR in modo trasversale e in molteplici settori, attraverso la collaborazione con le istituzioni, nello specifico con il Ministero della Transizione Ecologica, ma anche con i Ministeri della Mobilità sostenibile e dello Sviluppo economico, nella stesura dei bandi e come soggetto attuatore di alcuni degli interventi previsti.

È il caso, ad esempio, dell'accordo che abbiamo firmato con il MiTE che prevede un investimento di circa 110 milioni di euro per attività di ricerca applicata da svolgersi a beneficio di tutta la filiera dell'idrogeno, per dimostrare la fattibilità tecnica, ma anche applicativa e dal punto di vista della sicurezza di questo vettore.

In questo numero, però, oltre che di PNRR si parla anche dello scenario internazionale e di alcune tematiche delle quali non si può fare a meno di discutere tenuto conto del rilievo che hanno assunto: mi riferisco al caro-energia, alla sicurezza degli approvvigionamenti e alle criticità che abbiamo davanti. Nel corso di formazione lo abbiamo fatto con ricercatori ENEA, con i Direttori dei Dipartimenti che operano in questo campo e con esperti del settore per dare una panoramica il più possibile ampia e argomentata. Abbiamo deciso di affrontare queste tematiche anche alla luce di quanto evidenziato dalla nostra Analisi trimestrale del sistema energetico che ogni tre mesi fa il punto del percorso verso la decarbonizzazione.

Ebbene, tutti i più recenti numeri dell'Analisi delineano scenari decisamente preoccupanti per una serie di elementi che vanno oltre l'incremento dei prezzi, per toccare problematiche quali la sicurezza degli approvvigionamenti, l'aumento delle emissioni, i ritardi nello sviluppo di tecnologie low carbon e l'allontanamento dagli obiettivi di decarbonizzazione.

Questo porta a due considerazioni, che si possono sintetizzare in altrettanti messaggi.

Il primo è che la ricerca e il trasferimento di tecnologie avanzate possono effettivamente dare un contributo di rilievo per incrementare la sostenibilità, diffondere innovazione e promuovere una transizione ecologica che porti anche ad una società più giusta, più inclusiva, che non lasci indietro nessuno. Infatti, come vediamo in questo periodo, il forte aumento dei prezzi sta creando tutta una serie di problemi di perdita di competitività delle imprese, di rischio di chiusure ma anche a livello sociale. Ed è per questo che fra i temi che abbiamo deciso di affrontare nel corso c'è anche quello della povertà energetica.

La seconda considerazione riguarda il ruolo fondamentale dei media per far conoscere le iniziative, le opportunità, i progetti previsti dal PNRR, per facilitarne l'attuazione in settori strategici. Penso ad esempio alle fonti rinnovabili che è importante spingere con rinnovato impegno anche al di là dei target di decarbonizzazione al 2030, proprio perché questo consente di aumentare la nostra indipendenza energetica. Spesso, però, i progetti di espansione di queste fonti si scontrano con l'opposizione locale e con le difficoltà di mettere impianti nuovi sul territorio, che si tratti di pannelli fotovoltaici, di pale eoliche o di centrali a biomasse. In questi casi, e non solo, una corretta informazione può avere un ruolo di grande rilievo.

Un altro esempio sono gli impianti di rigassificazione. Dal momento in cui dobbiamo immaginare una traiettoria che ci consenta, purtroppo non immediatamente, ma nell'arco di alcuni anni, di allontanarci dalla dipendenza del gas e in particolar modo dal gas russo, questo comporterà una serie di scelte, fra le quali il rafforzamento di infrastrutture di importazione come i rigassificatori galleggianti. L'idea è quella di sfruttare tali infrastrutture navali - che sono poi pochissime perché c'è una corsa all'accaparramento - e di collegarle rapidamente alla rete, si tratta di operazioni complesse che richiedono un percorso autorizzativo per la localizzazione e un dialogo costante con gli enti locali.

Sappiamo che vi sono già difficoltà con le popolazioni locali per collocare queste nuove infrastrutture e, anche in questo caso, i media avranno un ruolo molto importante.

Questo numero doppio del nostro Magazine ci offre dunque l'opportunità di rendere disponibile, in veste cartacea e online, un'informazione il più possibile esaustiva e documentata su tematiche di grande attualità.

Da parte ENEA, infatti, non si tratta solo di portare avanti una delle nostre missioni prioritarie - ovvero di informare e di formare a livello scientifico - ma di aprire un dialogo diretto con i media in una fase storica complessa sia dal punto di vista energetico che economico, perché le scelte che abbiamo davanti tengano conto di questa complessità e siano basate su dati scientifici, potendo contare su un sistema di informazione preparato e competente, per raggiungere gli obiettivi del PNRR e contribuire insieme alla sua attuazione.

A handwritten signature in black ink, appearing to be the name 'F.lli' or similar, written in a cursive style.

Rivoluzione verde, transizione ecologica e contributo dei media



Contribuire ad una corretta informazione e formazione sulle tematiche dell'energia, dell'ambiente, della sostenibilità, sulle attività e i progetti a livello nazionale e internazionale che stiamo portando avanti è da tempo una delle priorità dell'ENEA. E il ruolo dei media come 'ponte' fra il mondo della ricerca scientifica e i possibili destinatari/beneficiari e - imprese, Pubblica Amministrazione e cittadini- è essenziale.

Ma abbiamo scelto di parlare del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza e di dedicare un numero doppio della rivista alla Missione 2 anche per il suo ruolo fondamentale per rilanciare la crescita in chiave sostenibile, un ruolo destinato a crescere ancora nella fase di attuazione.

In questo contesto si inserisce il corso "Rivoluzione verde e transizione ecologica" incentrato sulle tematiche della Missione 2 del PNRR e le quattro componenti in cui si articola: Economia circolare e agricoltura sostenibile; Tutela del territorio e della risorsa idrica; Energia rinnovabile, idrogeno, rete, mobilità sostenibile; Efficienza energetica per un'edilizia sostenibile.

L'ENEA come Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile è molto coinvolta in questo percorso, in modo trasversale e con alcuni settori di particolare evidenza come, ad esempio, le attività di ricerca e sviluppo nel campo dell'idrogeno dove abbiamo siglato un accordo del valore di 110 milioni di euro con il Ministero della Transizione Ecologica che coinvolge CNR ed RSE.

Dal punto di vista operativo al corso hanno contribuito tutti e quattro i Dipartimenti ENEA: al primo modulo dedicato a Economia circolare, agricoltura smart e tutela del territorio hanno partecipato i ricercatori del Dipartimento Sostenibilità dei sistemi produttivi e territoriali che hanno approfondito i temi della gestione innovativa dei rifiuti, della chiusura dei cicli, del ruolo dell'ENEA quale coordinatore dell'ICESP, l'Italian Circular Economy della raccolta differenziata, di impianti di trattamento e delle coltivazioni sostenibili, oltre che delle attività per accrescere la resilienza ai cambiamenti climatici, proteggere la natura, la biodiversità e la risorsa acqua. Successivamente si parlerà di **efficientamento energetico**, in particolare degli edifici, una delle leve più efficaci per ridurre le emissioni in un Paese come il nostro dove oltre il 60% degli edifici, sia pubblici che privati, ha oltre 45 anni. ENEA ha competenze consolidate in questo settore, anche nella sua veste di **Agenzia nazionale per l'efficienza energetica**.

Verranno inoltre approfondite le tecnologie innovative per l'energia, le fonti rinnovabili e la mobilità sostenibile, il nucleare da fusione e da fissione, i comportamenti per ridurre i consumi e la problematica della povertà energetica.

Tenuto conto dello scenario geopolitico di grave emergenza, abbiamo voluto proporre anche alcuni approfondimenti sugli scenari internazionali e nazionali, il caro-energia, la sicurezza degli approvvigionamenti con esperti ENEA ed altri protagonisti del settore per offrire una panoramica il più possibile ampia e argomentata.

Due ultime considerazioni. La prima è che ricerca e innovazione possono dare un contributo di rilievo per incrementare la sostenibilità, diffondere l'innovazione, **promuovere una transizione ecologica più giusta e inclusiva, che non lasci indietro nessuno**.

La seconda è il ruolo fondamentale dei media nel far conoscere iniziative, opportunità e progetti previsti dal PNRR così come le tematiche dell'energia, della sicurezza delle fonti e dell'innovazione tecnologica. Ed è anche per questo che abbiamo pensato ad un'ultima sessione dove giornalisti di diverse testate, divulgatori e comunicatori istituzionali si confrontano su queste tematiche alla luce delle proprie esperienze

Occasioni come questa offrono l'opportunità ai media da un lato e al mondo della ricerca dall'altro di incontrarsi e confrontarsi e rafforzare un dialogo sempre più importante a fronte delle sfide che abbiamo davanti. Per noi di ENEA sono anche l'occasione di far conoscere e rendere disponibili fonti scientificamente preparate e una documentazione ampia e approfondita per conoscere queste tematiche e trattarle con competenza e professionalità.

Cristina Corazza

N. 2-3 Maggio - Dicembre 2022

Direttore Responsabile

Cristina Corazza

Comitato di direzione

Ilaria Bertini, Alessandro Coppola, Alessandro Dodaro, Giorgio Graditi, Roberto Morabito

Comitato tecnico-scientifico

Paola Batistoni, Marco Casagni, Francesco Gracceva, Mario Jorizzo, Chiara Martini, Federica Porcellana, Franco Roca

Redazione

Laura Di Pietro, Roberto De Ritis, Paola Giaquinto, Laura Moretti, Fabiola Falconieri (per i testi in inglese)

Progetto grafico ed elaborazione tecnica

Flavio Miglietta

Elaborazione grafica copertina

Maurizio Giuliani

Edizione web

Antonella Andreini, Serena Lucibello

Promozione e comunicazione

Paola Giaquinto

Stampa

Laboratorio Tecnografico
Centro Ricerche ENEA Frascati
Numero chiuso nel mese di novembre 2022

Registrazione

Tribunale Civile di Roma
Numero 42/2019 del 28 marzo 2019
(versione stampata)
Numero 43/2019 del 28 marzo 2019
(versione telematica)

Foto in copertina: credits AdobeStock



6

L'impegno dell'ENEA per l'attuazione del PNRR
di Giorgio Graditi

- 1 Ricerca, trasferimento tecnologico e ruolo dell'informazione per vincere la sfida del PNRR *di Gilberto Dialuce*
- 3 Rivoluzione verde, transizione ecologica e contributo dei media *di Cristina Corazza*

L'INTERVENTO

- 6 L'impegno dell'ENEA per l'attuazione del PNRR *di Giorgio Graditi*

GLI SCENARI

- 9 Perché è sempre più necessaria l'economia circolare? *di Roberto Morabito*
- 13 Le politiche dell'efficienza energetica e la riqualificazione degli edifici *di Ilaria Bertini*
- 16 L'energia delle stelle per un futuro sostenibile. E oggi? *di Alessandro Dodaro*
- 19 Il caro energia fra tensioni geopolitiche e impatto su famiglie e imprese *di Antonio Sileo*
- 23 Il giornalismo alla sfida della comunicazione ambientale *di Marco Gisotti*
- 25 Media e PNRR: il ruolo della comunicazione istituzionale e dell'informazione scientifica *di Carlo Corazza*
- 27 L'informazione economica e il futuro, che passa per la sostenibilità *di Corrado Chiominto*
- 30 Riflessioni sulla "Modernità" *di Lorenzo Pinna*
- 33 Una comunicazione completa e affidabile è fondamentale per l'intera società *di Andrea Bettini*
- 35 L'informazione ambientale in Italia *di Massimiliano Pontillo*
- 37 PNRR, un'opportunità per un futuro migliore *di Giorgio Pacifici*

Sommario



9 Perché è sempre più necessaria l'economia circolare?
di Roberto Morabito



13 Le politiche dell'efficienza energetica e la riqualificazione degli edifici
di Ilaria Bertini



16 L'energia delle stelle per un futuro sostenibile. E oggi?
di Alessandro Dodaro

FOCUS ENEA

Agricoltura smart, economia circolare, tutela del territorio e clima

- 39** Coltivare la sostenibilità dal campo alla tavola
di Massimo Iannetta
- 43** Tutelare il territorio dal rischio idrogeologico
di Anna Marzo, Luca Falconi, Elena Candigliota, Francesco Immordino, Claudio Puglisi, Augusto Screpanti
- 48** L'allarme clima e i nuovi modelli di previsione
di Gianmaria Sannino
- 51** 25 anni di Lampedusa, la sentinella d'Europa sul clima
di Alcide di Sarra, Fabrizio Anello, Carlo Bommarito, Virginia Ciardini, Giorgia Cinelli, Lorenzo De Silvestri, Tatiana Di Iorio, Biagio Di Pietra, Paolo Grigioni, Antonio Iaccarino, Salvatore Marullo, Daniela Meloni, Francesco Monteleone, Giandomenico Pace, Salvatore Piacentino, Claudio Scarchilli, Damiano Sferlazzo
- 56** Urban mining e materie prime critiche
di Claudia Brunori
- 60** Transizione energetica. Cos'è, perché è difficile, in che misura è realizzabile
di Francesco Gracceva

Gli scenari dell'energia, tra efficienza, caro-bollette, geopolitica e innovazione tecnologica

- 66** Azioni di risparmio energetico nel settore domestico e ruolo della comunicazione al grande pubblico
di Nicolandrea Calabrese, Francesca Caffari, Federica Giustini, Marco Morini
- 71** Contrastare la povertà energetica per una transizione inclusiva ed equa
di Alessandro Fiorini
- 74** Idrogeno, vettore energetico per la decarbonizzazione
di Giulia Monteleone

Fonti rinnovabili, idrogeno, città smart e mobilità sostenibile

- 77** Scenari, tecnologie e prospettive per la mobilità sostenibile
di Antonino Genovese
- 82** Tecnologie e materiali per il fotovoltaico di nuova generazione
di Paola Delli Veneri
- 85** Città del futuro e smart communities
di Stefano Pizzuti
- 87** Lo stoccaggio, la cattura e il possibile utilizzo della CO₂
di Paolo Deiana

L'intervento

L'impegno dell'ENEA per l'attuazione del PNRR

Molti dei temi oggetto delle attività di ricerca, dimostrazione ed innovazione condotte da ENEA, risultano centrali nell'attuazione del PNRR, sia come riforme, sia come strategie di investimento.



di **Giorgio Graditi**, Direttore Generale ENEA - Delegato ENEA per il PNRR

I Next Generation EU (NGEU) è un programma di investimenti e riforme per accelerare la transizione ecologica e digitale, migliorare la formazione delle lavoratrici e dei lavoratori e conseguire una maggiore equità di genere, territoriale e generazionale, e si articola attraverso due strumenti principali: il dispositivo per la **Ripresa e Resilienza (RRF)** e il Pacchetto di Assistenza alla Ripresa per la Coesione e i Territori d'Europa (**REACT-EU**).

Nell'ambito del dispositivo RRF, l'Italia ha predisposto, in coerenza con i sei pilastri del NGEU, il **Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)** che si sviluppa intorno a tre assi strategici condivisi a livello europeo - digitalizzazione e innovazione, transizione ecologica, inclusione sociale - e si compone di 6 Missioni (M1 "Digitalizzazione, innovazione, competitività, cultura e turismo"; M2 "Rivoluzione verde e transizione ecologica"; M3 "Infrastrutture per una mobilità sostenibile"; M4 "Istruzione e ricerca"; M5 "Inclusione e coesione"; M6 "Salute") e 16 Componenti.

Molti dei temi oggetto delle attività di ricerca, sviluppo, dimostrazione ed innovazione condotte da ENEA, risultano centrali nell'attuazione del PNRR, sia come riforme, sia come strategie di investimento.

E nella seconda fase?

ENEA, in conformità con la sua missione, assicura un adeguato supporto ai Ministeri titolari di azione - in particolare il **Ministero della Transizione Ecologica (MiTE)** - per l'espletamento delle attività tecniche e scientifiche correlate all'attuazione, valutazione e/o realizzazione e al mo-

nitoraggio del PNRR in relazione alle diverse tematiche. **Nello specifico, ENEA fornisce supporto relativamente agli assi strategici di transizione energetica ed ecologica, rinnovabili, digitalizzazione e innovazione, mobilità sostenibile, accumulo energetico, idrogeno, comunità energetiche, biocombustibili, efficienza energetica e riqualificazione degli edifici, economia circolare, agricoltura sostenibile, tutela del territorio, del capitale naturale e della risorsa idrica, inclusione sociale.**

Tutto ciò, in particolare, attraverso una strategia integrata mirata a collegare i diversi settori energetici (elettricità, gas, edifici, trasporti, industria) per accelerare la decarbonizzazione, anche al fine di accrescere la sicurezza di funzionamento dei sistemi energetici e degli approvvigionamenti di energia.

ENEA partecipa, inoltre, con progetti propri e/o di partenariato pubblico-privato, all'attuazione delle misure previste dal PNRR ed agisce come soggetto affidatario e/o realizzatore, sulla base di accordi di programma e collaborazioni sottoscritti con i diversi Ministeri titolari di azione, per sviluppare e realizzare specifici progetti e iniziative per le diverse tematiche.

In questo contesto, di particolare rilievo è l'**Accordo di Programma (AdP)** sottoscritto a maggio 2022 tra **MiTE** ed **ENEA** nell'ambito della Missione 2 "Rivoluzione verde e transizione ecologica" - Componente 2 "Energia rinnovabile, idrogeno, rete e mobilità sostenibile" - Investimento 3.5 "**Ricerca e sviluppo sull'idrogeno**" che prevede lo svolgimento di attività di ricerca e sviluppo volte a miglio-



rare le conoscenze circa l'uso dell'idrogeno in tutte le fasi, incluse quelle di produzione, stoccaggio e distribuzione. ENEA, in qualità di soggetto realizzatore ed in collaborazione con CNR e RSE quali soggetti co-realizzatori, ha predisposto un **Piano Operativo della Ricerca (POR)** sull'**idrogeno** di importo complessivo pari a **110,0 milioni di euro**, di cui **75,0 milioni di euro** assegnati ad **ENEA**, approvato a giugno 2022 con decreto direttoriale MiTE, per lo svolgimento di attività di ricerca e sviluppo nelle seguenti tematiche:

- tecnologie per la produzione di idrogeno verde e pulito
- tecnologie di stoccaggio, trasporto e trasformazione in derivati ed e-fuel
- celle a combustibile per applicazioni stazionarie e di mobilità
- sistemi intelligenti di gestione integrata per migliorare la resilienza e l'affidabilità delle infrastrutture energetiche basate sull'idrogeno.

Il POR mette a sistema competenze, esperienze multi-interdisciplinari, laboratori e infrastrutture, con l'obiettivo di massimizzare le ricadute delle attività di ricerca previste e dei prodotti e servizi sviluppati, per favorirne il trasferimento tecnologico al sistema dell'industria nazionale ed alle imprese.

La sua realizzazione intende, quindi, contribuire a favorire la produzione di idrogeno da fonti rinnovabili e da energia elettrica di rete ed attività legate all'idrogeno che soddisfino il requisito di riduzione delle emissioni di gas serra nel ciclo di vita del 73,4% per l'idrogeno e del 70% per i combustibili sintetici a base di idrogeno rispetto a un combustibile fossile di riferimento.

ENEA è, inoltre, partner del **progetto** di ricerca **MECCA** che riguarda la produzione di idrogeno per cracking di biometano, finanziato dal MiTE a valere sull'avviso pubblico per progetti di ricerca fondamentale (tipo A) per l'idrogeno nell'ambito della Missione 2 "Rivoluzione verde e transizione ecologica" - Componente 2 "Energia rinnovabile, idrogeno, rete e mobilità sostenibile" - Investimento 3.5 "Ricerca e sviluppo sull'idrogeno" del PNRR.

Investimenti per rinnovabili e batterie

ENEA sta supportando con il ruolo di advisor tecnico-scientifico il **Ministero dello Sviluppo Economico (MiSE)** ed **Invitalia** nell'attuazione, attraverso lo strumento dei contratti di sviluppo, della misura M2 "Rivoluzione verde e transizione ecologica" - Componente 2 "Energia rinnovabile, idrogeno, rete e mobilità sostenibile" - Inve-

stimento 5.1 "Rinnovabili e batterie" del PNRR che mira a sostenere, con un finanziamento complessivo di 1 milione di euro, lo sviluppo di una catena del valore delle rinnovabili e delle batterie mediante la realizzazione di tre diversi sub-investimenti relativi rispettivamente a: 5.1.1 Tecnologia fotovoltaica per la quale si prevede, entro il 2025, l'incremento della capacità di generazione di energia dei pannelli fotovoltaici prodotti dagli attuali 200 MW/anno ad almeno 2 GW/anno, grazie a pannelli fotovoltaici ad alta efficienza; 5.1.2 Industria eolica; 5.1.3 Settore batterie per il quale si prevede, entro il 2024, una produzione di batterie con capacità obiettivo di 11 GWh.

Tale misura intende finanziare programmi industriali volti a sviluppare, consolidare e rafforzare le catene del valore nazionali nel settore delle rinnovabili e delle batterie, anche al fine di favorire la realizzazione di factory di grande dimensione, e di preservare la sicurezza e la continuità delle forniture e degli approvvigionamenti.

Progetti per la decarbonizzazione e l'innovazione nel sistema dei trasporti

Con riferimento alle azioni di competenza del **Ministero della Mobilità Sostenibile (MiMS)**, nell'ambito della misura M2 "Rivoluzione verde e transizione ecologica" - Componente 2 "Energia rinnovabile, idrogeno, rete e mobilità sostenibile" - Investimento 3.4 "**Sperimentazione dell'idrogeno per il trasporto ferroviario**" del PNRR, ENEA ha sottoscritto ad aprile 2022 un **Accordo di collaborazione** con **ANSFISA** (Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie e delle Infrastrutture Stradali e Autostradali del Ministero della Mobilità Sostenibile), per lo svolgimento di attività di studio, ricerca e monitoraggio in materia di alimentazione a celle a combustibile a idrogeno e GNL/Bio-GNL dei veicoli ferroviari e nell'ambito del trasporto rapido di massa e stradale, oltre che l'impatto delle strutture di rifornimento dell'idrogeno sui sistemi e sottosistemi infrastrutturali ferroviari ed i sistemi stradali.

L'obiettivo generale dell'Accordo è di sviluppare, realizzare e approntare regole e autorizzazioni necessarie alla messa a terra di progetti innovativi e migliorativi nel **settore dei trasporti**, dell'energia e della mobilità sostenibile, nonché di sviluppare best practices, replicabili ed espandibili, per la corretta progettazione, realizzazione, installazione e utilizzo di impianti e processi legati alle tecnologie dell'idrogeno e dei suoi derivati e agli usi finali in **ambito ferroviario e stradale** con riferimento alle linee di azione e infrastrutture individuate dal PNRR e dai decreti ministeriali di attuazione.

Progetti e iniziative di sistema dalla ricerca all'impresa

Relativamente alla Missione 4 "Istruzione e ricerca" - Componente 2 **"Dalla ricerca all'impresa"** del PNRR, afferente al **Ministero dell'Università e della Ricerca (MUR)**, che mira a sostenere gli investimenti in ricerca e sviluppo, promuovere l'innovazione e la diffusione delle tecnologie, rafforzare le competenze, favorendo la transizione verso un'economia basata sulla conoscenza, ENEA ha partecipato a diverse proposte progettuali in risposta agli Avvisi pubblici emanati dal MUR.

In particolare, ENEA partecipa con un budget di circa **97 milioni di euro**, in qualità di soggetto fondatore e/o affiliato, alle seguenti iniziative ammesse a finanziamento nell'ambito del PNRR MUR:

- Campioni nazionali di R&S: National Research Centre for Agricultural Technologies (Agritech), National Centre for HPC, Big Data and Quantum Computing; National Research Centre for Agricultural Technologies (Agritech); National Biodiversity Future Center (NBFC).
- Infrastrutture di ricerca: Divertor Tokamak Test facility Upgrade (DTTU); Strengthening of the Italian Research Infrastructure for Metrology and Open Access Data in support to the Agrifood (METROFOOD-IT); ECCSEL-LENT; Strengthening of the Italian MIRRI Research Infrastructure for a Sustainable Bioeconomy (SI-MIRRI); Unlocking the Potential for Health and Food from the seas (EMBRC-UP).
- Infrastrutture tecnologiche dell'innovazione: INFRA-GRI, The Innovation Infrastructure for Agro-Industrial Technologies; IRSME, Infrastruttura di innovazione nazionale in Rete per la Simulazione e il Monitoraggio del sistema Energetico.
- Ecosistemi dell'innovazione: Rome Technopole; Ecosystem for Sustainable Transition in Emilia-Romagna (SYSTER); Robotics and AI for Socio-economic Empowerment (RAISE).
- Partenariati estesi: NEST, Network 4 Energy Sustainable Transition; RETURN, multi-Risk sciEnce for resilient commUnities undeR a changiNg climate; CHAN-

GES, Cultural Heritage Active innovation for Next-Gen Sustainable society, ON Foods.

Accompagnare le linee di investimento del PNRR

Le linee di investimento del PNRR devono essere accompagnate da una strategia di riforme orientata a migliorare le condizioni regolatorie e ordinamentali di contesto e a incrementare stabilmente l'equità, l'efficienza, la sostenibilità e la competitività del Paese. In questo ambito ENEA ha fornito il proprio contributo al MiTE in particolare nella implementazione della Missione 2 Componente 1 del PNRR, con specifico riferimento alla definizione della **strategia nazionale per l'economia circolare** e nella valutazione dei progetti presentati nell'ambito delle linee di investimento 1.1. e 1.2 relativi alla realizzazione di nuovi impianti di **gestione dei rifiuti**, l'ammmodernamento di impianti esistenti e alla realizzazione di progetti "faro" di economia circolare.

Il PNRR italiano, approvato dal Consiglio dell'Unione Europea nel luglio 2021, prevede un futuro aggiornamento del Piano Nazionale Integrato Energia e Clima (**PNIEC**) e della Strategia di lungo termine per la riduzione delle emissioni dei gas a effetto serra (**LTS**) - che rappresentano due **importanti driver** delle **attività strategiche** dell'**ENEA** alla cui riformulazione l'Agenzia fornirà il suo contributo - al fine di recepire i mutamenti nel frattempo intervenuti in sede europea ed i crescenti livelli di ambizione nella lotta al cambiamento climatico.

Il contributo di ENEA alle attività ed iniziative previste dalle misure e dagli interventi definiti dal PNRR in tema di digitalizzazione e innovazione e di transizione ecologica, si declina, da un lato, nell'azione di supporto, prevalentemente di natura tecnico-scientifica, ai Ministeri coinvolti e alla PA nel suo complesso, dall'altro, nella proposizione/partecipazione di/a progetti di ricerca, sviluppo e dimostrazione per favorire ed accelerare il processo di decarbonizzazione del sistema energetico ed economico verso la neutralità climatica.

Perchè è sempre più necessaria l'economia circolare?

L'economia circolare implica un nuovo modello economico e un vero e proprio cambio di paradigma basato su un profondo mutamento negli approcci culturali e negli stili di vita. L'Italia è fra i paesi più avanzati per circolarità, ma la sua posizione di 'prima della classe' è a rischio per un insieme di motivi principalmente di natura non tecnologica. Tuttavia, con il PNRR abbiamo davanti a noi un'occasione unica per dotarci finalmente di una strategia nazionale per l'economia circolare.

DOI 10.12910/EAI2022-042



di **Roberto Morabito**, *Direttore del Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali - ENEA*

L'economia circolare è considerata un argomento fra i più 'caldi' e attuali, un tema di cui si parla molto anche se spesso viene declinato non correttamente, ignorandone la vera portata e le grandi potenzialità. L'economia circolare, infatti, non è un modo elegante per risolvere il problema dei rifiuti ma è un nuovo modello economico la cui completa adozione è sempre più necessaria e non procrastinabile per un insieme di motivi.

Il primo di questi motivi è che il nostro Pianeta ha risorse limitate e che noi le stiamo consumando a un ritmo molto più veloce della capacità del Pianeta stesso di rigenerarle. Solo per fare un esempio: a livello globale oggi consumiamo il 170% delle risorse rinnovabili e, attualmente, esauriamo le risorse rinnovabili disponibili annualmente mediamente a luglio invece che al 31 dicembre.

La dipendenza dalle materie prime critiche

Se continuassimo così con un cosid-

detto modello di business as usual questo ci porterebbe al 2050 ad avere necessità delle risorse rinnovabili di tre pianeti terra. E se tutti quanti decidessimo di adottare gli stili di vita e i modelli di consumo dei cittadini statunitensi, per garantire le risorse rinnovabili che consumeremmo con quegli stili di vita e modelli di consumo, di pianeti ne servirebbero sette. Quindi una condizione di assoluta insostenibilità.

Se parliamo poi delle **risorse non rinnovabili**, le cosiddette materie prime, in particolare le **materie prime critiche**, indispensabili alle filiere industriali hi-tech, è da sottolineare come l'Europa sia il continente più povero in assoluto di materie prime e di materie prime critiche che vengono importate per il 75% dall'estero. **E a livello europeo, l'Italia è decisamente uno dei paesi più poveri di materie prime critiche, perché dipendiamo dall'estero per oltre il 99% del nostro fabbisogno, molto spesso da paesi con fortissima instabilità sociale e politica e, in alcuni casi teatro di guerre.** Non

di rado si tratta di conflitti 'dimenticati', come la cosiddetta 'guerra del COLTAN', un minerale da cui si estrae il tantalio, iniziata alla fine del secolo scorso e che nel primo decennio di questo secolo ha prodotto secondo dati ONU molti milioni di morti. In Africa altri paesi molto ricchi di materie prime critiche sono il Ruanda e il Sud Africa e, negli altri continenti, l'India, la Russia ma soprattutto la Cina.

Vi sono altri settori nei quali il nostro paese soffre una fortissima dipendenza e l'emergenza drammatica della guerra in Ucraina ha messo ancor più in evidenza le nostre difficoltà, in questo caso per l'approvvigionamento estero di energia. Per un Paese come l'Italia con una forte incidenza del settore manifatturiero sul sistema produttivo nel suo complesso, l'approvvigionamento di materie prime è un tema significativo anche sul lato dei costi, in quanto può incidere sul costo dei prodotti finali della nostra industria manifatturiera fino al 60% del totale. Inoltre questi costi stanno diventando sempre

più pesanti in quanto, dopo un periodo di sostanziale stabilità, negli ultimi 5 anni l'aumento medio delle materie prime è stato del 40% e la crisi Ucraina sta ulteriormente alimentando l'ascesa dei prezzi. In questo contesto, le due grandi emergenze che stiamo vivendo, pandemia e guerra in Ucraina, stanno mettendo in forte crisi la resilienza del nostro sistema produttivo.

La sfida del cambiamento climatico

Dall'altra parte c'è la **grande sfida del cambiamento climatico, della decarbonizzazione e della neutralità carbonica al 2050**. Se andiamo a vedere la ripartizione delle emissioni di gas a effetto serra vediamo che il 55% circa del totale è correlato alla produzione e agli usi finali dell'energia mentre il 45% deriva dall'utilizzo dei prodotti e dalla gestione del territorio in tutte le sue sfaccettature, agricoltura, foreste etc. Questo vuol dire che se puntiamo tutta la strategia di decarbonizzazione esclusivamente sulla mitigazione potremo aggredire ed abbattere soltanto il 55% del totale delle emissioni. In questo scenario, potremo mantenere l'aumento di temperatura del globale del pianeta intorno ai 2,7/2,8 gradi al 2050.

Per riuscire invece a contenere questo aumento sotto i 2 gradi o ancor meglio sotto l'1,7/1,8 come reputato ormai necessario, è indispensabile accoppiare alla mitigazione, oltre alle politiche di risparmio ed efficienza, interventi di circolarità in tutti i settori produttivi, dall'industria ai trasporti, dai sistemi energetici a quelli agroindustriali, dall'edilizia alla gestione delle foreste e del territorio.

L'UNEP, il Programma delle Nazioni Unite per l'Ambiente, negli ultimi Rapporti "RECC" (Resource Efficiency and Climate Change) sull'uso efficiente delle risorse in relazione al cambiamento climatico, individua sette tipologie di intervento collegate alla transizione circolare che comportano processi di decarbonizzazione significativi; primo fra tutti, il ripensamento

dei prodotti e dei processi attraverso l'eco design, l'eco progettazione e la sostituzione dei materiali nei quali vengono realizzati i prodotti. Ad esempio, sostituire con il legno l'acciaio o il cemento nell'edilizia o alleggerire con l'alluminio il parco veicolare, consente di abbattere in modo significativo le emissioni. Oltre alla chiusura dei cicli, all'efficientamento dei cicli produttivi, all'uso più intensivo dei prodotti e dei servizi, c'è poi il grande tema della cosiddetta sharing economy o dell'economia della condivisione, del factoring, del riuso, del recupero e della durata, quindi dell'estensione del tempo di vita dei prodotti.

Nuovi modelli di business

In questo scenario possiamo affermare che se la transizione circolare è assolutamente necessaria per tutti i Paesi a livello globale, lo è ancor più per un Paese come il nostro, per il quale è quasi una questione di sopravvivenza. Di fatto, è sicuramente fondamentale promuovere transizioni circolari dappertutto all'interno dei cicli produttivi, riciclando tutto il possibile, cercando di ridurre drasticamente l'utilizzo di materia prima vergine e le emissioni sotto qualsiasi forma siano, non soltanto all'interno del singolo impianto, ma nelle aree industriali tra i diversi cicli produttivi, sfruttando anche **nuovi modelli di business.**

Fra gli strumenti più potenti che abbiamo in questo contesto, c'è la simbiosi industriale che può essere applicata tra i cicli produttivi e il territorio e all'interno del territorio stesso, a partire dalle nostre città. L'Italia è un paese estremamente povero di materie prime e di miniere, ma, d'altra parte, **le nostre città sono vere e proprie miniere a cielo aperto.**

Vi è necessità di fare dell'efficienza il principale motore propulsivo di questa transizione sviluppando l'eco innovazione a tutti i livelli: eco innovazione di processo, di prodotto ma anche di sistema, con sviluppo di nuovi modelli di business e nuovi approcci culturali.

Certamente tecnologie e impianti sono assolutamente indispensabili, ma altrettanto indispensabile è garantire sul territorio un approccio trasversale, multidisciplinare e intersettoriale, tipico dell'economia circolare, sviluppando la potenzialità di tutta la cosiddetta quadrupla o quintupla elica.

Se dal punto di vista della infrastrutturazione impiantistica del nostro Paese siamo drammaticamente carenti da quello tecnologico siamo decisamente più avanti. La comunità scientifica ha reso disponibili tecnologie anche mature, in grado cioè di essere trasferite immediatamente ai territori e alle imprese.

In ENEA, ad esempio, sul fronte dell'economia circolare le nostre attività coprono a 360° tutti i settori collegati alla transizione circolare, dalle strategie agli strumenti per l'eco design, dall'eco progettazione alla gestione dei RAEE, i rifiuti da apparecchiature elettriche ed elettroniche, per i quali occorre una particolare attenzione tenuto conto del contributo fondamentale che possono dare al recupero delle materie prime critiche che ci mancano. Su questo tema in ENEA, nel Centro di ricerche della Casaccia, sono stati sviluppati due brevetti e un impianto pilota semi industriale per il recupero di oro, argento rame e altri metalli da RAEE, i rifiuti da apparecchiature elettriche ed elettroniche.

Oltre alla simbiosi industriale e all'urban mining, fra i nuovi modelli di business che stiamo sviluppando figurano approcci innovativi come l'economia della condivisione, la sharing economy e la messa a punto di metodologie e strumenti di misurazione della circolarità per capire se stiamo procedendo nella direzione della transizione circolare e a che velocità stiamo andando e quindi con quali tempi. Inoltre, **il Dipartimento Sostenibilità dei sistemi produttivi e territoriali dell'ENEA fornisce supporto a livello locale, nazionale ed europeo sia dal punto di vista strategico che dell'adeguamento degli strumenti normativi nel campo dell'economia circolare.**

Da ultimo, anche se ultime non sono affatto, le tematiche della **formazione, dell'informazione** e soprattutto del **coinvolgimento dei cittadini**, fondamentali per poter realizzare quegli impianti sul territorio di cui vi è grande necessità: su questo punto occorre fare molta attenzione, perché senza strumenti di Citizen Science, di coinvolgimento e di accompagnamento dei cittadini è molto difficile se non impossibile realizzarli. Come dimostra la storia anche recente del nostro Paese, a prescindere da quanto siano effettivamente sostenibili gli impianti se non c'è un opportuno coinvolgimento, si formano subito comitati di opposizione sulla scia del Nimby, il celebre acronimo che sta per "ovunque ma non nel mio giardino".

Italia prima della classe ma...

Altri fronti importanti di attività del Dipartimento riguardano le attività di networking quali la **Piattaforma ICE-SP** che riunisce i protagonisti italiani

dell'economia circolare ed è coordinata dall'ENEA che coordina anche la rete italiana di simbiosi industriale e, per conto del MiTE, la piattaforma italiana del fosforo.

Da alcuni anni, la collaborazione tra la Fondazione per lo sviluppo sostenibile e l'ENEA porta alla pubblicazione del Rapporto annuale sullo stato dell'economia circolare. Quest'anno siamo arrivati alla quarta edizione dalla quale emerge una fotografia aggiornata delle prestazioni del nostro paese in termini di economia circolare.

Il rapporto evidenzia che, come per gli anni precedenti, l'Italia risulta essere il primo paese per Circolarità, in base ad un indice integrato elaborato allo scopo. In particolare, l'Italia si colloca al primo posto grazie alle sue tradizionali buone prestazioni nei settori dell'efficienza nell'utilizzo delle risorse, nella gestione e riciclo dei rifiuti e in generale nella circolarità dei materiali anche se, rispetto agli scorsi anni, sta perdendo il suo vantaggio nei confronti degli

altri Paesi. Al contrario, inoltre, l'Italia presenta scarse prestazioni nei settori dell'utilizzo del territorio, della riparazione e riuso e della sharing economy. Abbiamo buone prestazioni nel campo dell'occupazione nei settori dell'economia circolare e nell'innovazione (pubblicazioni e brevetti) in generale, ma siamo lontanissimi dai Paesi più avanzati d'Europa in termini di investimenti finanziari, sia pubblici che privati, e di risorse umane destinate a ricerca e innovazione.

Senza adeguati investimenti in ricerca e innovazione e senza superare le grosse carenze impiantistiche, l'Italia sarà presto superata da altri Paesi che hanno imboccato la strada della transizione circolare con più forza e convinzione.

PNRR occasione unica

Sul fronte economia circolare abbiamo davanti a noi un'occasione unica che è quella del PNRR, grazie al quale finalmente ci si sta dotando di una



strategia nazionale per l'economia circolare. Tuttavia, per ora non risultano allocati adeguati investimenti e risorse economiche per 'dare gambe' alla strategia, con il rischio che la stessa diventi soltanto un'elegante enunciazione di difficile implementazione e monitoraggio.

Se andiamo a vedere gli investimenti allocati direttamente sulla transizione circolare, questi rappresentano soltanto l'1% del totale del PNRR in stridente contraddizione con l'importanza e la potenzialità di ritorni che il tema riveste. Inoltre, la quasi totalità degli investimenti sono indirizzati esclusivamente sui rifiuti. Si tratta di un tema certamente fondamentale, ma declinare la transizione circolare dal punto di vista culturale e strategico puntan-

do, come è stato fatto, quasi esclusivamente sul ciclo dei rifiuti, è un errore strategico.

Si sarebbe dovuto sfruttare l'occasione del PNRR per affrontare tutti i temi della transizione circolare con progetti e azioni sui cicli produttivi, sui modelli di consumo, sui territori, sulle aree urbane, tutti settori che sarebbero fondamentali sia dal punto di vista della transizione circolare che della decarbonizzazione. Soprattutto, mancano **strumenti e iniziative a supporto delle piccole e medie imprese che costituiscono la maggior parte del nostro tessuto produttivo e che vanno supportate nella transizione circolare** mentre le grandi imprese vanno avanti già per conto loro.

Un'ultima considerazione: dovremmo

essere anche più attenti al fatto che se parliamo di transizione circolare, di passaggio da un'economia lineare a un'economia circolare, siamo davanti a un vero e proprio cambio di paradigma. E un cambio di paradigma non si fa soltanto con tecnologie e strumenti legislativi, normativi e finanziari che pure sono fondamentali, ma soprattutto con un cambiamento anche drastico di approcci culturali e di stili di vita, sia dal lato produzione, sia dal lato dei consumi. Tutto ciò ad esempio, passando dal concetto di proprietà del bene a quello di utilizzo di un servizio, dalla vendita di un prodotto all'offerta di un servizio, cosa che alcuni grandi player italiani già stanno facendo nei confronti dei consumatori.

La Piattaforma Italiana degli attori per l'Economia Circolare

ICESP è l'Italian Circular Economy Stakeholder Platform, piattaforma nata nel 2018 per far convergere iniziative, condividere esperienze, evidenziare ed indicare prospettive al fine di rappresentare in Europa le specificità italiane in tema di economia circolare e di promuovere l'economia circolare in Italia attraverso specifiche azioni dedicate.

ICESP è promosso da ENEA come iniziativa speculare e integrata a ECESP, Piattaforma Europea per l'Economia Circolare, con l'obiettivo di diffondere la conoscenza dell'economia circolare, mappare le buone pratiche di economia circolare e favorire il dialogo multistakeholder.

In particolare, ICESP si configura come un network il cui obiettivo è quello di creare un punto di convergenza nazionale sulle iniziative, le esperienze, le criticità, le prospettive e le aspettative sull'economia circolare che il nostro Paese vuole e può rappresentare in Europa con un'unica voce, promuovendo il modo italiano di fare economia circolare anche attraverso specifiche azioni dedicate quali.

- Promuovere la diffusione delle conoscenze
- Favorire il dialogo e le sinergie possibili tra gli attori italiani delle iniziative
- Mappare le buone pratiche italiane
- Favorire l'integrazione delle iniziative a livello italiano
- Realizzare uno strumento operativo permanente che possa promuovere e facilitare il dialogo e le interazioni intersettoriali
- Diffondere le eccellenze italiane ed il modo italiano di fare economia circolare a partire dalle tradizioni e dalle tipicità del nostro Paese e dai relativi modelli culturali, sociali ed imprenditoriali.

Giunta al suo quarto anno di vita, la piattaforma si è dotata di una Carta ovvero un manifesto di intenti e finalità e di un Regolamento che consente alle organizzazioni coinvolte di condividere l'impegno per il raggiungimento degli obiettivi comuni, in Italia, sull'economia circolare. Oggi aderiscono oltre 260 soggetti pubblici e privati. <https://www.icesp.it/>

Le politiche dell'efficienza energetica e la riqualificazione degli edifici

La riqualificazione del settore edilizio è un tema di assoluta centralità per la lotta al cambiamento climatico e la transizione ecologica del nostro Paese, oltre ad essere una forza trainante per l'economia, l'occupazione, l'innovazione tecnologica, la trasformazione delle città, ma anche per dare una risposta ai temi del disagio abitativo, della povertà e del miglioramento dello stato di salute della popolazione.

DOI 10.12910/EAI2022-043



di **Ilaria Bertini**, Direttrice del Dipartimento Unità Efficienza Energetica - ENEA

La riqualificazione del settore edilizio è un tema di assoluta centralità nell'ambito della lotta al cambiamento climatico e nella prospettiva della transizione ecologica del nostro Paese, oltre ad essere una forza trainante per l'economia, l'occupazione, l'innovazione tecnologica, la trasformazione delle città, la risposta ai temi sociali del disagio abitativo e della povertà ed al miglioramento dello stato di salute della popolazione.

Gli edifici, infatti, sono indispensabili per raggiungere la neutralità in termini di carbonio e il patrimonio edilizio è il più grande consumatore di energia in Italia, rappresentando il 40% del consumo energetico e il 36% delle sue emissioni di gas a effetto serra.

La maggioranza degli edifici esistenti nel nostro Paese ha prestazioni energetiche scarse ed è stato costruito prima dell'entrata in vigore delle leggi sui requisiti energetici. Si stima che circa l'85-95% degli edifici esistenti oggi saranno ancora in uso entro il 2050; il

tasso annuo di ristrutturazione energetica resta infatti molto basso (circa l'1%).

La crisi del COVID-19, ha portato ad una maggiore attenzione da parte dell'UE verso gli edifici, andando oltre la neutralità in termini di carbonio, l'efficienza energetica e gli obiettivi in materia di energie rinnovabili.

È stato battezzato "Fit for 55" il pacchetto di 12 misure con cui la Commissione UE si propone di centrare il nuovo obiettivo di riduzione delle emissioni di gas-serra del 55% al 2030 rispetto ai livelli del 1990. Tra le misure individuate per attuare il nuovo ambizioso target climatico c'è la revisione delle direttive EED e EPBD.

La revisione della Direttiva sulla prestazione energetica degli edifici EPBD

La revisione della Direttiva sulla prestazione energetica degli edifici EPBD (Direttiva 2010/31/UE, modificata dalla Direttiva 2018/844/UE), ha come principa-

li obiettivi **l'incremento del tasso di ristrutturazione degli edifici esistenti e la profondità delle ristrutturazioni stesse**, obiettivi da perseguire tramite le Strategie Nazionali di Ristrutturazione a Lungo termine che costituiscono parte integrante della Direttiva EPBD.

Gli elementi presi in considerazione nella revisione della Direttiva prevedono:

- l'introduzione di Standard di prestazione energetica obbligatori per gli Stati Membri per gli edifici esistenti (MEPS-Minimum Energy Performance Standards), in grado di sbloccare le ristrutturazioni;
- la revisione degli Attestati di Prestazione Energetica (APE);
- l'introduzione di un Passaporto per la riqualificazione degli edifici (BRP);
- una definizione univoca della ristrutturazione profonda.

Inoltre, si prevede che sarà affrontato il tema della decarbonizzazione degli

edifici, degli Indicatori di prontezza degli edifici (SRI), nonché misure per rafforzare la diffusione della mobilità elettrica. La Direttiva EPBD trasferisce le disposizioni sulle strategie di ristrutturazione a lungo termine degli edifici all'interno della Direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica in edilizia (EED), per maggiore coerenza e omogeneità. In particolare, le **azioni per la realizzazione della strategia di ristrutturazione a lungo termine del parco immobiliare pubblico devono includere:**

- una rassegna del patrimonio edilizio nazionale;
- politiche e azioni volte a stimolare una profonda ristrutturazione degli edifici cost-effective;
- politiche e azioni per affrontare gli edifici con le prestazioni peggiori, il problema degli split incentives, ovvero la frammentazione degli incentivi, fallimenti del mercato, povertà energetica e edifici pubblici.

In Italia il Decreto legislativo n. 73 del 14 luglio 2020 ha recepito nell'ordinamento interno la Direttiva UE 2018/2002 sull'efficienza energetica (Direttiva EED - Energy Efficiency Directive). Inoltre, il Decreto legislativo n. 48 del 10 giugno 2020 ha recepito la Direttiva (UE) 2018/844 sulla prestazione energetica nell'edilizia (Direttiva EPBD Energy Performance of Buildings Directive) introducendo diverse novità, modifiche e integrazioni al Decreto legislativo n. 192 del 2005, attuativo delle precedenti Direttive sulla prestazione energetica nell'edilizia, intervenendo su finalità, definizioni e ambito di applicazione.

All'interno del D.Lgs. n. 192/2005 è stata ora fatta rientrare:

- la disciplina relativa all'integrazione negli edifici di impianti tecnici per l'edilizia e di infrastrutture per la ricarica dei veicoli elettrici;
- la definizione di una **Strategia di lungo termine per la ristrutturazione del parco immobiliare nazionale;**

zionale;

- la **promozione dell'efficienza energetica;**
- la raccolta delle esperienze necessarie all'incremento del tasso di riqualificazione energetica degli edifici tramite maggiori strumenti informativi dedicati ai cittadini, alle imprese e alla pubblica amministrazione.

Novità legislative

Il Decreto definisce anche criteri, condizioni e modalità:

- per l'applicazione di requisiti minimi alla prestazione di edifici nuovi, nonché di edifici esistenti sottoposti a ristrutturazione e di elementi edilizi o sistemi tecnici per l'edilizia rinnovati o sostituiti; per il calcolo della prestazione energetica degli edifici, oltre che per la certificazione della prestazione;
- per l'esercizio, conduzione, controllo e manutenzione oltre che ispezione degli impianti termici per la climatizzazione invernale ed estiva e per la preparazione dell'acqua calda sanitaria;
- per conseguire nel settore dell'edilizia gli obiettivi nazionali energetici e ambientali attraverso le Strategie nazionali di lungo termine per la ristrutturazione del parco immobiliare nazionale;
- per promuovere l'efficienza energetica anche attraverso l'informazione e la sensibilizzazione degli utenti finali, nonché per favorire la conoscenza dettagliata del parco immobiliare nazionale, della sua prestazione energetica e dei suoi consumi, mettendo le informazioni a disposizione dei cittadini, delle imprese e della pubblica amministrazione;
- per **promuovere la diffusione delle infrastrutture di ricarica dei veicoli elettrici** e definire gli obblighi di integrazione di tali sistemi negli edifici (articolo 2 del D.Lgs. n. 48/2020 che integra l'articolo 1, comma 2 del D.Lgs. n.192/2005).

Interventi su oltre 12 milioni di edifici

La **Strategia italiana per la riqualificazione energetica del parco immobiliare nazionale (STREPIN)** si basa su una serie di misure e azioni tecniche, fiscali e normative, che hanno l'obiettivo di incrementare il numero e l'efficacia degli interventi di efficientamento energetico del patrimonio edilizio nazionale. Per raggiungere ciò la Strategia muove da un'analisi dello stato dell'arte degli edifici esistenti e dall'individuazione dell'attuale tasso di ristrutturazione energetica, facendo riferimento anche alle opportunità di ristrutturazione energetica fornite dall'applicazione di un approccio integrato, basato su punti di innesco (trigger points).

Al fine di stimare la superficie da ristrutturare, è stato sviluppato uno strumento di modellazione, partendo dalla metodologia ottimale in termini di costi (cost-optimal) suggerita dalla Commissione, che consente di identificare le soluzioni di minimo costo per raggiungere gli obiettivi di risparmio energetico. Per i settori del terziario non coperti dalla metodologia ottimale in termini di costi, la stima è stata effettuata partendo dall'obiettivo annuale di risparmio energetico.

La STREPIN passa, quindi, in rassegna le misure e le azioni esistenti per il conseguimento dei target fissati per gli edifici residenziali e non e per i settori pubblico e privato, con la previsione, per ciascuno di essi, di un possibile miglioramento al fine di raggiungere il tasso di ristrutturazione stimato e con la predisposizione di indicatori ad hoc per un efficace monitoraggio dei progressi.

La **Strategia, pone quindi azioni molto concrete sul patrimonio immobiliare del Paese, che implicano la consapevolezza, la convinzione, la decisione di una moltitudine di soggetti.** Quando si considera il patrimonio immobiliare coinvolto, secondo i dati dell'ISTAT, si tratta di aggredire



12.420.403 edifici, di cui quelli ad uso non residenziale sono 1.576.159, si tratta prevalentemente di edifici del settore terziario, adibiti a scuole, uffici, commercio, alberghi, sanità, penitenziari, caserme, pari all'11% del totale degli edifici.

Per supportare l'attuazione di quanto previsto dai su indicati provvedimenti normativi nel Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) sono stati inseriti alcuni interventi mirati all'efficienza energetica nel settore dell'edilizia:

- M1C3.1 Migliorare l'efficienza energetica nei cinema, nei teatri e nei musei
- M2C3 Efficienza energetica e riqualificazione degli edifici
- M2C4.2 Interventi per la resilienza, la valorizzazione del territorio e l'efficienza energetica dei Comuni

La Componente C3 della Missione 2 mira all'efficientamento del patrimonio immobiliare pubblico e privato, anche integrando le energie rinnovabili, stimolando investimenti locali, creando nuovi posti di lavoro ed inclusione sociale. È costituita da tre linee:

- M2C3.1: Attuazione di un programma per migliorare l'efficienza e la sicurezza del patrimonio immobiliare pubblico, con interventi riguardanti in particolare scuole e cittadelle giudiziarie
- M2C3.2: Introduzione di un incentivo temporaneo per la riqualificazione energetica e l'adeguamento antisismico del patrimonio immobiliare privato e per l'edilizia sociale, attraverso detrazioni fiscali per i costi sostenuti per gli interventi
- M2C3.3: Sviluppo di sistemi di tele-riscaldamento efficienti.

In particolare, nella M2C3.1, oltre alle misure di carattere economico, quali gli incentivi concessi dal Superecobonus o il finanziamento di programmi per l'efficientamento energetico degli edifici pubblici, sono state istituite misure volte a superare le barriere non economiche che riducono la possibilità di investire in interventi di riqualificazione energetica degli edifici o che rallentano l'esecuzione dei lavori.

La proposta si articola in tre set di riforme, lungo quattro linee di intervento:

- i) Rendere operativo il **Portale nazionale per l'efficienza energetica degli edifici**.
- ii) Potenziare le attività del **Piano di informazione e formazione** rivolte al settore civile.
- iii) Aggiornare e potenziare il **Fondo nazionale per l'efficienza energetica**.
- iv) Accelerare la fase realizzativa dei progetti finanziati dal programma **PREPAC**.

Nell'ambito della M2C3.2 viene finanziata una linea di investimento che riguarda: Ecobonus e Sismabonus fino al 110 % per l'efficienza energetica e la sicurezza degli edifici.

Il quadro normativo e degli incentivi per l'efficienza energetica è completo ed è anche supportato da varie iniziative per il superamento delle barriere non tecnologiche; le discipline tecniche e scientifiche mettono a disposizione del mercato una grande varietà di soluzioni, la mossa è nelle mani degli utenti, è venuto il momento di attivarsi in prima persona, "playing my part", come suggerisce lo slogan dell'iniziativa del RepowerEU, non possiamo perdere l'occasione.

L'energia delle stelle per un futuro sostenibile. E oggi?

La fusione nucleare è certamente una tecnologia che potrebbe rivelarsi risolutiva nella lotta ai cambiamenti climatici ma non può essere la risposta agli obiettivi di transizione ecologica del 2050: in molti paesi si sta quindi intensificando la ricerca su centrali a fissione di nuova generazione.

DOI 10.12910/EAI2022-044



di **Alessandro Dodaro**, *Direttore Dipartimento Fusione e Tecnologie per la Sicurezza Nucleare - ENEA*

Le stime più accreditate sull'andamento demografico del pianeta confermano che nel 2050 saremo molto prossimi ai 10 miliardi di persone con un'alta concentrazione, circa i due terzi, nelle aree maggiormente urbanizzate. In modo anche più rapido aumenta il consumo globale di energia: dovrebbe aumentare del 25% nei prossimi vent'anni e, nonostante l'incremento di produzione da fonti rinnovabili, occorrerà contrastare le emissioni di gas serra che continuano inesorabilmente a crescere.

La fusione nucleare è certamente una tecnologia che potrebbe rivelarsi risolutiva nella lotta ai cambiamenti climatici: l'energia delle stelle, infatti, è stata definita dal ministro per la Transizione Ecologica, Roberto Cingolani, "la rinnovabile fra le rinnovabili", perché sarà caratterizzata da zero emissioni di gas serra, avrà un impatto praticamente nullo sull'ambiente e sulla popolazione e sarà fruibile a livello planetario, tenuto conto che come combustibile usa isotopi dell'idrogeno (deuterio e trizio) e il litio, in quantità tali da essere disponibile ovunque nel

mondo. Per ottenere la fusione nucleare devono collidere nuclei di isotopi dell'idrogeno che, essendo carichi positivamente, si respingono: nel sole e nelle stelle la forza di gravità, viste le masse in gioco, vince facilmente la repulsione, ma in un reattore a fusione le masse sono talmente piccole che la gravità non svolge alcun ruolo significativo. Per superare la repulsione occorre riscaldare il gas di idrogeno a temperature anche 10 volte superiori a quella del sole (150 milioni di gradi): si ottiene così il plasma, cioè un gas ionizzato in cui l'agitazione termica è talmente alta che i nuclei collidono e si fondono. Naturalmente non esiste un materiale capace di contenere e mantenere in temperatura, un plasma così caldo, quindi si ricorre a due tipi di confinamento: quello inerziale, in cui fasci laser incidono su piccole sfere congelate di deuterio e trizio scaldandole repentinamente e costringendo gli isotopi a fondersi, e quello magnetico, in cui grandi magneti formati da materiali superconduttori imbrigliano il plasma costringendolo a muoversi con una traiettoria elicoidale chiusa all'interno del tokamak (la ciambella

all'interno della quale si mantiene il vuoto spinto e in cui avviene la reazione di fusione).

Criticità irrisolte e sfide complesse

La comunità scientifica mondiale è impegnata principalmente negli studi della fusione a confinamento magnetico, ma persistono alcune criticità non ancora risolte:

- per accendere il plasma, confinarlo nel tokamak e mantenerlo alla temperatura di esercizio serve più energia di quella che si produce con la fusione (il record attuale, ottenuto presso il JET nel Regno Unito, ha visto la produzione di una potenza di fusione pari a 2/3 della potenza usata per produrla);
- il confinamento del plasma è stabile solo per pochi secondi mentre per produrre potenza sufficiente è necessario mantenerlo acceso per qualche minuto;
- lo sviluppo dei materiali procede ma, ad esempio, non ne è stato individuato uno in grado di smaltire le enormi potenze associate al plasma esausto (cioè il combustibile consumato); occorre anche identificare

materiali che siano meno sensibili ai neutroni: quelli attualmente in uso in presenza di neutroni si attivano, cioè diventano radioattivi e dovranno essere trattati come rifiuti al momento dello smantellamento del reattore;

- i campi magnetici, forniti da magneti superconduttori, attualmente lavorano a temperature dell'ordine di qualche grado Kelvin con consumi di energia elettrica poco sostenibili: è necessario continuare ad investire nello sviluppo di superconduttori che lavorino a temperature più alte per ridurre il consumo di energia.

Le sfide tecnologiche per rendere economicamente sostenibile il processo di fusione sono estremamente complicate e la comunità scientifica si è riunita per percorrere assieme la roadmap europea: tutti i fondi che l'EURATOM^[1] investe nella ricerca sulla fusione vengono gestiti dal Consorzio EUROfusion, che raggruppa tutti i membri della UE più Regno Unito, Svizzera e Ucraina: è una comunità scientifica immensa, basti pensare che la sola compagine italiana assomma 22 partner fra enti di ricerca, università e industrie, coordinati dall'ENEA che svolge il ruolo di Program Manager Nazionale.

Le diverse macchine in costruzione

Nel mondo ci sono diverse macchine, in operazione o in costruzione, che approfondiscono ciascuna alcuni aspetti fondamentali del processo per arrivare a progettare il primo reattore dimostrativo, DEMO, che nella seconda metà del secolo immetterà in rete energia elettrica prodotta con la fusione nucleare.

Le macchine in costruzione in cui la comunità scientifica italiana e il comparto nazionale delle industrie del settore sono particolarmente impegnati sono:

- ITER, in costruzione presso il Centro Ricerche di Cadarache, nel sud della Francia, dovrà dimostrare

sperimentalmente la possibilità di produrre con la fusione più energia di quanta ne viene iniettata nel plasma (Pfus/Pin >10); il ruolo delle imprese nazionali nella realizzazione di quello che sarà il più grande tokamak mai realizzato (la sola camera da vuoto è alta 11 metri con un diametro esterno di 19) è fondamentale: circa 1.8 miliardi di Euro sono stati assegnati, tramite gare internazionali, a soggetti italiani, posizionando il nostro Paese al secondo posto fra quelli che partecipano alla costruzione, ci supera la Francia, che però vede negli edifici civili gran parte delle attività realizzative;

- DTT, in realizzazione presso il Centro Ricerche ENEA di Frascati, sarà in grado di sperimentare diverse configurazioni geometriche e di materiali per la realizzazione del divertore (il componente su cui viene scaricata la maggior parte della potenza trasportata dal plasma esausto) di un reattore a fusione industriale; l'Italia si è impegnata, d'accordo con i partner europei, a costruire questa facility per un investimento totale di circa 600 M€; DTT rappresenta una grossa opportunità di crescita per il sistema ricerca italiano e sfrutterà al meglio le competenze conseguite dall'industria e dai laboratori di ricerca nazionali durante la realizzazione ed utilizzo delle macchine Tokamak dei laboratori Enea di Frascati, FT e FTU;
- DONES, la cui realizzazione inizierà in Spagna nei prossimi anni, sarà un centro europeo che punta a identificare i materiali che rispondono meglio, in termini di resistenza meccanica, (danneggiamento da radiazioni e attivazione) se immersi in campi neutronici paragonabili con quelli presenti in un reattore industriale.

Dunque, il cammino è ancora lungo, ma non è pensabile che l'impegno congiunto di una comunità scientifica e industriale così vasta non porti al risultato atteso: avere, nella secon-

da metà del secolo una fonte energetica economica e sostenibile che, grazie alla disponibilità del combustibile a livello planetario, eliminerà le tensioni geopolitiche da sempre legate alla necessità di materie prime per la produzione energetica.

Risulta evidente, dunque, che la fusione non può essere la risposta agli obiettivi di transizione ecologica del 2050: in molti paesi si cerca di contrastare i cambiamenti climatici ricorrendo alle centrali nucleari a fissione.

Centrali nucleari a fissione di terza e quarta generazione

Negli scorsi mesi la Commissione europea ha inserito il nucleare fra le tecnologie permesse dalla Green Taxonomy^[2]: la fissione nucleare può effettivamente dare un grande contributo nella mitigazione dei cambiamenti climatici perché è una fonte energetica del tutto priva di emissioni di CO₂, e in condizioni di normale esercizio non ha alcun impatto sull'ambiente circostante. Nel mondo ci sono 443 impianti in operazione e 52 impianti in realizzazione: in Medio Oriente, in Europa, negli Stati Uniti il movimento nucleare sta riemergendo per far fronte alla mancanza di continuità nella produzione elettrica da fonti rinnovabili, oltre che per la bassa produzione che contraddistingue anche i paesi più avanzati nel settore delle rinnovabili. In Italia, ad esempio, nel 2021 solo il 28 % del fabbisogno energetico nazionale è stato prodotto da idroelettrico, eolico e fotovoltaico (di cui circa la metà solo idroelettrico). **Le principali obiezioni sull'uso dell'energia nucleare da fissione sono relative sicurezza (nell'immaginario collettivo è ancora ben presente la catastrofe di Chernobyl) e alla gestione dei rifiuti radioattivi a lunga vita -le cosiddette scorie- che necessitano di centinaia di migliaia di anni per diventare innocue.** Per risolvere tali problematiche, la ricerca scientifica e le industrie del settore, in partnership come sempre accade in ambito nucleare, puntano alla quarta generazione di reattori nucleari: la

maggior sicurezza è già garantita dalla **terza generazione** di reattori, che sta cominciando ad essere dispiegata in diversi paesi (Emirati Arabi, Francia, Finlandia, Regno Unito, Stati Uniti), grazie all'inserimento di **sistemi di sicurezza passivi**, cioè sistemi basati su proprietà fisiche che non necessitano di attuatori elettrici per entrare in gioco in caso di incidente. Ma la **quarta generazione** va oltre: un impianto nucleare ideale dovrebbe usare il massimo delle risorse, non emettere CO₂, non provocare emergenze radiologiche o comunque limitarle al perimetro della centrale, ridurre sensibilmente la produzione di rifiuti radioattivi a lunga vita, o non produrne affatto, avere un costo competitivo rispetto alle altre fonti ed essere, soprattutto, molto affidabile e flessibile. **Questi obiettivi sono raggiungibili, nell'arco di 20-25 anni**, massimizzando la ricerca nella termofluidodinamica dei metalli liquidi e nella progettazione di nocciolo (la parte che contiene il combustibile, il vero e proprio cuore della centrale) che permetta di usare **Uranio naturale** come combustibile, invece che **Uranio arricchito** (che è la principale fonte di rifiuti a lunga vita delle centrali attuali): l'Uranio naturale può essere trattato e riutilizzato idealmente all'infinito riducendo fortemente il quantitativo di rifiuti radioattivi difficili da gestire.

Small Modular Reactors (SMR) e Advanced Modular Reactors (AMR)

A metà strada fra la terza e la quarta generazione di reattori si pongono due filiere particolarmente interessanti che possono essere determinanti nel processo di decarbonizzazione già dai prossimi anni: gli **Small Modular Reactors (SMR)** e gli **Advanced Modular Reactors (AMR)**.

Finora, per sfruttare l'effetto scala, sono state progettate centrali nucleari

di grandi dimensioni, come ad esempio l'EPR realizzato di recente in Finlandia, ma le richieste di verifica e le modifiche imposte dalle Autorità di Controllo nazionali a valle dell'incidente di Fukushima, hanno portato a forti aumenti dei costi e dei tempi di realizzazione. Gli SMR possono essere la risposta immediata alle difficoltà tecniche e realizzative delle centrali di terza generazione: le dimensioni ridotte (che riducono i costi dei sistemi di sicurezza pur mantenendone immutate le garanzie), la modularità (che permette di realizzare la maggior parte dei componenti in un unico sito industriale per spedirli successivamente alla zona di installazione), l'armonizzazione, almeno a livello europeo, delle procedure di licensing dell'impianto, sono tutti fattori che permettono di rendere il costo del kWh da nucleare concorrenziale con quello da rinnovabili, nonostante la perdita dell'effetto scala. Resta irrisolta la questione relativa alla produzione di rifiuti radioattivi a lunga vita: gli SMR già pronti per essere commercializzati, infatti, sono generalmente raffreddati ad acqua e devono utilizzare come combustibile uranio arricchito che a fine utilizzo deve essere gestito come rifiuto. **Il refrigerante a metallo liquido, che permette di utilizzare uranio naturale come combustibile, è l'innovazione principale dei più promettenti modelli in studio della quarta generazione, è una caratteristica propria anche degli AMR: oltre a minimizzare il quantitativo di rifiuti a lunga vita prodotti, l'uso di metallo liquido consente anche altri vantaggi, primo fra tutti la possibilità di utilizzare il calore che viene smaltito (quindi spreco) nel processo di trasformazione del calore in lavoro tipico di qualsiasi ciclo termico.** Infatti, la temperatura alla quale si smaltisce il

calore nei reattori raffreddati ad acqua è di poco superiore alla temperatura ambiente, quindi inutilizzabile; negli AMR raffreddati al piombo liquido, invece, la temperatura di smaltimento del calore è molto alta e quindi si può utilizzare questo calore residuo per generare idrogeno (uno dei più promettenti vettori energetici del futuro) o per il teleriscaldamento, rendendo in tal modo più efficiente lo sfruttamento del calore prodotto dalla fissione nucleare.

Anche nel settore degli AMR e della quarta generazione le competenze scientifiche e le capacità delle imprese italiane sono riconosciute a livello internazionale; ENEA e i suoi partner industriali partecipano attivamente ai due principali progetti internazionali:

- la realizzazione del **primo dimostratore di reattore di quarta generazione raffreddato al piombo (ALFRED)** che sarà realizzato in Romania nei prossimi 10 anni;
- la **progettazione di due AMR, in Francia e Regno Unito**, assieme alla start-up *newcleo* che si propone, tra l'altro, di realizzare reattori che, invece di produrre rifiuti a lunga vita, possano bruciare quelli prodotti nel passato.

In conclusione, si può senz'altro affermare che a livello mondiale la fissione nucleare potrà dare un contributo decisivo nella decarbonizzazione della produzione energetica, fornendo, tra l'altro un notevole impulso al settore produttivo: basti pensare che si stima, entro il 2035, l'installazione di oltre 20 GWe di SMR a livello globale (3% della capacità nucleare totale oggi installata), accompagnata da investimenti in ricerca e sviluppo per 1 miliardo di euro per la realizzazione di reattori "First of a Kind" nel prossimo decennio.

Note

1. La Comunità europea dell'energia atomica (Euratom) è un'organizzazione internazionale istituita con il trattato di Roma del 1957 allo scopo di coordinare i programmi di ricerca degli stati membri relativi all'energia nucleare ed assicurare un uso pacifico della stessa.
2. si definisce tassonomica una tecnologia che sia in linea con gli obiettivi climatici e ambientali dell'UE.

Il caro energia fra tensioni geopolitiche e impatto su famiglie e imprese

I prezzi energetici hanno raggiunto valori inimmaginati e inimmaginabili per tutti i livelli e per tutti i tipi di consumi, generando impatti molto rilevanti sul tessuto economico del nostro Paese. Le cause sono da ricercare in una combinazione di fattori che pesano tanto dal lato domanda quanto dal lato offerta e che hanno iniziato a manifestare i propri effetti già a partire dell'estate del 2021.

DOI 10.12910/EAI2022-045



di **Antonio Sileo**, *Fellow presso GREEN-Centro di Ricerca sulla geografia, le risorse naturali, l'ambiente, l'energia e le reti dell'Università Bocconi, Direttore dell'Osservatorio sull'innovazione energetica Innov-E presso l'Istituto per la Competitività*

Gli alti, altissimi prezzi dell'energia elettrica e del gas naturale negli ultimi mesi hanno guadagnato spazio sui giornali e nei programmi televisivi. I titoli si sono fatti via via più allarmistici e i servizi sempre più preoccupanti in concomitanza dell'invasione russa dell'Ucraina.

Purtroppo, gli allarmi non si sono rivelati affatto infondati. Effettivamente i prezzi energetici hanno raggiunto valori inimmaginati e inimmaginabili per tutti i livelli, per tutti i tipi di consumi e la stragrande maggioranza delle tipologie contrattuali. Anche i consumatori, piccoli, medi e grandi, che avevano sottoscritto offerte a prezzo fisso si sono visti modificare unilateralmente le condizioni generali di contratto, come peraltro previsto dal contratto stesso. Un problema grave – evidente la natura di estrema ratio della modifica operata dal fornitore – a cui, al momento in cui scriviamo il

governo ha cercato di porre rimedio con il decreto-legge Misure urgenti in materia di energia, emergenza idrica, politiche sociali e industriali, meglio noto come Aiuti bis, con cui fino al 30 aprile 2023 viene sospesa l'efficacia di ogni eventuale clausola che consente all'impresa fornitrice di modificare le condizioni generali di contratto relative alla definizione del prezzo, ancorché sia contrattualmente riconosciuto alla controparte il diritto di recesso.

Il rischio (sistemico) è che gli operatori, per cui era estremo difficile se non impossibile prevedere incrementi di costi e prezzi così elevati e per così lungo tempo, operino per troppo tempo in perdita con la concreta possibilità di fallire. Circostanza che comporterebbe comunque ulteriori costi per i consumatori diretti, ma anche per la generalità degli stessi.

Benché, in verità, gli operatori stessi possono comunque esercitare il diritto di recesso 6 mesi prima della decor-

renza per i clienti domestici oppure in bassa tensione o con consumi di gas naturale non superiori a 200.000 metri cubi/anno; e comunque secondo decorrenza contrattuale per tutti gli altri.

Prezzi inimmaginabili

Ma di quanto e come sono aumentati i prezzi di vendita al dettaglio dell'energia elettrica e del gas naturale?

Per avere un'idea di massima riportiamo l'andamento dei valori relativi alle condizioni economiche di fornitura per i consumatori serviti in maggior tutela per quanto riguarda l'energia elettrica (v. Fig. 1) e il servizio di tutela per il gas naturale (v. Fig. 2) dai quali è possibile ravvisare l'entità degli aumenti, ma anche gli interventi per contenerli, in particolare riducendo e azzerando la spesa per gli oneri di sistema, a partire dal terzo trimestre del 2021; utile notare che se a inizio 2021 la spesa per la materia prima energia **pesava il 46% del totale, nel secondo**

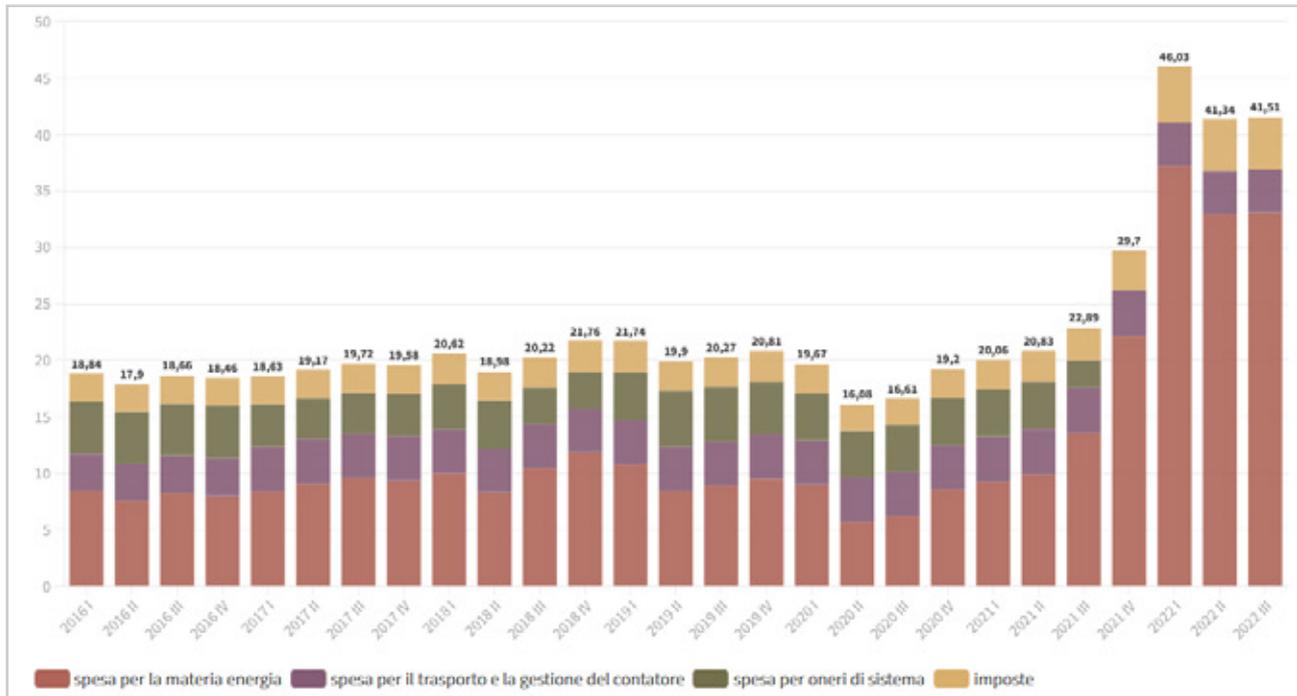


Figura 1 - Condizioni economiche di fornitura per una famiglia servita in maggior tutela con 3 kW di potenza impegnata e 2.700 kWh di consumo annuo in c€/kWh

trimestre 2022 ha superato il 79%.

Gli aumenti, nonostante gli interventi del governo e di ARERA, sono andati in crescendo e sono stati rispettivamente del 9,9%, 29,9% e 55% per l'elettricità e del 15,3%, 14,4% e 41,8% per il gas rispetto al trimestre precedente a partire dal terzo trimestre 2021 fino al primo 2022.

I consumatori serviti in tutela sono, contando i misuratori, oltre 11,5 milioni per l'energia elettrica e oltre 7,5 per il gas naturale (rispettivamente oltre 18 milioni e quasi 13 milioni i punti di consumo presenti nel mercato libero), mentre i valori di consumo di 2.700 kWh e 1.400 m³ per il gas naturale non sono da considerarsi come consumi medi effettivi italiani, ma un più semplice riferimento tipo, tuttavia le entità e gli andamenti degli aumenti di prezzo possono considerarsi valide per la generalità dei consumatori; o almeno per quelli ancora rimasti nel mercato tutelato.

Le cose, molto probabilmente, sono

andate meglio per i consumatori che sul mercato libero hanno sottoscritto offerte a prezzo fisso. Queste ultime, tuttavia, con il peggiorare della congiuntura internazionale e con i prezzi all'ingrosso non solo altissimi, ma con ampia volatilità sono state proposte, oltre che con valori di prezzi (logicamente) maggiori, in misura molto minore fino a rappresentare una rarità nel momento in cui scriviamo.

Gli aumenti del gas vengono da lontano

Nell'estate del 2022 l'attenzione ai prezzi di energia elettrica e gas naturale è stata talmente elevata che ormai anche ai non addetti ai lavori è noto che **l'impennessa dei prezzi del gas naturale si è trasmessa anche ai prezzi all'ingrosso dell'elettricità, in particolare europei, per il ruolo rilevante che il gas naturale svolge nella produzione termoelettrica e nella determinazione del prezzo su tali mercati.** Il gas naturale, infatti, è la seconda fonte nel

mix elettrico europeo dopo il nucleare, in Italia la prima.

Meno noto è che **gli aumenti galoppanti, dovuti ad una combinazione di fattori tanto dal lato domanda quanto dal lato offerta, sono iniziati nell'estate del 2021** (v. Fig. 3).

Il mercato del gas è sostanzialmente cambiato negli ultimi anni. Gli scambi di America, Asia ed Europa hanno perso i caratteri regionali per divenire globali; il peso delle contrattazioni spot, grazie al **diffondersi del trasporto via nave**, è cresciuto a discapito del più rigido trasporto via gasdotto – che pure con la caratteristica ripartizione dei rischi tra produttori e consumatori (le clausole take or pay) ha garantito mastodontici investimenti (nel 1969 il primo contratto dell'Eni con l'Urss comprensivo della realizzazione del gasdotto); il peso dell'Europa si è notevolmente ridotto. **Oggi è l'Asia, Cina in testa, a determinare i prezzi.** E se i minimi storici non hanno fatto notizia, i valori record hanno posto vari

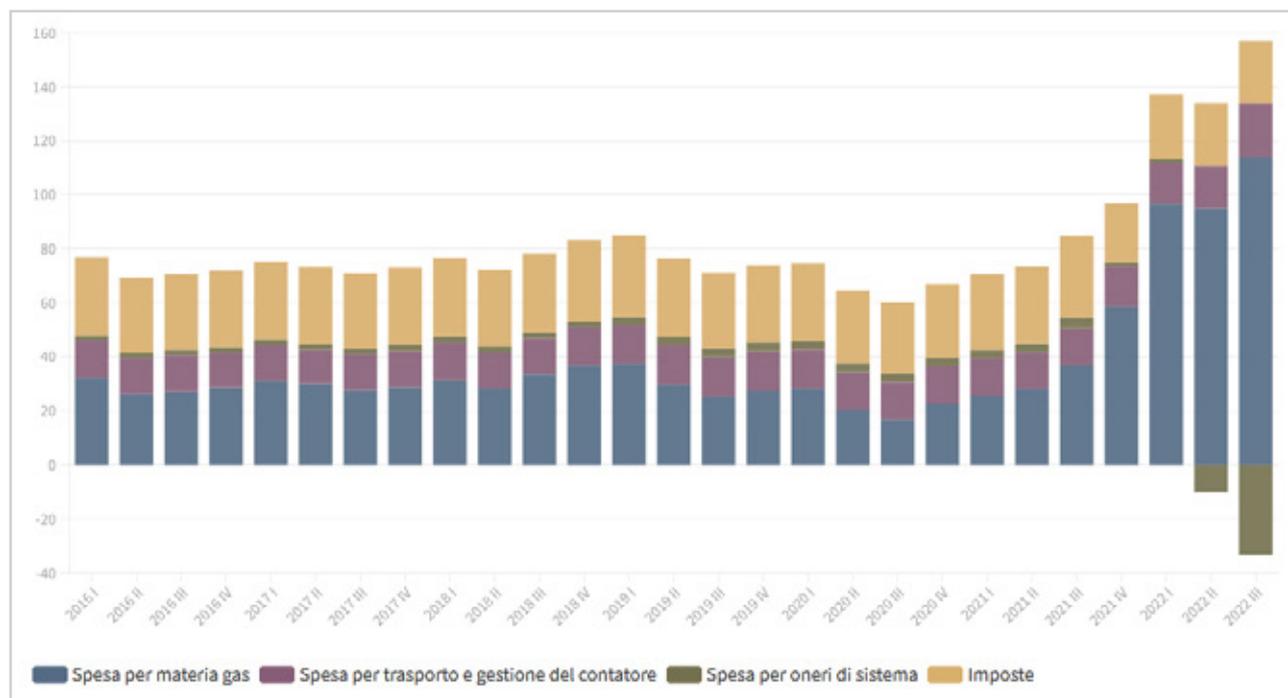


Figura 2 - Condizioni economiche di fornitura nel mercato tutelato per una famiglia con un consumo annuale di 1.400 m³, in €/m³

dubbi sul ruolo del gas naturale come combustibile ponte per la fase di transizione energetica dove le fonti rinnovabili giocheranno un ruolo sempre maggiore.

La forte crescita dei prezzi prima dell'invasione dell'Ucraina è stata frettolosamente addebitata da alcuni commentatori a non meglio precisati costi della transizione ecologica. Nell'ambito energetico, la transizione ecologica riguarda principalmente la sostituzione delle fonti fossili con fonti rinnovabili nella produzione di energia.

Oggi le fonti rinnovabili possono coprire solo parzialmente la domanda di energia e sono caratterizzate, in particolare per il solare e l'eolico, da intermittenza e non programmabilità. Per questo è necessaria una capacità di produzione di back up fornita in Italia principalmente dal gas. L'uso parziale di questi ultimi impianti, tuttavia, pone problemi di sostenibilità economica e richiede quindi il pagamento di contributi legati alla disponi-

bilità di capacità, indipendentemente dalla effettiva produzione di energia. Infine, gli impianti a gas sono sottoposti all'onere dei permessi di emissione che rientrano (v. Fig. 3), assieme alla materia prima, tra i loro costi.

Questo quadro, ancorché sommario, permette di capire che **se il costo del gas naturale, legato alle dinamiche oramai planetarie dei mercati internazionali, non è addebitabile di per sé al percorso di transizione energetica e giocherà un ruolo via via minore quanto più le fonti rinnovabili si espanderanno**, il costo dei mercati di capacità, che remunera gli impianti a gas, è invece direttamente legato alla composizione eterogenea del parco di generazione, al contributo crescente delle fonti rinnovabili e al ruolo residuale degli impianti alimentati con gas naturale. In tale difficile contesto – o forse anche in ragione di tale contesto di complessa evoluzione – sono arrivati gli effetti dell'invasione russa dell'Ucraina. Sul petrolio e i carburan-

ti, anche senza embargo, la Russia era già in grande difficoltà nelle vendite all'Europa, cui era destinato un quarto del proprio export, tanto da dover rallentare la produzione, inevitabile dunque la spinta al rialzo sui prezzi all'ingrosso di gasolio e benzina. Aumenti talmente elevati da spingere il governo ad intervenire reiteratamente e significativamente sulle accise.

Sul gas naturale gli interventi risolutivi europei – almeno al momento della stesura di queste righe – non si sono ancora concretizzati, anzi le troppe parole pronunciate all'indirizzo di Mosca senza essere seguite dai fatti hanno certamente concorso ad accrescere ulteriormente i prezzi.

Cosa fare dunque per superare il prossimo inverno con meno danni possibili?

Risparmiare in mancanza di interventi sovranazionali coordinati è la prima e la più efficace delle misure possibili sia per ridurre l'impatto economico sulle famiglie sia per ave-

re preziosa energia a disposizione per le industrie e le attività commerciali.

Ed è proprio in quest'ottica che si colloca il piano di contenimento dei consumi di gas naturale elaborato dal Ministero della Transizione Ecologica che prevede una stretta sul riscaldamento e incoraggia una serie di comportamenti virtuosi per risparmiare energia. Le misure e le stime sui risparmi di gas sono state elaborate a partire dallo studio Enea: "Azioni Amministrative e Comportamentali per la riduzione del Fabbisogno Nazionale di Gas Metano". Secondo i calcoli, nel secondo trime-

stre 2022 il prezzo della bolletta è aumentato, rispetto al quarto trimestre 2021, del 39% per l'elettricità e del 38% per il gas.

Applicando il piano con la riduzione dei giorni di riscaldamento invernale, delle ore di accensione e della temperatura una famiglia media italiana risparmierà oltre 178 euro l'anno.

Se poi si passa dalle misure imposte a quelle raccomandate come quelle comportamentali il risparmio si avvicina a 429 euro per famiglia. Di questi, 252 vengono risparmiati con la riduzione di durata e temperatura della

doccia, 74 euro con l'utilizzo a pieno carico della lavastoviglie, dimezzando i lavaggi, e 52 euro con l'utilizzo a pieno carico della lavatrice, dimezzando i lavaggi. Il resto del risparmio si ottiene con altre misure comportamentali, come l'abbassamento del fuoco dopo l'ebollizione della pasta (12 euro l'anno). Altri 196 euro si possono risparmiare utilizzando le pompe di calore per il riscaldamento invernale.

In più, Enea ha stimato che ogni famiglia potrebbe risparmiare ulteriori 438 euro l'anno investendo in efficienza energetica.

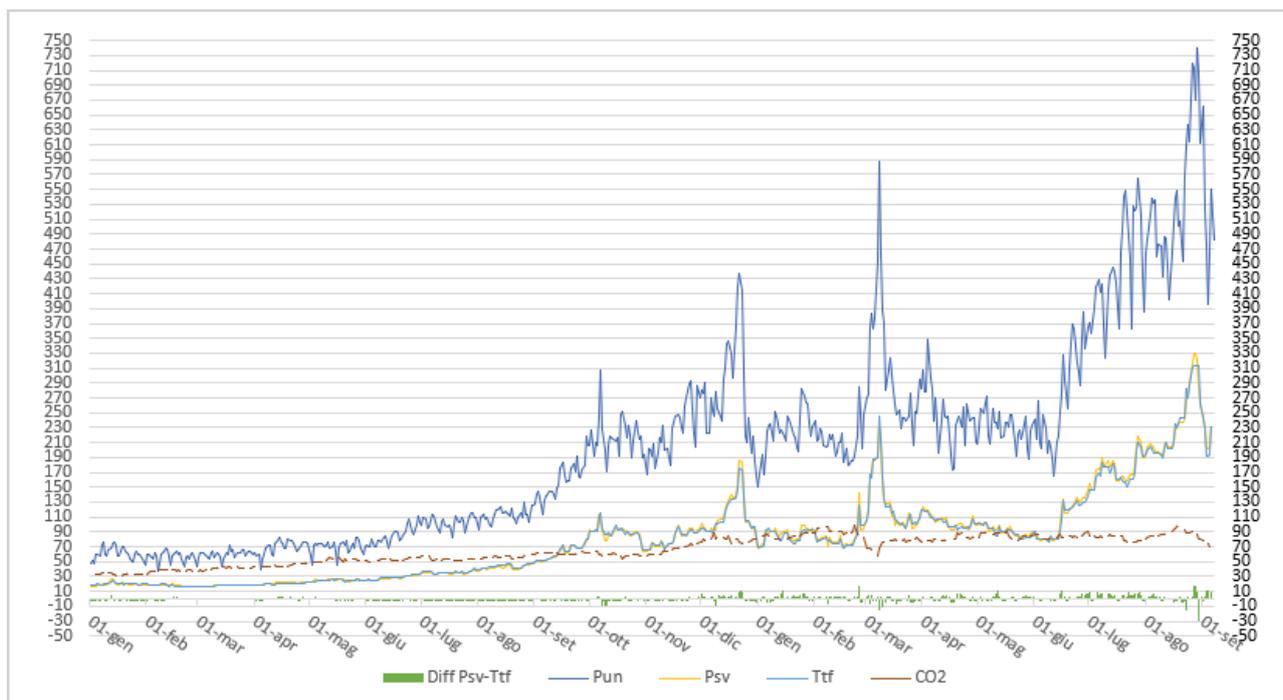
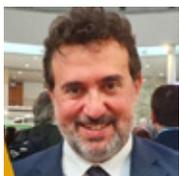


Figura 3 – Prezzo di riferimento dell'energia elettrica borsa elettrica italiana (Pun), prezzo del gas all'hub virtuale italiano (Psv), prezzo del gas all'hub virtuale olandese (Ttf), prezzo permessi di emissioni di biossido di carbonio (CO₂)

Il giornalismo alla sfida della comunicazione ambientale

Quando si parla di tematiche ambientali, parliamo in realtà di tematiche scientifiche, rispetto alle quali occorre avere un approccio rigoroso, di carattere scientifico evitando però i tecnicismi. Ai comunicatori e ai media sta il compito di ‘tradurre’ e divulgare al pubblico le informazioni e di recuperare quel ruolo di intermediazione che non è evitabile in nessuna maniera.

DOI 10.12910/EAI2022-046



di **Marco Gisotti**, giornalista e comunicatore

Grazie a ENEA per l’invito, sapete che vengo sempre volentieri, anche perché tante cose le abbiamo fatte negli anni insieme. Proprio parlando di comunicazione istituzionale e le abbiamo fatte divertendoci. Io sono molti anni che il lavoro nell’ambito della comunicazione istituzionale, pur essendo un giornalista professionista, ed una cosa che negli anni con ENEA, ma non soltanto con ENEA, abbiamo potuto verificare è la capacità e la possibilità di fare una comunicazione che sia istituzionale ma senza essere ingessata. E che sia allo stesso tempo rispettosa dei parametri tecnico-scientifici. Ricordo sempre che, quando si parla di tematiche ambientali, parliamo in realtà di tematiche scientifiche. La crisi ambientale, le soluzioni alla crisi ecologica derivano dalla misurazione dell’ambiente, dalla misurazione dell’inquinamento, delle parti per milione di CO₂ in atmosfera e così via. Senza questi dati non potremmo conoscere effettivamente la gravità di quello che abbiamo intorno. Occorre

avere un approccio di carattere scientifico, rigoroso nel raccontare ciò che le istituzioni fanno. Le Istituzioni sono, infatti, sia di carattere scientifico, come lo è l’ENEA, e altre volte anche di indirizzo politico, nel senso nobile del termine, come lo sono i ministeri. Lo sono in tante maniere, con tante funzioni vicine ai cittadini.

Non è semplice anche per noi giornalisti raccontare ciò che queste istituzioni producono e che riportano parlando con un linguaggio e un lessico proprio, spesso ricco di tecnicismi. Sta quindi ai comunicatori interni il compito di “tradurre” e divulgare al pubblico queste informazioni. Ma sta anche ai colleghi giornalisti che ascoltano, a quella stampa specializzata che insieme a noi partecipa a questa “traduzione”.

In Italia un approccio giornalistico diverso

È anche vero, però, che il ‘mercato’ del giornalismo e l’approccio delle redazioni in Italia è diverso da quello internazionale.

È di pochi giorni fa la notizia che al New Yorker hanno assunto alcune decine di nuovi giornalisti proprio con la competenza ambientale sulla crisi climatica. D’altronde, se poi guardiamo la stampa estera, per esempio andate sulla homepage del Guardian, vedrete che fissa in home page, subito dopo la crisi russo-ucraina, c’è comunque la crisi climatica raccontata in tutte le sue declinazioni, anche attraverso quello che accade a livello istituzionale: quello che fa il governo inglese, quello che fa il governo americano, quello che fa l’Unione europea e così via. Questo perché? Perché quando noi parliamo di queste tematiche parliamo di qualcosa in realtà di particolarmente complesso e trasversale.

La settimana scorsa, per esempio, sempre The Guardian faceva il punto sulle ricadute socioeconomiche in termini climatici della guerra in Ucraina. E non soltanto con un commento, mentre da noi spesso di prediligono gli editoriali di commento. The Guardian andava proprio a capire gli interventi fatti, per esempio dall’Unione europea,

che ricadute potevano avere, non solo sul prezzo del gas, ma su diverse misure.

Oggi, la sessione a cui stiamo partecipando parla e vuole parlare del Piano nazionale di ripresa e resilienza che è, credo, in questo momento il tema più discusso e lo è per molte ragioni. Lo è per ragioni chiaramente economiche, perché si tratta di **un vero e proprio piano Marshall** per riprendersi dalla crisi, ma che lo fa con molti paletti, in senso positivo, di carattere ambientale, attraverso i quali sono coinvolte le istituzioni, i vari ministeri e poi le varie agenzie, i vari enti di ricerca. Si tratta un'azione molto complessa e un'azione che oggi il dibattito rimette anche in discussione, proprio dovendosi misurare con quella che è la crisi bellica. Ci si chiede se alcuni di questi parametri potranno davvero essere perseguiti. Se quei limiti, quegli obiettivi di carattere ambientale, per esempio in termini di fonti rinnovabili, siano davvero raggiungibili, se ce li possiamo ancora permettere, nonostante lo stato attuale delle cose.

Tutto questo non è semplice perché, fatemi dire, **il dibattito è inquinato. È inquinato chiaramente da interessi di parte e inquinato da notizie che non sono notizie e anche da un sistema mediatico che non è più rappresentato da pochi e ben definiti strumenti. Carta, televisione, radio e web dobbiamo considerarli come un unico enorme flusso nel quale tutti quei meccanismi di intermediazione che noi giornalisti un tempo interpretavamo sono saltati.**

La gente cerca l'informazione che gli

assomiglia o che ritiene gli assomigli. Che confermi le proprie idee e per questo è attirata da "fari" pericolosamente ingannevoli.

Perché arrivano su un'informazione che spesso non è di qualità, un'informazione che non si abbevera alle fonti ufficiali e un'informazione che viene interpretata senza nessuna competenza. **Il PNRR ci richiama a uno sforzo di responsabilità non solo come istituzioni e come cittadini ma anche come professionisti dell'informazione.**

Riacquistare e far riacquistare la fiducia

Personalmente ho sempre interpretato il mio lavoro come qualcosa di profondamente, non voglio dire etico, però di servizio. Noi non siamo militari, non siamo iscritti a un corpo o quello che è, però abbiamo fatto questo mestiere un po' perché ci piaceva e un po' perché riteniamo che sia necessario tradurre queste notizie per i cittadini che ci leggono o ci ascoltano.

Chiaramente non basterà un corso, ma sarà il costruire una rete di tutti noi.

Il riacquistare e far riacquistare fiducia da parte dei cittadini nel lavoro che noi svolgiamo, con una corretta informazione ma anche molto chiara, molto semplice e, soprattutto, rispettosa del dato che raccontiamo rispetto alle fonti non ufficiali. Dobbiamo recuperare quel ruolo di intermediazione che non è evitabile in nessuna maniera. Noi che siamo comunicatori e che siamo giornalisti. Oggi il giornalista è sempre più una professione fluida rispetto a quando

alcuni come me hanno cominciato questo lavoro trent'anni fa.

Ma io non voglio tenervi più a lungo, e la mia è solo un breve riflessione introduttiva. Non ho nulla da insegnare ma solo un'opinione che mi sono formato negli anni da condividere

Per esempio, io insegno a Tor Vergata a un corso proprio sulla teoria e i linguaggi della comunicazione scientifica: lì emerge proprio sulla pelle viva di quelli che sono più giovani la voglia di cercare di interpretare quello che abbiamo intorno, l'importanza del lavoro giornalistico e di chi lo svolge. A monte, gli uffici stampa e i divulgatori che lavorano negli enti pubblici o anche negli enti privati, e, a valle, quelli e quelle, come tanti colleghi e colleghe che oggi sono qui, e che hanno il compito di restituire queste informazioni, traducendole e adattandole ad uso dei propri lettori.

Perché verso tutti, lettori o spettatori, **abbiamo l'obbligo di farci capire. E, se qualcuno non capisce o travisa quanto abbiamo detto, la responsabilità è sempre la nostra che non siamo riusciti a spiegarci a sufficienza o con le parole giuste.**

Quando accade, io mi chiedo sempre dove ho sbagliato. Questo può aiutarci a restituire una dignità alla nostra professione che ho la sensazione sia andata un po' perduta. Non sempre per colpa nostra, ma anche perché **il sistema mediatico è ormai come una maionese impazzita.**

Vi ringrazio e vi auguro buon lavoro, sperando di non avere detto troppa bla-bla, ma al contrario di avervi dato qualche spunto discussione.

Media e PNRR: il ruolo della comunicazione istituzionale e dell'informazione scientifica

Il Green deal europeo implica una rivoluzione culturale, sociale ed economica che pone sfide anche al mondo dei media e della comunicazione. Solo una forte sensibilizzazione sui temi della transizione energetica e una corretta informazione consentiranno di andare nella giusta direzione senza perdere il fondamentale sostegno dei cittadini.

DOI 10.12910/EAI2022-047



di Carlo Corazza, Capo dell'Ufficio in Italia del Parlamento Europeo

I temi del clima e della sicurezza energetica sono sempre più in cima all'agenda politica europea e nazionale. L'opinione pubblica è spaventata da fenomeni estremi, inondazioni e bombe d'acqua che provocano morti, siccità e incendi ovunque in Europa, trombe d'aria in mare. Inoltre, l'aggressione Russa all'Ucraina ha causato un ulteriore aumento delle bollette, mettendo a rischio la sopravvivenza economica di milioni di famiglie e buona parte del nostro tessuto imprenditoriale

Una strategia che poggia su cinque pilastri e il nodo dei finanziamenti

L'Unione europea con il green deal ha assunto una chiara leadership globale. La sua strategia poggia su 5 pilastri: target ambiziosi, allocazione di risorse importanti, quadro normativo che spinga industria e consumatori, un mercato dell'energia sempre più integrato e una diplomazia del Green Deal.

Il Parlamento europeo si è battuto per

obiettivi climatici sempre più ambiziosi nella consapevolezza che non c'era più tempo da perdere e che i danni causati da un surriscaldamento fuori controllo sarebbero costati molto più di misure coraggiose. Si è così arrivati a decidere un taglio delle emissioni del 55% già nel 2030 e la neutralità climatica al 2050.

Naturalmente, la prima cosa necessaria per perseguire questi target sono i finanziamenti. Ben il 37% dei 750 mld di fondi del nuovo debito europeo - NextGeneration EU - che alimenta i PNRR nazionali è vincolato alla sostenibilità. L'Italia, grazie anche all'eccellente lavoro di ENEA, sta usando al meglio i fondi anche sul fronte del risparmio e dell'efficienza energetica.

A questi fondi vanno combinati i finanziamenti della Banca Europea d'Investimento, vincolati per il 50% a operazioni Green, e quelli del bilancio europeo 2021-2027, con circa 1/3 di tutti i fondi destinati all'attuazione del green deal e alla sostenibilità.

Sul fronte normativo il Parlamento ha ormai approvato tutto il pacchetto Fit for 55 necessario per raggiungere i target al 2030.

Tra le misure più importanti su cui a giugno si è trovato un accordo politico vi è l'atto delegato sulla tassonomia. Nel testo viene proposta l'inclusione, a determinate condizioni, di specifiche attività energetiche legate al nucleare e al gas nell'elenco delle attività economiche sostenibili a livello ambientale, da includere nella cosiddetta tassonomia europea. **Fondamentali anche le nuove regole sullo scambio di emissioni.** L'obiettivo del Parlamento è quello di incentivare le industrie a ridurre ulteriormente le loro emissioni e investire in tecnologie più verdi.

Altra misura chiave votata a giugno è l'istituzione del **Fondo sociale per il clima** per aiutare le persone più colpite dalla povertà energetica a far fronte all'aumento dei costi della transizione energetica. Il Fondo dovrebbe includere misure di sostegno diretto al reddito - come la riduzione delle tasse e del-

le tariffe energetiche - per far fronte all'aumento dei prezzi del trasporto su strada e del combustibile per riscaldamento. Sostegni simili dovrebbero servire per la ristrutturazione degli edifici, le energie rinnovabili e tutte quelle attività per passare dal trasporto privato a quello pubblico.

I ritardi nella realizzazione di un mercato integrato

Il fronte su cui l'Unione europea è probabilmente più in ritardo è quella della realizzazione di un mercato interno integrato con regole e standard omogenei, misure per la interoperabilità delle reti e infrastrutture adeguate per utilizzare pienamente il potenziale delle rinnovabili, ad esempio il vento del mare del nord e il sole di Grecia, Italia o Spagna. Per avere una vera interconnessione servono ancora molti investimenti in infrastrutture, a cominciare dalle reti intelligenti.

Avere il mercato più grande del mondo con regole e standard ambiziosi è anche il primo strumento per spingere gli altri Paesi ad adeguarsi ai nostri target e alle nostre politiche per poter accedere a questo mercato. Anche l'ultimo pilastro, **la diplomazia del Green Deal**, è essenziale a spingere Cina, India e gli altri grandi inquinatori del pianeta a seguire le orme dell'UE. Per evitare delocalizzazioni e dumping ambientale il Parlamento europeo a giugno ha approvato il meccanismo di adeguamento della CO₂ alle frontiere che serve a sostenere la riduzione delle emissioni nei paesi non europei e prevenire la rilocalizzazione delle emissioni.

Emergenza bollette e sicurezza energetica

Se la strategia del green deal sembra ben avviata nella prospettiva del 2030, nel breve termine l'UE è chiamata a dare risposte convincenti all'emergenza bollette e al tema della sicurezza energetica evitando che gli

Stati membri vadano in ordine sparso. Un segnale incoraggiante è arrivato dall'ultimo vertice UE dove i capi di Stato e di governo hanno manifestato la volontà di trovare il consenso per un tetto dinamico al prezzo del gas. Sulla base di questo mandato politico si è riunito il Consiglio dei Ministri dell'energia per definire un accordo finale che al momento ancora non c'è.

Nel momento in cui scriviamo questo articolo c'è accordo sulla linea indicata da Ursula von der Leyen nel suo discorso sullo Stato dell'Unione del 14 settembre centrata su risparmio, efficienza energetica e redistribuzione degli extra profitti.

Anche REPowerEU è una risposta rilevante ma non immediata, basata su risparmio ed efficienza energetica, diversificazione delle fonti di approvvigionamento, accelerazione della transizione europea all'energia pulita e meno burocrazia per investimenti in rinnovabili e infrastrutture energetiche. Quello che manca a REPowerEU sono i finanziamenti. Di fatto il piano della Commissione sarà sostenuto da 225 mld di prestiti già previsti in Next Generation EU e da 20 mld in parte provenienti dal bilancio Ue e in parte dai proventi del sistema di scambio di emissioni. Non sono previsti nuovi fondi. Ma oggi all'Europa serve ben altro. E la mossa di Berlino di stanziare 200 mld per far fronte al caro bollette e aiutare le proprie imprese rischia di dare un pericoloso segnale di ognuno per sé e mettere a rischio il mercato interno e la corretta concorrenza, senza frenare la speculazione e il prezzo del gas fuori controllo.

Eppure è chiaro che non esiste una risposta efficace senza una forte unità europea. Prima la pandemia e adesso l'aggressione russa all'Ucraina, hanno evidenziato i chiari limiti della costruzione europea. Senza completare l'edificio che abbiamo iniziato a costruire 70 anni fa rischiano di rimanere in mezzo ad un guado ed essere travolti dalla prossima piena.

La Conferenza sul futuro dell'Europa

Il Parlamento europeo ha fortemente voluto una Conferenza sul futuro dell'Europa aperta da David Sassoli il 9 maggio del 2021. L'Unione europea è una democrazia e le democrazie non cambiano senza ascoltare i cittadini. Per questo il Parlamento ha voluto organizzare panel di cittadini e una piattaforma dove ognuno poteva esprimere idee e proposte.

È stato un grande esercizio democratico e alla fine, anche su clima ed energia, **il messaggio dei cittadini è stato chiaro: serve un'Europa più forte, più unita, più efficace, più democratica.** Chiudendo la Conferenza il 9 maggio scorso, la Presidente del Parlamento europeo, Roberta Metsola, è stata molto chiara: adesso serve una Convenzione che discuta e attui quelle modifiche, anche dei Trattati UE, indispensabili per dare risposte efficaci ai cittadini.

Serve con urgenza una Unione per l'energia che ci consentirebbe di pagare l'elettricità la metà e di non sottostare ai ricatti di Putin. La Commissione europea stima che per raggiungere i target del 2030 e del 2050 dobbiamo investire almeno 250 mld l'anno. E tanti altri investimenti sono necessari per diversificare le nostre fonti e toglierci dal giogo energetico russo. Per questo è anche indispensabile rendere permanente i bond europei di NextgenerationEU, con un vero Tesoro europeo finanziato da risorse proprie, come lo scambio di emissioni o la compensazione del carbonio alla frontiera. Questo Tesoro europeo dovrebbe servire, prima di tutto, a finanziare a livello UE le misure necessarie per la sicurezza energetica a prezzi sostenibili. Ed evitare così che ogni Stato agisca per se distruggendo il mercato interno.

Queste riforme e l'unità europea non si possono promuovere senza una strategia di comunicazione robusta e professionale.

L'informazione economica e il futuro, che passa per la sostenibilità

La parola sostenibilità, in chiave sia ambientale sia sociale è entrata a pieno titolo nella narrativa della redazione economica dell'agenzia ANSA. Per raccontarla sono nati nuovi strumenti come il portale ANSA 2030 e nuovi canali di comunicazione come l'utilizzo dei podcast.

DOI 10.12910/EAI2022-048



di **Corrado Chiominto**, caporedattore della redazione economica Agenzia ANSA

Mi chiedono talvolta di raccontare di che cosa si occupa la redazione economica dell'Agenzia ANSA. Per raccontare i diversi settori di cui ci occupiamo fino a qualche tempo fa facevo declinare la parola soldi, nelle tante accezioni che la caratterizzano nella vita pratica. Ci sono i colleghi che si occupano di sindacale, quindi di salari e pensioni. C'è chi si occupa di conti pubblici, quindi di tasse, debito e deficit. O chi di finanza e mercati, quindi di rendimenti, plusvalenze, interessi, utili. Ma poi c'è l'inflazione, ci sono le bollette, i consumi, i cambi delle valute...Ma già da qualche tempo questa descrizione non racconta tutto. Anzi, è davvero un approccio limitato quello che descrive l'informazione economica come quella che si occupa di raccontare i fatti che riguardano le diverse declinazioni della parola denaro.

Appena arrivato alla guida della redazione economica, tre anni fa ho capito che c'era nell'aria un cambiamento, che

bisognava modificare approccio con l'economia. **Ho compreso che la parola sostenibilità, in chiave sia ambientale sia sociale, poteva entrare nella narrativa della redazione economica dell'agenzia.** È nato così ANSA 2030, il portale che potete trovare sulla home page di ANSA.it e sulla sua pagina economica. Da allora è stato un crescendo. I temi ambientali sono apparsi sempre più connessi con quelli dell'economia. Credo che ora ne abbiamo tutti la consapevolezza. Le scelte che facciamo impattano sull'ambiente e sul clima. E questo – basta pensare alla siccità della scorsa estate o ai danni provocati dal tempo un po' impazzito oppure alla lunga stagione calda e al desiderio di tenere acceso il condizionatore d'aria in un momento di caro energia – a sua volta impatta sulle nostre tasche.

Il progetto ANSA 2030

Il progetto è nato in poco più di un mese e il portale, che ha anche il riconoscimento dell'Onu come comunicatori per gli obiettivi indicati dall'orga-

nizzazione come target da raggiungere nel 2030, l'abbiamo attivato a fine 2019. Sono orgoglioso del fatto che abbiamo intuito con tempestività che questo era un modo di affrontare informazioni con taglio economico e che questo suscitava l'interesse delle persone e delle imprese. Rivendico il fatto che l'Agenzia ANSA lo ha capito prima di Blackrock, che è una delle più potenti società di gestione di risparmio al mondo. Che qualche mese dopo ha scritto ai propri clienti che avrebbe orientato gli investimenti su società e fondi in grado di rispettare i criteri Esg (Environmental, social and governance), cioè impegnate anche su obiettivi ambientali, sociali e di rispetto di equilibri di governance. In una parola 'sostenibili' in chiave economica. Non ci ha quindi sorpreso quando l'Unione Europea, guidata dalla Von der Leyen, ha cambiato approccio, spingendo su una trasformazione che ha definito Green Deal. E che poi si decidesse di lanciare un grande piano di investimenti – come potremmo de-

finire altrimenti il Recovery Plan che ha preso corpo nel PNRR – con grande attenzione all'innovazione in chiave ambientale, energetica e digitale. Così, quando il governo Draghi ha deciso che le competenze del settore energetico venissero trasferite nel ministero dell'Ambiente, chiamandolo ministero della Transizione Ecologica, eravamo pronti ad accogliere nella redazione i due colleghi e i collaboratori che all'ANSA si occupavano già di questi temi ma in una diversa redazione e con approccio leggermente diverso. Perché noi abbiamo dato a questo settore green un taglio decisamente economico. **La mia convinzione è che l'economia e le imprese possano essere in grado di accelerare processi di cambiamento culturale, che altrimenti avrebbero bisogno di tempi più lunghi.**

Al di là della mia passione specifica per il tema - ho dei figli e penso di volergli lasciare un mondo migliore - l'integrazione tra i colleghi dell'ambiente e quelli della 'vecchia' redazione economica è stata efficace. L'innesto ha trovato terreno fertile in una redazio-

ne che lavora sul campo, è abituata a muoversi e a scoprire cosa si muove andando in giro per ascoltare e capire prima di scrivere. Poi l'ANSA, a tutti livelli, dal direttore ai collaboratori, è stata velocissima ad adeguarsi. Ma l'ossatura organizzativa ovviamente non poteva cambiare.

Un notiziario 'verticale' sul PNRR

L'agenzia in cui lavoro rimane una macchina complessa e richiede un'organizzazione ferrea che snoda attraverso anche le riunioni che facciamo ogni giorno per programmare e gestire gli avvenimenti e i temi che affrontiamo. **Prendiamo ad esempio il PNRR, che è poi uno strumento che intreccerà i temi ambientali ed energetici. Anche su questo abbiamo realizzato un notiziario internet. Verrebbe definito un 'notiziario verticale'.** L'organizzazione è centrata sulla redazione economica, ma di verticale non ha molto: i contributi arrivano dalla redazione di Bruxelles, ma anche dalla redazione politica. Ci sono poi le norme attuative che attraversano molti ministeri

e il territorio sul quale i progetti dovranno essere calati che attivano le nostre redazioni locali. E le notizie sono corredate dalle foto della redazione immagini. Più che un notiziario 'verticale' lo definirei un notiziario 'a rete'. Sul quale è però necessario mantenere una testa organizzativa. Ora il dibattito sarà sul rispetto del cronoprogramma concordato con Bruxelles, ma anche sulle richieste di modifica del PNRR che il nuovo governo potrebbe avanzare. E sulle riforme ancora da realizzare. Poi si passerà alla fase attuative nella quale le imprese e gli enti locali avranno la necessità di rendere comprensibili e di spiegare i progetti che fanno e i risultati che riescono a raggiungere. Chiaro che la complessità di un progetto come questo richiede un approccio e un confronto che si snoda ogni giorno. Ecco che diventano necessarie le riunioni che facciamo ogni giorno con i responsabili delle altre redazioni e con la direzione alle 11 e alle 16, oltre a quella che teniamo nella redazione economica alle 14. È un coordinamento necessario. Quando



si parla del prezzo del gas e di Nord Stream, di Putin e di Ue, della Germania e della reazione di Draghi e della ricaduta sulle bollette entrano in gioco molte redazioni, tante professionalità diverse. E il coordinamento diventa essenziale. Ed è davvero interessante, a fine giornata, fare un bilancio per comprendere come i **temi ambientali e della sostenibilità acquistano corpo attraverso una chiave economica che ha bussato prepotentemente anche alla porta delle altre redazioni: del Politico, degli Interni, degli Esteri e anche della Cultura.**

L'informazione che facciamo, e della quale vi ho svelato alcuni dettagli organizzativi, si sviluppa poi attraverso tante modalità. Oltre alle notizie che vanno in rete, ci sono i servizi di fine giornata realizzati pensando ad una pubblicazione sui giornali, le ansa web news che pubblichiamo sul nostro e anche su altri siti, i social media (da Facebook a Instagram a Twitter), oltre ai forum e agli eventi che organizziamo sui vari temi. Ogni volta si aprono nuove sfide, affrontando nuovi strumenti per raccontare.

Mi piace sperimentare, nonostante sia un giornalista di vecchia scuola. Mettersi in gioco significa uscire da una confort zone e comprendere meglio anche come deve cambiare il mio lavoro 'tradizionale'. Ecco che, stuzzicato dai miei figli, ho provato a fare dei podcast, che sono diventati la mia nuova passione. I temi del futuro, e quindi quelli dell'ambiente e dell'impatto che questi hanno sulla nostra vita e nei nostri portafogli, sono tra quelli che tratto di più. L'appuntamento è tutti i lunedì alle 17 con la rubrica ANSA Voice EconomIA, dove la parola 'mia' non è scritta a caratteri maiuscoli per un caso. Vuole indicare la vicinanza di quello che si affronta alle persone che ascoltano.

Podcast e Maneskin

I temi dell'ambiente e dell'energia si prestano moltissimo ai podcast, quindi ho fatto una piccola serie che riguardava l'inflazione. Ho fatto una serie, da

subito, che ho poi aggiornato e riproposto lo scorso agosto. Ho raccontato come l'inflazione nasce e come sarebbe stato l'impatto che dall'energia si sarebbe trasferito sui prezzi dei beni di tutti i giorni. Ho provato – senza avere alcuna capacità divinatoria – a raccontare che presto si aprirà un problema salariale. Contenuti serissimi, ma affrontati talvolta con leggerezza. Tra gli altri ne ho fatto uno per spiegare le indicazioni che si potevano seguire per risparmiare un poco sui consumi di energia. L'ho fatto con l'aiuto dell'ENEA, dopo che aveva diffuso un vademecum. Mi sono chiesto come potevo evitare un elenco catturando l'attenzione con la voce. L'idea narrativa mi è venuta una domenica mattina. Ero a RaiUno in Famiglia e mi sono messo a parlare con il meteorologo della trasmissione. "Corrado – mi dice – venite a parlare qui di energia, di bollette, ma dovete sapere che in realtà la colpa del fatto che spendiamo di più è anche della moda". Non riesco a capire. Ma ho l'abitudine di prestare sempre grande attenzione quando incontro una persona che ritengono preparata, soprattutto se ha qualche capello bianco più di me. Ma lui proseguiva e io non capivo. "Ma tu hai visto tutti quanti con la pancia di fuori, questi giovani, anche i Maneskin a Sanremo? Ma tu lo sai qual è il primo consiglio che bisogna dare?". Continuavo ad avere una faccia interrogativa. Allora lui ha chiarito tutto. "Ti ricordi il consiglio delle nostre mamme, quando faceva freddo: dicevano 'metti la canottiera'". Allora per il podcast ho giocato un po'. Ho preso il decalogo dell'ENEA, ho parlato con il suo esperto, suddividendo i consigli su quello che si può fare per risparmiare solo cambiamento comportamenti, quello che si risparmia con un piccolo investimento, e quello che si può fare affrontando magari i lavori più impegnativi coperti ancora per poco con il bonus al 110%. Ma prima ho raccontato questo aneddoto e ho messo uno stacchetto di una canzone dello Zecchino d'oro.

La canzone "Metti la canottiera" ci sta-

va benissimo, era giornalmisticamente giustificata nel servizio, alleggerendo e rendendo comprensibile il concetto. Ho scoperto che i podcast sono uno strumento potente per fare informazione. Sono di fatto una trasmissione, che ha una propria narrativa e linguaggio, con il vantaggio che puoi ascoltarle quando vuoi, quando ti pare. Ci sono persone che leggono un proprio servizio da quotidiano, noi invece con ANSA Voice EconomIA proviamo a sperimentare con i suoni e la voce. Cercando di superare alcuni ostacoli del giornalismo economico. Per esempio, ho dovuto trovare dei nuovi metodi per raccontare le percentuali, perché se inzeppo la mia chiacchierata di cifre questa diventa pesante e non diventa leggibile. Quindi su ogni cifra devo ogni volta portare un riferimento, fare capire a cosa sto pensando, dove voglio portare il ragionamento. Una cifra va pesata e non gettata in pasto senza spiegare, questo perché siamo ormai sommersi dai numeri.

L'approccio informativo che uso diventa così anche divulgativo. La scelta che ho fatto è quella di non fare una comunicazione stringata, di pochi minuti, ma l'idea è quella di prendere uno spazio di 10-15 minuti che può essere ascoltato in macchina o mentre si fa una corsetta.

Con una convinzione profonda: provare a fare il nostro lavoro di informazione economica con un taglio innovativo, non solo nella modalità di affrontare i contenuti ma avvicinandosi al lettore-ascoltatore non professionale anche con strumenti nuovi, è un modo per coinvolgere anche i giovani e costruire consapevolezza sul nostro futuro.



Riflessioni sulla “Modernità”

Le energie fossili che hanno reso possibile la straordinaria trasformazione della modernità sono diventate oggi il grande problema. La grande sfida è rendere la modernità sostenibile perché oggi non lo è.

DOI 10.12910/EAI2022-049



di **Lorenzo Pinna**, scrittore e divulgatore scientifico

Un ecosistema tecnologico-energetico, complicato come quello naturale, avvolge le nostre società e le permette di vivere nella modernità. Una parola che vuol dire una speranza di vita molto più lunga dei nostri antenati di appena due secoli fa. Più ricchezza per ognuno. Scuola di massa e alfabetizzazione generale. Emancipazione femminile. Democrazia. Libertà di stampa. Case confortevoli illuminate e riscaldate, con acqua corrente e servizi igienici. Mezzi per spostarsi facilmente anche di centinaia o migliaia di chilometri. Auto, aerei, navi. Una giornata lavorativa che non supera le otto ore, di solito in ambienti comodi e non sottoposti alle inclemenze del tempo. Tempo libero, vacanze, week end, ristoranti. Svaghi di ogni genere dalla televisione al cinema, allo sport di massa agli infiniti interessi che si possono coltivare sul web. E se qualcosa dovesse andar storto: visite specialistiche, cure mediche gratuite, farmaci, e degenze in ospedale. Ovviamente sono condizioni ancora non raggiunte da tutta l'umanità composta da 8 miliardi di persone. Ma è il traguardo cui tutti vorrebbero arrivare, consumando nel frattempo enormi quantità di energia. Nemmeno nei loro sogni più deliranti, i nostri antenati di appena pochi

secoli fa avrebbero potuto immaginare un mondo simile dove tutti i pericoli più gravi per le loro esistenze fossero, come per miracolo, scomparsi: dalle pestilenze alle carestie, dalla mortalità infantile alla violenza. **La modernità, un lusso che ci siamo conquistati da pochissimo tempo, (un battito di ciglia anche se consideriamo soltanto la storia della nostra specie, l'Homo Sapiens, apparso in Africa 200mila anni fa) ha però un problema: non è sostenibile.**

Il rovescio della medaglia

L'ecosistema sociale costruito grazie alle scoperte scientifiche, alle invenzioni tecnologiche e all'esplorazione di nuove fonti energetiche, quelle fossili, ha un rovescio della medaglia. La produzione dell'energia che mette in moto le macchine della modernità lancia nell'atmosfera gas che ne alterano leggermente la composizione, sufficienti tuttavia a innescare dei grandi cambiamenti nel clima della Terra. Li conosciamo. Sono i cambiamenti provocati dall'effetto serra. L'aumento di gas come l'anidride carbonica impedisce, in parte, all'atmosfera di riemettere, di notte, nello spazio cosmico, il calore accumulato durante il giorno con l'irraggiamento solare. Il risultato è un aumento, del calore, delle temperature

e dell'energia dell'atmosfera, con tutte le conseguenze. Dal cambiamento delle mappe delle precipitazioni, alla frequenza sempre maggiore di fenomeni violenti come siccità prolungate, alluvioni, uragani, trombe d'aria. Allo scioglimento dei ghiacciai, anche di quelli alpini o comunque situati sulla terraferma, che rovesciandosi in mare ne provocano l'innalzamento del livello. **Il clima della Terra è sempre cambiato.** Negli ultimi due milioni di anni si sono susseguiti almeno 22 glaciazioni e periodi interglaciali. **Il clima terrestre non è quindi stabile.** Ma i cambiamenti in passato avvenivano su una scala temporale di decine e spesso di centinaia di migliaia di anni. Il nostro caso è diverso. **In appena 250 anni siamo riusciti a far aumentare la concentrazione dell'anidride carbonica nell'aria fino a livelli mai raggiunti negli ultimi 700-800 mila anni.** Lo sappiamo bene perché i carotaggi dei ghiacci al Polo Sud, in Antartide, spessi più di un chilometro, ci hanno permesso di recuperare le bollicine d'aria di antichissime atmosfere. Si è così potuto seguire l'andamento dell'anidride carbonica lungo centinaia di migliaia di anni. Proprio nei ghiacci più recenti, formati dalla neve deposta a partire dal 1700 si nota l'impennata dell'anidride carbonica.

Le fonti fossili sono una quantità finita

Ma anche senza gas serra e cambiamenti climatici le fonti fossili sono una quantità finita che sicuramente non avrebbe potuto mantenere la modernità o la post-modernità per 10.000 anni, l'arco temporale delle società agricole. **Le stime indicano che, con le tecnologie attuali, il petrolio potrebbe durare 50 anni, il gas poco di più, mentre il carbone un secolo e mezzo.** Ammettiamo anche che grazie a scoperte e invenzioni oggi inimmaginabili, le fonti fossili potessero moltiplicare la loro durata per 10 o 20 volte. Cioè durare mille anni. Sempre poco rispetto ai 10.000 anni delle società agricole. **Per questo, la modernità basata sulle fonti fossili è insostenibile con o senza cambiamenti climatici.** La modernità è allora da "buttare", un errore colossale del quale pagheremo presto il conto? In realtà ogni epoca e il suo ecosistema tecno-energetico ha i suoi pro e i suoi contro. È un pacchetto dove non si può scegliere solo le cose che ci vanno bene, i vantaggi e rifiutare in blocco gli svantaggi. Il pacchetto si prende intero, con vantaggi e svantaggi. Certo nel "pacchetto" preindustriale l'aria era più pulita, il paesaggio non era deturpato dalle colate di cemento, sul cibo più sano possiamo avere qualche dubbio con le condizioni di conservazione tipiche dei tempi. Poi c'erano le pestilenze e anche escludendo eventi catastrofici, senza conoscere il potere micidiale dei batteri, l'igiene era un concetto molto sfuocato. Fogne e acquedotti, acque luride e da bere non erano ben distinte e separate. Per non parlare della gestione dei rifiuti di ogni genere. Almeno, si potrà obiettare, non avevano armi di distruzione di massa come noi, al massimo qualche archibugio ad avancarica. Vero, ma solo la peste di Milano del 1628 (quindi non la Peste Nera del 1300) fece più di 65mila morti in pochi mesi. Più della bomba atomica sganciata su Nagasaki. Non c'erano però ingorghi di traffico e gli inquinamenti urbani

che secondo le statistiche dell'ONU uccidono 4 milioni di persone ogni anno per malattie respiratorie. È vero però che ognuno, eccetto qualche nobile, soldato o mercante, viveva tutta la vita nel raggio di pochi chilometri dal paese dove era nato. Perché l'80% della popolazione era composto, allora, di contadini analfabeti. Quanti di noi, cittadini della modernità, se fosse davvero possibile, sceglierebbero di vivere nel pacchetto preindustriale?

Sopravvivere in ambienti proibitivi

L'Homo Sapiens contrariamente agli altri animali, è in grado di cambiare il pacchetto, l'ecosistema tecno-energetico dove vivere. Gli animali si adattano all'ecosistema naturale che trovano e se non ci riescono si estinguono. L'uomo rimodella l'ecosistema naturale con il suo ecosistema tecno-energetico e quindi riesce a sopravvivere anche in ambienti all'apparenza proibitivi. Lo ha fatto altre volte in passato. Ad esempio, passando dal pacchetto "cacciatori e raccoglitori" a quello "agricolo-preindustriale". Se consideriamo che l'uomo anatomicamente moderno appare 200mila anni fa e che solo 10mila anni fa si formano le prime società agricole dobbiamo concludere che per oltre il 90% della sua esistenza l'Homo Sapiens è vissuto nel "pacchetto" cacciatori e raccoglitori. Cioè una vita nomade alla ricerca del cibo e a difendersi da altri concorrenti, soprattutto suoi simili. Una vita dove la tecnologia era quella della pietra e l'energia quella muscolare umana. **Il passaggio al "pacchetto agricolo" porta come al solito vantaggi e svantaggi.** Le "fonti energetiche" aumentano, oltre a quella muscolare umana, che rimane la principale, si affiancano quella muscolare degli animali addomesticati e in seguito quella del vento per navi e mulini e anche quella dell'acqua captata con particolari ruote dalle correnti dei fiumi. Perché nelle società preindustriali si scopre come applicare meglio la poca energia a disposizione con le macchine semplici, ad esempio la leva, il mozzo della ruota, il cuneo

o il piano inclinato. Ma ci sono anche svantaggi. Le condizioni igieniche nei villaggi di contadini ormai sedentari, a stretto contatto con i propri rifiuti e gli animali domestici, peggiorano rispetto a quella dei loro avi cacciatori e raccoglitori spesso in movimento e non a stretto contatto con immondizie o con gli animali, se non quelli cacciati. **Come è noto gran parte delle epidemie catastrofiche della storia umana sono state provocate dal salto del patogeno dagli animali all'uomo:** e questo è avvenuto dal covid alla peste, dal morbillo al vaiolo. **Però i vantaggi del "pacchetto agricolo" sono superiori agli svantaggi e lentamente la popolazione cresce, segno che dopotutto le cose non andavano poi così male.**

La macchina a vapore di James Watt è il simbolo di un nuovo passaggio quello che porta al nostro pacchetto.

Le ragioni di questo passaggio dalle società agricole a quelle industriali sono state indagate in libri che possono riempire intere biblioteche. Le cause sono numerosissime economiche, sociali, politiche, culturali, persino religiose. In breve, potremmo dire che una grande curiosità intellettuale per il mondo naturale e le sue leggi e l'idea di quantificare e misurare i suoi fenomeni sono alla base della grande esplosione di scoperte scientifiche e invenzioni tecnologiche che caratterizzano gli ultimi secoli.

Crisi energetica e Rivoluzione Industriale

La storia vuole che sia stata una mezza crisi energetica a catapultarci nella Rivoluzione Industriale. La mancanza, in Inghilterra, di legname allora utilizzato non solo nelle costruzioni, ma anche come combustibile dopo averlo trasformato in carbone attira l'attenzione su un materiale conosciuto da secoli ma poco sfruttato: sempre un carbone, ma di origine fossile. La domanda del nuovo combustibile aumenta. Il suo prezzo è ormai concorrenziale con quello della legna anche se per recuperarlo bisogna scavare miniere sempre più profonde. Infatti,



i filoni più superficiali vengono rapidamente esauriti e bisogna andare a cercare quelli più ricchi in profondità. Scavare le miniere presenta vari problemi ed uno dei principali è l'infiltrazione dell'acqua nelle gallerie. Acqua che in qualche modo deve essere raccolta e svuotata da un'altra parte. È questa difficoltà che vari inventori all'inizio del 1700 tentano di risolvere con speciali pompe, le antenate, possiamo considerarle, della macchina a vapore di James Watt. Si dice che una delle prime, e molto inefficiente, quella di Newcomen riuscisse a pompare l'acqua da una profondità di 45 metri e sostituisse ben 500 cavalli impiegati in questo lavoro. Ovviamente le macchine a vapore non sostituiscono solo i cavalli al lavoro nelle miniere, ma tutta la forza motrice animale e poi anche quella del vento e dell'acqua che fino ad allora avevano messo in moto le fabbriche dei nostri antenati. E altre invenzioni, come il motore a scoppio

o diesel trasformarono materie come il petrolio, un liquido maleodorante, noto da secoli e impiegato per calafatare le imbarcazioni o per preparare ordigni incendiari, in oro nero. Un liquido preziosissimo, da allora in poi al centro della geopolitica con tutto il corteo di conflitti e guerre. È l'alba della modernità. **Le nuove tecnologie e le nuove fonti energetiche consentono una moltiplicazione straordinaria della produttività del lavoro umano. Le macchine sostituiscono la forza muscolare di uomini e di animali.** Il lavoro che prima facevano milioni di contadini con la zappa o l'aratro trainato dai buoi, adesso può essere fatto da poche migliaia di trattori, ognuno guidato da una sola persona. Naturalmente i milioni di contadini ormai non più necessari sui campi si trasformano in operai e con il passare delle generazioni in manager, giornalisti, chirurghi, estetisti, storici, critici d'arte, funzionari, parrucchieri, stili-

sti, registi, paleontologi, medievalisti, danzatori, sceneggiatori, coreografi, entomologi, politologi, opinionisti, consulenti, bancari, scenografi, traduttori, costumisti, attori, poeti, saggisti, egittologi, pubblicitari, orientalisti, oceanografi, etnologi, enologi, epistemologi, archeologi, astronomi, fotografi, presentatori, cantanti, conduttori, editorialisti, nutrizionisti, sociologi etc etc. Cioè in un mare di professioni e mestieri che, in passato, o non esistevano o contavano pochissimi praticanti. **È l'esplosione del settore dei servizi che caratterizza le società moderne.** Una gigantesca architettura fittamente intrecciata che in ultima analisi si regge sulla disponibilità di energia che rende incredibilmente produttivo il lavoro umano. Ma le energie fossili che hanno reso possibile la straordinaria trasformazione della modernità sono diventate oggi il grande problema. La grande sfida è rendere la modernità sostenibile perché oggi non lo è.

Una comunicazione completa e affidabile è fondamentale per l'intera società

Gli investimenti previsti dal PNRR offrono al mondo della ricerca italiano l'opportunità di intervenire su molte criticità e di impostare il proprio futuro. E in questo periodo di trasformazione anche l'informazione è chiamata a giocare un ruolo di primo piano su più fronti.

DOI 10.12910/EAI2022-050



di Andrea Bettini, Rainews 24

Grazie agli investimenti previsti dal PNRR il mondo della ricerca italiano ha l'occasione, nel giro di pochi anni, di intervenire su molte criticità e parallelamente di impostare il proprio futuro. In questo periodo di trasformazione anche l'informazione è chiamata a giocare un ruolo di primo piano su più fronti: racconto degli eventi, sorveglianza sull'attuazione dei programmi, individuazione di casi di eccellenza che possano fungere da esempi positivi e che possano indicare soluzioni virtuose. Si tratta, in fondo, di ciò che il giornalismo è da sempre chiamato a fare. Farlo bene stavolta sarà ancora più importante.

Scienza e giornalismo

Quando si occupano di ricerca, i media hanno una grande responsabilità. L'importanza di una corretta informazione scientifica è stata particolarmente evidente nei momenti più tragici della pandemia, ma emerge ogni giorno. Dalla lotta ai cambiamenti climatici al risparmio energe-

tico, una comunicazione completa e affidabile è fondamentale per l'intera società.

Parlare di scienza però non è facile. Innanzitutto, perché è un tema vastissimo, che spazia dalla fisica all'ambiente, dall'astronomia alla salute. In secondo luogo, può essere un argomento molto complesso e difficile da sintetizzare in modo chiaro e corretto. Inoltre, spesso richiede tempi che possono essere più lunghi rispetto a quelli imposti dal frenetico lavoro di redazione: per capire e spiegare in modo comprensibile, spesso bisognerebbe approfondire e studiare a lungo ma non sempre questo è possibile.

Ecco perché per i giornalisti la specializzazione diventa fondamentale. Fornisce esperienza, competenza, conoscenza del lessico e delle dinamiche del settore. Permette di costruirsi un'agenda di esperti e uffici stampa preziosissima a cui rivolgersi per chiarire aspetti oscuri, soprattutto quando il tempo scarseggia e il rischio di imprecisioni ed errori aumenta.

Le difficili condizioni economiche

di molte testate, va detto, non sono d'aiuto. La tentazione di cedere al clickbaiting^[1], di forzare titoli e interpretazioni per aumentare gli ascolti o far aumentare le visualizzazioni in molti casi è forte e difficilmente arginabile. È un comportamento diffuso ma miope e che nel lungo periodo fa molti danni perché scredita sia chi pubblica quei contenuti sia l'intera categoria.

Anche per questi motivi, **la relazione della scienza con i media non è sempre facile e da parte dei ricercatori può esserci comprensibilmente diffidenza nei confronti dei giornalisti. Inoltre, il tempo dedicato alla comunicazione viene talvolta ancora percepito come tempo sottratto al lavoro in laboratorio.** La necessità di sintetizzare e semplificare argomenti complessi per essere capiti dal grande pubblico può poi comprensibilmente apparire un rischioso scivolamento verso generalizzazioni e imprecisioni. Microfoni e telecamere, infine, possono mettere soggezione.

Grazie anche all'opera di formazio-

ne dei ricercatori condotta dagli uffici stampa, fortunatamente i passi avanti nel corso degli anni sono stati evidenti. Del resto, la comunicazione è parte della missione della scienza. Da una parte è giusto rendere conto di ciò che si fa, cioè spiegare ai cittadini come sono usati i fondi messi a disposizione. Dall'altra c'è un ruolo sociale: favorire il progresso indicando percorsi da seguire e buone pratiche, intervenire nel dibattito pubblico sui temi di propria competenza. Infine, non da ultimo, con la divulgazione si possono ispirare i giovani spingendoli magari a intraprendere una carriera scientifica.

Quando si parla della scienza e dei media, insomma, c'è sempre un terzo attore da tenere presente: la società. Se il rapporto è corretto e fruttuoso, tutti possono trarne benefici. Soprattutto nei periodi di grande trasformazione, come quello avviato dal PNRR.

L'esperienza di RaiNews24

La ricerca favorisce l'avanzamento nella conoscenza ma significa anche sviluppo di interi settori economici ed industriali, posti di lavoro, collaborazioni internazionali che possono anche diventare strumenti di diplomazia. Riguarda ambiente, economia, politica, esteri. Consapevole di questo ruolo strategico, RaiNews24 da tempo ha moltiplicato servizi e approfondimenti sulla scienza.

Fino a qualche anno fa, le tematiche scientifiche erano trattate quasi esclusivamente all'interno del notiziario. Questo significava essere inevitabilmente legati agli eventi di cronaca: interventi di geologi in occasione di un terremoto, di esperti di clima al verificarsi di fenomeni meteorologici estremi, di specialisti di questioni energetiche quando il dibattito toccava i consumi o le bollette e così via.

Rispetto ad altri telegiornali, RaiNews24 ha però la possibilità di fare di più. Un canale all-news che va in onda 24 ore su 24 ha lo spazio per degli approfondimenti più ampi e meno legati ai fatti di giornata. L'unico settore che aveva un focus dedicato invece era la Medicina, con la rubrica "Basta la salute"^[2]. Così nel settembre 2018 abbiamo dato vita a "Futuro24", un appuntamento settimanale dedicato alla scienza e alla tecnologia: una quindicina di minuti dove occuparci di progetti di ricerca importanti e di eccellenza che difficilmente avremmo potuto trattare nel tg perché scollegati dalle news del giorno.

Alla fine di settembre 2022 è andata in onda la puntata numero 200. In questi quattro anni abbiamo girato l'Italia, scoprendo e mostrando al pubblico una straordinaria ricchezza e varietà di strutture impegnate in studi all'avanguardia: centri di ricerca, università, osservatori astronomici, laboratori all'interno di imprese high-tech. Oltre ai grandi e straordinari istituti italiani che tutti conoscono, abbiamo girato intere e interessantissime puntate anche in realtà più piccole o più periferiche ma comunque capaci di portare avanti progetti di enorme valore, spesso dovendo fare i conti con pochi finanziamenti a disposizione. Si tratta di una rete di strutture che rappresenta una risorsa per tutto il paese e che attende solo di essere raccontata. Anzi, che merita di essere raccontata.

La possibilità di svincolarsi dalla cronaca ha spesso consentito anche di adottare un approccio diverso, più costruttivo: mettere in luce esperienze di successo e buone pratiche, parlare delle opportunità esistenti e di come la ricerca possa migliorare le nostre vite. Aspetti di rilievo, soprattutto per tematiche in cui anche i cittadini

possono dare un contributo con i propri comportamenti e le proprie scelte, come ad esempio la lotta all'inquinamento.

Da qualche mese, a testimonianza di un impegno sempre maggiore su questo fronte, è stata inoltre costituita una vera e propria redazione Scienza. Si tratta di un nucleo redazionale ancora piccolo ma destinato a crescere, con il compito di ampliare la copertura di tutto ciò che accade in ambito scientifico.

I prossimi anni

Il racconto del mondo della ricerca nei prossimi anni seguirà inevitabilmente due filoni. Da una parte come sempre le scoperte scientifiche, gli avanzamenti nella conoscenza che rappresentano il fine ultimo dell'attività dei ricercatori. Dall'altra gli aspetti più strutturali: i cambiamenti organizzativi, le modifiche nello scenario complessivo, i nuovi progetti che saranno stimolati dal PNRR.

Sarà un periodo di grande fermento, in cui anche i media giocheranno un ruolo importante. Se sapranno dar voce a chi è più meritevole, individuare le criticità, discriminare fra ciò che è reale e di valore e ciò che è puramente un annuncio, mettere in luce ciò che non funziona, i giornalisti avranno dato il loro contributo, sia al pubblico sia al mondo della scienza. Saranno anni intensi, non solo nei laboratori ma anche nelle redazioni. Le opportunità non mancano, la posta in gioco è alta. C'è spazio per trovare e raccontare grandi storie. Chissà che in qualche modo, oltre a cambiare il mondo della ricerca italiana, il PNRR non abbia effetti positivi anche sul giornalismo scientifico, favorendo la crescita nel nostro paese di una nuova generazione di giornalisti specializzati.

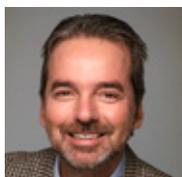
Note

1. Sono tutti quegli elementi capaci di attirare l'attenzione di chi naviga in rete.
2. Curata da Gerardo D'Amico, "Basta la salute" è una delle rubriche storiche di RaiNews24 e prosegue anche oggi.

L'informazione ambientale in Italia

È fondamentale che la sostenibilità ambientale non continui ad essere relegata alle emergenze, al meteo e ai disastri naturali, ma abbia uno spazio più ampio, visibile e costante sui media che possa alimentare un circolo emulativo virtuoso. L'informazione ha un ruolo decisivo: non è un mestiere semplice, ma è un compito necessario.

DOI 10.12910/EAI2022-051



di **Massimiliano Pontillo**, giornalista e comunicatore

La società in cui viviamo e che abbiamo delineato (e contribuito) a costruire, soprattutto negli ultimi decenni, si poggia ancora e prevalentemente su un modello energivoro e consumista che continua a produrre danni sempre più difficili da ricomporre.

La maggiore consapevolezza dei disastri indotti dai cambiamenti climatici, la grave pandemia, la diffusa informazione sui rischi per la salute legati all'inquinamento, le preoccupazioni per i livelli occupazionali derivanti dalla crescente automazione, la presa di coscienza delle forti disuguaglianze esistenti all'interno dei Paesi industrializzati e non, le guerre commerciali (e non solo) tra le superpotenze, sono tutti fattori che interrogano e preoccupano buona parte della comunità globale sulla tenuta complessiva dell'attuale modello di sviluppo.

Oggi ci troviamo di fronte a cambiamenti radicali che necessiterebbero di una guida strategica più lungimirante e responsabile e, invece, continuiamo ad assistere all'espandersi e intrecciarsi di alcune questioni rilevanti assai critiche: climatica, economica, sociale e proprio quella dell'informazione.

L'articolo 21 della nostra Costituzione sancisce "la pienezza dei diritti di ciascuno all'accesso all'informazione e all'espressione libera delle proprie opinioni e alla possibilità di diffonderle con ogni mezzo".

L'informazione ha un ruolo decisivo: non è un mestiere semplice, ma è un compito necessario. È uno dei passaggi fondamentali per la costruzione di un "eco-Rinascimento", con un ruolo determinante sia nella promozione di un diverso e migliore sviluppo economico (per diffonderne i suoi valori), sia nel modificare gli atteggiamenti delle persone.

La sua rilevanza è stata riconosciuta sistematicamente anche dall'Ipcc, il Panel Intergovernativo sul Cambiamento Climatico e dalle Nazioni Unite, come la piattaforma necessaria per la riconversione ecologica dell'intero sistema.

Disastri ambientali e opinione pubblica

Tornando un po' indietro nel tempo, sono stati i disastri ambientali causati dalle centrali atomiche che hanno sensibilizzato l'opinione pubblica. Questa ha trasformato i media.

Negli anni '80 abbiamo assistito a uno sviluppo di riviste specializzate in na-

tura (Airone e Oasis), in politiche ambientali (La Nuova Ecologia), di altre legate a un filone scientifico (Gea), altre ancora al mondo dei consumi (Gambero rosso, il Salvagente).

Certo è che, rispetto a quegli anni, l'informazione ambientale è senz'altro cresciuta nel nostro Paese, ma c'è bisogno di un giornalismo più moderno, capace di cogliere la sostenibilità in tutti i settori, e soprattutto di connettersi con le questioni economiche: il green, purtroppo, tende ad essere eccessivamente spettacolarizzato e non viene percepito nelle forti attinenze con il sistema produttivo; c'è ancora poca attenzione alle eco-soluzioni tecnologicamente sempre più possibili e vantaggiose.

In questo scenario si muove OSA, l'**Osservatorio sulla sostenibilità e l'ambiente nei media** (www.osa-ecomedial.it), promosso da Pentapolis, che viene istituito nel giugno 2014, con l'obiettivo prioritario di stimolare coloro che "governano" il settore dei media, ossia i grandi editori, affinché le tematiche di sostenibilità non siano solo relegata alle emergenze e ai disastri naturali, ma abbiano uno spazio più visibile e costante che possa alimentare un circolo emulativo virtuoso



generale. Incentivando una filiera produttiva di settore a zero emissioni, più amica dell'ambiente.

Ogni anno pubblica il **Rapporto Eco Media** che nell'edizione 2021 ha fotografato come la pandemia da coronavirus ha continuato ad essere il tema centrale nei media italiani, in particolare i vaccini e i no-vax, a discapito delle tematiche sulla sostenibilità. Anche alcune notizie di attualità (la crisi in Afghanistan su tutte) l'hanno un po' oscurato, ma l'ambiente è tornato in primo piano in concomitanza a catastrofici eventi climatici in Europa - Germania e Belgio - e in Italia - Sicilia in particolare - durante l'estate. Nel complesso, quindi, ha evidenziato una presenza mediatica discontinua, salvo qualche più che apprezzabile eccezione.

Molto si è parlato di "climate change" e "green" a ridosso delle ricorrenze globali e degli appuntamenti politici che ruotano attorno al tema (gli ultimi G20 e COP26).

Ma generalmente, da parte dei media monitorati, si è teso a portare all'attenzione e conferire centralità al topic in occasione di fatti di cronaca molto rilevanti, come eventi legati al surriscaldamento globale, situazioni

meteorologiche estreme o disastri naturali.

Il mainstream può continuare a fare la differenza affinché la sostenibilità e l'ambiente entrino più facilmente nelle case della gente, la quale attribuisce proprio alla tv un carattere di autorevolezza. Ugualmente fondamentali sono carta stampata e radio.

Ma sicuramente, e sempre di più, il web e i social network possono dare un forte contributo, dando potenza, profondità e scambio; ma c'è ancora un gran rumore di fondo, è un "ambiente" ancora confuso dove permane una criticità delle fonti: basti pensare a tutta la vicenda delle fake news.

Il PNRR e la designazione di un ministero della Transizione ecologica non hanno portato l'attenzione che ci si aspettava sul tema del cambiamento (meglio crisi) climatico e dell'ambiente.

All'inizio del 2020 erano stati finalmente accesi i riflettori, grazie anche al Green New Deal, a Papa Francesco e al Movimento dei giovani; poi la pandemia globale ha ridisegnato le priorità dei media e del dibattito pubblico mettendo all'angolo quello che dovrebbe essere il tema che guida le nostre vite e sarebbe la risposta più sostenibile alle

crisi sanitarie e socioeconomiche.

Esiste un problema di priorità: quando la pressione e l'attivismo da parte della stampa "più influente" sulle questioni d'interesse raggiungerà un giusto livello produrrà un'attenzione maggiore della politica, che tende a concentrarsi sulle sollecitazioni maggiormente avvertite dall'opinione pubblica.

È fondamentale poi che la sostenibilità ambientale non continui ad essere relegata alle emergenze, al meteo e ai disastri naturali, ma abbia uno spazio più ampio, visibile e costante che possa alimentare un circolo emulativo virtuoso generale.

Nostro compito, a vari livelli, sarà dunque quello di **amplificare un messaggio chiaro e corretto che sappia connettere i vari aspetti e tenga conto della complessità dell'ecosistema, soprattutto enfatizzi il concetto che la sostenibilità non è un di cui o un settore (anche in termini giornalistici) dell'agire umano, ma la rotta da seguire in ciascuna nostra azione, in qualsiasi campo.** A prescindere dal luogo in cui viviamo, dalla nostra età, dal nostro lavoro, dalla nostra estrazione sociale.

PNRR, un'opportunità per un futuro migliore

il PNRR rappresenta una grande opportunità e un'occasione per l'Italia. Abbiamo miliardi di euro da investire bene per la digitalizzazione, per una rivoluzione verde, la transizione ecologica, le infrastrutture per una mobilità sostenibile, assieme a crescita di istruzione, ricerca e inclusione. Con coesione e attenzione alla salute.

DOI 10.12910/EAI2022-052



di Giorgio Pacifici, Caposervizio della redazione scientifica del TG2 RAI

Sono un giornalista scientifico della Rai e in particolare sono Caposervizio della redazione scientifica del TG2. E faccio parte del Consiglio direttivo dell'Unione Giornalisti Scientifici Italiani. Affronto diverse tematiche e sicuramente l'ambiente è una delle principali. Ho realizzato anche diversi documentari e Dossier TV su questo.

Quella dei giornalisti scientifici è una piccola comunità che ha scelto questi temi essenzialmente per passione. Lavoro in televisione, ma vengo anche dalla carta stampata, dalla radio, ho attraversato diversi "media".

Quella di dare spazio alla realtà è una sorta di "missione". I fatti al di là delle ideologie, al di là delle diverse versioni su quanto accade. I fatti spesso sono rivoluzionari perché la scienza presenta le cose così come stanno. E le cose così come stanno fanno pensare e generano conseguenze. Perché dico questo? Noi abbiamo fatto -e ancora lo facciamo- una sorta di crociata di contenuti, un po' contro tutto e contro tutti, trattando di tematiche come l'energia, come l'ambiente, il surri-

scaldamento e le siccità, temi che finivano all'ultima riga dei telegiornali. E anche di medicina. Tempo fa ho fatto diversi lavori, son passati già quindici o vent'anni in cui ho affrontato questi argomenti. Ho realizzato ad esempio un documentario, chiamato "Pianeta Acqua", di livello internazionale, che è stato premiato al Festival Image et Science Unesco a Parigi. Un evento importante: ero andato in giro per il mondo, fotografando questa realtà di alte temperature, riscaldamento del clima, siccità. Purtroppo mi sento ora un profeta del tempo, perché dopo anni tutto è peggiorato ancora.

Una chat per vigilare sulle Fake News

Noi giornalisti scientifici fotografiamo e viviamo lo scioglimento dei poli, ma poi non cambia molto. Ultimamente, c'è stato un momento di coscienza generale su questi temi. Dovuto a quanto accaduto nel settore medico. La pandemia ha fatto balzare questa piccola redazione scientifica al primo posto e in particolare la Rai ha fatto un grosso lavoro in questo senso.

Abbiamo addirittura una chat interna, si chiama Alert Fake New: per ogni tematica ci sono dei consulenti che ci spiegano bene come stanno le cose. La scienza e la medicina sono balzate agli onori della cronaca. Seguite dai temi energetici e dai temi ambientali, a causa delle conseguenze della guerra in corso. In questo senso, **il Piano nazionale di ripresa e resilienza rappresenterebbe una grande opportunità per l'Italia.** Abbiamo dei fondi e questi fondi vanno spesi bene. Si sa, l'Italia è un Paese pieno di eccellenze, di talenti, di idee e di tanti individualismi, tante teste e molte correnti. E c'è sempre quella sorta di difficoltà di condividere con la società -è stato chiamato da Adorno "familismo amorale", che fa dire: "Voi fate le cose, poi a casa mia io faccio come mi pare, e però ti dico come farle". L'etica vale per gli altri, non vale per me. Allora questa è **una grossa occasione di far vedere che noi italiani siamo cambiati, che non siamo più il paese delle piccole contee o delle grandi teste e del mancato "pubblico", di ciò che non viene suddiviso nella Comu-**

nità. Abbiamo l'opportunità di sfruttare dei fondi per digitalizzazione, di effettuare una rivoluzione verde, la transizione ecologica, le infrastrutture per una mobilità sostenibile, assieme a crescita di istruzione, ricerca e inclusione.

Con coesione e attenzione alla salute. Insomma, parliamo di miliardi di euro da investire bene. È il momento di sfruttare in positivo le risorse economiche. Non sono un tecnico, faccio un discorso più di Comunicazione della Scienza, però senz'altro è il momento di individuare le aree e riuscire a fare qualcosa. Oggi nella mia redazione abbiamo fatto un piccolo dibattito sulla tematica. Applicare i principi dell'osservazione scientifica seri e rigorosi, servirebbe. L'esperienza galileiana è maestra: fare esperienza nelle cose significa cambiarle. Perché bisogna mutare la logica dei profitti. Purtroppo, anche ieri un grossissimo ghiacciaio, grande quanto Roma, si è staccato dall'Antartide e sta vagando. E non è l'unico. Bisogna investire per una nuova realtà. Con concetti diversi e più complessi.

Gli specchi di Carlo Rubbia

Ricordo di essere andato in Andalusia dove hanno applicato degli specchi fotovoltaici che davano energia a diversi Comuni, su un progetto di Carlo Rubbia. Qui da noi il Nobel era riuscito a fare poco o nulla. Qui c'era un prototipo a Priolo Sangallo, in Sicilia, mentre in Spagna lo hanno sfruttato e diverse cittadine dell'Andalusia hanno l'indipendenza energetica, gestendo loro direttamente il tutto. Ho fatto il bagno nella piscina riscaldata da questo enorme specchio: il programma si basava sulla ricezione del Sole da parte di un'enorme specchio -come gli specchi ustori nell'antica Siracusa.

Cambiare registro vuol dire dare indipendenza al locale, al piccolo e significa quindi abbandonare il concetto della multinazionale. Quella, ad esempio, del petrolio per tutti.

Sappiamo che finora c'è stata un'economia basata puntando al fossile. E ci ha dato delle cose. Adesso l'umanità si è evoluta e gioco forza, deve dare altro. In più c'è il discorso della guerra con il discorso del gas e le problema-

tiche. Dobbiamo puntare sulle rinnovabili, dobbiamo inventare un altro tipo di energia, aspettando i risultati della fusione nucleare, forse l'unica strada. Imitare il Sole sulla terra. E quindi fondere gli atomi in maniera dolce, liberando energia.

E ci sono ancora grossi problemi di confinamento magnetico nel gestire questi enormi plasmi. Plasma: il quarto Stato della materia, piccoli Soli gestiti dall'umanità. Ci stiamo riuscendo, ma ci vorranno anni. È il momento di cambiare anche il sistema delle cose.

E qui cade il nocciolo della questione. Sappremo essere in grado di capire questo?

Di non di non seguire la strada fin qui percorsa, che ci porta anche molte cose nocive. Io spero, assieme a tanti altri, in questa fase grande di transizione, di attraversamento. Che si riesca a vedere una luce di cambiamento. Altrimenti andrà male e non siamo solo noi, i profeti della Comunicazione scientifica, a dirlo. **Se non cambiamo, sarà difficile che possiamo trovare un futuro migliore.**



Coltivare la sostenibilità dal campo alla tavola

Per affrontare le numerose sfide oggi presenti nel settore agricolo occorre un'innovazione sistemica, che guarda agli aspetti tecnologici, sociali e culturali, oltre che economici.

DOI 10.12910/EAI2022-053

di **Massimo Iannetta**, Responsabile Divisione Biotecnologie e Agroindustria - ENEA

Con oltre 200 miliardi di fatturato, di cui 146 dall'industria di trasformazione agroalimentare e 62 dal comparto agricolo, il sistema agroalimentare è il secondo settore produttivo manifatturiero del nostro Paese. Si tratta di un settore che nel 2020 ha addirittura messo a segno un incremento rispetto al 2019, a dimostrazione anche della sua grande capacità di resilienza. L'export ha raggiunto quota 46 miliardi di euro, grazie alla forte immagine del Made in Italy agroalimentare nel mondo e, sul fronte dell'occupazione abbiamo 1.000.400 addetti suddivisi tra Food and Beverage e comparto agricolo, che è rimasto stazionario negli ultimi due anni.

La spesa per prodotti alimentari e bevande è stata invece di 214 miliardi di euro con un drastico calo del 10% dovuto essenzialmente al settore dell'Horeca, cioè quello della ristorazione, del catering e del turismo (Hotellerie-restaurant-café). In questi due anni il numero delle imprese è calato leggermente e il valore aggiunto è crollato del 40% durante il periodo della pandemia.

Ora, se aggiungiamo a questo quadro generale, quello che sta succedendo con la guerra in Ucraina, vediamo come il problema della domanda e dell'offerta, soprattutto delle commodities (cereali e soia) potrebbe genera-

re forti tensioni sui prezzi.

C'è anche un problema di disponibilità di terre arabili per aumentare la nostra produzione, perché nel corso degli anni abbiamo perso terra coltivabile a disposizione pro capite. Nel 1950 avevamo 6000 m² a disposizione, quindi 0,60 ettari. Nel 2000 sono diventati 0,2 e, ovviamente, si prevede una ulteriore riduzione.

Le cause di questa situazione sono riconducibili ad un insieme di dinamiche come l'aumento della popolazione, dell'uso competitivo dei suoli e dei processi di degrado come salinizzazione, erosione e desertificazione. A tutto questo si aggiunge la non equa distribuzione del cibo con una forte polarizzazione tra abbondanza e scarsità, con modelli di produzione e consumo non sostenibili, sprechi alimentari ed utilizzi non alimentari delle produzioni agricole.

Le sfide di medio-lungo periodo

In questo scenario, quali sono quindi le sfide di medio lungo periodo e che cosa dobbiamo fare? Qui di seguito alcune possibili opzioni:

1. Mantenere inalterate le superfici agricole oggi disponibili e inalterato l'uso del suolo, che non ci sia un uso competitivo per altri tipi di attività. O almeno fare in modo che ci sia complementarietà nell'uso del suolo che

tenga conto sempre della produzione agricola.

2. **Aumentare la produzione attraverso l'innovazione tecnologica, alle nuove biotecnologie che abbiamo messo a punto e che possiamo introdurre.**
3. Gestire le risorse sempre più limitate e ridurre l'inquinamento ambientale e gli input chimici ed energetici.
4. Ridurre le perdite e gli sprechi, non possiamo efficientare il sistema e poi buttare via oltre il 20% della produzione.
5. Adottare modelli di consumo sempre più sostenibili e di qualità e fare propri gli obiettivi dell'Agenda 2030 delle Nazioni Unite che ci richiama su tutta una serie di punti legati alle produzioni sostenibili agroalimentari.

Per affrontare tutto questo occorre tanta innovazione, un'innovazione sistemica, che guardi agli aspetti tecnologici, quelli sociali, culturali, oltre che economici. Il PNRR, declinato in sei missioni, potrebbe rappresentare lo strumento di elezione per il raggiungimento dei suddetti obiettivi. Come ENEA abbiamo partecipato a tutti i bandi del MUR sulla Missione 4 Componente 2 "Dalla Ricerca all'Impresa" per la costituzione di un Centro Nazionale per le Tecnologie in Agricoltura (AGRITECH), di Infrastrutture di Ricerca (METROFO-

Le missioni e le componenti del PNRR

I progetti di investimento del PNRR sono suddivisi in 16 componenti, raggruppate a loro volta in 6 missioni, come riportato nella Tabella 1.

- Digitalizzazione, innovazione, competitività, cultura e turismo
- Rivoluzione verde e transizione ecologica
- Infrastrutture per una mobilità sostenibile
- Istruzione e ricerca
- Inclusione e coesione
- Salute

OD e MIRRI), di un **Partenariato esteso sui modelli alimentari per la sostenibilità (ON-FOOD) e di una Infrastruttura Tecnologica per l'Innovazione legata all'agroalimentare (INFRAGRI), partendo dalla ricerca di base per arrivare a sviluppare innovazione e portarla sul mercato.**

Questi strumenti ci consentiranno di portare avanti la strategia Farm2Fork del Green Deal, elaborata a livello europeo e che guida la transizione dell'agricoltura verso pratiche più sostenibili di decarbonizzazione.

Ciò richiederà una serie di interventi per ridurre la perdita di diversità, l'input di prodotti fitosanitari e di fertilizzanti di sintesi, di antibiotici negli allevamenti, per guidare la transizione verso consumi di cibi sempre più sani migliorando i servizi ecosistemici fondamentali per il nostro territorio. Tutto ciò attraverso innovazioni che vanno dall'agricoltura di precisione a quella conservativa, all'approccio agroecologico ed agroecosistemico, integrando l'attività agricola con il contesto sociale, culturale ed economico dei territori.

Puntare sulle biotecnologie per efficientare l'uso delle risorse

A queste innovazioni vanno associate le biotecnologie che ci consentono di efficientare l'uso delle risorse. E non stiamo parlando di OGM. Oggi abbiamo a disposizione le Tecniche di Evoluzione Assistita (TEA) o New Breeding Techniques (NBT) quali il Genome editing, che ci consente di

intervenire su singoli geni della pianta senza introdurre geni dall'esterno, per attivare o silenziare quei geni che sono in grado di rafforzare la pianta, di renderla più resistente e resiliente e quindi anche più produttiva.

Tuttavia, occorre agire anche sul fronte normativo per rendere possibile l'utilizzo di queste tecnologie. Ciò riguarda anche le innovazioni nel campo della chiusura dei cicli produttivi attraverso il recupero, la valorizzazione di reflui, scarti e sottoprodotti della filiera agroalimentare, così come l'integrazione tra produzione agricola, produzione energetica e conservazione del paesaggio. Occorre un cambio di paradigma attraverso un approccio di transizione verso l'economia circolare, a cui possiamo abbinare una azione di sensibilizzazione verso modelli di consumo più sostenibili e di qualità; abbiamo un importante modello che è quello della dieta mediterranea, dichiarata patrimonio immateriale dell'umanità riconosciuto dall'UNESCO, che coniuga la buona dieta e quindi la salute del consumatore con la sostenibilità ambientale dei prodotti che vengono utilizzati e consumati nel corso della settimana. Ma siamo anche il paese che si sta allontanando sempre di più da questo modello, soprattutto tra i giovani, e questo comporta in età adulta un aumento della spesa sanitaria.

Promuovere un dialogo sempre più aperto e partecipativo

L'approccio sistemico all'innovazione dei sistemi agroalimentari deve quin-

di guardare ad un dialogo sempre più aperto e partecipativo con tutti i portatori di interesse. E i messaggi da portare a casa sono:

1. la produzione attuale di alimenti è sufficiente a soddisfare le necessità di tutto il genere umano, ma gli alimenti prodotti sono usati in modo inefficiente e distribuiti in maniera iniqua. Da qui le grandi contraddizioni legate all'offerta mondiale di cibo che, secondo la FAO, dovrà aumentare del 60% prima del 2050 e questo, ovviamente, per soddisfare i fabbisogni di una popolazione mondiale che cresce molto rapidamente.
2. le risorse naturali sono limitate e la produzione alimentare aumenta a spese dell'erosione di queste risorse che ne costituiscono la base, senza la quale non è possibile nessun tipo di produzione. La crescente domanda di cibo deve essere soddisfatta conservando le risorse naturali e facendo fronte al cambiamento climatico; quindi bisogna **produrre di più, ma con meno risorse.**
3. si deve **consumare meno e meglio**, non si deve sprecare, ma si deve produrre di più attraverso l'innovazione dei sistemi agroalimentari che è essenziale per nutrire il pianeta, senza esaurirne le risorse.

Le nuove tecnologie come l'agricoltura di precisione e le biotecnologie, unitamente all'approccio agroecosistemico, garantiranno Sicurezza e Sovranità Alimentare attraverso una maggiore

Tab. 1 Composizione del PNRR per missioni e componenti (Miliardi di Euro)

M1. Digitalizzazione, Innovazione, Competitività, Cultura e Turismo	PNRR (a)	React EU (b)	Fondo complementare (c)	Totale (d)=(a)+(b)+(c)
M1C1 - Digitalizzazione, innovazione e sicurezza nella PA	9,75	0,00	1,40	11,15
M1C2 - Digitalizzazione, innovazione e competitività nel sistema produttivo	23,89	0,80	5,88	30,37
M1C3 - Turismo e cultura 4.0	6,68	0,00	1,46	8,13
Totale Missione 1	40,32	0,80	8,74	49,86
M2. Rivoluzione verde e transizione ecologica	PNRR (a)	React EU (b)	Fondo complementare	Totale (d)=(a)+(b)+(c)
M2C1 - Agricoltura sostenibile ed economia circolare	5,27	0,50	1,20	6,97
M2C2 - Transizione energetica e mobilità sostenibile	23,78	0,18	1,40	25,36
M2C3 - Efficienza energetica e riqualificazione degli edifici	15,36	0,32	6,56	22,24
M2C4 - Tutela del territorio e della risorsa idrica	15,06	0,31	0,00	15,37
Totale Missione 2	59,47	1,31	9,16	69,94
M3. Infrastrutture per una mobilità sostenibile	PNRR (a)	React EU (b)	Fondo complementare	Totale (d)=(a)+(b)+(c)
M3C1 - Rete ferroviaria ad alta velocità/Capacità e strade sicure	24,77	0,00	3,20	27,97
M3C2 - Intermodalità e logistica integrata	0,63	0,00	2,86	3,49
Totale Missione 3	25,40	0,00	6,06	31,46
M4. Istruzione e ricerca	PNRR (a)	React EU (b)	Fondo complementare	Totale (d)=(a)+(b)+(c)
M4C1 - Potenziamento dell'offerta dei servizi di istruzione: dagli asili nido alle università	19,44	1,45	0,00	20,89
M4C2 - Dalla ricerca all'impresa	11,44	0,48	1,00	12,92
Totale Missione 4	30,88	1,93	1,00	33,81
M5. Inclusione e coesione	PNRR (a)	React EU (b)	Fondo complementare	Totale (d)=(a)+(b)+(c)
M5C1 - Politiche per il lavoro	6,66	5,97	0,00	12,63
M5C2 - Infrastrutture sociali, famiglie, comunità e terzo settore	11,17	1,28	0,34	12,79
M5C3 - Interventi speciali per la coesione territoriale	1,98	0,00	2,43	4,41
Totale Missione 5	19,81	7,25	2,77	29,83
M6. Salute	PNRR (a)	React EU (b)	Fondo complementare	Totale (d)=(a)+(b)+(c)
M6C1 - Reti di prossimità, strutture e telemedicina per l'assistenza sanitaria territoriale	7,00	1,50	0,50	9,00
M6C2 - Innovazione, ricerca e digitalizzazione del servizio sanitario nazionale	8,63	0,21	2,39	11,23
Totale Missione 6	15,63	1,71	2,89	20,23
TOTALE	191,50	13,00	30,62	235,12

produttività, l'uso sostenibile delle risorse affette da scarsità (acqua, suolo, energia, fertilizzanti) ed una riduzione delle emissioni nell'ambiente. Queste innovazioni potranno essere sviluppate nell'ambito delle strategie europee del Green Deal (Farm to Fork, Biodiversità 2030 ed Azione Climatica), della proposta di Riforma della PAC 2023-2027, del Regolamento relativo al Dispositivo per la Ripresa e la Resilienza (PNRR) e della proposta di Riforma della Politica di Coesione 2021-2027.

Migliorare sicurezza e sovranità alimentare nazionale

Per conseguire un miglioramento in termini di sicurezza e sovranità alimentare nazionale ed europea si propongono le seguenti linee d'intervento, condivise nell'ambito della Proposta di Manifesto per la Sicurezza e la Sovranità Alimentare, presentato alla prima Conferenza nazionale sull'Agricoltura di precisione e 4.0. per una produzione competitiva e sostenibile:

- ✓ migliorare la produttività agroalimentare sostenibile e promuovere la resilienza ai cambiamenti climatici;
- ✓ incentivare le tecnologie di precisione per l'agricoltura, la zootecnia e la sericoltura;
- ✓ ridurre gli sprechi delle filiere agroalimentari e il consumo di suolo anche

attraverso la razionalizzazione degli interventi urbanistici e infrastrutturali nelle aree rurali e il recupero/bonifica dei suoli periurbani e/o contaminati;

- ✓ sviluppare strategie di economia circolare mediante il riutilizzo sostenibile delle risorse, dei sottoprodotti e dei reflui (es. acque non convenzionali, reflui zootecnici e delle industrie alimentari, etc);
- ✓ incentivare la produzione dell'energia da fonti rinnovabili, delle agro-energie (es. agrivoltaico) nelle aree marginali e nelle superfici non produttive e l'ammodernamento e digitalizzazione del parco macchine agricole per una maggiore produttività, la riduzione degli sprechi e l'aumento della sicurezza degli operatori. Incentivare, inoltre, l'uso di macchine con propulsori elettrici/ibridi/biometano promuovendo l'autosufficienza energetica delle aziende agricole (es. comunità energetiche rurali);
- ✓ ottimizzare la gestione delle risorse idriche, anche mediante digitalizzazione, e implementazione di infrastrutture irrigue e di bacini di stoccaggio;
- ✓ incentivare i percorsi di imprenditorialità agricola giovanile di elevata specializzazione anche per implementare ed efficientare l'applicazione dell'agricoltura di precisione e 4.0.

Occorre inoltre promuovere:

- ✓ lo sviluppo sostenibile delle aree marginali per le produzioni;
- ✓ la qualità igienico-sanitaria, sensoriale, nutrizionale e funzionale degli alimenti, la tracciabilità e tipicità nelle filiere agroalimentari;
- ✓ l'approccio One Health nelle produzioni agroalimentari e l'adozione di diete sostenibili e salutistiche (es. Dieta Mediterranea);
- ✓ l'implementazione e diffusione della rete ad alta capacità per la digitalizzazione nelle aree rurali;
- ✓ l'utilizzo a fini produttivi delle aree destinate a set-aside;
- ✓ l'agricoltura urbana, le vertical farms, le plant factories per una produzione sostenibile a km zero;
- ✓ maggiore flessibilità delle destinazioni colturali, in deroga al limite di SAU, la superficie agricola utilizzata, per coltura, per rispondere alla domanda dei mercati e al fabbisogno aziendale per le produzioni zootecniche;
- ✓ l'incentivazione del Piano foraggero nazionale di emergenza per il comparto zootecnico;
- ✓ la regolamentazione ed incentivazione delle New Breeding Techniques (NBT) e riesame dell'opportunità di produzione con OGM, con particolare riferimento a cereali e leguminose (mais, soia, etc), per ridurre l'uso di agrochimici e di risorse idriche senza compromettere le rese produttive;
- ✓ il miglioramento e la digitalizzazione delle infrastrutture logistiche nel comparto agroalimentare;
- ✓ lo sviluppo/selezione di nuove varietà e linee genetiche animali per incrementare la produttività e la sostenibilità delle produzioni agro-zootecniche.

Per info: massimo.iannetta@enea.it



Tutelare il territorio dal rischio idrogeologico

Il rischio idrogeologico è un'emergenza a livello globale, strettamente connessa con sviluppo urbanistico e cambiamenti climatici. In Italia interessa quasi il 94% dei comuni mentre più di 8 milioni di persone abitano in aree ad alta pericolosità. L'urbanizzazione degli ultimi secoli ha contribuito ad incrementare gli elementi esposti e, conseguentemente, il potenziale danno derivante da un evento naturale.

DOI 10.12910/EAI2022-054

di Anna Marzo (Responsabile), Luca Falconi, Elena Candigliota, Francesco Immordino, Claudio Puglisi, Augusto Scarpanti, Laboratorio Tecnologie per la Dinamica delle Strutture e la Prevenzione del rischio sismico e idrogeologico - ENEA

Il rischio idrogeologico costituisce un'emergenza a livello globale^[1], connessa strettamente con sviluppo urbanistico e cambiamenti climatici. In Italia, il rischio idrogeologico interessa quasi il 94% dei comuni e oltre 8 milioni di persone abitano nelle aree ad alta pericolosità^[2]. In questo contesto si colloca il capitolo Tutela del territorio e della risorsa idrica, uno dei quattro della Missione 2 del PNRR.

Il rischio di un evento naturale è definito come il valore atteso delle perdite dovute all'occorrenza di un dato evento, frana o inondazione (ma vale lo stesso per un sisma). Il rischio si può esprimere in forma qualitativa (basso, medio, alto) o in termini quantitativi di percentuale, numero o quantità di unità perse in un lasso di tempo. Il rischio (R) è funzione di tre fattori: la pericolosità del fenomeno (P), il valore degli elementi esposti (E) e la vulnerabilità (V) di tali elementi ($R=P \cdot E \cdot V$).

La pericolosità P si definisce come la probabilità che un fenomeno potenzialmente distruttivo di determinata intensità, si verifichi in un dato tempo ed in una data area (quest'ultima è definita come pericolosità spaziale o suscettibilità) e si esprime in termi-

ni di probabilità di accadimento in un lasso di tempo o nella forma di tempo di ritorno di un evento. Vite umane, strutture ed infrastrutture, attività economiche e beni ambientali e culturali costituiscono gli elementi esposti E al fenomeno. La vulnerabilità V, indica il grado di danneggiamento di un certo elemento o gruppo di elementi esposti risultante dal verificarsi di un fenomeno naturale di una data intensità. V è espressa in una scala da 0 (nes-

suna perdita) a 1 (perdita totale) ed è funzione dell'intensità del fenomeno e delle caratteristiche dell'elemento esposto. Spesso si utilizza anche il termine di danno che sintetizza i due fattori E e V, fornendo un'indicazione del valore del bene effettivamente colpito (Fig. 1)

Il rischio idraulico e geomorfologico

Il rischio idrogeologico costituisce una locuzione di sintesi (per altro non esistente in ambito scientifico internazionale) di due distinti concetti: il rischio idraulico e il rischio geomorfologico^[3,4]. Per rischio idraulico si intende la probabilità che un territorio subisca conseguenze dannose a seguito dell'inondazione da parte di un corso d'acqua. Il rischio geomorfologico, invece, si riferisce alla probabilità che a determinare i danni sia una frana, movimento di una massa di roccia, terra o detrito lungo un versante.

Il termine dissesto idrogeologico costituisce una forma di uso comune, non in campo scientifico, per esprimere la condizione di un territorio soggetto ad elevato rischio sia idraulico, sia geomorfologico. Come il termine "rischio idrogeologico", esso è carat-

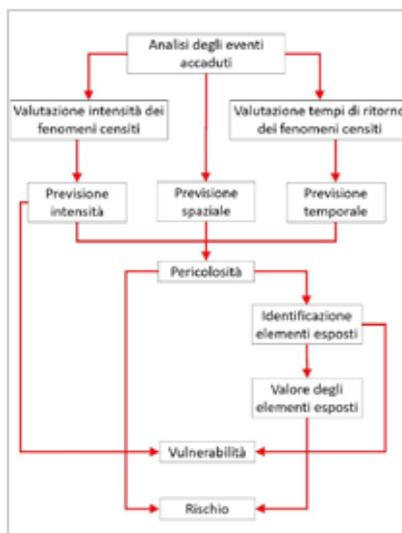


Fig. 1 - Diagramma di flusso per la definizione del rischio

terizzato da una certa ambiguità dato che, in ambito scientifico, l'“idrogeologia” è la disciplina che studia principalmente le acque sotterranee.

Entrambi i rischi idraulico e geomorfologico sono oggetto di studio di esperti (tipicamente ingegneri idraulici e ambientali, geotecnici e geomorfologi) che si adoperano per la caratterizzazione del territorio e la produzione di carte di pericolosità e rischio. A tal riguardo, gli strumenti di pianificazione territoriale (Piani Regolatori e simili) fanno riferimento alle carte di pericolosità e rischio idraulico e geomorfologico presenti nei **Piani di Bacino** e nei **Piani di Assetto Idrogeologico (PAI)** prodotti dalle varie **Autorità di Bacino Distrettuale** in cui è diviso il territorio italiano^[3].

Le **inondazioni** avvengono per conseguenza diretta delle precipitazioni piovose e si possono verificare generalmente secondo due modalità:

- per tracimazione, quando gli argini del corso d'acqua non sono in grado di contenere l'onda di piena in arrivo,
- per rottura arginale, quando si verifica un cedimento più o meno esteso del corpo arginale, in seguito al verificarsi di un evento di piena.

Generalmente le inondazioni assumono carattere particolarmente diverso nel caso avvengano in bacini che comprendono vaste aree pianeggianti o in piccoli bacini montani. Nel primo caso avvengono a causa di precipitazioni persistenti per lunghi periodi, distribuite su vasti territori e hanno un decorso generalmente lento: l'onda di piena, pertanto, si sposta lungo l'asta fluviale nel corso di ore o giorni. Nel secondo caso, le piogge innescanti sono molto concentrate, sia nel tempo che nello spazio, dando origine a **inondazioni improvvise (flash floods)** che si sviluppano nel corso di minuti o poche ore.

Le **frane** possono essere distinte in tre diverse categorie (Fig. 2), ciascuna delle quali legata a distinti approcci di monitoraggio e valutazione della Peri-

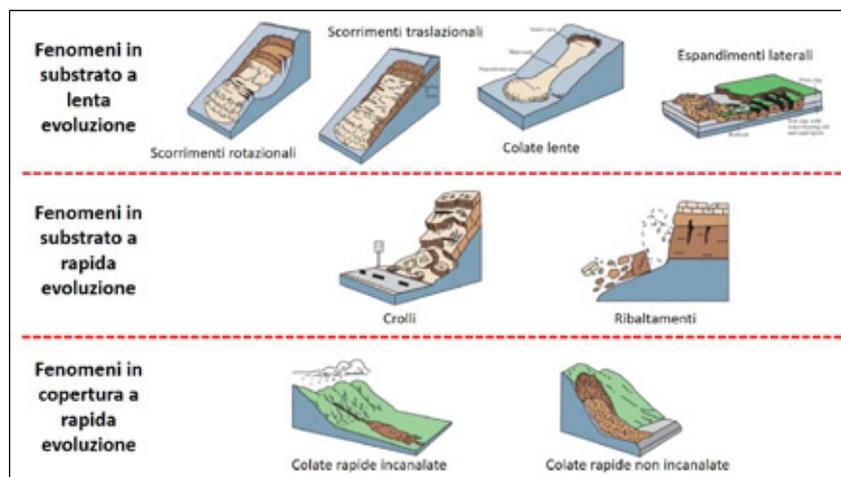


Fig. 2 – Classificazione dei fenomeni franosi funzionali all'analisi della pericolosità e del rischio



Figura 3 – Esempi di fenomeni in copertura a rapida evoluzione (colate rapide)

colosità e, di conseguenza, del Rischio:

- frane in substrato a lenta evoluzione (scorrimenti rotazionali e traslazionali e colate lente),
- frane in substrato a rapida evoluzione (crolli e ribaltamenti),
- frane in copertura a rapida evoluzione (colate rapide; Fig. 3)

Per **substrato** si intende la roccia, plastica (argilla, marna, ecc.) o rigida (calcare, granito, arenaria ecc.) che costituisce “l'ossatura” della superficie terrestre, mentre per **copertura** si

intende il materiale che giace sopra il substrato (suolo, detrito, ecc.), generalmente caratterizzato da scarsa coesione.

Le tre tipologie di frane sono anche caratterizzate da distinti **parametri predisponenti**, intesi come l'insieme di parametri di carattere naturale e antropico che rendono porzioni di versante maggiormente suscettibili (pericolosità spaziale; Fig. 4) al verificarsi di una data tipologia di fenomeno franoso. Anche i fattori di innesco, cioè i fattori

responsabili dell'attivazione delle frane, sono sostanzialmente differenti:

- piogge cumulate per le frane in substrato a lenta evoluzione,
- scuotimenti sismici o antropici e piogge intense per le frane in substrato a rapida evoluzione,
- piogge intense per frane in copertura a rapida evoluzione.

Frane, inondazioni e urbanizzazione

Frane e inondazioni sono fenomeni naturali direttamente legati alle dinamiche atmosferiche, i cui effetti dipendono fortemente dalle caratteristiche degli insediamenti umani. L'urbanizzazione degli ultimi secoli ha contribuito ad incrementare gli elementi esposti e, conseguentemente, il potenziale danno derivante da un evento naturale. D'altro canto, l'intensificazione degli eventi estremi (piogge copiose in brevi lassi di tempo), connessa con i cambiamenti climatici, sta conducendo ad un incremento della pericolosità di inondazioni e frane a dinamica rapida, come flash floods e colate rapide (debris flows). Per entrambi i fenomeni, idraulici e geomorfologici, il principale fattore innescante è costituito dalle acque meteoriche che, una volta raggiunta la superficie terrestre, ruscellano alimentando i corsi d'acqua o si infiltrano andando ad imbibire i materiali di copertura o, ancora, alimentando le falde idriche sotterranee. Tra le dinamiche di versante e quelle idrauliche esistono **interrelazioni** che possono amplificare la magnitudo dei fenomeni stessi. Eventi pluviometrici intensi, infatti, possono innescare inondazioni improvvise, con improvvisi aumenti delle portate di piccoli corsi d'acqua e flussi caratterizzati da una considerevole componente solida. Nelle stesse fasi, colate rapide innescatesi lungo i versanti del bacino per imbibizione rapida del suolo si propagano verso valle, confluendo molto spesso nella rete di drenaggio naturale. L'incremento della frazione solida ac-

crece la capacità dei corsi d'acqua di trasportare blocchi di roccia anche di notevoli dimensioni, con conseguenze catastrofiche sulle infrastrutture trasversali (ponti, doti, ecc.) o nel caso di tracimazione oltre gli argini. D'altra parte, l'erosione che il corso d'acqua produce alla base dei versanti durante tali eventi può innescare altre tipologie di fenomeni franosi che, riversandosi in alveo, autoalimentano il processo.

Sicurezza territoriale, mitigazione e gestione del rischio

Nell'affrontare il tema della sicurezza territoriale, l'ONU ha indicato chiaramente la necessità di adottare quanto prima le necessarie misure di mitigazione per "rendere le città e gli insediamenti umani inclusivi, sicuri, duraturi e sostenibili" (Agenda 2030, Obiettivo 11 - Città e comunità sostenibili)^[5], ribadendo che (UNDRR; Hyogo 2005-2015, Sendai 2015-2030)^[6]:

- investimenti in prevenzione permettono di evitare perdite molto maggiori,
- è opportuno gestire il rischio piuttosto che i disastri,
- gli obiettivi di sviluppo sostenibile non sono raggiungibili senza la riduzione dei danni da fenomeni naturali.

Le **misure di mitigazione** del rischio possono essere strutturali, volte alla riduzione della pericolosità, e non strutturali, finalizzate alla riduzione del danno. Le prime sono caratterizzate dalla realizzazione di opere come riprofilatura di alvei e versan-

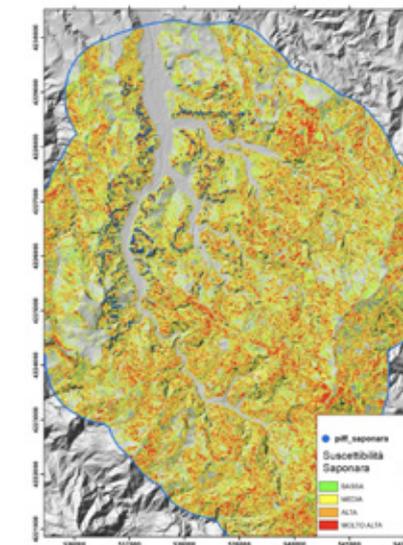
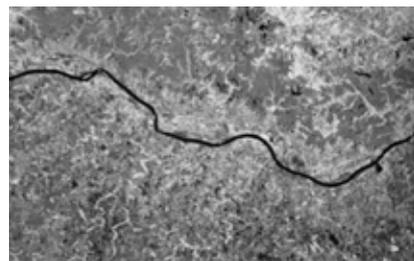


Figura 4 – Esempio di carta di suscettibilità per fenomeni in copertura a rapida evoluzione

ti o realizzazione di argini e muri di contenimento. Le seconde, invece, si riferiscono a quell'insieme di **azioni "immateriali"** come le attività conoscitive e di monitoraggio, l'adozione di misure di salvaguardia e vincoli, l'attività di pianificazione urbanistica, lo sviluppo di sistemi di allerta e la messa a punto di piani di Protezione Civile. In entrambi i casi, la **mitigazione del rischio** passa attraverso **tre fasi fondamentali**:

- la conoscenza del territorio e dell'evoluzione dei fenomeni che lo caratterizzano,
- la progettazione degli interventi,
- l'attuazione di programmi di intervento, pianificazione e controllo.

Le prime due fasi sono affidate alla comunità scientifica e ai tecnici che



Figura 5 - Immagine satellitare multi-temporale per il monitoraggio fluviale, pre-evento (sinistra) e post-evento (destra)

hanno il compito di ricercare soluzioni adeguate e progettare sistemi capaci di ridurre il rischio, mentre la terza è affidata alle Amministrazioni e agli Enti Gestori.

Conoscere il territorio

La **conoscenza del territorio** avviene tramite telerilevamento (remote sensing), che consente di acquisire da remoto (satelliti, droni, aerei) dati e informazioni ambientali e territoriali di vaste aree (Fig. 5) integrati e validati da rilievi in campo, indispensabili per l'acquisizione di dati di dettaglio.

L'**integrazione dei dati multi-sorgente** si sta configurando come prassi operativa in molti settori in cui la conoscenza territoriale sinottica può supportare una migliore gestione delle risorse antropiche e naturali e delle emergenze. Negli ultimi anni, tale attività si è potuta avvalere di una sempre più ampia gamma di dati satellitari e relativi servizi messi a disposizione gratuitamente e forniti da progetti comunitari come Copernicus^[7].

Negli studi territoriali, il processamento dei dati multispettrali, l'analisi delle forme e i processi collegati permettono la produzione di **cartografie tematiche a supporto di una gestione razionale del territorio**.

Nelle cartografie tematiche, infatti, è possibile rappresentare processi morfogenetici e processi di evoluzione territoriale come evoluzione del tessuto urbano, cambiamenti nell'uso del suolo, situazioni di vulnerabilità e rischio^[8].

L'elaborazione dei dati acquisiti, supportata anche da modellazione numerica 2D e 3D, consente la realizzazione di **mappe tematiche** in grado di descrivere le condizioni di rischio idraulico e geomorfologico, utili per le Pubbliche Amministrazioni e gli Enti Gestori nella fase di pianificazione e di definizione degli interventi di prevenzione che, come ultima ma in alcuni casi indispensabile misura, devono prevedere anche le **delocalizzazioni di elementi "eccessivamente" esposti**.

Le tecniche di **monitoraggio** utilizzate per i fenomeni idraulici si basano, da un lato, su reti idrometriche idonee a misurare regolarmente l'altezza dell'acqua del corso d'acqua e, dall'altro, sulle previsioni meteo-climatiche che interpretano e modellano i dati dei radar pluviometrici, fornendo previsioni a breve termine (nowcasting) sulla distribuzione e magnitudo delle precipitazioni attese. Per le frane in substrato a lenta evoluzione, il monitoraggio è volto alla misura della velocità dell'eventuale movimento in atto tramite sensoristica a terra (reti GPS, interferometria SAR terrestre e sistemi topografici, tubi inclinometrici) e da remoto, con l'utilizzo di droni, aerei e satelliti (interferometria SAR per la comparazione di immagini ottiche multi-temporali).

Per i fenomeni in substrato a rapi-

da evoluzione, la cui attivazione è preceduta da deformazioni modestissime, il monitoraggio è condotto prevalentemente in situ attraverso la strumentazione delle fratture presenti sull'ammasso roccioso con mire estensimetriche e ottiche, fessurimetri e distometri. Per i fenomeni rapidi in copertura, essendo le precipitazioni il fattore d'innesco principale, si utilizzano principalmente le stesse tecniche dei fenomeni idraulici (pluviometri e radar pluviometrici).

Più raramente strumentazioni specifiche come geofoni, videocamere, barre accelerometriche e sensori di livello ad ultrasuoni vengono installati lungo le porzioni vallive dei corsi d'acqua potenzialmente interessati da questi fenomeni, con la funzione di attivare specifici sistemi di allerta.

Azioni preventive e resilienza

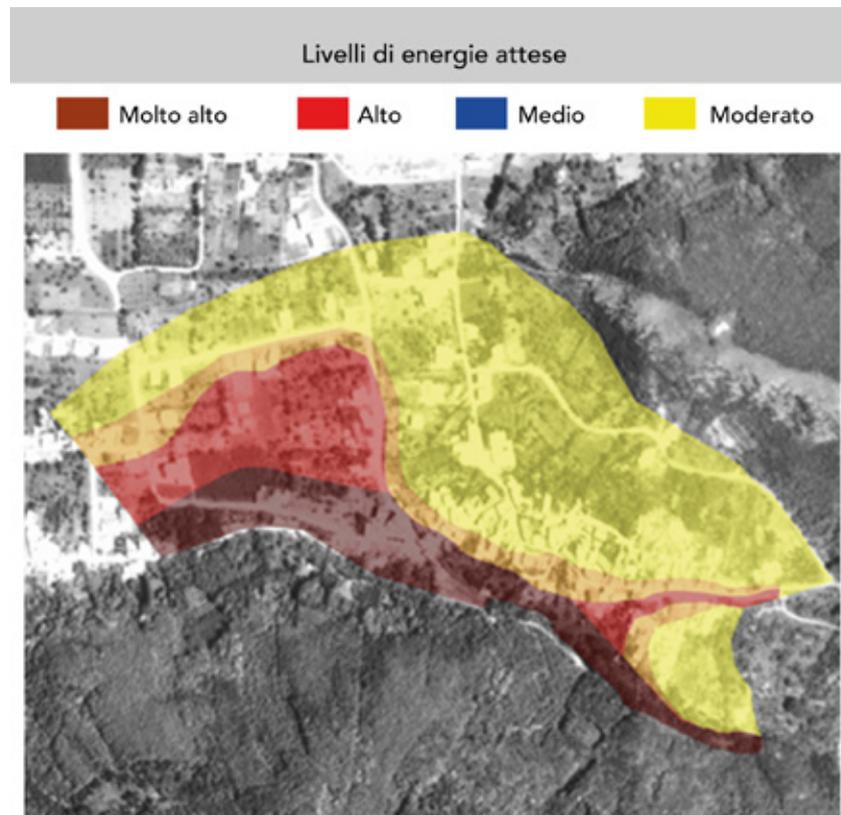


Fig. 6 - Esempio di mappa delle intensità attese su base qualitativa per fenomeni in copertura a rapida evoluzione, funzionale per la successiva analisi del rischio

Di fronte alla consapevolezza della inevitabile necessità di convivenza con frane e inondazioni e alla necessità generale di conseguire un maggior equilibrio tra uomo e ambiente, anche nella mitigazione dei rischi naturali, negli ultimi decenni le istituzioni sovranazionali e nazionali hanno spostato l'enfasi dalla reazione all'azione preventiva, promuovendo l'adozione del concetto di resilienza. La comunità scientifica è chiamata a fornire innovazione nelle metodologie e tecnologie di analisi e di intervento e a:

- rendere gli interventi di carattere strutturale (riprofilature, drenaggi, muri, argini, casse di espansione, briglie, ecc) maggiormente flessibili

e sostenibili;

- promuovere la funzione mitigatrice dei servizi ecosistemici e delle pratiche agro-silvo-forestali sostenibili (nature-based solutions, green infrastructures).

Viste le prospettive di incremento di eventi estremi, **il campo su cui si sta concentrando l'attenzione è quello della prevenzione da inondazioni improvvise e colate rapide**. L'incremento della conoscenza dei suoli (spessore, caratteristiche litotecniche, contenuto d'acqua) attraverso campagne di misura, sviluppo delle reti di sensoristica a terra e interpretazione di immagini satellitari, permetterà significativi passi avanti nella interpretazione dell'avvio

di tali fenomeni. Per quanto riguarda le colate rapide, grande interesse è rivolto alla definizione delle aree di propagazione dei fenomeni che dalle porzioni superiori dei versanti giungono nei fondovalle e alla relativa interazione delle masse mobilizzate da queste frane con i processi idraulici lungo gli impluvi dei torrenti. L'insieme di queste informazioni contribuirà a identificare e sviluppare metodologie e tecnologie maggiormente efficienti per il monitoraggio strumentale, l'analisi del rischio ed i sistemi di allerta a servizio delle comunità, delle Pubbliche Amministrazioni, delle imprese e della Protezione Civile (Fig. 6).

Per info: anna.marzo@enea.it

Riferimenti

1. <https://ourworldindata.org/natural-catastrophes>
2. <https://idrogeo.isprambiente.it>
3. <https://rischi.protezionecivile.gov.it/it/meteo-idro/fenomeni>
4. Mirauda N., Falconi L., Bastiani M., Coduti C., Puglisi C. (2015). "Rischio da frane e da alluvione". In Borrelli G. (Ed.) La sostenibilità ambientale: un manuale per prendere buone decisioni. Cap. 23, pp. 451-473, ENEA, ISBN 9788882863135. <http://www.enea.it/it/pubblicazioni/edizioni-enea/2015/sostenibilita-ambientale>
5. United Nations Regional Information Centre (UNRIC). Agenda 2030
6. UNISDR (2015) Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction. Making Development Sustainable: The Future of Disaster Risk Management.
7. Candigliota E., Immordino F. 2014 Sistemi geomatici integrati: telerilevamento e sistemi territoriali integrati in (a cura di Redi F. e Armillotta F.) Restaurare in Abruzzo. CARSA Edizioni. Pescara. ISBN 978-88-501-0360-7
8. <https://www.copernicus.eu/it>

L'allarme clima e i nuovi modelli di previsione

Il futuro del clima è nelle nostre mani. Non dobbiamo dimenticare infatti che l'attuale cambiamento climatico è frutto dell'opera dell'uomo. Siamo stati noi con le nostre emissioni incontrollate di CO₂ a modificare il clima. Ora tocca a noi risolvere il problema.

DOI 10.12910/EAI2022-055

di **Gianmaria Sannino**, Responsabile della Divisione Modelli e tecnologie per la riduzione degli impatti antropici e dei rischi naturali - ENEA

L'estate del 2022, che meteorologicamente si è conclusa il 31 agosto, è stata a livello nazionale la seconda più calda mai registrata, dopo quella del 2003.

Il caldo non solo è stato eccezionale, se non estremo in alcuni casi, ma anche prolungato: tra giugno e agosto c'è stata una sequenza quasi interminabile di caldo africano, con solo sporadiche interruzioni. Non solo il caldo anomalo, ma anche la siccità. Infatti, mentre ad agosto si è registrata una maggiore attività temporalesca, i temporali sono stati quasi assenti fino a luglio. Questa estate secca ha fatto seguito a un inverno e a una primavera eccezionalmente secchi rispetto alla norma, soprattutto nel Nord e in particolare nel Nord-Ovest.

Le ondate di calore e la siccità che abbiamo vissuto quest'estate sono un campanello d'allarme che ci avverte che gli impatti dell'attuale crisi climatica sono enormi e in grado di sconvolgere la nostra vita quotidiana.

Che il clima fosse destinato a cambiare lo sapevamo da tempo; lo sapevamo fin dai primi rapporti pubblicati dall'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) negli anni Novanta del secolo scorso.

Da allora sono stati pubblicati altri cinque rapporti sempre più dettagliati, l'ultimo dei quali poco più di un anno

fa. In particolare, nell'ultimo rapporto, l'IPCC sottolinea in modo chiaro che l'influenza umana sull'attuale riscaldamento globale è assolutamente inequivocabile. Riscaldamento che ha contribuito al verificarsi di cambiamenti rapidi e diffusi nell'atmosfera, nell'oceano, nella criosfera e nella biosfera. L'IPCC ha avvertito che sono in atto cambiamenti climatici che "non hanno precedenti" nelle ultime centinaia di migliaia di anni. **Il pianeta è stato più caldo nell'ultimo decennio di quanto lo sia mai stato negli ultimi 125 mila anni.** Sempre secondo l'IPCC, il cambiamento climatico provocato dall'uomo interessa ogni regione del pianeta. **Le inondazioni estreme, la siccità, gli incendi, le ondate di calore e le tempeste sono destinate ad aumentare di frequenza e gravità se non si riuscirà a mettere un freno al riscaldamento globale.** Anche nel migliore dei casi alcuni dei cambiamenti – per esempio l'incremento del livello dei mari – saranno irreversibili. Il nuovo rapporto stabilisce inoltre che negli ultimi anni le concentrazioni atmosferiche di CO₂ sono state le più alte registrate negli ultimi 2 milioni di anni. **Non c'è dubbio quindi che ci troviamo nel bel mezzo di una crisi climatica.**

La "sensibilità climatica di equilibrio"

Una delle novità più significative del

sesto rapporto è il restringimento dell'incertezza associata alla "sensibilità climatica di equilibrio" - una metrica chiave del clima che mostra quanto il nostro pianeta dovrebbe riscaldarsi se i livelli di CO₂ raddoppiassero rispetto ai livelli preindustriali. Rispetto ai rapporti precedenti questa incertezza è stata ridotta drasticamente da 5°C a 1.5°. Ora sappiamo infatti che la "sensibilità climatica di equilibrio" è compresa tra 2.5°C e 4°C. Il restringimento di questa forbice ha contribuito inoltre a ridurre le incertezze nelle proiezioni climatiche. Quello che sappiamo oggi è che rispetto al periodo preindustriale la temperatura superficiale globale media a fine secolo sarà più alta e compresa tra 1°C e 1.8°C nel caso in cui riusciamo a portare a zero le emissioni di CO₂ nel corso dei prossimi trenta anni. Nel caso in cui i paesi più industrializzati non riuscissero in questa impresa la situazione sarebbe sicuramente peggiore. La temperatura superficiale media globale potrebbe salire fino a 5.7°C con conseguenze catastrofiche per la maggiore parte degli abitanti della Terra.

Le proiezioni climatiche presentate nell'ultimo rapporto dell'IPCC concordano sul fatto che nei prossimi decenni le temperature aumenteranno praticamente ovunque sulla Terra e nella maggior parte dei continenti si assisterà ad un aumento delle preci-

pitazioni in parte dovuto al fatto che un'atmosfera più calda può contenere più vapore acqueo. **Tuttavia, c'è una grande eccezione, ed è proprio la regione mediterranea.**

“L'eccezione” della regione mediterranea

Le ultime proiezioni climatiche concordano sul fatto che la regione mediterranea sarà più secca nei prossimi decenni, vedendo fino al 40% in meno di precipitazioni durante la stagione invernale.

Questo comportamento anomalo del Mediterraneo è da ricercare nell'azione combinata di due effetti del riscaldamento climatico: un cambiamento nella dinamica della circolazione dell'alta atmosfera e una riduzione della differenza di temperatura tra terra e mare nel bacino mediterraneo. E' bene sottolineare che entrambi questi fenomeni sono esaltati dalla geografia della nostra regione ed in particolare dalle grandi catene montuose a nord, il deserto a sud, e la presenza di un mare semichiuso. Il risultato finale è quello di favorire la risalita verso le nostre latitudini dell'alta pressione di origine africana. Alta pressione che da una parte determina la riduzione delle precipitazioni e dall'altra favorisce l'aumento delle temperature. Aumento che corre più velocemente della media globale. **E' stato infatti stimato che dal 1860 ad oggi la temperatura dell'area mediterranea è aumentata il 20% in più della media globale.**

Senza misure di mitigazione decine di milioni di persone che vivono lungo le coste del Mediterraneo si troveranno ad affrontare il rischio della carenza d'acqua, delle inondazioni costiere e saranno esposte alle alte temperature delle sempre più frequenti ondate di calore estremo.

Per tutti questi motivi la regione mediterranea è stata identificata come una delle aree più sensibili e vulnerabili al cambiamento climatico, dove l'alta densità di popolazione e l'intenso sfruttamento antropico del territorio sollecitano con urgenza la messa a

punto di misure di mitigazione importanti, ma anche misure di adattamento e resilienza efficaci da programmare nell'immediato.

I Modelli del sistema Terra

Per studiare il comportamento e prevedere i cambiamenti del clima i ricercatori utilizzano modelli computerizzati denominati EARTH-SYSTEM MODEL (Modelli del sistema Terra). Questi modelli si basano sulla descrizione matematica della circolazione atmosferica, di quella oceanica, della criosfera e della biosfera e delle loro interazioni, simulandone l'evoluzione dinamica e termodinamica indotta dalla radiazione solare che fornisce loro energia. In generale, non è possibile aspettarsi effetti spazialmente omogenei dei cambiamenti climatici globali. Essi variano considerevolmente da regione a regione, e possono essere indotti da processi che avvengono su vasta scala, da modificazioni locali o da fenomeni che si verificano in luoghi remoti (tele-connessioni). In generale le variazioni climatiche a scala regionale e quelle a scala globale sono legate da effetti di retro-azione, in cui le variazioni nella circolazione atmosferica planetaria alterano la sequenza di eventi meteorologici che determinano il clima locale, mentre gli effetti delle forzanti locali (ad es. topografia, linee di costa, uso del suolo) modulano, a loro volta, il segnale di larga scala. **Gli strumenti correntemente utilizzati per ottenere proiezioni climatiche regionali vanno da particolari configurazioni dei modelli globali, ai modelli di circolazione regionali ad area limitata, a metodi statistici.** Le assunzioni su cui si basano ed i requisiti per il loro utilizzo differiscono da metodo a metodo, condizionandone l'applicabilità, le potenzialità e le limitazioni. I modelli di circolazione ad area limitata rappresentano probabilmente il metodo di regionalizzazione più diffuso, in quanto permettono di raffinare l'informazione proveniente dai modelli globali ad un costo computazionale relativamente contenuto. Attualmente essi

arrivano ad una risoluzione di circa 10 km e rappresentano spesso l'ultima interfaccia tra la previsione climatica e le valutazioni di impatto e la pianificazione gestionale. **L'informazione climatica regionale, sebbene cruciale, è tuttavia ancora affetta da incertezze non trascurabili,** derivanti principalmente dall'aumento della variabilità associato alle piccole scale e dalla difficoltà di rappresentare con sufficiente accuratezza i processi fisici che le caratterizzano, oltre che da eventuali errori provenienti dai modelli globali. Per questo non ci si può affidare a singole proiezioni prodotte da singoli modelli, ma si organizzano esperimenti internazionali in cui i principali centri di ricerca contribuiscono alla costruzione di grandi insiemi di simulazioni numeriche prodotte da modelli regionali diversi guidati da diversi modelli globali, per ottenere distribuzioni probabilistiche affidabili delle variabili di interesse.

Come abbiamo ricordato prima, la regione mediterranea è stata identificata come una delle aree più sensibili al cambiamento climatico. Per questo motivo e per la varietà e complessità di processi che caratterizzano la regione, nel corso degli anni si sono costituite collaborazioni di ricerca internazionali che organizzano iniziative concordate per l'avanzamento delle conoscenze scientifiche e delle capacità modellistiche relative a quest'area. All'interno del Coordinated Regional climate Downscaling Experiment (CORDEX, www.cordex.org) e del programma CLIVAR (Climate and Ocean: Variability, Predictability and Change), entrambi sponsorizzati dal WCRP (World Climate Research Programme) la regione europea allargata ad includere l'intero bacino mediterraneo è stata immediatamente riconosciuta come rilevante per la ricerca globale, tanto da meritare nel tempo due sezioni dedicate, Med-CORDEX e MedCLIVAR. In particolare, all'interno di Med-CORDEX, 20 diversi gruppi di modellistica provenienti dai maggiori centri di ricerca sul clima europei, tra cui l'ENEA,

realizzano simulazioni numeriche utilizzando 9 modelli regionali atmosferici, 8 modelli regionali oceanici e 12 sistemi regionali accoppiati. I risultati prodotti dalle simulazioni vengono condivisi dalla comunità scientifica su una piattaforma online, ospitata e gestita dall'ENEA.

I rischi per il settore agroalimentare

Anche se il fenomeno dei cambiamenti climatici è globale, le conseguenze ecologiche, economiche e sociali attese per il Mediterraneo sono più preoccupanti perché mutamenti più intensi che altrove mettono in pericolo la ricca e complessa biodiversità che alimenta le attività umane in quest'area, inclusa l'agricoltura. **Il settore agro-alimentare, influenzato in maniera diretta dalla variabilità climatica, è parti-**

colarmente esposto a questa nuova minaccia. Un incremento del rischio di perdita dei raccolti a causa della presenza di insetti nocivi, o di disastri naturali come ondate di calore, siccità, alluvioni o inondazioni, è considerato molto probabile e sono necessarie quindi azioni immediate per l'adattamento a questo futuro incerto.

Il futuro del clima è nelle nostre mani. Non dobbiamo dimenticare infatti che l'attuale cambiamento climatico è frutto dell'opera dell'uomo. Siamo stati noi con le nostre emissioni incontrollate di CO₂ a modificare il clima. Ora tocca a noi risolvere il problema. Abbiamo le tecnologie, le risorse e soprattutto l'intelligenza per operare una transizione ecologica rapida e profonda che porti a zero il prima possibile le emissioni di gas serra. Tutto questo per evitare di dover fare

i conti con un clima ostile che renderebbe proibitivi i costi di ogni azione di adattamento.

La transizione ecologica dovrà necessariamente passare per la decarbonizzazione massiccia dei sistemi produttivi. Questo significa che bisognerà dire addio ai combustibili fossili e dare il benvenuto a tutte le forme di energie rinnovabili, non solo quelle già consolidate come l'eolico e il fotovoltaico a terra, ma anche quelle marine (eolico off-shore, onde, correnti di marea) e geotermiche. Bisognerà agevolare la creazione delle comunità energetiche locali, spingere al massimo l'efficienza energetica delle nostre case e aziende, passare ad una mobilità più dolce e sostenibile, ed infine applicare in modo diffuso i principi dell'economia circolare.

Per info: gianmaria.sannino@enea.it



25 anni di Lampedusa, la sentinella d'Europa sul clima

L'Osservatorio Climatico ENEA a Lampedusa da 25 anni effettua ricerche e rende disponibili contributi ad infrastrutture di ricerca internazionali. Infatti, le prime misure di parametri atmosferici sono state avviate a dicembre 1997. La presenza di un Osservatorio permanente ha permesso di intensificare le misure dei parametri rilevanti per lo studio del clima, in particolare relativi all'incremento della concentrazione dei gas ad effetto serra e alle sue conseguenze.

DOI 10.12910/EAI2022-056

di Alcide di Sarra, Fabrizio Anello, Carlo Bommarito, Virginia Ciardini, Giorgia Cinelli, Lorenzo De Silvestri, Tatiana Di Iorio, Biagio Di Pietra, Paolo Grigioni, Antonio Iaccarino, Salvatore Marullo, Daniela Meloni, Francesco Monteleone, Giandomenico Pace, Salvatore Piacentino, Claudio Scarchilli, Damiano Sferlazzo

Le prime misure di parametri atmosferici effettuate presso l'Osservatorio Climatico ENEA a Lampedusa sono state avviate a dicembre 1997, 25 anni fa, subito dopo il completamento dei lavori di ristrutturazione di un'area acquisita da ENEA e precedentemente di proprietà della società telefonica. La presenza di un Osservatorio permanente di proprietà ENEA ha permesso di intensificare le misure di alcuni parametri rilevanti per lo studio del clima, in particolare della concentrazione di alcuni gas ad effetto serra, iniziate a Lampedusa 30 anni fa: infatti a maggio 1992 Paolo Chamard e Luigi Ciattaglia avviarono i primi campionamenti settimanali di aria per la determinazione di CO₂ [1], e successivamente CH₄ e altri composti, secondo protocolli e scale di riferimento concordati a livello internazionale, in modo da poter garantire un'alta accuratezza e la comparabilità delle misure su scala globale. Le attività dell'Osservatorio sono poi cresciute moltissimo, sempre rispettando questi obiettivi: da una parte garantire misure di alta qualità tracciabili a scale di riferimento internazionali, dall'altra fornire un quadro

dettagliato dei molti parametri che giocano un ruolo importante nei processi climatici. Gli sviluppi lungo queste linee hanno portato a costruire un laboratorio integrato, unico nel suo genere, che attualmente tiene sotto controllo tutti i principali parametri (le cosiddette "variabili climatiche essenziali") che permettono di descrivere l'evoluzione del clima, di identificare i fattori che lo regolano, sia legati a processi naturali che ad attività antropiche, e di studiare alcuni meccanismi ancora non ben compresi.

Un punto di riferimento internazionale

Vari passaggi fondamentali hanno portato l'Osservatorio ad essere un punto di riferimento internazionale per le ricerche sul clima. Tra questi abbiamo la realizzazione di campagne di misura internazionali, tra cui alcune con mezzi aerei nel 1999, 2004, 2008, 2013, e 2014 [ad es. 2], l'attivazione di misure di radiazione nel 2003, l'inserimento nella rete globale di campionamento della NOAA americana nel 2006, la installazione nel 2015 dell'Osservatorio Oceanografico [3], una boa strumentata in mare aperto per le misure oceanografiche.

L'Osservatorio di Lampedusa attualmente partecipa alle principali infrastrutture di ricerca ambientali Europee: Aerosol, Clouds and Trace Gases Research Infrastructure (ACTRIS), dedicata allo studio di particolato atmosferico e nubi, Integrated Carbon Observation System (ICOS), dedicata al ciclo del carbonio e, a livello nazionale, European Multidisciplinary Seafloor and water column Observatory (EMSO), indirizzata a fornire una infrastruttura per indagini sulla colonna d'acqua e sul mare. È inoltre in via di realizzazione, in collaborazione con il CNR, il sito della rete Europea Co-operative programme for monitoring and evaluation of the long-range transmission of air pollutants in Europe (che va anche sotto il nome di 'European Monitoring and Evaluation Programme', EMEP). Infine, sin dal 1992, Lampedusa contribuisce alla rete osservativa Global Atmosphere Watch dell'Organizzazione Meteorologica Mondiale. Tramite le infrastrutture di Ricerca ACTRIS, ICOS ed EMSO l'Osservatorio di Lampedusa partecipa al grande Progetto Nazionale delle infrastrutture ambientali finanziato dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), Italian



Figura 1. Osservatorio Atmosferico di Lampedusa.

Integrated Environmental Research Infrastructures System (ITINERIS). La Figura 2 mostra una foto dell'Osservatorio Oceanografico con il profilo dell'isola sullo sfondo, con evidenziate schematicamente i principali meccanismi di regolazione del clima che vengono studiati a Lampedusa. Nel funzionamento del clima sono coinvolte interazioni complesse che riguardano scambi ed equilibri tra processi fisici (trasferimento della radiazione solare e infrarossa, trasporto delle masse d'aria e marine; scambi di energia e materia tra i diversi comparti), chimici (reazioni e variazioni di composizione dell'aria e dell'acqua), biologici (interazioni con vegetazione terrestre e acquatica); i diversi processi sono poi tra di loro interconnessi, e regolati da numerosi meccanismi di retroazione, che possono produrre amplificazioni delle perturbazioni di partenza. In particolare, a Lampedusa vengono studiati gli effetti prodotti

da modificazioni della composizione (gas ad effetto serra, inquinanti, particolato, nubi) e struttura dell'atmosfera e dell'oceano sul bilancio della radiazione [ad es. 4], e dell'energia; gli scambi di energia [ad es. 5] e materia, in particolare di vapor d'acqua e CO_2 , che avvengono tra oceano ed atmosfera. Questi processi sono alla base del funzionamento del clima e presentano connessioni fortissime con il ciclo idrologico, la qualità dell'aria e delle acque ed i processi di trasporto.

La Figura 3 mostra l'evoluzione delle medie mensili di alcune delle grandezze che vengono misurate all'Osservatorio Atmosferico. È evidente la crescita di CO_2 , passata in 30 anni da circa 350 ppm (parti per milione) a circa 420 ppm. La variazione di CO_2 (ed altri gas serra) influenza direttamente il bilancio della radiazione, ed indirettamente attraverso interazioni complesse e meccanismi di retroazione gli andamenti delle altre variabili e

i meccanismi di regolazione del clima [ad es. 6].

Cambiamenti climatici nell'area del Mediterraneo

I dati di Lampedusa sono quindi molto importanti per la comprensione dei meccanismi climatici in particolar modo nel Mediterraneo, che è una regione particolarmente sensibile alle variazioni del clima [ad es. 6]. Lampedusa è infatti una piccola isola (superficie di circa 20 km^2), lontana da zone continentali (la regione continentale più vicina è la Tunisia, a oltre 120 km di distanza) e poco influenzata dagli effetti diretti prodotti dalla vegetazione e dalle emissioni antropiche. Grazie a queste condizioni sono stati ad esempio studiati gli effetti regionali delle emissioni legate alle attività industriali continentali, al traffico navale, agli incendi, all'attività dell'Etna.

Allo stesso tempo, il fatto di essere

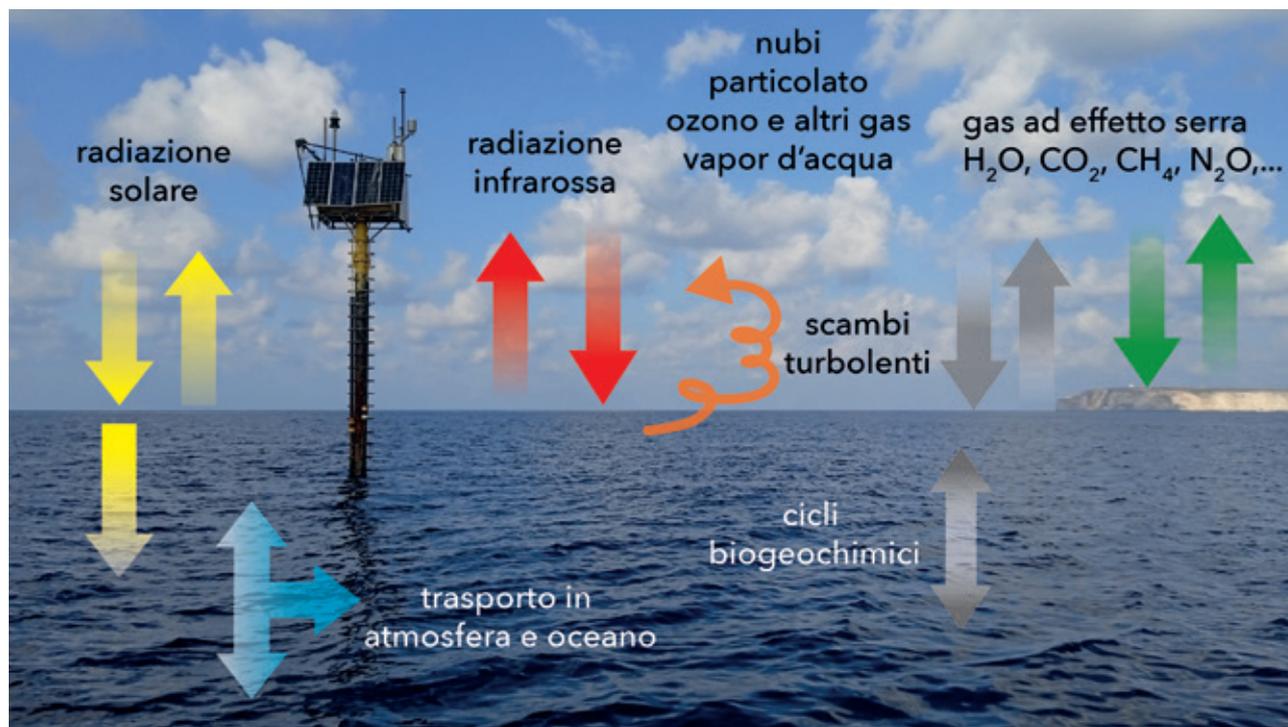


Figura 2. L'Osservatorio Oceanografico di Lampedusa con il profilo dell'estremità occidentale dell'isola (sulla destra). Con le frecce sono mostrati i principali processi ed interazioni relativi al funzionamento del clima che vengono studiati presso l'Osservatorio Climatico. Si riconoscono le componenti del bilancio energetico superficiale (radiazione, flussi turbolenti) ed i fattori in grado di influenzarli (come nubi, particolato atmosferico, componenti atmosferici e marini); gli scambi atmosfera-oceano (frecce grigie) e atmosfera-vegetazione (frecce verdi) di vapor d'acqua e CO_2 , e la ripartizione delle specie del carbonio in atmosfera e nell'oceano, risultato di complessi equilibri biogeochimici alla base degli studi sul ciclo del carbonio (freccia grigia in mare). Ed infine i meccanismi di trasporto, che redistribuiscono su scala regionale e globale specie chimiche, energia. Le attività osservative e di indagine su particolato e nubi afferiscono alla infrastruttura Europea ACTRIS, quelle sul ciclo del carbonio alla infrastruttura Europea ICOS.

una isola di piccole dimensioni, essenzialmente piatta, lontana da continenti, quindi su un fondo marino uniforme, con condizioni di cielo sereno molto frequenti, rende il sito ottimale per la verifica e la validazione delle osservazioni dallo spazio. Anche su questi aspetti sono attive linee di ricerca, grazie alla disponibilità di una ottima caratterizzazione sia dell'oceano che dell'atmosfera, fondamentale per la cosiddetta "correzione atmosferica" delle misure dallo spazio.

In aggiunta agli studi svolti da ENEA, i dati di Lampedusa sono disponibili a tutta la comunità scientifica attraverso banche dati internazionali. A dimostrazione dell'importanza scientifica del sito e dei dati raccolti, abbiamo censito oltre 230 articoli scientifici

internazionali con revisione (ma di molti studi non si ha notizia) nei quali sono utilizzate le misure dell'Osservatorio ENEA di Lampedusa. L'Osservatorio ospita inoltre strumenti di altre istituzioni (ad es. CNR e di varie Università) che contribuiscono agli studi sul clima.

Negli ultimi anni l'Osservatorio Climatico è diventato anche sede di ulteriori attività di ricerca, sia condotte da ENEA sul risparmio energetico e su sistemi di accumulo di energia da fotovoltaico, sia da altre Istituzioni (ad es. un sismografo della rete nazionale ed una antenna per misure di scintillazioni ionosferiche dell'INGV). Lampedusa è quindi una infrastruttura di ricerca di una comunità scientifica allargata, situata in una posizione

particolarmente rilevante per vari settori disciplinari.

Gli sviluppi futuri dell'Osservatorio rimangono legati alla necessità di mantenere nel tempo osservazioni integrate tracciabili di alta qualità per lo studio del clima. Nei prossimi mesi verrà completata la realizzazione di un sito per la misura degli scambi di CO_2 tra vegetazione ed atmosfera; con l'aggiunta di questo sistema Lampedusa sarà l'unico sito della rete ICOS a coprire tutti e tre i comparti (atmosfera, oceano, vegetazione) ed a fornire un quadro completo degli scambi e degli equilibri in corso.

I dati raccolti a Lampedusa sono necessari per controllare l'evoluzione del clima della terra e delle sue variabili; per verificare se e come le

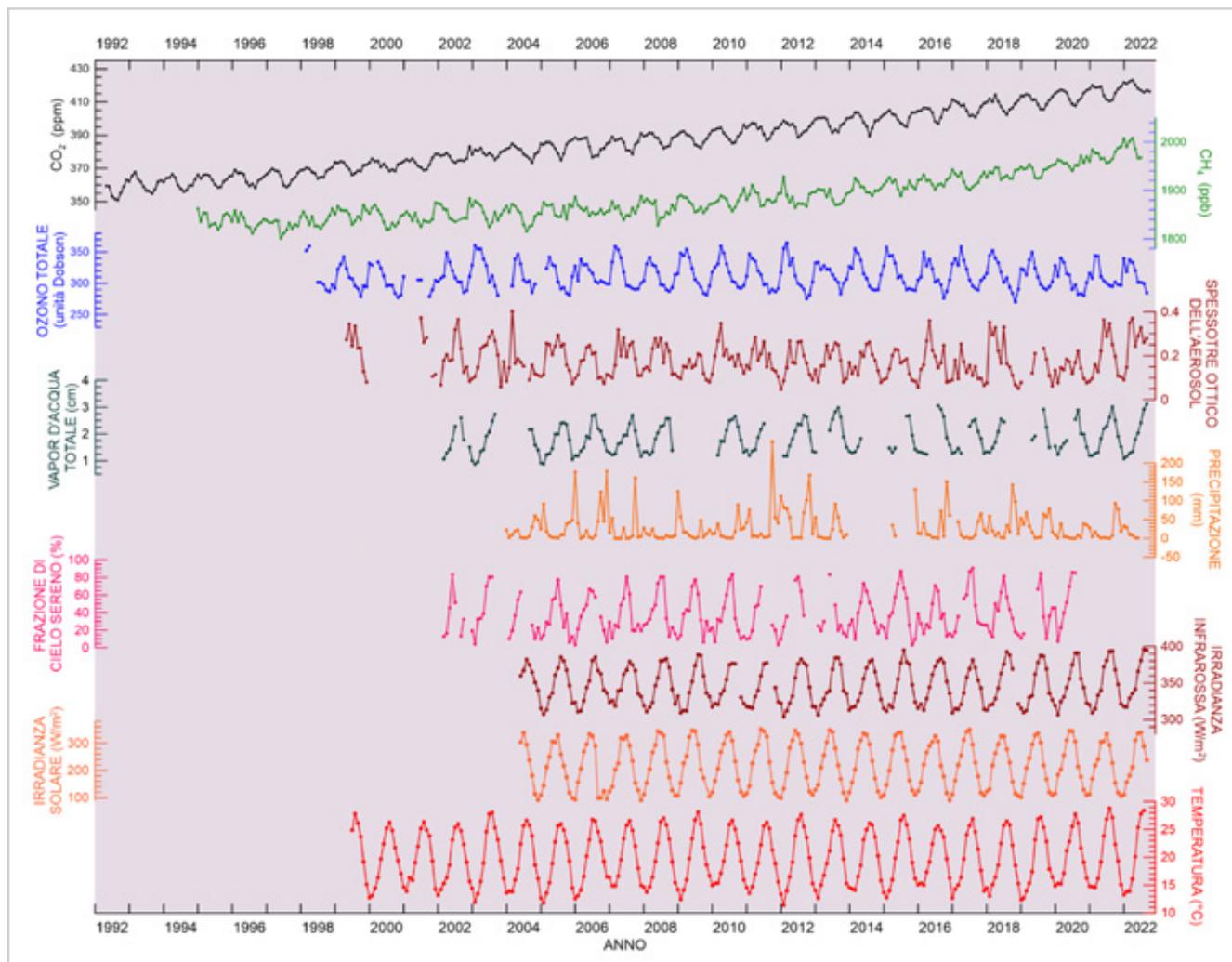


Figura 3. Serie temporale della media mensile di alcuni dei parametri osservati a Lampedusa nel periodo 1992-2022. Si nota la crescita rapidissima di CO₂ e CH₄, i principali gas ad effetto serra influenzati dalle attività antropiche. L'incremento di questi gas, insieme alle variazioni di vapor d'acqua, delle nubi, di ozono, della temperatura dell'atmosfera e della superficie, influenzano il bilancio della radiazione infrarossa; le variazioni di nubi, particolato, ozono ed altri gas, e delle caratteristiche della superficie influenzano il bilancio della radiazione solare. La temperatura dell'aria vicino alla superficie è il risultato del bilancio della radiazione e degli scambi turbolenti ed il trasporto. Alcune delle variazioni che compaiono nel grafico sono dovute a processi naturali, anche se interazioni indirette possono modificarli. La crescita di CO₂ è totalmente ascrivibile alle attività umane, mentre quella del metano è il risultato di contributi naturali ed antropici.

politiche di riduzione delle emissioni vengano implementate, e per capire come il sistema climatico, con le sue complessità, risponde. A livello nazionale, le misure dei gas serra e dei parametri climatici sono un mezzo per verificare l'attuazione delle poli-

tiche di mitigazione ed adattamento ai cambiamenti del clima, ed in particolare del Piano Nazionale Energia e Clima (PNIEC), della Strategia di lungo termine per la riduzione delle emissioni dei gas a effetto serra (LTS), e degli aspetti legati alla transizione

ecologica compresi nel PNRR. Queste politiche sono fondamentali per una gestione sostenibile e consapevole delle transizioni che è necessario operare in questo periodo critico della storia umana sulla terra.

Per info: alcide.disarra@enea.it



Riferimenti

1. P. Chamard, F. Thiery, A. di Sarra, L. Ciattaglia, L. De Silvestri, P. Grigioni, F. Monteleone, and S. Piacentino (2003), "Interannual variability of atmospheric CO₂ in the Mediterranean: Measurements at the island of Lampedusa", *Tellus*, 55B, 83-93.
2. D. Meloni, D., A. di Sarra, G. Brogniez, C. Denjean, L. De Silvestri, T. Di Iorio, P. Formenti, J. L. Gómez-Amo, J. Gröbner, N. Kouremeti, G. Liuzzi, M. Mallet, G. Pace, and D. M. Sferlazzo (2018), "Determining the infrared radiative effects of Saharan dust: a radiative transfer modelling study based on vertically resolved measurements at Lampedusa", *Atmos. Chem. Phys.*, 18, 4377–4401.
3. A. di Sarra, C. Bommarito, F. Anello, T. Di Iorio, D. Meloni, F. Monteleone, G. Pace, S. Piacentino, and D. Sferlazzo (2019), "Assessing the quality of shortwave and longwave radiation observations over the ocean: one year of high time resolution measurements at the Lampedusa Oceanographic Observatory", *J. Atmos. Ocean. Technol.*, 36, 2383-2400.
4. M. Mallet, F. Dulac, P. Formenti, P. Nabat, J. Sciare, G. Roberts, J. Pelon, G. Ancellet, D. Tanré, F. Parol, A. di Sarra, L. Alados, J. Arndt, F. Auriol, L. Blarel, T. Bourriane, G. Brogniez, P. Chazette, S. Chevaillier, M. Claeys, B. D'Anna, C. Denjean, Y. Derimian, K. Desboeufs, T. Di Iorio, J.-F. Doussin, P. Durand, A. Féron, E. Freney, C. Gaimoz, P. Goloub, J. L. Gómez-Amo, M.-J. Granados-Muñoz, N. Grand, E. Hamonou, I. Jankowiak, M. Jeannot, J.-F. Léon, M. Maillé, S. Mailler, D. Meloni, L. Menut, G. Momboisse, J. Nicolas, T. Podvin, V. Pont, G. Rea, J.-B. Renard, L. Roblou, K. Schepanski, A. Schwarzenboeck, K. Sellegri, M. Sicard, F. Solmon, S. Somot, B. Torres, J. Totems, S. Triquet, N. Verdier, C. Verwaerde, J. Wenger, and P. Zapf (2016), "Overview of the Chemistry-Aerosol Mediterranean Experiment/Aerosol Direct Radiative Forcing on the Mediterranean Climate (ChArMEx/ADRIMED) summer 2013 campaign", *Atmos. Chem. Phys.*, 16, 455-504.
5. S. Marullo, J. Pitarch, M. Bellacicco, A. G. di Sarra, D. Meloni, F. Monteleone, D. Sferlazzo, V. Artale, and R. Santoleri (2021), "Air-sea interaction in the central Mediterranean Sea: assessment of reanalysis and satellite observations", *Remote Sens.*, 2021, 13, 2188. <https://doi.org/10.3390/rs13112188>, 2021
6. V. Ciardini, G.M. Contessa, R. Falsaperla, J. L. Gómez-Amo, D. Meloni, F. Monteleone, G. Pace, S. Piacentino, D. Sferlazzo, and A. di Sarra (2016), "Global and Mediterranean climate change: a short summary", *Annali Ist. Super. Sanità*, 52, 325-337.

Urban mining e materie prime critiche

Con la transizione ecologica e digitale in atto, la domanda di materie prime critiche è in costante aumento. Ad oggi l'Europa deve importarle praticamente al 100%: occorre quindi garantire un approvvigionamento corretto e sicuro anche facendo leva su soluzioni come l'Urban mining, con le città come vere proprie miniere urbane, riserve di materie prime a cielo aperto da valorizzare. All'interno del PNRR, la Strategia Nazionale per l'Economia Circolare prevede un Piano d'azione sulle materie prime critiche.

DOI 10.12910/EAI2022-057

di **Claudia Brunori**, Responsabile della Divisione Uso efficiente delle risorse e chiusura dei cicli - ENEA

Sempre più spesso in questo periodo si sente parlare della difficoltà di approvvigionamento di materie prime, del loro aumento di prezzo ormai quasi fuori controllo. Le motivazioni sono diverse, l'incremento della domanda a livello globale, la crisi climatica, la pandemia, la crisi geopolitica hanno evidenziato la vulnerabilità del sistema di approvvigionamento in Europa delle risorse (energetiche e non solo). L'andamento del costo delle materie prime non energetiche segue l'andamento del costo delle risorse energetiche ed in questo periodo presenta una grande instabilità. C'è una strettissima correlazione, che purtroppo viene spesso ignorata, probabilmente perché mentre quando si parla di energia si prende in considerazione un unico parametro da inquadrare, **quando si parla di materie prime non energetiche, si deve prendere in considerazione un insieme di molte materie prime, implicando una maggiore complessità sia per inquadrare la situazione che per individuare le soluzioni. Il tema delle materie prime e del loro uso efficiente è assolutamente fondamentale, sia per quanto riguarda l'impatto sull'ambiente, sia per l'impatto sulla resilienza e competitività delle nostre imprese e del nostro sistema produttivo.**

Le Materie Prime Critiche al centro della transizione Ecologica

Per materie prime critiche si intendono quelle non alimentari e non energetiche i cui problemi di approvvigionamento, di carattere politico, commerciale e ambientale, rendono prioritario un cambio di strategia economica e un forte aggiornamento tecnologico. Nei vari documenti pubblicati dalla Commissione Europea, si sottolinea fortemente il ruolo cardine delle materie prime critiche (Critical Raw Materials, CRMs) per realizzare un'economia circolare e competitiva.

A partire dal 2011, ogni tre anni, viene stilata ed aggiornata la lista di CRMs a livello europeo, definita sulla base della importanza economica in specifici settori economici che rivestono un ruolo centrale per l'economia comunitaria e del rischio di approvvigionamento per l'industria europea, dipendente dalle condizioni di stabilità politica ed economica dei paesi produttori, dal potenziale di sostituibilità e dal grado di riciclo. Le Materie Prime Critiche individuate nella lista più recente (2020) sono 30: Antimonio, Afnio, Bauxite, Berillio, Bismuto, Borato, Carbon coke, Cobalto, Fluorite, Fosforite, Fosforo, Gallio, Germanio, Gomma naturale, Grafite naturale, Indio, Litio, Magnesio, Metalli del gruppo del

platino, Titanio, Niobio, Scandio, Silicio metallico, Stronzio, Tantalio, Terre rare leggere, Terre rare pesanti, Tungsteno, Vanadio.

La maggior parte delle materie prime critiche sono importate praticamente al 100% da fuori dall'Europa e sono prodotte in pochi Paesi, in tanti casi instabili dal punto di vista geopolitico, che ne determinano il mercato a livello globale.

Si tratta di materie prime fondamentali per la transizione energetica, per la mobilità elettrica, per la transizione digitale e la difesa; occorre quindi garantire il corretto e sicuro approvvigionamento di queste materie prime critiche, che può impattare fortemente su tutta la transizione ecologica in generale.

A seguito della transizione ecologica e digitale in atto, la domanda delle materie prime critiche è in costante aumento. Ad esempio, si stima che la richiesta di terre rare potrebbe decuplicare entro il 2050 essendo esse impiegate in magneti permanenti, nella produzione di veicoli elettrici, nei dispositivi elettrici ed elettronici di uso comune, nelle macchine industriali, negli impianti dell'industria del riciclo e nei generatori eolici. Un altro esempio riguarda litio, cobalto e grafite che sono fondamentali per la produzione degli attuali sistemi di accumulo

dell'energia: la produzione di batterie agli ioni di litio (LIBs), impiegate nel settore della mobilità elettrica, nell'elettronica di consumo e nei sistemi di accumulo stazionario, è in crescita esponenziale.

In analogia con quanto avviene per le risorse energetiche servirebbe anche una mappatura delle esigenze di materie prime del nostro Paese ed un piano di approvvigionamento di quelle più strategiche, a partire dalla valorizzazione dei rifiuti e degli scarti produttivi.

Iniziative in Europa

In Europa ci sono da diversi anni iniziative strategiche sulle materie prime come ad esempio la European Innovation Partnership sulle materie Prime (EIP Raw Materials) e la Knowledge Innovation Community sulle Materie Prime (EIT RawMaterials), il più grande consorzio nel settore delle materie prime – non solo critiche - a livello mondiale, la cui missione è quella di consentire la competitività sostenibile del settore europeo dei minerali, dei metalli e dei materiali lungo la catena del valore guidando l'innovazione, l'istruzione e l'imprenditorialità. La EIT RawMaterials unisce più di 300 partner provenienti da importanti industrie, università e istituti di ricerca di oltre 20 paesi dell'UE che sono attivi lungo l'intera catena del valore delle materie prime: dall'esplorazione, l'estrazione mineraria e la lavorazione dei minerali alla sostituzione, al riciclaggio e all'economia circolare.

A seguito del periodo pandemico, la questione della criticità di approvvigionamento delle materie prime ha assunto dimensioni sempre più rilevanti e nel 2020 è stato lanciato un apposito Piano d'azione Europeo sulle Materie Prime Critiche. Tale Piano è suddiviso in 10 punti principali che includono iniziative per l'approvvigionamento e l'uso sostenibile delle materie prime critiche e la costituzione dell'Alleanza Europea per le Materie Prime a trazione industriale (European Raw Materials Alliance - ERMA),

con l'obiettivo strategico di individuare e supportare specifici progetti d'investimento, al fine di rafforzare le catene del valore delle materie prime, dall'estrazione mineraria al recupero e alla progettazione del prodotto per un'economia circolare. Le attività di ERMA vengono svolte attraverso "cluster" incentrati su specifiche catene del valore. Al momento ne sono stati definiti due: "Rare Earth Magnets & Motors" e "Materials for Energy Storage and Conversion".

Un'altra importante iniziativa promossa dall'UE per consolidare la rete degli stakeholder lungo l'intera catena di valore delle batterie è la European Battery Alliance (EBA), che mira a favorire l'accesso sicuro alle materie prime, supportare l'innovazione tecnologica e istituire un adeguato sistema normativo. Alla piattaforma cooperativa prendono parte la Commissione Europea, i Paesi UE interessati, la Banca Europea per gli Investimenti, partner industriali e i diversi attori dell'innovazione. Nel mese di gennaio 2021, la Commissione Europea ha dato il via libera al secondo Importante Progetto di Interesse Comune Europeo (IPCEI) sulle batterie a cui partecipano, oltre all'Italia anche Austria, Belgio, Croazia, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Polonia, Slovacchia, Spagna e Svezia. L'obiettivo di IPCEI è quello di creare una catena del valore sostenibile e innovativa che porti l'Europa a produrre materie prime, celle, moduli e sistemi di batterie di nuova generazione e che consenta la riconversione e il riciclo delle batterie con metodi innovativi e più efficienti. L'Italia partecipa all'IPCEI attraverso il MISE con 12 imprese (Endurance, Enel X, Engitec, FCA Italy, Fiamm, Fluorsid Alkeemia, FPT Industrial, Green Energy Storage, Italmatch Chemicals, Manz Italia, Midac, Solvay) e due centri di ricerca ENEA e Fondazione Bruno Kessler.

È importante sottolineare che il piano di approvvigionamento delle materie prime deve prevedere una soluzione che integri estrazione primaria con riciclo di materie prime; tuttavia, per

motivi economici, ambientali e di opportunità, il riciclo deve essere prioritario rispetto all'estrazione di nuove risorse. In generale l'Europa, ed in particolare l'Italia, sono povere di giacimenti di materie prime. Inoltre, nello specifico, il riciclo presenta una serie di vantaggi inopinabili rispetto all'estrazione primaria, come un ridotto impatto ambientale, una maggiore efficienza di estrazione e, dunque, un minor costo.

Le materie prime presenti nelle cosiddette 'miniere urbane' sono più concentrate e più facilmente estraibili rispetto a quelle presenti nelle miniere classiche. Inoltre, le miniere urbane contengono una vasta varietà di materie prime e possono più facilmente rispondere alle esigenze tecnologiche che mutano nel tempo.

Iniziative in Italia

Tra le varie iniziative in Italia sulle Materie Prime Critiche occorre menzionare il Tavolo Nazionale di Lavoro Materie Prime Critiche istituito a gennaio 2021 presso il MISE in collaborazione con il MiTE con l'obiettivo di riunire i diversi stakeholder nazionali lungo l'intera catena del valore delle CRM. Al tavolo partecipano attori appartenenti al mondo dell'Università e della ricerca, nonché PMI, consorzi e associazioni di categoria: ne fanno parte ENEA, ISPRA, ISTAT, ERION, Cobat, Confindustria. Il Tavolo è operativo con 4 Gruppi di Lavoro tematici (GdL), supervisionati dal MISE e dal MiTE:

- GdL 1 "Analisi Fabbisogni" – Coordinato da Confindustria con l'obiettivo di stimare i bisogni futuri di materie prime critiche, sia diretti che indiretti analizzando anche il divario tra domanda e offerta.
- GdL di Lavoro 2 "Mining" – Coordinato da ISPRA. Nell'ottica della sostenibilità e dell'economia circolare, il GdL ha l'obiettivo di identificare le potenzialità per le attività estrattive primarie e secondarie (recupero da rifiuti estrattivi) veri-



ficando le possibilità di un' estrazione sostenibile nel territorio italiano compreso il recupero di materie prime da siti precedentemente abbandonati e da rifiuti minerari.

- GdL 3 “Ecodesign, Ecoprogettazione” - Coordinato da ENEA, si pone l'obiettivo di analizzare le potenzialità dell'eco-design per ridurre la domanda di materie prime critiche.
- GdL 4 “Urban mining” – Coordinato da ENEA, ha come obiettivo principale la stima del potenziale delle attività di Urban Mining, con un focus sui RAEE, i rifiuti da apparecchiature elettriche ed elettroniche, l'elaborazione di proposte normative di semplificazione anche a seguito dell'analisi delle migliori pratiche a livello europeo e mondiale.

Sul tema delle Materie Prime Critiche si inquadra anche la Piattaforma italiana del fosforo, promossa nel 2019 dal MATTM (oggi MITE) per facilitare la

chiusura del ciclo del fosforo su base nazionale e il coordinamento con le politiche europee. Alla piattaforma, gestita da ENEA, partecipano ad oggi 63 stakeholder attivi nella catena del valore del fosforo con la partecipazione di centri di ricerca, istituzioni pubbliche e private, aziende e associazioni. La piattaforma ha individuato e raccolto oltre 20 tra tecnologie e buone pratiche, ma anche nuove norme, analisi di mercato e strategie di comunicazione.

All'interno del PNRR, la Strategia Nazionale per l'Economia Circolare prevede un Piano d'azione sulle materie prime critiche anche se non sono esplicitamente previsti investimenti per la sua elaborazione ed implementazione.

Come sola misura concreta nell'ambito del PNRR potenzialmente collegabile con il tema delle materie prime critiche possono essere menzionati i due bandi sull'economia circolare de-

dicati alla gestione dei rifiuti ed al riciclo che sono stati lanciati nello scorso autunno. Nella fattispecie si tratta dei seguenti bandi:

- DM 397 MITE AVVISO M2C. 1.2 - Linea d'intervento A ammodernamento (anche con ampliamento di impianti esistenti) e realizzazione di nuovi impianti per il miglioramento della raccolta, della logistica e del riciclo dei rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche c.d. RAEE comprese pale di turbine eoliche e pannelli fotovoltaici.
- DM 396 MITE - AVVISO M2C.1.1 - Linea d'Intervento C ammodernamento (anche con ampliamento di impianti esistenti) e realizzazione di nuovi impianti innovativi di trattamento/riciclaggio per lo smaltimento di materiali assorbenti ad uso personale (PAD), i fanghi di acque reflue, i rifiuti di pelletteria e i rifiuti tessili.

Questi bandi rappresentano una buona opportunità di aumentare l'approvvigionamento di materie prime critiche da fonti secondarie, purché nella fase di selezione sia assicurata l'adozione di un criterio di preferenza per quelle proposte che mirano al recupero di materie prime strategiche sul territorio nazionale.

Urban mining: una potenziale soluzione per l'approvvigionamento sicuro e sostenibile delle materie prime

Le città sono vere e proprie miniere urbane, riserve di materie prime a cielo aperto che possono e devono essere valorizzate a beneficio del territorio, con creazione di valore in termini di materia prima disponibile sul territorio e anche di nuove opportunità di business ed occupazione. Purtroppo, però, l'attuale sistema presenta molti limiti rispetto alla capacità di riciclare le materie prime critiche da prodotti a fine vita. Per la maggior parte di questi, le attuali percentuali di riciclo sono al di sotto del 10% rispetto alla quantità potenzialmente riciclabile. Un esempio molto concreto di miniera urbana è rappresentato dai Rifiuti da Apparecchiature elettriche ed Elettroniche (RAEE), che sono una miscela complessa di decine di materiali: metalli preziosi (Ag, Au, Pd, ...), metalli di specialità (Cu, Al, Ni, Sn, Zn, Fe, ..., In, Sb, Bi), materie prime critiche (Terre rare, Co, etc.), plastiche, vetro, ceramiche e molti altri. Una moderna apparecchiatura elettronica può contenere più di 60 elementi della tabella periodica e si stima che ogni cittadino europeo produca in media circa 18,3 kg di rifiuti hi-tech l'anno. Secondo il report 2012 delle Nazioni Unite sui RAEE, nel mondo ogni anno si producono dai 20 ai 50 milioni di ton di rifiuti hi-tech che contengono 320 ton

di oro e 7.200 ton d'argento per un valore di 21 miliardi di dollari e che solo il 15% di questi tesori viene recuperato. Per contro, **tutta questa grande potenzialità non viene valorizzata come dovrebbe essere, in generale in tutto il mondo, in particolare in Europa ed in Italia. Infatti, l'Italia è sicuramente campione del riciclo, ma limitatamente ai prodotti monomateriali, mentre con i prodotti complessi che contengono le materie prime critiche c'è ancora molta strada da fare.** La capacità di riciclaggio in Europa in generale su alcune materie prime critiche è molto molto bassa, al di sotto dell'1%. Per migliorare queste percentuali di riciclo occorre sicuramente un'azione di sistema, a partire dalla mappatura di tutte le potenziali fonti secondarie e dalla pianificazione nella realizzazione di impianti che siano finalizzati a produrre queste materie prime critiche. **Bisogna passare dal concetto degli impianti di riciclo come impianti di gestione dei rifiuti, al concetto di impianti di produzione di materie prime utili per il nostro territorio, per il nostro sistema produttivo. Particolare attenzione dovrebbe essere dedicata al design dei prodotti, finalizzato ad un disassemblaggio semplice, alla facile riciclabilità, all'allungamento di vita dei prodotti stessi con sistemi di tracciabilità delle materie prime critiche nei prodotti complessi. Si dovrebbe inoltre investire nell'innovazione finalizzata alla sostituzione, laddove possibile, delle materie prime critiche e promuovere poi la responsabilità estesa dei produttori. Occorre inoltre promuovere modelli di consumo innovativi ed incentivare il corretto smaltimento da parte dei consumatori degli oggetti, per esempio delle apparecchiature elettroniche in filiere tracciabili. Bisogna infine investire nella realizzazione**

di impianti innovativi a basso impatto ambientale e ridotto consumo energetico, in grado di massimizzare il recupero selettivo delle materie prime critiche da prodotti complessi a fine vita (ad esempio mediante tecnologie idrometallurgiche).

Approccio ENEA al riciclo delle materie prime critiche da RAEE

ENEA persegue da anni l'approccio prodotto centrico al riciclo delle materie prime critiche da prodotti complessi a fine vita, sviluppando tecnologie combinate che consentano di massimizzare il recupero di tutte le materie prime presenti nei prodotti complessi a fine vita, nel contempo minimizzando le emissioni, i consumi e gli scarti. La tecnologia privilegiata è quella idrometallurgica, che presenta una serie di vantaggi rispetto alla più diffusa tecnologia pirometallurgica, in quanto opera a temperatura ambiente e a ciclo chiuso con consumi ed emissioni quasi zero. ENEA sviluppa tecnologie di processi idrometallurgiche per questo scopo, e, in particolare possiede due brevetti per il recupero di oro, argento, rame e stagno e piombo da schede elettroniche. Sulla base di questi brevetti, è stato realizzato presso il centro di ricerca della Casaccia l'impianto pilota ROMEO, disegnato e realizzato appositamente per testare la scalabilità industriale delle tecnologie sviluppate. Tale impianto è stato disegnato in modo che sia flessibile, modulare, che possa essere adattato anche al trattamento finalizzato al recupero di una serie di altre materie prime critiche ed altri prodotti complessi quali ad esempio le batterie, i magneti permanenti, i pannelli fotovoltaici ed altri prodotti complessi.

Per info: claudia.brunori@enea.it

Transizione energetica. Cos'è, perché è difficile, in che misura è realizzabile

L'obiettivo di emissioni nette nulle dell'intero sistema energetico globale entro metà secolo è decisamente di difficile realizzazione. Ciò non toglie che sia ancora possibile una traiettoria di riduzione delle emissioni comunque radicale, in discontinuità con la conclusione cui porterebbe l'analisi delle transizioni del passato.

DOI 10.12910/EAI2022-058

di **Francesco Gracceva**, *Unità Studi Analisi e Valutazioni- ENEA*

Secundo il recente sesto rapporto IPCC (2021) sui cambiamenti climatici gli incrementi osservati della concentrazione di gas serra in atmosfera sono “unequivocally caused by human activities” ed è “very likely” che questo incremento sia stato la causa principale del riscaldamento della troposfera a partire dal 1979. Lo Special Report on Global Warming of 1.5 °C dell'IPCC (2018) conclude che limitare l'aumento della temperatura globale a circa 1.5°C e prevenire gli impatti maggiori del cambiamento climatico richiede di raggiungere entro la metà del secolo emissioni nette di CO₂ nulle, insieme a “deep reductions” delle emissioni degli altri gas serra, “nothing short of a total transformation of the energy systems that underpin our economies” nella valutazione dell'International Energy Agency (IEA 2021). Secondo la traiettoria descritta nel più recente scenario Net Zero della IEA (IEA 2022), le emissioni di CO₂ (+10% nel 2021 rispetto al 2010) dovrebbero ridursi del 40% già entro il 2030, con una contrazione dei consumi globali di energia a un tasso medio annuo dell'1,2% (a fronte del +1,3% medio annuo dell'ultimo decennio). La riduzione dei consumi potrebbe poi continuare a un ritmo

minore nei due decenni successivi, grazie al ruolo sempre più dominante dei consumi di energia carbon-free. Entro il 2050 il consumo di fonti fossili senza abbattimento delle emissioni dovrebbe ridursi del 90%, mentre quello di fonti rinnovabili dovrebbe aumentare di cinque volte, cosicché la quota di petrolio, carbone e gas naturale scenderebbe dall'attuale 80% a meno del 20%. Infine, la quota di elettricità sui consumi finali, cresciuta di tre punti percentuali negli ultimi dieci anni, dovrebbe aumentare di oltre 30 punti percentuali nei prossimi trenta anni (salendo dal 20 a oltre il 50%). D'altra parte, a fine 2022, nel pieno della crisi energetica iniziata all'uscita della pandemia ed esacerbata dalla guerra in Ucraina, sembra però rafforzarsi la valutazione che gli scenari di crollo delle emissioni descritti dai modelli energetici siano un “mero wishful thinking” (Di Giulio, 2022), perché la realtà è che “there is no way the world is going to hit its target of keeping temperature rises to 1.5°C or less” (The Economist, 4th November 2022).

All'avvio della COP27 del Cairo, infatti, anche nell'ottimistica ipotesi di piena dei nuovi Nationally Determined Contributions (NDC) dichiarati dai paesi la traiettoria delle emissioni

globali implicherebbe un aumento della temperatura di ben oltre 2°C. Né le cose cambierebbero in modo sostanziale nell'ipotesi di uno scenario di Moderate Action (ModAct), che nel sesto AR dell'IPCC esplora l'impatto di un rafforzamento degli NDC. Anche in questo caso la traiettoria delle emissioni risulta molto lontana da quelle degli scenari coerenti con l'obiettivo dell'Accordo di Parigi.

Le transizioni energetiche del passato

Il primo utile strumento cui ricorrere per valutare il realismo di una trasformazione così radicale del sistema energetico globale è l'analisi delle transizioni energetiche del passato, individuando similarità e differenze con quella auspicata nei prossimi tre decenni. La possibilità di un sistema energetico a ridotta o perfino nulla intensità di carbonio è certamente coerente con la sua dinamica di lungo periodo di continuo cambiamento strutturale. Negli ultimi due secoli l'uso globale dell'energia si è evoluto dalle fonti energetiche tradizionali (biomasse, dominanti ancora all'inizio del secolo scorso) al monopolio dei combustibili fossili, prima il

carbone (fino alla metà del secolo scorso) poi petrolio (tuttora la fonte primaria più importante) e gas naturale, seguendo un processo dinamico di progressiva sostituzione di una fonte con un'altra. Ma se l'esperienza storica mostra che il sistema energetico globale è in continuo mutamento, essa evidenzia anche che le passate transizioni hanno richiesto decenni: a livello globale il tempo necessario perché una fonte di energia passasse da un ruolo marginale (inferiore al 10%) a divenire dominante è dell'ordine di svariati decenni. E a livello globale oggi la quota di fonti rinnovabili (escludendo le biomasse tradizionali) si colloca appena al di sopra della soglia del 10%. In sintesi, **il passato non fornisce nessuna esperienza di cambiamenti del sistema energetico comparabile per dimensione e tempi a quelli richiesti dalla transizione net-zero.**

Perché è una sfida (pressoché) impossibile

Per comprendere le ragioni della portata della sfida della transizione net zero è necessario partire da una definizione di cosa sia la transizione auspicata nei prossimi tre decenni. In realtà, nonostante la centralità del tema tanto nella pubblicistica quanto nella letteratura scientifica, **non esiste una definizione universalmente accettata di transizione energetica.** Il concetto di transizione implica uno stato temporaneo, nel percorso di passaggio da un equilibrio a un altro, dove il cambiamento riguarda "the nature or pattern of how energy is utilized within a system" (Araújo K., 2014), una definizione che non si limita a includere i cambiamenti associati al mix di fonti di energia, con cui viene spesso identificato il sistema energetico, ma include un ampio insieme di tecnologie, infrastrutture, istituzioni, politiche e pratiche di consumo che determinano la fornitura di "servizi energetici" alla popolazione di una certa regione. Per-

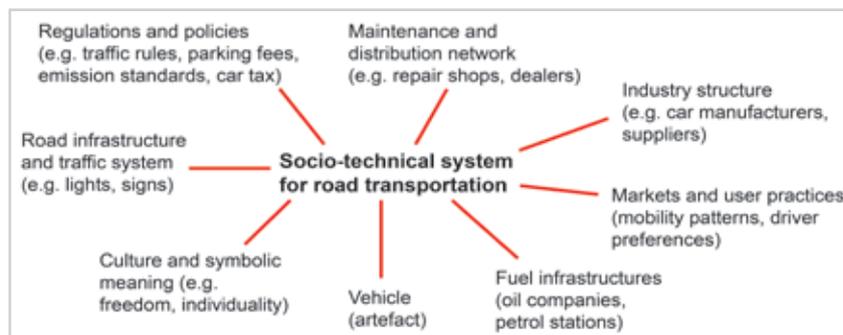


Figura 1 – Schema del sistema socio-tecnico della mobilità via automobile

ché "energy consumption profoundly affects everything from how individuals work, play, socialize, and eat to how industries cluster, how cities and economies grow, and how nations conduct their foreign affairs" (Laird 2013). Non a caso un importante filone di letteratura, sviluppato da Frank Geels nei primi anni duemila con riferimento alle transizioni tecnologiche e applicato più di recente alla transizione low-carbon, lega il cambiamento dello stato di un sistema energetico al cambiamento di una combinazione risorse, tecnologie, struttura del sistema, scala, economia, comportamenti, politiche. **La trasformazione del sistema non richiede dunque semplicemente la nascita e l'affermazione di nuove tecnologie, perché "only in association with human agency, social structures and organisations does technology fulfil functions".** L'evoluzione tecnologica richiede lo sviluppo contemporaneo di un insieme eterogeneo di elementi, ha cioè natura "sistemica" (Geels, 2002). Un esempio è il sistema "socio-tecnico" che caratterizza il trasporto basato sull'auto a combustione interna (Figura 1), costituito, oltre che dalla specifica tecnologia, dalle istituzioni formali e informali, come le preferenze e le abitudini dei guidatori, gli aspetti culturali della mobilità, le infrastrutture di trasporto e di distribuzione, la struttura e capacità dell'industria (Geels 2017). Ne deriva che per il successo finale diviene determinante l'interdipendenza delle

decisioni degli operatori nelle diverse fasi delle filiere produttive.

È chiaro che la dinamica di un insieme di fattori così ampio e variegato presenta una fortissima inerzia, non solo per le caratteristiche specifiche delle tecnologie energetiche (alta intensità di capitale, lunga durata e specificità di utilizzo) ma anche, più in generale, per la rigidità dell'organizzazione socio-economica legata al sistema energetico, la cui dinamica è normalmente molto graduale, perché ogni passaggio evolutivo non può prescindere dalla precedente configurazione del sistema (Grubler 1998). E dunque sarebbero possibili solo graduali e marginali deviazioni rispetto a quella business-as-usual.

Un'evidente conferma di queste considerazioni emerge dall'analisi degli scenari energetici prodotti dall'Agenzia Internazionale dell'Energia negli ultimi venti anni. Per un verso (Figura 2), il mix di energia primaria che ha caratterizzato il sistema energetico globale nel 2021 risulta sostanzialmente simile a quello descritto per l'anno 2020 negli scenari a politiche correnti elaborati dalla IEA nel 1998 e nel 2008, a dimostrazione che l'evoluzione del sistema ha seguito una traiettoria caratterizzata da inerzia e gradualità, senza deviazioni significative dalla dinamica attesa.

Per un altro verso (Figura 3), se si analizza come è cambiata la proiezione del sistema all'anno 2030 negli scenari IEA (a politiche correnti) degli ultimi

venti anni, emerge come la proiezione effettuata nel World Energy Outlook 2022 presenti una sostanziale somiglianza con quella effettuata nel 2010, a dimostrazione che negli ultimi dieci anni, nonostante le politiche annunciate (e in parte messe in atto) in molti paesi, non è cambiata nemmeno l'evoluzione considerata più realistica per il 2030.

A complicare ulteriormente le cose c'è poi una caratteristica peculiare della transizione low-carbon: le transizioni del passato erano state caratterizzate dall'opportunità di soddisfare la domanda di servizi energetici a un costo minore, per cui erano state "guidate" dalla semplice competizione economica tra le diverse fonti, che ha portato carbone, petrolio e gas ad emergere progressivamente come le fonti più efficienti per stimolare lo sviluppo industriale e la crescita economica (Fouquet 2016). Questo non è vero nel caso della transizione low-carbon, che non è guidata da criteri economici ma anzi, almeno inizialmente, presenta costi aggiuntivi rispetto all'evoluzione tendenziale dell'attuale sistema di produzione e consumo dell'energia (IPCC, 2014), per cui essa richiede un intervento diretto dei decisori sia per supportare gli investimenti sia per correggere il funzionamento dei mercati dell'energia.

Conseguenza diretta di ciò è che la transizione low-carbon può implicare dei trade-off tra l'obiettivo della decarbonizzazione e gli altri due tradizionali obiettivi della politica energetica, riassunti nel cosiddetto trilemma energetico (cioè la "triplice sfida di fornire energia sicura, economica ed ecologicamente sostenibile" (World Energy Council). Laddove il bilanciamento dei tre obiettivi è condizione necessaria per permettere una transizione energetica efficace, che porti cioè a un sistema energetico sostenibile, inclusivo, conveniente e sicuro" (WEF, 2021).

Perché e in che misura è possibile una discontinuità rispetto alle transizioni passate

Si è visto che l'esperienza passata mostra che non vi sono esempi di transizioni energetiche comparabili, per scala e rapidità, a quella auspicata entro i prossimi tre decenni. E che vi sono molte ragioni oggettive che spiegano la notevole inerzia della di-

namica del sistema energetico globale. Affinché la transizione low-carbon possa realizzarsi è dunque necessario rintracciare in essa dei potenziali fattori di discontinuità rispetto a quelli che hanno caratterizzato le transizioni energetiche del passato. D'altronde, nessuna delle transizioni passate è paragonabile alla prossima, che è la prima che dovrebbe avvenire contemporaneamente su scala globale.

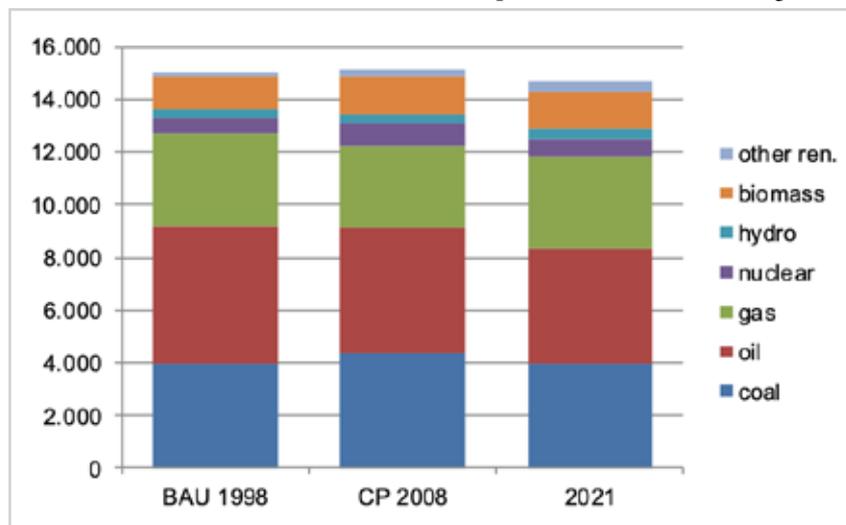


Figura 2 – Confronto tra gli scenari a politiche correnti elaborati dalla IEA nel 1998 e nel 2008 e relativi al 2020 e dati storici 2021

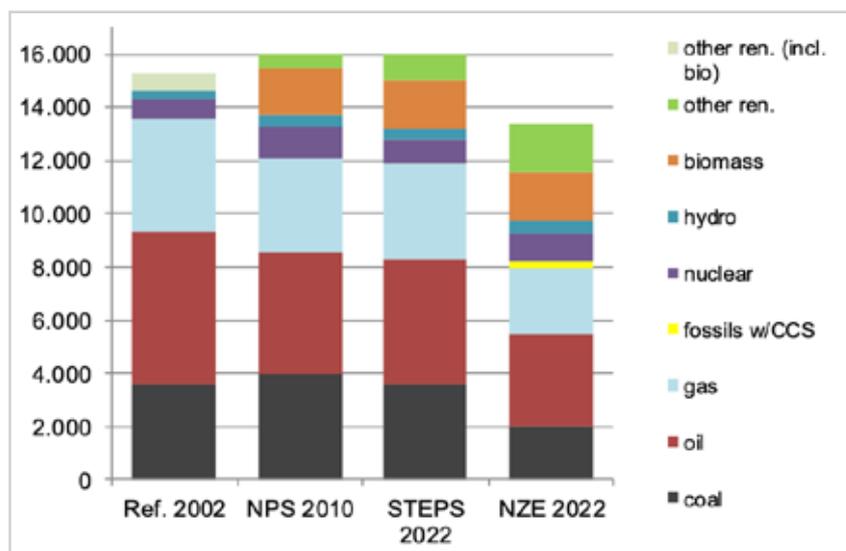


Figura 3 – Scenari 2030: confronto tra gli scenari a politiche correnti elaborati dalla IEA nel 2002, nel 2010 e nel 2022 e lo scenario Net Zero

E in effetti dalla letteratura emerge come alcune delle ragioni che in linea di principio possono rallentare la dinamica del sistema energetico hanno anche un rovescio della medaglia, che può rappresentare un elemento in grado di favorirla e renderla più rapida. In primo luogo si è visto che uno dei due elementi che caratterizzano lo scenario Net Zero descritto dalla IEA è l'inversione del trend di lungo periodo di aumento dei consumi di energia. A spiegare questo trend di lungo periodo vi è il fatto che i prezzi dei "servizi energetici" hanno storicamente registrato una tendenza alla riduzione, grazie ai continui incrementi di efficienza delle tecnologie (che convertono l'energia in servizi energetici), che hanno ampiamente compensato le oscillazioni dei prezzi delle fonti di energia (Fouquet, 2016). Questo trend, combinato con quello dell'incremento dei redditi, ha determinato la continua crescita della domanda di servizi energetici, e quindi anche dei consumi di energia. Se questo ha favorito le transizioni passate, perché ha accentuato la dinamica del sistema, il fatto che la transizione low-carbon implichi invece costi maggiori può essere un elemento di utile discontinuità rispetto al passato, perché viene meno l'incentivo all'incremento dei consumi.

Inoltre, se il consumo di energia di un paese è collegato con il livello di reddito pro-capite, il legame tra le due variabili è molto differenziato tra i diversi paesi e molto variabile nel tempo. Ma non è stata ancora sviluppata una teoria economica formalizzata che spieghi come la domanda di energia risponda al cambiamento del reddito pro-capite di un paese (elasticità al reddito), né di come risponda ai prezzi dei servizi energetici: paesi con livelli di reddito simile possono presentare consumi di energia molto diversi tra loro, e viceversa, perché oltre al reddito hanno grande importanza altre variabili come il clima e la struttura dell'economia. Sembra però consolidata la constatazione empirica

che l'elasticità della domanda di energia rispetto al reddito presenti una relazione a forma di U rovesciata al crescere del livello di sviluppo economico di un paese: l'elasticità al reddito tende cioè a scendere a livelli elevati di reddito pro-capite (Fouquet, 2016). Sebbene non via siano analisi conclusive circa la soglia di reddito a partire dalla quale questa elasticità inizia a diminuire, e dove si collocano oggi le economie emergenti rispetto a questa soglia, si tende a ritenere che le economie che si sviluppano più tardi possono accedere a tecnologie più efficienti già a un livello di sviluppo economico anche relativamente basso, a differenza di quanto avvenuto nelle economie più avanzate. Ne deriva che l'andamento dei consumi di energia possa iniziare a divergere dall'andamento del reddito molto prima di quanto avvenuto nei paesi sviluppati.

Se si concentra l'attenzione su realtà regionali specifiche emerge infatti come **alcuni paesi abbiano continuato a crescere senza consumare più energia, o addirittura riducendo i consumi energetici, e come vi siano anche paesi che hanno registrato cambiamenti del loro mix ener-**

getico rapidi e radicale. Se è vero che cambiamenti drammatici del sistema energetico non sono la norma, e che a scala globale non si registrano esperienze passate di cambiamenti del sistema energetico comparabili per dimensione e tempi a quelli richiesti dalla transizione net-zero, questo è dunque meno vero se si considera una scala geografica più ridotta (Tsafos, 2018). **La transizione Net-zero potrebbe dunque risultare fattibile se fosse possibile replicare a scala globale le esperienze già registrate nei paesi più "virtuosi".** In questi la dinamica dei sistemi energetici è stata accelerata da fattori, come ad esempio dei forti impulsi di policy, che hanno innescato una rottura radicale del trend di lungo periodo di cambiamenti del sistema continui ma lenti. Per verificare se e quanto questa ipotesi trovi corrispondenza nella realtà risulta di notevole aiuto il database della IEA sull'andamento delle emissioni in circa 150 paesi del mondo (IEA, Greenhouse Gas Emissions from Energy, 2022 – Highlights). Se ne ricava che il paese che tra il 2010 e il 2019 (il dato 2020 è escluso dall'analisi in quanto fortemente influenzato

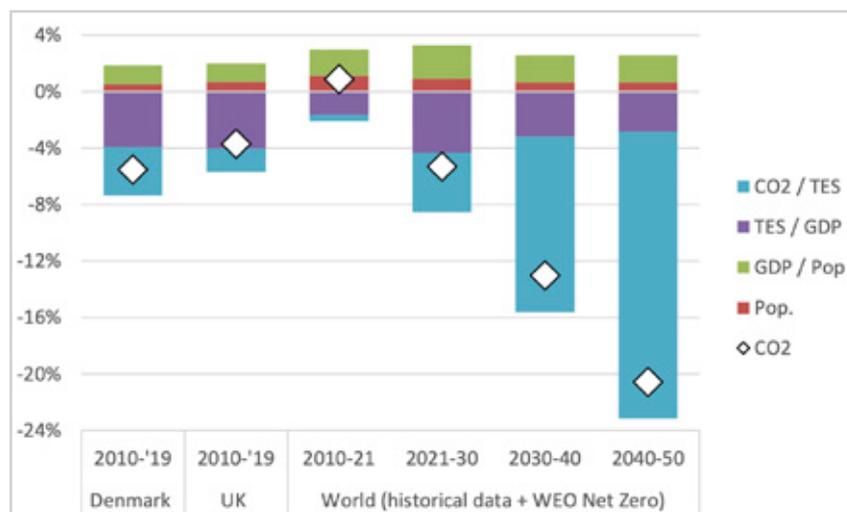


Figura 4 – Scomposizione delle emissioni di CO₂ nel periodo 2010-2019 (in due paesi) e nello scenario IEA Net zero

N.B.: il tasso di variazione delle emissioni è pari alla somma dei tassi di variazioni delle quattro componenti dell'identità di Kaya.

dalla pandemia di Covid-19) ha più ridotto le emissioni di CO₂ è la Danimarca (-5,5% medio annuo), mentre se si considerano aree geografiche più ampie è la riduzione maggiore si è verificata in Europa (-2,3% medio annuo). Laddove l'insieme dei paesi non-OCE ha registrato un aumento medio annuo del 2,3%, mentre a scala globale l'aumento è stato dello 0,9% m.a.. Il database della IEA fornisce anche una scomposizione dell'andamento delle emissioni di CO₂ nelle diverse aree geografiche, mediante la cosiddetta identità di Kaya (Figura 4). Ne emerge come in Danimarca nei nove anni suddetti la riduzione delle emissioni sia avvenuta nonostante l'aumento del PIL pro-capite (+1,3% m.a.), grazie alle forti riduzioni sia dell'intensità energetica dell'economia sia dell'intensità carbonica dell'energia, che combinate hanno contribuito a ridurre le emissioni di ben il 7,4% m.a.. In Europa l'evoluzione del sistema è assimilabile a quella danese, ma la decarbonizzazione è stata più lenta perché (a variazione simile di popolazione e PIL pro-capite) il tasso di riduzione di intensità carbonica ed energetica è stato pari a circa la metà di quello danese. Infine la scomposizione evidenzia bene come nell'area non OCSE, come anche in generale a livello mondiale, a guidare l'aumento delle emissioni siano stati gli aumenti più forti del PIL pro-capite e della popolazione, mentre intensità energetica e carbonica si sono ridotte solo di circa il 2% m.a..

È interessante notare come l'evoluzione registrata in Danimarca sia, nel complesso, simile a quella descritta nello scenario IEA Net Zero per il decennio 2020-2030, che è però relativa all'intero mondo, a conferma dell'ipotesi che la transizione globale richiede di ripercorrere i percorsi di sviluppo registrati nei paesi più virtuosi. D'altra parte l'evoluzione del sistema energetico globale descritta nello scenario IEA Net zero dopo il 2030 (Figura 4) conferma come la traiettoria Net zero richieda tassi di

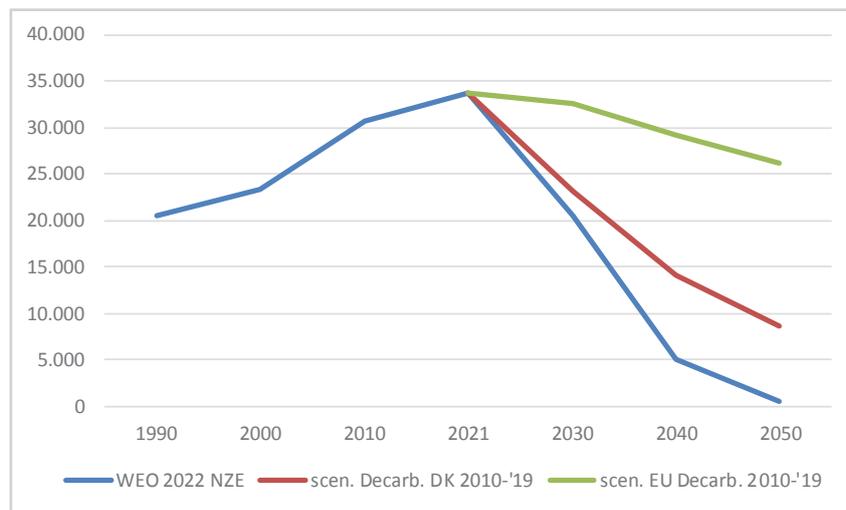


Figura 5 – Emissioni di CO₂ in tre scenari (Gton)

variazione, dell'intensità carbonica in particolare, decisamente maggiori anche di quelli registrati nell'esperienza più virtuosa (cioè la Danimarca).

Altre indicazioni interessanti vengono infine da un semplice esercizio di estrapolazione delle emissioni globali di CO₂ sotto due ipotesi alternative circa l'evoluzione dei due driver chiave della decarbonizzazione (cioè intensità energetica e carbonica), mentre per PIL e popolazione si assume quanto ipotizzato nel recente World Energy Outlook della IEA.

Nel caso (estremamente ottimistico) di evoluzione dei due driver suddetti come avvenuto in Danimarca nel periodo 2010-2019 le emissioni globali procederebbero fino al 2030 quasi come nello scenario IEA Net zero. Dopo quella data, però, la fortissima accelerazione del tasso di riduzione dell'intensità carbonica che si registra nello scenario IEA, necessaria per raggiungere emissioni nette zero nel 2050, porta le due curve a divergere in modo netto. Un dato significativo è comunque che, se a livello globale l'evoluzione di intensità energetica e carbonica si allineasse alla virtuosa esperienza danese, nel 2050 le emissioni globali si ridurrebbero del 75% rispetto al 2020, con emissioni cumulate che sarebbero perfino compa-

tibili con l'obiettivo di contenimento dell'aumento della temperatura globale a 1.5°C a fine secolo, sebbene dopo una fase di superamento della soglia (cosiddetto overshoot).

Nell'ipotesi (più realistica) in cui il sistema energetico globale si spostasse su una traiettoria di decarbonizzazione simile a quella registrata nell'ultimo decennio in Europa (comunque la regione più virtuosa) la curva delle emissioni sarebbe molto diversa, e risulterebbe significativamente molto simile a quella descritta dallo scenario di semplice implementazione degli attuali NDC, dunque incompatibile con l'obiettivo di contenere l'aumento della temperatura a 1.5°C.

Resta infine la possibilità di una traiettoria intermedia tra le due suddette, dapprima più simile a quella media dell'intera Europa, poi in accelerazione verso la "best practice" danese. Le emissioni cumulate di questa traiettoria sarebbero presumibilmente compatibili con l'obiettivo di contenimento dell'aumento della temperatura globale a 2°C.

In conclusione, alla luce di una rassegna di argomenti teorici e di alcune semplici elaborazioni quantitative, si può concludere che l'obiettivo di **neutralità carbonica dell'intero sistema energetico globale entro la metà del**

secolo, sebbene ancora tecnicamente fattibile, è realisticamente di difficile realizzazione, perché richiede una discontinuità immediata e senza precedenti della traiettoria in atto. Sembra

però meno irrealistica la possibilità di una traiettoria di riduzione delle emissioni comunque radicale (global warming limitato a +2°C), che sarebbe comunque in netta discontinuità

con le conclusioni cui porta l'analisi delle transizioni del passato.

Per info: francesco.gracceva@enea.it

Note

1. L'energia non viene domandata in quanto tale, ma in quanto strumentale a soddisfare la domanda di servizi energetici, come il riscaldamento degli ambienti e dell'acqua, lo spostamento delle persone e delle merci, l'illuminazione degli ambienti).
2. L'identità di Kaya è un'espressione matematica che individua quattro variabili guida delle emissioni di anidride carbonica: $CO_2 = (CO_2 / \text{Energia}) \times (\text{Energia} / \text{PIL}) \times (\text{PIL} / \text{POP}) \times \text{POP}$. La formula lega le emissioni annue di CO_2 all'energia consumata, al prodotto interno lordo (PIL), e alla popolazione (POP). Le prime due componenti rappresentano l'intensità carbonica dell'energia ($CO_2/\text{Energia}$) e l'intensità energetica dell'economia ($\text{Energia}/\text{PIL}$), mentre l'attività economica è misurato dal reddito pro-capite (PIL/POP). Se espressa in termini di tassi di variazione, l'identità di Kaya permette di scomporre il tasso di variazione delle emissioni di CO_2 come somma dei tassi di variazione delle quattro variabili guida : $[d(\ln C)/dt = d(\ln C/E)/dt + d(\ln E/PIL)/dt + d(\ln PIL/POP)/dt + d(\ln POP)/dt]$.

Bibliografia

- Araújo K., 2014, The emerging field of energy transitions: Progress, challenges, and opportunities, Energy Research & Social Science, Volume 1, March 2014, Pages 112-121
- Di Giulio E., Migliavacca S., 2022, Ci salveranno le foreste?, Energia, n. 3.2022
- Fouquet, 2016, Lessons from energy history for climate policy: Technological change, demand and economic development, Energy Research & Social Science 22 (2016) 79–93
- Geels Frank W., 2002, Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study, Research Policy 31 (2002) 1257–1274
- IEA, 2021 Net Zero by 2050 – A Roadmap for the Global Energy Sector IEA, Paris at
- IEA, 2022, World Energy Outlook 2022, Paris
- IPCC, 2014, Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change, Fifth Assessment Report, Working Group III, cap. 6 Assessing Transformation Pathways
- IPCC, 2021, Climate Change 2021: The Physical Science Basis, Sixth Assessment Report, Working Group I, Intergovernmental Panel on Climate Change at
- IPCC, 2022, Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change, Sixth Assessment Report, Working Group III
- Laird F.N., Against Transitions? Uncovering Conflicts in Changing Energy Systems, Science as Culture, Volume 22, 2013
- Natural Resources Forum, Volume: 35, Issue: 3, Pages: 165-184, First published: 21 June 2011, DOI: (10.1111/j.1477-8947.2011.01386.x
- The Economist, Goodbye 1.5°C, November 5th, 2022
- Tsafos, 2018, Must the Energy Transition Be Slow? Not Necessarily, CSIS BRIEFS, Center for Strategic and International Studies (CSIS); September 2018
- WEF, Fostering Effective Energy Transition 2021 edition.
- Wilson C. and Grubler A., 2011, Lessons from the history of technological change for clean energy, scenarios and policies, Natural Resources Forum 35 (2011) 165–184.

Azioni di risparmio energetico nel settore domestico e ruolo della comunicazione al grande pubblico

Alcune misure di risparmio energetico possono contribuire con efficacia a fronteggiare la crisi che stiamo attraversando, a rispettare gli obiettivi di decarbonizzazione e quelli indicati nel Piano approvato dal Consiglio UE del 26 luglio scorso. In questo contesto, la comunicazione e l'informazione al grande pubblico hanno un ruolo strategico.

DOI 10.12910/EAI2022-059

di **Nicolandrea Calabrese** (Responsabile), **Francesca Caffari**, **Federica Giustini**, **Marco Morini**, Laboratorio efficienza energetica negli Edifici e Sviluppo Urbano - ENEA

Il Consiglio Affari Energia riunitosi a Bruxelles il 26 giugno scorso ha approvato il cosiddetto “Patto del gas”, trovando un accordo^[1] vincolante tra gli stati membri dell'Unione Europea per la riduzione volontaria del 15% dei consumi di gas nel periodo compreso tra il 1° agosto 2022 e il 31 marzo 2023 (243 giorni). È però stato concesso un sistema di deroghe per gli stati in situazioni particolari, in relazione al livello di stoccaggio raggiunto e alla possibilità di esportare il gas risparmiato in altri Paesi. Secondo questo sistema, **l'Italia dovrà risparmiare il 7% rispetto alla media dei consumi di gas annuali degli ultimi cinque anni.**

Alla luce di tale accordo, il Laboratorio Efficienza Energetica negli Edifici e Sviluppo Urbano dell'ENEA ha effettuato una valutazione del contributo che può offrire il settore civile e, in particolare, quello domestico, con misure finalizzate al contenimento dei consumi di gas negli edifici, nel periodo indicato dall'Unione Europea. **Il settore domestico è infatti responsabile di circa il 30% del consumo nazionale di gas^[2]**, dovuto principalmente al riscaldamento e, in misura minore, alla produzione

di acqua calda sanitaria e alla cottura dei cibi.

Al consumo diretto di gas, va aggiunto quello dovuto alla produzione di energia elettrica^[3] necessaria per alimentare altri servizi come illuminazione, climatizzazione invernale ed estiva, utilizzo di elettrodomestici.

Questi dati evidenziano il potenziale impatto che potrebbero avere misure di risparmio energetico in tale settore e, data la necessità di risparmiare in tempi stretti per fronteggiare la crisi energetica che ha avuto un ulteriore inasprimento a seguito degli avvenimenti sullo scenario geopolitico internazionale degli ultimi mesi, **sono state valutate misure attuabili in modo semplice e che abbiano ricadute sul breve termine.** Sono state quindi privilegiate azioni comportamentali e a costo zero, ma sono state anche valutate misure, definite **amministrative**, che potranno essere imposte con provvedimenti normativi.

Le misure per ridurre i consumi nel settore domestico

Per ridurre i consumi nel settore domestico, si sono proposti due tipi di misure di risparmio^[4]:

Misure **amministrative**:

- Riduzione della temperatura interna massima nelle abitazioni di 1°C, da 20 a 19°C;
- Riduzione di un'ora al giorno dell'accensione dell'impianto;
- Riduzione del periodo di riscaldamento di 15 giorni.

Misure **comportamentali**, relative a:

- Riscaldamento invernale;
- Raffrescamento estivo;
- L'utilizzo di gas per cucina e acqua calda sanitaria;
- La sostituzione e l'utilizzo di elettrodomestici;
- La sostituzione e l'utilizzo dell'impianto di illuminazione.

Le misure amministrative potranno essere imposte con provvedimenti normativi e riguardano la modifica di quanto stabilito dal DPR n.74/2013. Per il risparmio ottenibile grazie all'attuazione di queste misure, sono state effettuate delle simulazioni sui modelli energetici di due diverse tipologie di abitazione considerate rappresentative del parco edilizio italiano: un appartamento in un edificio plurifamiliare di circa 100 m² netti e una villetta monofamiliare di 186 m² netti. Tutte e due le abitazioni sono servite da una caldaia tradi-

Tab. 1 Stima dei risparmi conseguibili con le misure amministrative e comportamentali a costo zero nel settore domestico – periodo compreso tra il 1° agosto e il 31 marzo (243 giorni)

Misura	Famiglie interessate*		Risparmio di gas metano (Sm ³)
	%	N°	
Misure amministrative			
Misure relative al riscaldamento invernale (Ri)			
Misura Ri1: Riduzione di 15 giorni del periodo di riscaldamento, con 1 ora e 1°C in meno al giorno	79%	20.200.000	2.697.249.794
Misure comportamentali soft a costo zero			
Misure relative al riscaldamento invernale (Ci)			
Misura Ci3: Utilizzare le pompe di calore elettriche esistenti utilizzate per il condizionamento anche per il riscaldamento invernale	5,3%	1.359.252	824.599.502
Misure relative al raffrescamento estivo (Ce)			
Misura Ce2: Aumentare la temperatura interna di set-point da 26°C a 28°C	30%	7.714.800	17.625.018**
Misura Ce3: Chiudere le persiane durante le ore più calde	30%	7.714.800	17.340.071**
Misure relative all'utilizzo di gas per cucina e acqua calda sanitaria (Ga)			
Misura Ga1: Riduzione dei tempi della doccia	40%	10.286.400	1.052.074.479
Misura Ga2: Riduzione della temperatura della doccia	10%	2.571.600	83.687.743
Misura Ga1+Ga2: Riduzione tempo e temperatura della doccia	10%	2.571.600	322.795.579
Misura Ga3: Abbassare il fuoco dopo ebollizione della pasta	50%	12.858.000	79.755.310
Misure relative all'utilizzo di elettrodomestici (EI)			
Misura EI2: Ridurre il numero di lavaggi con lavastoviglie e lavatrice			
Lavatrice (capacità 8kg)	100%	25.716.000	169.362.619**
Lavastoviglie (12 coperti)	50%	12.858.000	120.956.563**
Misura EI3: Staccare la spina della lavatrice non in funzione	100%	25.716.000	5.131.490**
Misura EI4: Spegnerne il frigorifero durante le vacanze	50%	12.858.000	8.327.055**
Misura EI5: Impostare il frigorifero in modalità a basso consumo durante le vacanze	50%	12.858.000	4.996.233**
Misura EI6: Non lasciare TV, decoder e dvd in stand-by	100%	25.716.000	14.661.402**
Misura EI7: Ridurre il tempo di accensione del forno	50%	12.858.000	22.315.680**
Misure relative all'impianto d'illuminazione (Lu)			
Misura Lu2: Ridurre le ore di accensione delle lampadine			
1 lampadina a incandescenza	40%	10.286.400	11.729.121**
1 lampadina a risparmio energetico	35%	9.000.600	1.881.546**
1 lampadina a LED	25%	6.429.000	977.427**
		TOTALE - A	5.455.466.632

*Rispetto al totale di 25.716.000 famiglie. **Risparmio di gas equivalente per produzione termoelettrica. Fonte: elaborazione ENEA

zionale a gas (24 kW) e risultano in classe energetica F. Per entrambe le tipologie sono stati calcolati i fabbisogni utilizzando il metodo dinamico orario (normato dalla UNI EN ISO 52016:2018), ripetendo le simulazioni per ogni zona climatica (esclusa la zona A, poco rappresentativa) anche simulando più città per zona, e considerando i periodi convenzionali di accensione degli impianti e il numero di ore giornaliere di riscaldamento previsti dal DPR n.74/2013. Le simulazioni hanno lo scopo di individuare le percentuali di risparmio medio da applicare ai volumi di gas naturale per riscaldamento effettivamente consumati in ogni zona climatica italiana, sulla base dei dati forniti da Snam^[5].

Le misure **comportamentali** proposte sono di semplice attuazione, legate ai comportamenti degli utenti e ulteriormente suddivise in:

- A. Misure “soft”, a costo zero, legate unicamente alla modifica delle abitudini quotidiane;
- B. Misure che richiedono un investimento iniziale da parte degli utenti.

Si tratta in entrambi i casi di **azioni volontarie, che riguardano la sostituzione degli impianti e degli elettrodomestici o un loro utilizzo più virtuoso.**

Per valutare l’impatto globale di ciascuna misura, si è ipotizzato – con il supporto dei dati pubblicati di analisi statistiche – il possibile bacino di utenza interessato, utilizzando come dato di partenza il numero di nuclei familiari presenti sul territorio italiano (25,7 milioni, con una media di 2,3 persone per ciascuna famiglia^[6]). Rispetto alle misure del primo gruppo, legate unicamente alle abitudini degli utenti e per questo applicabili a gran parte delle famiglie italiane, per quelle del secondo si è considerata una “diffusione” più contenuta e sono state effettuate delle ipotesi a partire dal numero delle famiglie in Italia e applicando dei coefficienti correttivi defi-

niti in funzione di dati di riferimento normativo e di letteratura seguendo un approccio conservativo.

Stima dei risparmi conseguibili con le misure amministrative e comportamentali a costo zero

Nello scenario riportato in **Tab. 1** sono state considerate unicamente le misure che non richiedono un costo di investimento, ovvero le misure amministrative volte alla regolamentazione del funzionamento degli impianti di riscaldamento e le misure comportamentali a costo zero. Il risparmio conseguibile nel periodo considerato con l’insieme delle misure amministrative e comportamentali (senza costo di investimento) è stimato pari a 5,5 miliardi di Sm³, che equivalgono al 7,2% del consumo nazionale interno lordo di gas del 2021 (76,2 miliardi di Sm³).

Stima dei risparmi conseguibili con le misure comportamentali con investimento

Nella **Tab. 2** si riportano i risparmi conseguibili con alcune misure comportamentali che, a differenza di quelle analizzate nello scenario precedente, richiedono un investimento da parte degli utenti. Tale pacchetto di misure può portare ad un risparmio fino a 1,05 miliardi di Sm³ di gas nel periodo considerato.

Conclusioni

In **Tab. 3** si riportano i risultati dello scenario complessivo che tiene conto dei risparmi connessi alle misure amministrative e comportamentali a costo zero (Totale A) e dei risparmi legati alle misure che prevedono un investimento iniziale da parte degli utenti (Totale B): si ottiene quindi un risparmio totale per il settore domestico pari a 6,5 miliardi di Sm³, che equivalgono all’8,5% del consumo nazionale di gas del 2021.

I dati di questo studio mettono in evidenza l’impatto che i singoli nuclei familiari, con i loro comportamenti quotidiani, possono avere nell’ambito dell’attuale emergenza

energetica e climatica.

Per una diffusione efficace delle misure comportamentali non basteranno – come nel caso delle misure amministrative – provvedimenti di legge, ma sarà necessaria una massiccia e specifica campagna di informazione e sensibilizzazione a livello nazionale.

In quest’ambito non si può non fare menzione del lavoro del Dipartimento Unità Efficienza Energetica di ENEA che da anni è responsabile dell’attuazione del Programma di Informazione e Formazione (PIF) ‘Italia in Classe A’ sul risparmio e l’efficienza energetica. Il nuovo programma, promosso e finanziato dal Ministero della Transizione Ecologica (MiTE) per il biennio 2022-23, è stato da poco rilanciato e avrà un ruolo determinante per diffondere la consapevolezza che semplici azioni e cambiamenti di abitudini possono dare un forte contributo per mitigare gli effetti dei tagli alle forniture. Il percorso intrapreso da ENEA con il primo Programma Nazionale di Informazione e Formazione (PIF) ha permesso di ottenere un taglio complessivo dei consumi di energia di 411 ktep al 2020, pari al consumo annuale di energia elettrica e gas di circa 265 mila famiglie. In questo contesto i media svolgono un ruolo di primo piano per informare sui possibili benefici di comportamenti di consumo consapevoli anche nella più ampia prospettiva della decarbonizzazione e della transizione energetica ed ecologica. **La Missione con la M maiuscola è quindi: aumentare la consapevolezza dei cittadini.**

Per info: nicolandrea.calabrese@enea.it

Tab. 2 Stima dei risparmi conseguibili con le misure comportamentali che richiedono un investimento da parte degli utenti nel settore domestico – periodo compreso tra il 1° agosto ed il 31 marzo (243 giorni)

Misura	Famiglie interessate*		Risparmio di gas metano (Sm ³)
	%	N°	
Misure comportamentali che richiedono un investimento iniziale			
Misure relative al riscaldamento invernale (Ci)			
Misura Ci1: Sostituire climatizzatori esistenti con modelli ad alta efficienza (inverno)	5%	1.285.800	28.759.677**
Misura Ci2: Installare nuove PDC elettriche in sostituzione delle vecchie caldaie	1%	246.050	158.846.604
Misure relative al raffrescamento estivo (Ce)			
Misura Ce1: Sostituire climatizzatori esistenti con modelli ad alta efficienza (estate)	5%	1.285.800	4.743.729**
Misure relative all'utilizzo di gas per acqua calda sanitaria (Ga)			
Misura Ga4: Installazione di pannelli solari termici per la produzione di acs	38%	9.740.419	730.531.416
Misure relative alla sostituzione di elettrodomestici (EI)			
Misura EI1: Sostituzione di elettrodomestici con modelli ad alta efficienza		7.714.800	17.340.071**
Lavatrice (capacità 8kg) da Classe G a A	10%	2.571.600	21.992.103**
Lavastoviglie (12 coperti) da Classe G a A	5%	1.285.800	7.575.058**
Frigorifero (300 litri) da Classe G a A	10%	2.571.600	27.180.498**
Forno (100 litri) da Classe D a A+++	10%	2.571.600	14.808.685**
Misure relative all'impianto d'illuminazione (Lu)			
Misura Lu1: Sostituire le lampadine a incandescenza e fluorescenti a fine vita con LED	100%	25.716.000	57.985.843**
		TOTALE - B	1.052.423.612

*Rispetto al totale di 25.716.000 famiglie. **Risparmio di gas equivalente per produzione termoelettrica. Fonte: elaborazione ENEA

SETTORE DOMESTICO: MISURE AMMINISTRATIVE, COMPORTAMENTALI A COSTO ZERO E CON INVESTIMENTO INIZIALE)		
Risparmio TOTALE – A (Settore domestico: misure amministrative e comportamentali a costo 0)	5.455.466.632	Sm ³
Risparmio TOTALE – B (Settore domestico: misure comportamentali con investimento)	1.052.423.612	Sm ³
Risparmio TOTALE – A+B	6.507.890.244	Sm³

Tab. 3 Riepilogo dei risparmi complessivi per il settore domestico, considerando misure amministrative, comportamentali a costo zero e con investimento iniziale.



Note

1. Proposal for a COUNCIL REGULATION on coordinated demand reduction measures for gas, COM/2022/361 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52022PC0361&qid=1658479808193>
2. Il consumo nazionale interno lordo di gas del 2021 è stato pari a 76,1 miliardi di Sm³, quello dell'anno precedente (2020) pari a 71,0 miliardi di Sm³ (fonte: <https://dgsaie.mise.gov.it/bilancio-gas-naturale>); secondo dati Snam, il consumo per uso domestico del 2020 è stato di 21,7 miliardi di Sm³.
3. Secondo i dati del GSE riferiti al 2019 e al 2020, la composizione del mix iniziale nazionale utilizzato per la produzione dell'energia elettrica immessa nel sistema elettrico italiano (incluse le importazioni) attribuisce al gas metano un contributo, in media, del 43% circa (fonte: <https://www.gse.it/servizi-per-te/news/fuel-mix-determinazione-del-mix-energetico-per-gli-anni-2019-2020>). Se si considera la sola energia elettrica prodotta in Italia, l'utilizzo del gas metano sale al 48% (fonte: https://download.terna.it/terna/5-PRODUZIONE_8d9cecf70a531dd.pdf).
4. Le misure relative al settore domestico sono descritte nel dettaglio nel rapporto tecnico "Azioni amministrative e comportamentali per la riduzione del fabbisogno nazionale di gas metano" scaricabile al sito: <https://www.enea.it/it/seguici/events/conferenza-stampa/presentazione-enea-azioni-per-la-riduzione-del-fabbisogno-nazionale-di-gas-nel-settore-residenziale>. I risparmi riportati nel rapporto citato sono stati calcolati sul base annuale.
5. Secondo i dati Snam, il consumo di gas per riscaldamento domestico (anno 2020) ammonta a 15,4 miliardi di Sm³.
6. Fonte: ISTAT, Annuario statistico italiano 2020.

Contrastare la povertà energetica per una transizione inclusiva ed equa

Per povertà energetica si intende una condizione di “incapacità di fruire di beni e servizi energetici essenziali”. Si tratta di un fenomeno complesso che può essere causato da molti fattori ed assumere significati e connotazioni radicalmente eterogenei a seconda della popolazione o del territorio di riferimento.

DOI 10.12910/EAI2022-060

di **Alessandro Fiorini**, Laboratorio Monitoraggio Politiche Energetiche per l'efficienza energetica - ENEA

Per povertà energetica si intende una condizione di “incapacità di fruire di beni e servizi energetici essenziali (o entro uno standard ritenuto minimo)”. Tuttavia, il verificarsi di questa fattispecie può essere causato da fattori differenti ed assumere significati e connotazioni radicalmente eterogenei a seconda della popolazione o del territorio di riferimento. Riguardo, dunque, agli aspetti definitori di questo problema, una delle principali distinzioni adottate è tra l'approccio della “incapacità ad accedere a tali beni e servizi” (accessibility) e “incapacità di acquistare” (affordability).

In cerca di una definizione (e di una misura) ufficiale di povertà energetica

La prima fattispecie è la “povertà energetica” ante litteram (energy poverty) ed è considerata tipica dei paesi in via di sviluppo. Il concetto di accessibility non è unicamente legato a svantaggi relativi rispetto al reddito e ai costi dell'energia ma anche, ad esempio, all'assenza di adeguate infrastrutture energetiche e alla indisponibilità di tecnologie e/o dispositivi. Nel secondo caso, si parla di “povertà di carburante” (traduzione letterale del ben più usato termine anglosassone “fuel poverty”), condizione che si ritiene più adeguata

a fotografare la situazione di deprivazione energetica delle famiglie che vivono nelle economie avanzate. L'approccio “energy poverty” è impiegato da istituzioni che operano su scala globale, come ad esempio la International Energy Agency (IEA) che adotta la propria definizione di povertà energetica: “...lack of access to modern energy services. These services are defined as household access to electricity and clean cooking facilities (e.g. fuels and stoves that do not cause air pollution in houses)”.

Anche la Banca Mondiale monitora il fenomeno da questa angolatura. In effetti, uno degli indicatori messi a disposizione è la quota di popolazione che non ha accesso all'energia elettrica o la quota di popolazione che usa prevalentemente combustibili solidi a biomassa per usi energetici legati al riscaldamento, la cucina, etc. L'approccio dell'accessibility ispira anche il Sustainable Development Goal n. 7 dell'Agenda 2030 delle Nazioni Unite: “SDG 7: Ensure access to affordable, reliable, sustainable and modern energy for all”.

Seppur sia prevalentemente utilizzata la dicitura “energy poverty”, nelle attività che fanno capo alle istituzioni UE si riconosce, al contrario, un approccio “fuel poverty”. Il tema è trattato da un articolato quadro normativo che va

dalla liberalizzazione dei mercati energetici, fino al recente Green New Deal, passando per le Direttive sull'Efficienza Energetica.

Tra le iniziative degne di nota a livello comunitario si segnala l'EU Energy Poverty Advisory Hub, che annovera il Patto dei Sindaci tra i principali player. Secondo la definizione adottata in questo contesto, i poveri energetici sono coloro: “...unable to afford basic energy services (heating, cooling, lighting, mobility and power) to guarantee a decent standard of living due to a combination of low-income, high-energy expenditure and low energy efficiency of their homes”.

Si noti che non mancano lavori sia di carattere scientifico che tecnico in cui questa suddivisione non è assunta in maniera rigida.

In Italia, è stata data una descrizione nella Strategia Energetica Nazionale (SEN) del 2017 e richiamata nel Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima 2020 (PNIEC) secondo cui la povertà energetica si configura come una “difficoltà ad acquistare un paniere minimo di beni e servizi energetici oppure [...] in una condizione per cui l'accesso ai servizi energetici implica una distrazione di risorse (in termini di spesa o di reddito) superiore a quanto socialmente accettabile”.

Le misure di povertà energetica

Proprio in ragione dei diversi approcci adottati per concettualizzare il fenomeno, ne esistono diverse misure, nessuna delle quali ancora ufficiale in Italia). Una descrizione delle misure più utilizzate è riportata nella Tab. 1. Dalla tabella emerge come per mappare il fenomeno si ricorra a misure prevalentemente basate su indicatori di reddito e spesa energetica. In sintesi, si tende a identificare la **povertà energetica con un “trilemma” innescato dalla compartecipazione di bassi redditi, alti costi dell’energia (direttamente) e abitazioni inefficienti dal punto vista energetico (indirettamente).**

Si ritiene tuttavia che, come la povertà generale, **la povertà energetica sia un fenomeno complesso, caratterizzato da molteplici cause e contraddistinto da diverse conseguenze.** Fornendo solo alcuni esempi, si noti che la povertà energetica determina:

- Un peggioramento delle condizioni di malattia e mortalità dovute a fattori climatici;
- Un deterioramento del benessere psico-fisico;
- Isolamento sociale;
- Detrimento della produttività;
- Inasprimento delle disuguaglianze sociali.

Differenze profonde nei numeri e nelle caratteristiche della povertà energetica si osservano rispetto a:

- Differenti zone climatiche;
- Differenti localizzazioni degli individui (aree urbane/aree rurali, metropoli/piccoli centri);
- Differenti caratteristiche abitative (proprietari/ affittuari/ social housing);
- Differenti aspetti demografici, stadi e caratteristiche del ciclo vitale (sesso, età, appartenenza a gruppi etnici, presenza di disabilità, etc.);
- Differenti livelli di istruzione e connotati culturali.

La visione redditi-costi energetici-efficienza energetica è dunque solo una parte del fenomeno. Una adeguata formalizzazione richiede che si conducano analisi, sia quantitative che qualitative, che descrivano questi aspetti.

Il monitoraggio del fenomeno

ENEA svolge periodicamente attività di monitoraggio della povertà energetica, basata su indicatori, al fine di contribuire allo sviluppo di una conoscenza sistematica attraverso la quale fornire ai decisori pubblici un supporto basato su evidenze scientifiche. In base alle elaborazioni effettuate sui dati dell’Indagine Istat sulla Spesa delle Famiglie, utilizzando l’indicatore adottato nella Strategia Energetica Nazionale del 2017, e ripreso nel Piano Nazionale Energia e Clima del 2020, **la percentuale di famiglie in condizione di “difficoltà ad acquistare un paniere minimo di beni e servizi energetici” è pari al 8,0% nel**

Misure oggettive (basate su variabili di spesa)		
Nome indicatore	Descrizione	Chi è in povertà energetica
10% indicatore	Elevata quota di spesa energetica (in rapporto al reddito)	Percentuale di popolazione per cui la quota di spesa energetica rispetto al reddito eccede il 10%
Low Income High Cost (LIHC)	Elevato livello di spesa energetica; basso livello di reddito	Percentuale di popolazione per cui i) la spesa energetica è superiore alla mediana del valore nazionale, e ii) il reddito, al netto della spesa energetica, è inferiore alla soglia di povertà
High share of energy expenditure in income (2M)	Elevata quota di spesa energetica (in rapporto al reddito)	Percentuale di popolazione la cui quota di reddito dedicata a spese energetiche è alta più del doppio del valore mediano nazionale
Low absolute energy expenditure (M/2)	Percentuale di popolazione la cui spesa energetica è inferiore alla metà del valore mediano nazionale	Percentuale di popolazione la cui spesa energetica è inferiore alla metà del valore mediano nazionale
Energy expenses, income quintile 1 (EEIQ1)	Elevato livello di spesa energetica	Entità della quota di spesa energetica sul reddito, per la popolazione rientrante nel primo quintile di reddito
Misure soggettive (basate su autodichiarazioni in apposite rilevazioni. In questo caso la EU Survey on Income and Living Conditions/EU-SILC)		
Percentuale di famiglie che dichiarano incapacità di riscaldare adeguatamente la casa		
Percentuale di famiglie che dichiarano ritardo nel pagamento delle bollette energetiche		

Tab. 1: Principali misure e indici di povertà energetica

2020, segnando un ulteriore calo su base annuale, dopo la contrazione registrata tra il 2018 e il 2019 (Fig. 1). In termini assoluti, ciò equivale a circa 2,1 milioni di famiglie sul territorio nazionale.

Storicamente, sono in prevalenza i cittadini residenti nelle regioni del Sud Italia a presentare una condizione di maggiore svantaggio. Spiccano soprattutto i dati di Basilicata, Calabria e Sicilia per cui risultano persistenti differenze rispetto al dato nazionale tra i 4 e 6 punti percentuali. Lo scenario non cambia anche tenendo conto di caratteristiche regionali legate al differente costo della vita o agli specifici livelli medi di spese energetiche.

Oltre alla forte incidenza del fattore regionale, una maggiore condizione di rischio di ricadere in condizioni di povertà energetica, in Italia, è chiaramente associata a talune rilevanti caratteristiche socioeconomiche delle famiglie. Nel 2020, sull'intero territorio nazionale, l'incidenza della povertà energetica cresce proporzionalmente all'aumentare del numero dei componenti, mostrando uno scarto di oltre cinque punti percentuali tra le famiglie composte da due elementi (6,7%) e quelle composte da sei e più individui (13,3%). Scarti più significativi si registrano tra le famiglie in cui il componente di riferimento risulta disoccupato (14,5%) rispetto alle famiglie in cui risulta occupato (6,4%). Rilevano, inoltre, le differenze evidenziate rispetto alle condizioni abitative: i nuclei

familiari che vivono in affitto presentano una incidenza della povertà energetica di gran lunga più grave (14,5%) rispetto alle famiglie che detengono la proprietà dell'abitazione (5%).

Combinando questi dettagli con il riferimento al sesso del componente di riferimento della famiglia emergono rilevanti connotati di gender-gap. Seppur a livello aggregato, non si registrano significative differenze in funzione del sesso del capofamiglia, all'aumentare del numero di componenti, sono i nuclei guidati da donne ad evidenziare un maggiore rischio di ricadere in povertà energetica. Le famiglie guidate da donne composte da cinque soggetti presentano nel 2020 una percentuale di povertà energetica prossima al 13%. La percentuale scende a circa il 9% nel caso di famiglie di medesima ampiezza ma guidate da uomini.

Brevi considerazioni conclusive e spunti di policy

Anche sulla scorta di queste evidenze, politiche e misure specifiche volte ad attenuare gli effetti distorsivi del fenomeno della povertà energetica, devono tenere conto dei principali fattori che incrementano, in maniera significativa la condizione di svantaggio di determinate categorie sociali. Un quadro abbastanza chiaro, in definitiva, che configura la povertà energetica nella complessa catena di azioni e reazioni che si innescano dagli squilibri socioeconomici e territoriali. Un problema,

dunque, che certamente può essere attenuato da tutto quanto possa contribuire a colmare questi divari ma che richiede "sapienti" mix di intervento pubblico in tema di energia (efficientamento energetico, in primis) e welfare. Forte di queste evidenze, ENEA sostiene la necessità di adottare un approccio multidisciplinare nel combattere il fenomeno della povertà energetica. È opportuno stabilire un dialogo sistematico tra decisori pubblici competenti in materie energetiche e ambientali, socioeconomiche, ingegneristiche e mediche. Parallelamente, sono auspicabili analoghe forme di collaborazione nel mondo della ricerca. Il tema sta diventando ancora più sensibile nella attuale congiuntura, caratterizzata da forti spinte inflazionistiche, trainate prevalentemente dai prezzi dell'energia, e una ripresa economica strozzata dalle forti incertezze legate all'evoluzione della crisi geopolitica tra Russia e Ucraina.

Attualmente in Italia non esistono misure ad hoc concepite per la povertà energetica. I numerosi decreti emanati dallo scorso mese di marzo stanno tuttavia contribuendo ad arginare i gravi effetti della crisi energetica sulla sopravvivenza e la competitività delle imprese, e il deterioramento del benessere dei cittadini. Gli attuali meccanismi di incentivazione dell'efficienza energetica nel settore residenziale (Ecobonus e Superbonus) sono inoltre validi strumenti di contrasto. A questi si aggiungono le misure di sostegno alle spese energetiche (come i bonus per l'elettricità e per il gas) e per le spese di sviluppo delle fonti rinnovabili, destinate a specifiche categorie di popolazione svantaggiata. In questa prospettiva sarà, infine, determinante assicurare la piena ed efficace operatività del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, che per il sostegno all'efficienza energetica e alla riqualificazione degli edifici destina oltre 15 miliardi di euro. Da questa notevole mole di risorse possono scaturire iniziative efficaci per l'attenuazione della povertà energetica.

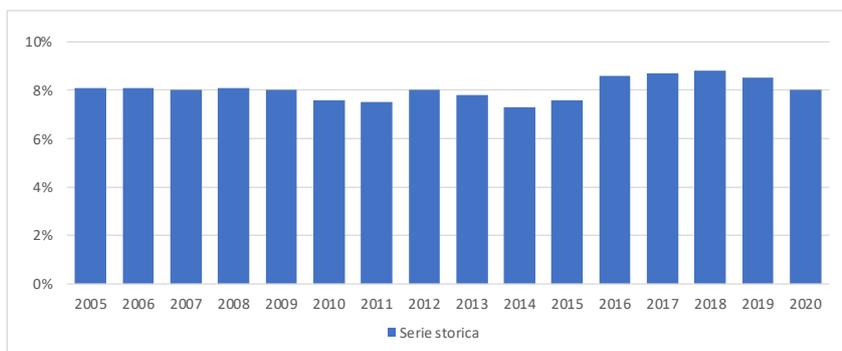


Figura 1. Indice di povertà energetica PNIEC. Serie storica 2005-2020. Fonte: Osservatorio Italiano sulla Povertà Energetica (OIPE)

Idrogeno, vettore energetico per la decarbonizzazione

È ormai opinione diffusa che l'idrogeno avrà un ruolo chiave come fattore abilitante per conseguire la decarbonizzazione del sistema energetico europeo. Perché proprio l'idrogeno? Perché può generare energia "pulita", senza che vi sia associata nessuna emissione di CO₂ in atmosfera.

DOI 10.12910/EAI2022-061

di **Giulia Monteleone**, Responsabile Divisione Produzione, Storage e Utilizzo dell'energia -ENEA

L'Europa, con il Green New Deal, si è candidata a diventare nel 2050 il primo continente al mondo ad impatto climatico zero. La transizione verso una società climaticamente neutra coinvolgerà diversi settori della società e dell'economia: energetico, industriale, civile, finanziario, regolatorio. Ed è ormai opinione diffusa che **l'idrogeno in tale contesto avrà un ruolo chiave: infatti l'Unione Europea, nelle sue recenti strategie (An EU Strategy for Energy System Integration, A Hydrogen Strategy for a Climate-Neutral Europe) lo indica come uno dei fattori abilitanti per la decarbonizzazione del sistema energetico, individuando tra le priorità la necessità di perseguire una domanda in tutti quei settori dove l'uso diretto dell'energia elettrica è di difficile implementazione.**

La carta d'identità dell'idrogeno

L'idrogeno è il primo elemento della tavola periodica ed è, quindi, il più leggero; è più facilmente immagazzinabile a lungo termine rispetto all'energia elettrica; è reattivo, possiede un alto contenuto di energia per unità di massa e può essere prodotto su scala industriale; la sua generazione (idro-

geno green) e combustione non sono associati alla produzione di anidride carbonica (CO₂) e non comportano emissioni climalteranti dirette.

Allo stato elementare l'idrogeno esiste sotto forma di H₂; a pressione atmosferica e a temperatura ambiente è un gas incolore, inodore, infiammabile.

È l'elemento più abbondante dell'universo osservabile e ne costituisce circa il 75%, anche se sulla superficie terrestre non è sostanzialmente presente nella sua forma molecolare. Lo si trova sempre combinato con altri atomi, ad esempio con l'ossigeno nel formare l'acqua, o con il carbonio in diversi idrocarburi (il più semplice è il metano CH₄), nonché in piante, animali e in altre forme di vita essendo un costituente essenziale delle molecole organiche.

Per poter essere utilizzato l'idrogeno deve allora essere 'estratto' da molecole più complesse, e quindi 'prodotto' da uno dei composti in cui si trova.

Le tecnologie per produrre l'idrogeno

Il gas naturale è attualmente la fonte più utilizzata per produrre idrogeno, attraverso il processo di reforming. L'idrogeno, prodotto dai processi

di reforming dei combustibili fossili, viene definito idrogeno "grigio"; quello prodotto da gas naturale rappresenta circa i tre quarti della produzione annuale globale con circa 70 milioni di tonnellate, utilizzando circa 205 miliardi di metri cubi di gas naturale (6% del consumo globale di gas naturale). Ciò si traduce in emissioni di CO₂: 10 tonnellate di CO₂ per tonnellata di idrogeno (tCO₂/tH₂) prodotto da gas naturale.

Le strategie e le roadmap europee guardano alla produzione di **idrogeno "verde"**, ovvero ottenuto da fonti rinnovabili senza emissioni in atmosfera di gas climalteranti. **Il processo maggiormente consolidato e tecnologicamente maturo per produrre idrogeno verde è l'elettrolisi dell'acqua (ossia la scissione in idrogeno e ossigeno) alimentata da energia rinnovabile, ad esempio fotovoltaico e/o eolico.**

Le tecnologie di elettrolisi possono essere distinte tra bassa temperatura e alta temperatura.

Con riferimento alla **bassa temperatura**, oltre agli elettrolizzatori alcalini, sono oggi disponibili sul mercato elettrolizzatori PEM (a membrana polimerica), caratterizzati da una maggiore flessibilità, a fronte di una minore efficienza. **Al fine di accrescere la**



diffusione delle applicazioni energetiche (integrazione con fonte rinnovabile) occorre potenziare ricerca e innovazione per ridurre i costi di investimento (CAPEX) e di gestione (OPEX), aumentare efficienza e vita utile; migliorare le prestazioni in regime dinamico e la resistenza a frequenti cicli avvio-arresto, etc.. La tecnologia degli elettrolizzatori alcalini con membrana a scambio anionico (AEM), attualmente in fase di sviluppo, presenta le potenzialità per perseguire questi obiettivi.

Con riferimento alle **tecnologie ad alta temperatura**, un fronte di innovazione di particolare interesse riguarda l'elettrolisi del vapore ad alta temperatura, potenzialmente più efficiente dal punto di vista energetico rispetto all'elettrolisi dell'acqua, in quanto consente di sostituire una parte dell'elettricità necessaria per il processo con calore a bassa temperatura. Le celle elettrolitiche ad ossidi solidi, operanti a temperature superiori ai 700°C, rappresentano i sistemi di elettrolisi del vapore più maturi dal punto di vista tecnologico; più recentemente, sono stati considerati sistemi di elettrolisi del vapore a carbonati fusi, caratterizzati da temperature operative più basse (<650°C),

con potenziali vantaggi in termini di sicurezza e gestibilità dell'impianto.

Oltre all'elettrolisi, altre soluzioni basate sull'utilizzo delle biomasse o del calore solare, sono da considerare per la produzione di idrogeno verde, anche nell'ottica di valorizzare la flessibilità del vettore idrogeno rispetto al mix energetico ed al contesto produttivo locale. Ad esempio, il calore rinnovabile ad alta temperatura ottenuto in impianti solari a concentrazione può essere utilizzato per alimentare cicli termochimici di water splitting (ovvero scissione della molecola di acqua in idrogeno ed ossigeno).

Sempre nell'ambito dei processi termochimici, è anche possibile **adattare i processi di produzione di idrogeno convenzionali basati sulla trasformazione di fonti carboniose (ad es. steam reforming) all'alimentazione con energia e materie prime rinnovabili quali biogas o biometano**. Quest'ultimo approccio, che presuppone un cambiamento meno radicale nei sistemi produttivi rispetto alle altre soluzioni proposte, potrebbe essere accolto con maggior favore dall'industria nel breve periodo, consentendo di valorizzare almeno parzialmente know-how e asset già disponibili.

Nonostante i rilevanti investimenti in R&D&I su processi e tecnologie per produrre idrogeno verde, l'idrogeno grigio non potrà essere nel breve termine completamente sostituito, soprattutto per aspetti di natura economica; oggi l'idrogeno prodotto da elettrolisi dell'acqua costa circa tre volte in più di quello prodotto da metano. In questo scenario e con un obiettivo di accompagnamento graduale all'idrogeno verde si colloca l'idrogeno "blu", ossia quello prodotto dagli stessi processi di reforming, integrati con sistemi di cattura e sequestro della CO₂ generata durante il processo stesso.

La catena del valore dell'idrogeno – potenziali applicazioni

Insieme alle fonti rinnovabili, l'idrogeno rappresenta un candidato di primo piano per garantire la sostenibilità energetica e promuovere lo sviluppo ecosostenibile. Ciò anche grazie alla sua peculiarità di poter agire come vettore energetico nei diversi settori applicativi: industriale, civile, residenziale, mobilità e trasporto, energetico.

- **Mobilità:** si identificano come **settori a maggior potenziale le filiere del trasporto pesante su gomma (truck e autobus), material handling, trasporto ferroviario e marittimo.** Nel breve periodo, il ricorso a flotte di mezzi (trasporto pubblico, mezzi per la raccolta dei rifiuti, mezzi di movimentazioni merci) potrebbe accelerare la penetrazione dell'idrogeno nel settore della mobilità, garantendo la possibilità di ricorrere a stazioni di rifornimento centralizzate. Nel lungo periodo si dovrà favorire la penetrazione e la diffusione omogenea delle tecnologie ad idrogeno per la mobilità in ambito nazionale; sarà, di conseguenza, necessario realizzare stazioni di rifornimento di idrogeno coprendo le principali direttrici di trasporto di persone e di merci sul territorio nazionale.
- **Decarbonizzazione dei carburanti:** la combinazione di idrogeno, ottenuto dal surplus di rinnovabili, con la CO₂ da effluenti industriali o da impianti a biogas/biometano, permetterebbe la produzione di combustibili a bassa impronta di carbonio, favorendo al tempo stesso la crescita di un settore industriale e manifatturiero già esistente e di ri-
- **Settore industriale:** promuovendo nel breve l'utilizzo, almeno parziale, di idrogeno verde e/o blu (in sostituzione di quello grigio) nei settori maggiormente energivori (hard to abate) o ad alta emissione di CO₂, come le raffinerie ed alcune industrie chimiche, le acciaierie ed altri settori che impiegano calore di processo ad alta temperatura (industria del vetro, ceramica, industria alimentare, cemento) attualmente prodotto con il metano.
- **Settore termico residenziale:** rappresenta un interessante settore di utilizzo, che può favorire la domanda diffusa di idrogeno, contribuendo, nel contempo, al processo di de-carbonizzare del patrimonio edilizio nazionale, in particolare di elevato valore storico-architettonico per il quale l'elettificazione diretta con pompe di calore non è sempre possibile, nonché alla crescita dell'industria manifatturiera nazionale che vanta numerosi produttori in ambito termotecnico (caldaie, valvolame, controlli, componenti, etc.). Infine, i sistemi di riscaldamento per il settore termico residenziale sono già in parte pronti per l'alimentazione con miscele

idrogeno/gas naturale.

La possibilità di trasporto del vettore idrogeno nelle reti gas, combinato a soluzioni di accumulo di piccola-media scala per contesti distribuiti, e di grande scala per accumuli stazionari e stagionali, potrà consentirne un utilizzo distribuito. L'utilizzo dell'asset esistente delle reti gas, diffuso e capillare nel contesto nazionale, potrebbe essere di notevole ausilio, nel breve termine, per decarbonizzare parte degli utilizzi finali dalle utenze distribuite a quelle concentrate in cluster industriali. Ciò permetterebbe, inoltre, di consolidare e potenziare la competitività di mercato della filiera industriale nazionale relativa ai cluster termico e meccanico, che riveste, già oggi, un ruolo di primo piano a livello comunitario.

In questo contesto è da evidenziare, anche, **la promozione dei sistemi cogenerativi a celle a combustibile**, tecnologia d'elezione per la conversione energetica dell'idrogeno, che presenta adeguate caratteristiche di flessibilità alla composizione del gas di alimentazione (anche miscele H₂/CH₄), elevate efficienze di conversione a zero emissioni di particolato, e requisiti per il raccordo fra i settori power e gas.

Per info: giulia.monteleone@enea.it

Scenari, tecnologie e prospettive per la mobilità sostenibile

Le nuove tecnologie offrono l'opportunità di una transizione sostenibile della mobilità riducendo l'esigenza degli spostamenti, ricorrendo a modalità alternative di trasporto, progettando e immettendo sul mercato veicoli energeticamente più efficienti e meno dipendenti dai combustibili fossili.

DOI 10.12910/EAI2022-062

di **Antonino Genovese**, Responsabile del Laboratorio Sistemi e Tecnologie per la Mobilità Sostenibile - ENEA

Viviamo un momento di incertezze che si saldano in una unica certezza: l'inadeguatezza dell'attuale modello di sviluppo. Questo, in sintesi, può descrivere la condizione delle moderne società che si trovano a fronteggiare eventi la cui portata pone a rischio l'attuale ecosistema terrestre. Prendere coscienza di questa condizione è necessario nella ricerca di azioni di mitigazione utili a cambiare in positivo la realtà e la percezione della medesima. **L'innovazione tecnologica fornisce gli strumenti per condurre il processo di trasformazione della mobilità in direzione della sostenibilità abbattendo l'utilizzo di combustibili fossili, proponendo nuove soluzioni di trasporto e riducendo la domanda di trasporto.**

Nel 1997, tramite gli accordi di Kyoto, ha preso avvio un percorso di consapevolezza (Fig. 1) e riduzione degli impatti generati dall'utilizzo intensivo delle fonti fossili. Un cammino non sempre facile e privo di ostacoli, che si è snodato attraverso tappe intermedie e si è infine consolidato nel 2015 nell'Accordo di Parigi sul contenimento delle emissioni climalteranti. L'Europa ha fatto proprie le istanze di contenere gli effetti sul clima ed ha emanato una serie di provvedimenti culminati nel 2020 con il lancio dell'“European Green Deal” ed il successivo pacchetto “Fit for 55” nel 2021.

Il Green Deal (Fig. 2) è una strategia di rinnovamento che punta a trasformare l'Unione Europea in una società basata su una economia moderna e competitiva capace di gestire le risorse

in modo razionale, secondo criteri di efficienza e di circolarità. Il piano proposto individua una traiettoria di riduzione dei gas climalteranti giungendo al 2050 all'azzeramento delle emissioni nette di CO₂ con un significativo risultato intermedio del -55% nel 2030.

Green Deal e mobilità sostenibile

Il Green Deal si articola in diversi interventi capaci di incidere in modo significativo nei settori maggiormente dipendenti dai combustibili fossili e pertanto il trasporto, per l'elevata dipendenza dai derivati del petrolio, è un ambito oggetto di massima considerazione. La transizione verso una mobilità sostenibile ed intelligente, sostenuta da stimoli alla ricerca ed innovazione di settore senza dimenticare le esigenze sociali delle fasce più deboli della popolazione, è il modello proposto per centrare questo ambizioso obiettivo.

Entro i confini nazionali i trasporti pesano per un quarto nelle emissioni di gas serra^[1] e più del 92% è attribuibile al trasporto su gomma. Le emissioni nel periodo 1990-2019 presentano una crescita costante sino al 2006 ed una successiva decrescita sino a toccare un +3.2% rispetto al 1990. La Commissione UE ed Parlamento Europeo,



Fig. 1 Un percorso di consapevolezza: dalla presa di coscienza alle azioni per il cambiamento

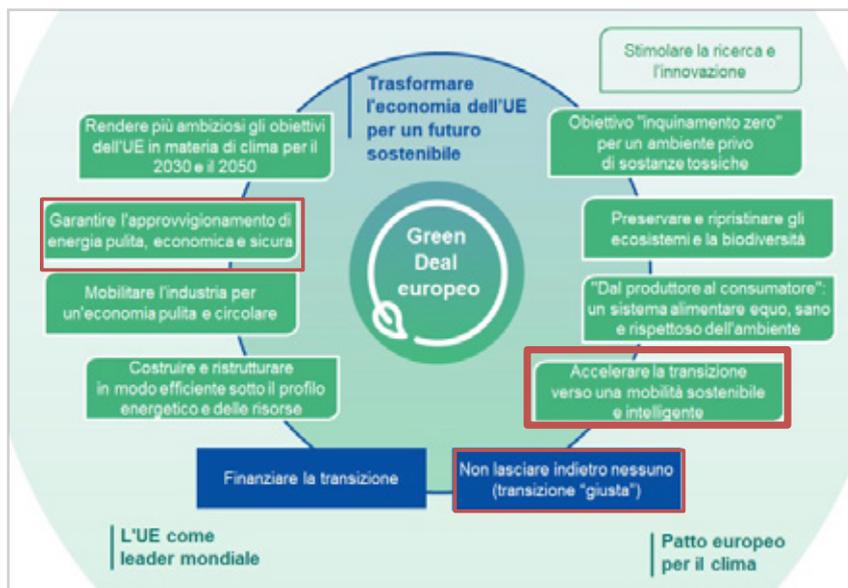


Fig. 2 Il Green Deal europeo: mobilità sostenibile, ricerca ed equilibrio sociale

nell'intento di ridurre le emissioni di gas serra e di preservare il valore dell'industria automotive, hanno concordato una serie di interventi limitativi nelle emissioni specifiche degli autoveicoli: dai 135 g/km del 2015 ai 59 g/km del 2030. Una strada difficile da percorrere ed affidata a soluzioni di ibridizzazione del powertrain sino alla elettrificazione completa. Ed in questo senso gli ultimi provvedimenti vanno in direzione di una dismissione dei motori a combustione già dal 2035 per le nuove vetture.

Ma la domanda che dobbiamo porci prima di ogni altra è se il modello generale della mobilità sino ad ora vissuto sia realmente adeguato alle sfide imposte dal cambiamento. Affrontare le prove che ci attendono, significa valutare l'entità dei costi (Fig. 3) che i modelli di mobilità ci impongono: energetici, ambientali, sociali e di sicurezza. Si pensi alla dipendenza da fonti di approvvigionamento localizzate in aree geografiche ristrette, alla resilienza ad eventi critici, alle ricadute sulla salute, al consumo di territorio. A volte la soluzione al problema rischia di divenire essa stessa un problema, con interventi che consumano territorio,

alterano il volto urbanistico ed inducono effetti sull'aggregazione sociale modificando il rapporto tra uomo e territorio.

Una soluzione integrata

Un approccio di equilibrio è quello improntato sul modello ASI (Avoid-Shift-Improve) (Fig. 4) che formula tre vie di intervento: ridurre la domanda di mobilità, utilizzare sistemi di trasporto maggiormente efficaci ed efficienti, innovare i mezzi di trasporto per azzerare le emissioni. Un intervento completo da attuare su diversi fronti in grado di ridisegnare il volto della mobilità, uscendo dall'impronta novecentesca dell'uso del veicolo privato a favore di una con-

divisione spazio-temporale dei nuovi mezzi di trasporto.

Generare minor richiesta di spostamenti è possibile attraverso un disegno accurato dell'organizzazione urbana, riducendo i centri di attrazione/generazione ed accorciando i percorsi che potranno essere effettuati con modalità di trasporto a bassa energia e bassa emissione. Ma anche supportando la digitalizzazione della società con il potenziamento dello smart working nelle sue diverse declinazioni. Senza dimenticare la rivoluzione digitale della pubblica amministrazione disponibile a casa propria con i servizi a distanza e l'assistenza sanitaria attraverso la telemedicina.

Non solo la quantità ma anche la qualità dell'offerta risulta essere importante per una razionalizzazione ecosostenibile della mobilità.

La promozione di modi di trasporto a maggiore efficienza è il tratto che distingue il modello ASI che suggerisce l'uso di modalità di trasporto coerenti con i propri spostamenti: dalla ciclopedità alla condivisione del mezzo, dal trasporto pubblico al ride sharing, sono tutte opportunità per costruire un modo differente di viaggiare riducendo l'uso del veicolo personale. In ultimo, il vantaggio offerto dall'innovazione tecnologica veicolare, che ha migliorato sia l'aspetto ambientale che quello energetico grazie alla transizione verso la trazione elettrica.

La rivoluzione elettrica è il tassello ultimo della triade che sosterrà il processo di innovazione della mobilità futura. La corsa è già partita e la UE stima (Green Deal) che entro il



Fig. 3 I costi dell'attuale modello di mobilità



Fig. 4 Un modello di equilibrio per la mobilità sostenibile: Avoid-Shift-Innovation (ASI)

2025 sarà necessario circa **1 milione di stazioni di ricarica pubbliche per i 13 milioni di veicoli elettrici a basse e a zero emissioni previsti sulle strade europee** [2]. Attualmente gli obiettivi appaiono raggiungibili avendo al 2021 già 5.400.000 veicoli a batteria (BEV) ed ibridi ricaricabili (PHEV) su strada e 325.000 punti di ricarica pubblica [3].

Rinnovabili e mobilità

La difficoltà della mobilità convenzionale nel rispettare, per i nuovi veicoli venduti, i limiti specifici delle emissioni di CO₂ [4] ha forzato l'elettrificazione massiva del listino. Il successo della soluzione elettrica "green" è articolato su tre punti: rete di ricarica, disponibilità di energia rinnovabile e produzione di batterie performanti. Del primo dei tre punti, diffusione di una solida rete di ricarica, abbiamo già indicato i target europei. La produzione di energia da fonti rinnovabili (FER) è il nodo da sciogliere per poter costruire una mobilità senza carbonio. I piani di sviluppo di un sistema di generazione elettrica da FER sono ambiziosi investendo non solo il mondo dei trasporti ma la nostra società nel suo complesso. Nel 2020 in EU la produzione lorda da FER ha coperto il 34% della produzione elettrica [5] attraverso l'apporto del 14.7% da eolico, 13.8% da idroelettrico e 5.3% da solare. L'Italia si posiziona vicino alla media euro-

pea con un 38,1%. La quota, ancora sotto il 50%, richiede uno sviluppo importante delle FER se si vorrà giungere al 2050 ad una completa decarbonizzazione nel settore elettrico. Gli obiettivi italiani del Green Deal, superiori al PNIEC 2019, puntano ad una copertura del 70% della produzione elettrica da FER al 2030 che dovrebbe attuarsi attraverso il raddoppio della potenza FER attualmente installata [6]. Obiettivo che impone un'abilità di installazione di oltre 6 GW annui di nuovi impianti. **Pertanto, la crescita di capacità produttiva nel settore delle rinnovabili va adeguatamente incoraggiata insieme a iniziative di accumulo energetico in grado di garantire continuità di fornitura nelle differenti situazioni ambientali.** Questo diverrà possibile anche attraverso una maggiore flessibilità della rete e della sua interazione con le altre reti energetiche. L'idrogeno verde, nel ruolo di vettore energetico, assume un ruolo concreto anche per l'elettrificazione indiretta della mobilità ampliando l'offerta di sistemi di mobilità liberi da carbonio. Questo, tuttavia, peserà ulteriormente sulla esigenza di nuove installazioni produttive da rinnovabili.

Batterie e infrastrutture di ricarica

La quota di mercato di autoveicoli elettrici in Europa ha toccato il 18% [7] nel 2021 e le previsioni vanno

nella direzione di una ulteriore forte crescita. L'industria automotive ha iniziato a produrre sempre più nuovi modelli di differenti taglie per ampliare l'offerta ed incontrare le esigenze dei cittadini. Nel caso dei veicoli elettrici a batteria (BEV) autonomia e capacità del sistema di accumulo sono strettamente relazionate: infatti, la crescita della taglia della batteria corrisponde in relazione lineare alla maggiore autonomia del veicolo.

Il tema dell'autonomia si incrocia con quello della ricarica della batteria e delle relative infrastrutture di ricarica. Il problema dell'autonomia potremmo definirlo come un "vero falso problema" che ossessiona il pensiero dei potenziali acquirenti di veicolo elettrici in Italia. "Vero" perché la ricarica del veicolo elettrico richiede tempi usualmente più lunghi dei veicoli convenzionali e "falso" perché non impatta gravosamente sull'utente. Uno studio condotto nel 2018 [7] descrive l'uso medio del veicolo privato da parte dei cittadini italiani: 41 km/giorno percorsi, 286 giorni/anno di utilizzo e solo 1.25 ore di percorrenza. Con la durata media delle soste così definite, buona parte dei veicoli elettrici possono rispondere alle esigenze di spostamento ed hanno abbastanza tempo per ricaricarsi. Uno studio ENEA condotto su oltre 13.000 autoveicoli nella città di Roma mostra i comportamenti periodici nelle soste sia per la durata che per ora di inizio e conferma la potenzialità delle ricariche nei percorsi casa-lavoro. La ricarica nella visione statica di connessione unidirezionale alla rete elettrica appartiene alla prima concezione di veicoli elettrici ed è interessata da nuovi modi interattivi e flessibili di scambio con la rete. Gestione dinamica della potenza di ricarica e scambio bidirezionale per servizi V2X, dal Vehicle to Grid (V2G) al più contenuto Vehicle to Home (V2H) sono due degli assetti operativi che si offrono al sistema elettrico per contenere gli impatti sulla rete di distribuzione e sostenere la rete con azioni di stabilizzazione della medesima.

L'utilizzo dell'accumulo di bordo si apre alla cooperazione con il sistema elettrico con soluzioni integrabili in seno a scambi capaci di massimizzare il consumo sul posto della produzione rinnovabile attraverso la ricarica e contenere il prelievo dalla rete per l'alimentazione domestica di utenze nelle ore di picco servendosi dell'accumulo veicolare.

Se la tecnologia ci offre queste opportunità, un ostacolo può essere invece rappresentato dalla carenza di strutture idonee a recepire le innovazioni.

La struttura del continuo edilizio in Italia spesso non consente di operare in questa direzione, basti pensare ai nostri splendidi centri storici o alle più recenti realizzazioni edilizie carenti dal punto di vista dei parcheggi residenziali.

La ricarica in tempi brevi e brevissimi è una delle opzioni che possono contribuire ad abbattere la diffidenza verso l'elettrificazione. L'introduzione delle batterie basate sulla tecnologia Litio-ione ha rivoluzionato il settore della mobilità elettrica, offrendo riduzione dei pesi e degli ingombri insieme a cicli di vita comparabili con la vita stessa del veicolo. **La riduzione del tempo di rifornimento passa attraverso due fondamentali: elevazione**

della potenza di ricarica e idoneità della batteria a sostenere le elevate correnti di ricarica. Il primo elemento, grazie ai passi in avanti della elettronica di potenza, è un fatto acquisito avendosi ormai in commercio sistemi di ricarica da 350 kW di picco. Il secondo diviene un punto che richiede attenzione nella scelta delle "chimiche" delle batterie per individuare quelle che meglio si prestano a queste operazioni senza ridurre le aspettative di vita e la sicurezza. Da questo punto di vista occorre tener presente che la batteria Litio-ione deve operare entro limiti in tensione e temperatura per evitare la nascita di dannosi e pericolosi effetti termici. Per questo, il profilo di ricarica nel tempo è opportunamente controllato durante il rifornimento in base alle condizioni dello stato di carica e della temperatura.

Una roadmap di innovazione per le batterie

Lo sviluppo della mobilità elettrica (Tab. 1) ha trovato forza nella tecnologia delle batterie al litio che hanno consentito di conseguire importanti obiettivi di autonomia, tempi di ricarica e vita utile. La continua esigenza di prestazioni superiori per i sistemi di

accumulo, per offrire maggiore capacità e durata nel tempo, insieme ad elevata affidabilità e sicurezza, alimenta il processo di innovazione per le batterie. La ricerca in quest'ambito procede con lo sviluppo di batterie al litio di tipo avanzato con elettrolita allo stato liquido e con la realizzazione batterie al litio con elettrolita allo stato solido. Il percorso avanza attraverso la realizzazione di celle con riduzione di materiali critici come il cobalto, la messa a punto di anodi in silicio per incrementare le densità di carica, il passaggio ad elettroliti solidi per rafforzare gli aspetti di sicurezza. Si prevede che queste soluzioni condurranno ad un avanzamento delle densità di energia dall'attuale 200 Wh/kg a 500 Wh/kg nel 2035 [8]. Ed ancora oltre attraverso la tecnologia del litio metallico (anodo) e dei catodi di zolfo o aria. La roadmap individua ulteriori avanzamenti attraverso il superamento della filiera del litio ed il passaggio alla tecnologia delle batterie al sodio, materiale maggiormente disponibile e ben distribuito a livello planetario.

Il cambiamento investirà non solo le prestazioni delle batterie ma sarà accompagnato dalla implementazione delle regole dell'economia circolare allungando il fine vita includendo

	Vendite 2021	% mercato 2021	Parco circolante 2021	Variazione % 2019	% Parco circolante 2021
BEV+PHEV	136.854	9,3%	237.258	700,7%	0,6%
BEV	67.542	4,6%	122.669	538,6%	0,31%
PHEV	69.312	4,7%	114.589	963,9%	0,29%
5 BEV più venduti					
	Fiat 500e	10.751			
	SMART fortwo	6.162			
	Renault Twingo	5.822			
	Dacia Spring	5.496			
	Tesla model 3	5.047			

Tab. 1 Mobilità elettrica in Italia

il riuso delle batterie non più idonee ad utilizzo nei trasporti a causa della riduzione della capacità di accumulo, in applicazioni di utilizzo stazionario. A chiusura del ciclo (Fig. 5) le batterie rappresenteranno delle “miniere” per recuperare le materie prime di valore industriale per la loro

reintroduzione nel ciclo di produzione. Il rafforzamento della circolarità sarà affermato anche attraverso l'aggiornamento della nuova direttiva sulle batterie che il Parlamento Europeo ha recentemente approvato e che sarà il riferimento della negoziazione con la Commissione europea. Il testo in-

dividua livelli minimi dei materiali di interesse (cobalto, litio e nichel) che dovrebbe essere recuperata e reinserita nel processo di fabbricazione oltre a criteri di tracciabilità per garantire sino al fine vita delle batterie le condizioni di sicurezza e di riutilizzo.

Per info: antonino.genovese@enea.it

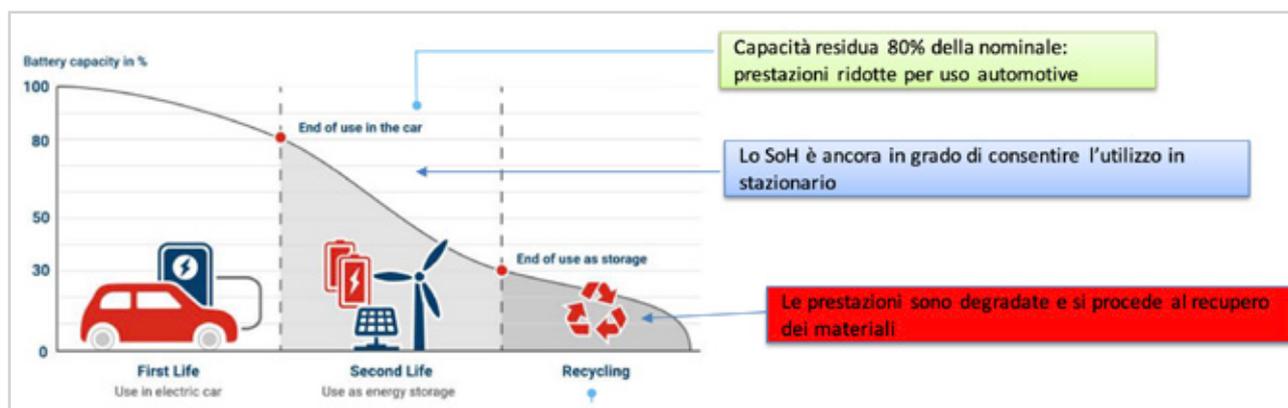


Fig. 5 Un percorso circolare per le batterie

Riferimenti

1. A. Bernetti - Le emissioni dal trasporto stradale in Italia - ISPRA 2021
2. Comunicazione della Commissione Europea COM/2019 640 final
3. <https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/>
4. L'industria automotive mondiale nel 2019 e trend 2020 - Area studi e statistiche ANFIA
5. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_statistics_-_an_overview#Final_energy_consumption_Settembre_2021
6. C. Arcudi - Dal Fit for 55% al REPowerEU: il nuovo scenario elettrico 2030 per l'Italia
7. <https://www.unipolsai.com/>
8. EMIRI R&I Strategic Roadmap.

Tecnologie e materiali per il fotovoltaico di nuova generazione

Il fotovoltaico è uno degli attori più importanti del processo di transizione energetica: è una tecnologia matura e pronta per essere implementata su scala multi-terawatt per contribuire alla riduzione delle emissioni. ENEA è impegnata in un processo di forte innovazione del FV con attività di ricerca su diverse tecnologie.

DOI 10.12910/EAI2022-063

di Paola Delli Veneri, Responsabile Laboratorio Dispositivi Innovativi - ENEA

La Conferenza delle Parti (COP26) delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici ospitata nel Regno Unito a novembre 2021 si è conclusa ribadendo l'obiettivo a lungo termine di limitare l'aumento medio della temperatura ben al di sotto di 2 °C rispetto ai livelli preindustriali e di proseguire gli sforzi per limitare l'aumento della temperatura a 1,5 °C. Per raggiungere questo target è necessaria una sostanziale riduzione delle emissioni globali di gas serra, con una diminuzione delle emissioni di CO₂ al 2030 del 55% rispetto al livello del 2010 e un azzeramento al 2050. E', quindi, fondamentale una transizione energetica che può essere guidata mediante un processo di elettrificazione e il contestuale utilizzo di energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili e a bassa o nulla emissione di carbonio.

Il fotovoltaico (FV) è, sicuramente, uno degli attori più importanti nel processo di transizione energetica: è una tecnologia matura, pronta per essere implementata su scala multi-terawatt in modo da contribuire alla riduzione delle emissioni a breve termine. La produzione globale di elettricità da solare fotovoltaico è un ordine di grandezza inferiore rispetto alle tecnologie convenzionali (ha

rappresentato circa il 3% alla fine del 2020), ma il fotovoltaico dà evidenza di una progressione molto rapida, grazie anche alla rilevante riduzione dei costi osservata negli ultimi anni.

Uno dei fattori di successo del FV è la modularità/granularità della tecnologia: pannelli solari identici da alcune centinaia di watt di potenza possono essere combinati, da decine per installazioni sul tetto, a milioni in centrali elettriche su scala industriale. La potenziale applicazione su scale differenti con investimenti economici contenuti e l'accesso alle risorse solari possibile in tutti i paesi sono alla base del successo della tecnologia fotovoltaica.

Nel mondo installata una capacità fotovoltaica di oltre 1TW

Nel 2022 è stato annunciato che la capacità globale di potenza FV installata al mondo ha superato 1 TW, valore di grande rilievo se confrontato con i soli 39 GW di potenza installati nel 2010. La Cina è attualmente al primo posto per capacità installata con circa il 30% del totale (circa 300 GW), seguita dall'Unione Europea con circa il 17% (166 GW) e dagli USA con oltre 125 GW. Anche la produzione industriale è guidata dalla Cina che nel 2021 ha prodotto celle e moduli FV per una potenza pari a circa 150 GW sui 200

GW prodotti globalmente nell'anno.

In Italia si è registrato un discreto incremento delle installazioni FV, con una capacità di potenza che ha raggiunto nel 2021 un valore di 22,6 GW; è stata, così, prodotta una quantità di energia elettrica da **fotovoltaico pari a 25 TWh, il 7,8% del consumo elettrico nazionale.**

Una forte accelerazione in termini di installazioni FV è, tuttavia, richiesta nei prossimi anni per raggiungere l'obiettivo del Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima: installare al 2030 50 GW di potenza fotovoltaica, valore quest'ultimo che dovrà essere ulteriormente incrementato alla luce delle indicazioni del pacchetto clima "fit for 55" adottato nel 2021 dalla commissione Europea.

La tecnologia del silicio cristallino

La tecnologia FV si basa sull'effetto fotovoltaico che consente di convertire in portatori liberi di carica elettrica la luce solare assorbita da un materiale semiconduttore. Sebbene svariati materiali possano essere utilizzati per realizzare celle solari, la stragrande maggioranza dei moduli FV prodotti nel passato, ma anche nel presente, sono basati sul silicio, il secondo più abbondante elemento dopo l'ossigeno nella crosta terrestre, in una forma cri-

stallina (c-Si). **Più del 90% dei moduli installati nel corso del 2020, infatti, sono basati sulla tecnologia del silicio cristallino**, mentre la parte rimanente è realizzata con materiali semiconduttori in forma di film sottile, con spessori dell'ordine del micron, quali ad esempio il CdTe, il CIGS e il silicio. La prestazione del dispositivo FV viene misurata dall'efficienza di conversione fotovoltaica, definita come il rapporto tra la potenza elettrica disponibile ai capi della cella fotovoltaica e la potenza della radiazione solare che colpisce la superficie della stessa cella. **Le efficienze dei moduli commerciali variano attualmente nell'intervallo 15-23% per i differenti materiali/tecnologie**; mediamente, per la tecnologia FV del c-Si, le efficienze dei moduli si attestano intorno al 20%, mentre le più alte efficienze sono ottenute con sofisticate architetture di dispositivo in c-Si, che attualmente evidenziano limitati volumi di produzione. **I prezzi dei moduli FV si sono ridotti notevolmente negli anni grazie a vari fattori, tra cui principalmente l'aumento dei volumi di produzione e il miglioramento dell'intera catena del processo produttivo di moduli FV.** Attualmente i tipici prezzi per moduli standard in silicio cristallino variano nell'intervallo 0.17-0.25 US\$/W, in relazione alla tipologia ed efficienza del prodotto, che si traduce in un costo per unità di area di soli 35-50 US\$/m².

Il ruolo della ricerca: innovazione 'incrementale' e 'radicale'

In questo scenario quale deve essere il ruolo della ricerca per promuovere un utilizzo sempre maggiore della tecnologia FV, favorendo così il processo di transizione ecologica? Gli argomenti chiave possono essere così riassunti: 1) sviluppo di celle e moduli FV ad alta efficienza e con costi contenuti; 2) definizione e sviluppo di nuovi approcci tecnologici al fotovoltaico che ne rendano possibile l'integrazione in vari contesti; 3) definizione di metodologie innovative per ottimizzare la gestio-

ne di impianti FV in modo, così, da massimizzare la produzione di energia elettrica da fotovoltaico. In particolare, **lo sviluppo di materiali e architetture di dispositivo per l'alta efficienza può consentire di realizzare nuovi prodotti capaci di incrementare la quantità di energia elettrica prodotta a parità di suolo occupato**, consentendo così, anche, di mitigare la questione del consumo del suolo, fattore che potrebbe limitare l'utilizzo della fonte solare per la produzione di energia elettrica.

Sul tema dell'alta efficienza e della possibile integrazione del FV con l'agricoltura sono concentrate buona parte della attività di ricerca svolte in ENEA.

Per quanto riguarda lo sviluppo di materiali e celle FV, le ricerche hanno l'obiettivo di produrre innovazioni catalogabili in due categorie: **"innovazione incrementale"**, che riguarda le attività destinate al miglioramento delle prestazioni di dispositivi fotovoltaici già presenti sul mercato e di interesse per l'industria, e **"innovazione radicale"**, che riguarda lo sviluppo di moduli di nuova generazione.

Alla prima categoria appartengono le attività finalizzate al miglioramento di celle in silicio ed in particolare di celle ad eterogiunzione di silicio (SHJ), architettura di cella in silicio con la quale è stato ottenuto il record di efficienza in laboratorio dalla Kaneka (Giappone) che ha misurato un'efficienza del 26,7% su una cella SHJ da 79 cm². Le ricerche sono mirate a studiare soluzioni per migliorare le prestazioni e/o i processi produttivi. Sono allo studio, ad esempio, materiali per contatti selettivi più trasparenti rispetto ai film drogati di silicio amorfo tipicamente utilizzati nelle celle attuali, eventualmente eliminando l'uso di gas tossici, quali PH₃ o B₂H₆, necessari al drogaggio dei film di silicio, così come si studiano contatti trasparenti alternativi all'ossido di indio e stagno (ITO), valutando materiali/soluzioni che possano determinare un minore o nullo utilizzo di indio, elemento con problemi di disponibilità. Altri studi riguardano

poi il miglioramento dei processi di metallizzazione delle celle, valutando alternative più economiche alle paste di argento.

Celle solari tandem

Le celle in silicio con appropriate architetture saranno, probabilmente, anche alla base di una nuova generazione di dispositivi basati sul concetto di multigiunzione. Una cella solare a multigiunzione combina materiali assorbitori con differenti bandgap in modo che ognuno di essi assorba efficacemente una regione spettrale della luce.

La cella solare tandem, che combina due celle componenti, rappresenta la più semplice configurazione a multigiunzione ed in questa configurazione il silicio può giocare un ruolo fondamentale come cella posteriore deputata ad assorbire la parte dello spettro a più bassa energia. In letteratura sono riportate delle simulazioni che predicono valori di efficienza prossimi al 40% per celle tandem con cella posteriore in silicio.

Per la cella frontale, la perovskite è uno dei materiali attualmente più studiati. Recentemente, nel laboratorio fotovoltaico dell'EPFL a Neuchâtel (Svizzera), è stata superata la barriera psicologica del 30% di efficienza, realizzando una cella tandem perovskite/silicio con un'efficienza record pari al 31,25% su un'area di 1 cm².

ENEA è impegnata in questo processo di forte innovazione del FV con lo sviluppo di celle in perovskite da utilizzare anche in combinazione col silicio per realizzare celle tandem perovskite/silicio. Nei laboratori sono sperimentati film di perovskite e gli altri materiali necessari alla fabbricazione delle celle, testando differenti processi per la preparazione dei materiali (tecniche di crescita da soluzione o in vuoto).

Gli studi sui dispositivi FV a base di silicio e perovskite hanno consentito di realizzare celle tandem perovskite/silicio ottenute utilizzando due possibili configurazioni di collegamento tra

le componenti: la crescita diretta della cella frontale in perovskite su quella in silicio (cella tandem in configurazione monolitica) e la connessione meccanica in serie tra i singoli dispositivi realizzati separatamente.

Con quest'ultima configurazione in collaborazione con l'Università di Tor Vergata è stata realizzata una cella tandem perovskite/Si con un ragguardevole valore di efficienza pari al 28,4%.

L'agrivoltaico sostenibile

Accanto allo sviluppo di celle solari ad alta efficienza sono in corso attività di ricerca sullo sviluppo del cosiddetto agrivoltaico sostenibile in cui produzione agricola e generazione fotovoltaica si integrino senza impattare sul consumo di suolo con attenzione alle trasformazioni del paesaggio. ENEA ha recentemente promosso la creazione di una rete italiana per l'agrivoltaico sostenibile e co-

ordina le attività della rete con lo scopo di elaborare linee guida per supportare i decisori e metodologie per valutare impatti dei sistemi FV proposti. ENEA sta inoltre progettando e sviluppando celle solari a film sottile spettralmente selettive in grado di esplorare l'uso complementare integrato della luce solare per fotovoltaico e fotosintesi e ha progettato coperture per serre con moduli FV innovativi sviluppati in collaborazione con diverse aziende.

Per info: paola.delliveneri@enea.it

Riferimenti

- Jäger-Waldau, Arnulf, Snapshot of photovoltaics - February 2022, EPJ Photovoltaics 13, 9 (2022) <https://doi.org/10.1051/epjpv/2022010>;
- <https://www.iea.org/reports/solar-pv>
- IEA PVPS ANNUAL REPORT 2021, https://iea-pvps.org/wp-content/uploads/2022/03/IEA-PVPS_Annual_Report_2021.pdf
- Ballif C, Haug F-J, Boccard M, Verlinden P-J, Hahn G, Status and perspectives of crystalline silicon photovoltaics in research and industry, Nature Reviews Materials, Volume 7 (8), 2022, P. 597 – 616, <https://doi.org/10.1038/s41578-022-00423-2>
- L. Serenelli, L. V. Mercaldo, E. Bobeico, A. De Maria, M. Della Noce, M. Ferrara, V. La Ferrara, L. Lancellotti, G. Rametta, G. V. Sannino, A. Romano, I. Usatii, L. Martini, F. Menchini, E. Calabrò, E. Nonni, F. Matteocci, A. Di Carlo, M. Tucci, P. Delli Veneri, Definizione di materiali e architetture per la realizzazione di celle solari tandem perovskite/silicio, Report RdS/PTR(2021)/324 – 2022.
- L. V. Mercaldo, A. Scognamiglio, A. Citarella, M. Della Noce, M. Ferrara, C. Toledo, P. Delli Veneri, Definizione del design di multistrati a film sottile e di sistemi BIPV con prestazioni ottimizzate per involucri semitrasparenti, Report RdS/PTR(2021)328 - 2022

Città del futuro e smart communities

Per realizzare soluzioni orientate alla smart city le città devono dotarsi di piattaforme ICT che consentano la raccolta e la condivisione dei dati, che è il fattore tecnologico abilitante chiave per le città intelligenti del futuro, attraverso specifiche e standard aperti.

DOI 10.12910/EAI2022-064

di **Stefano Pizzuti**, Responsabile della Divisione Smart Energy - ENEA

Nell'ultimo decennio abbiamo assistito alla nascita sia in Italia che in Europa e nel resto del mondo a cosiddetti progetti "Smart Cities". In particolare, in Italia ENEA attraverso progetti PON ha contribuito ai primi progetti pilota in città come L'Aquila, Bari, Brescia. In ambito europeo, invece, le progettualità principali hanno riguardato i cosiddetti 'progetti lighthouse' che miravano a coinvolgere tre città di medio-grandi dimensioni su aree metropolitane pilota (in Italia le città che hanno partecipato a queste iniziative sono state Milano, Firenze e Trento). I risultati che hanno prodotto queste sperimentazioni si sono rivelati molto interessanti, di elevato grado innovativo ma spesso scarsamente replicabili. Sulla base di tali esperienze quali prospettive hanno quindi le città del futuro?

Ricordiamo innanzitutto che una città 'intelligente' si basa su 6 pilastri fondamentali (economia, partecipazione, living, energia, ambiente e mobilità) la cui integrazione è demandata alle tecnologie digitali (ICT) ed il cui fine ultimo è quello della città che sia adatta ai bisogni delle persone attraverso lo sviluppo di soluzioni innovative secondo il principio del "resource-on-demand", ovvero quello di rendere disponibili servizi che offrono soluzioni nel momento e nel luogo in cui sono richiesti. Tali soluzioni, per essere considerate

realmente 'smart' e replicabili, devono considerare sia aspetti tecnologici che aspetti economici (es. modelli di business) che sociali (es. ingaggio dei cittadini) e devono integrare reti urbane diverse (es. illuminazione pubblica e mobilità).

Il progetto Smart City Platform

Il punto chiave per realizzare tali soluzioni orientate alla smart city che siano di elevato grado innovativo e replicabili sta nel concetto di interoperabilità. Con questo si intende il concetto che i dati prodotti dai sensori urbani possano essere resi disponibili a tutti quegli attori urbani che vogliono sviluppare soluzioni innovative basandosi su dati eterogenei ma tra loro correlati. **Per far ciò le città si devono dotare di piattaforme ICT che consentano la raccolta e la condivisione dei dati, che è il fattore tecnologico abilitante chiave per le città intelligenti del futuro, attraverso specifiche e standard aperti.** Per conseguire ciò, da anni è attivo il progetto Smart City Platform (<https://smartcityplatform.enea.it/>) il cui obiettivo è quello di mettere a disposizione dei cittadini, delle municipalità e dei diversi stakeholder un valido strumento in grado di raccogliere i dati dalla città e armonizzarli attraverso un linguaggio comune, per una riqualificazione dei contesti urbani e territoriali in chiave smart. L'iniziativa ha lo scopo di abilitare la comunicazione tra at-

tori e piattaforme che parlano lingue diverse, interpretando dati eterogenei in maniera corretta e senza ambiguità, mantenendo le soluzioni tecnologiche esistenti e rendendo interoperabili i diversi sistemi di raccolta e gestione dati. A tale scopo sono stati definiti:

- un insieme di specifiche pubbliche (Smart City Platform Specification for interoperability layer, SCPS) per utilizzare il linguaggio comune e abilitare la comunicazione interoperabile tra soluzioni eterogenee;
- un prototipo di piattaforma su scala cittadina/distrettuale ("Smart City Platform", SCP) per il recupero di dati dalle differenti soluzioni (Solution Verticali) presenti nella città;
- un prototipo di piattaforma su scala nazionale ("inter Smart City Platform", iSCP) per il recupero di dati da differenti Smart City e per comunicare con altre piattaforme agenti su scala nazionale.

Città intelligenti e Comunità Energetiche

In questo particolare periodo storico in cui i temi della transizione energetica e digitale sono di grande rilevanza strategica, **le città intelligenti del futuro devono essere sicuramente il motore di queste transizioni attraverso lo sviluppo di soluzioni di smart energy e tra queste assumono sicuramente particolare rilevanza quelle connesse alle nascenti Comunità Energetiche.**



In questa fase sono stati sviluppati 2 strumenti che hanno scopo di favorire la nascita delle comunità energetiche: RECON e DHOMUS. Il primo (<https://recon.smartenergycommunity.enea.it/>) è uno strumento per la valutazione tecnico-economica di progetti che, nel giro di poco più di un anno dal suo rilascio, ha raccolto oltre 1800 progettualità, il secondo (<https://dhomus.smartenergycommunity.enea.it/>) è una soluzione di ingaggio dedicata agli utenti residenziali ed ha l'obiettivo di renderli innanzitutto consapevoli dei propri dati energetici, per aiutarli a comprendere quanta energia consumano e per quali usi, così da guidarli a contenere sia i consumi che i costi, contribuendo in tal modo a ridurre l'impatto sull'ambiente, trasformando l'utente residenziale in soggetto attivo che contribuisce allo sviluppo della comunità. Tali strumenti sono però solo un primo passo di una visione più ampia che mira allo sviluppo di ulteriori strumenti abilitanti a principi di token e sharing economy che, usando le comunità energetiche come volano di sviluppo, mirano a trarre la creazione di smart communities locali che implementino lo scambio di beni e servizi energetici, ambientali e sociali.

Il progetto Public Energy Living Lab

Infine, sempre a riguardo della smart

energy al servizio delle città, citiamo la **piattaforma PELL** (Public Energy Living Lab - <https://www.pell.enea.it>). Il PELL è una soluzione metodologica e tecnologica volta ad innovare e rendere più efficienti ed efficaci i processi gestionali dei contesti urbani e territoriali, in stretta sintonia con gli obiettivi delle Smart Cities ed oggi di Transizione digitale, energetica ed ecologica per promuovere a livello nazionale:

- uno standard minimo di conoscenza, monitoraggio e valutazione delle infrastrutture particolarmente strategiche all'obiettivo "transizioni" (digitale, energetica ed ecologica);
- la costruzione di un asset informativo di riferimento nazionale volto a favorire e supportare la gestione e l'innovazione delle infrastrutture particolarmente energivore e/o strategiche;
- la costruzione di un ecosistema di piattaforme pubbliche e private interoperabili quali nuovo asset di riferimento per il conseguimento degli obiettivi "transizione";
- la messa a disposizione di una vetrina di dati, informazioni e indicatori costantemente aggiornata ed estendibile in funzione delle esigenze di sviluppo del Mercato e di innovazione tecnologica economica e sociale del Paese.

In tale ambito, il PELL ha trovato la sua prima applicazione nella infrastruttura

della Pubblica Illuminazione, in quanto particolarmente strategica all'avvio di progetti di riqualificazione urbana in chiave smart city, per poi estendere tale processo anche ad altre infrastrutture pubbliche strategiche, quali ad esempio quella degli edifici pubblici (scuole ed ospedali) consentendo per i due servizi la gestione e fruibilità e di dati omogenei a livello nazionale.

A livello nazionale la soluzione PELL è diventata oggetto della Convenzione Consip Luce 4 che laddove veda tutti i comuni aderenti comporterà una mappatura di circa 1 milione di punti luce pari al 10% del totale nazionale, la Regione Lombardia ha pubblicato un bando per l'affidamento dei servizi volti alla realizzazione di una banca dati cartografica regionale, obbligatoria per tutte le amministrazioni locali e nella quale è stata inserita anche la Specifica PELL IP tra i contenuti da implementare (aprile 2022), la Regione Basilicata ha pubblicato un bando per l'affidamento del servizio di realizzazione del catasto di pubblica illuminazione che prevede la realizzazione del censimento in accordo alla specifica PELL IP per gli impianti dei 131 Comuni della Basilicata, di proprietà comunale e provinciale (aprile 2022).

In conclusione, **in questi nuovi scenari di crisi energetica ed ambientale diventa sempre più impellente la necessità di accelerare sui processi di transizione energetica e digitale per conseguire gli obiettivi 2030-2050 ed in questo le città e le comunità del futuro avranno un ruolo decisivo nell'adottare soluzioni intelligenti e sostenibili.** Queste transizioni però discendono da una che ne sta alla base: la **transizione culturale**. Ovvero, le istituzioni dovranno farsi carico di innescare un **cambiamento radicale di comportamenti nei cittadini, ovvero il passaggio da utenti passivi ad attori attivi del cambiamento**, senza di ciò le città e comunità del futuro non avranno quegli impatti che ci aspetta, perché le migliori tecnologie da sole sono condizione necessaria ma non sufficiente.

Per info: stefano.pizzuti@enea.it

Lo stoccaggio, la cattura e il possibile utilizzo della CO₂

Ad oggi le tecnologie CCS sono presenti solo in pochi impianti su scala industriale e commerciale e la diffusione su larga scala è ostacolata da problemi di costo, di regolamentazione, di accettazione dello stoccaggio geologico e di scaling-up dei processi. Potrebbero essere invece un'opportunità perseguibile per la ridurre le emissioni climalteranti anche in sinergia con la produzione di combustibili sintetici ed E-fuels.

DOI 10.12910/EAI2022-065

di **Paolo Deiana**, Laboratorio Accumulo di Energia, Batterie e tecnologie per la produzione e l'uso dell'idrogeno - ENEA

Tra le sfide presenti nella timeline dell'Unione Europea e dell'Italia nel settore dell'energia figurano la crescente dipendenza dalle importazioni, la diversificazione limitata, i prezzi elevati e volatili dell'energia, l'aumento della domanda di energia a livello mondiale. A ciò si aggiungono i rischi per la sicurezza nei paesi di produzione e di transito, le crescenti minacce poste dai cambiamenti climatici, la decarbonizzazione, la lentezza dei progressi sul fronte dell'efficienza energetica, le sfide poste dall'aumento della quota delle fonti energetiche rinnovabili, nonché la necessità di una maggiore trasparenza e di un'ulteriore integrazione e interconnessione dei mercati energetici. Il nucleo della politica energetica dell'UE è costituito da un'ampia gamma di misure volte a conseguire un mercato energetico integrato, la sicurezza dell'approvvigionamento energetico e la sostenibilità del settore energetico.

In particolare, per quanto riguarda il panorama europeo la strategia è tracciata dal lancio del Green Deal Europeo che punta alla neutralità energetica fissata al 2050 per l'intera Unione ed il Pacchetto "Fit for 55" che mira ad una riduzione del 55% delle emissioni riferite al 1990 entro

il 2030. Sul fronte nazionale si possono citare le iniziative relative al Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza PNRR (2021) con le misure per la decarbonizzazione e la strategia per l'idrogeno.

Le principali strategie per la decarbonizzazione

Con il termine "sistema energetico" oggi si è soliti indicare l'insieme dei processi di produzione, trasformazione, trasporto e distribuzione di fonti di energia. I sistemi energetici sono attualmente organizzati per silos o filiere dirette. In pratica la panoramica vede settori indipendenti seppur estremamente complessi e caratterizzati da competenze multidisciplinari utili alla loro costruzione e gestione. In un futuro prossimo molto vicino si prevede un totale cambiamento di paradigma ove tutti i settori e tutti i vettori energetici verranno integrati in maniera circolare con la visione del sector coupling in modo da **realizzare un sistema più efficiente e circolare dove aumenta la penetrazione dell'elettrificazione diretta e l'utilizzo di nuovi combustibili per i settori hard to abate.**

L'industria è nel panorama nazionale la prima per emissioni climalteranti dirette. Le emissioni vengono moni-

torate, contabilizzate e limitate nella cornice del sistema di interscambio europeo di quote di emissione ETS (Emission Trading System) con la finalità di raggiungere gli obiettivi dichiarati di riduzione delle emissioni e mitigazione dei cambiamenti climatici.

Ma quali sono le principali strategie per la decarbonizzazione?

Una prima possibilità è quella dell'**elettrificazione spinta dei processi e dei consumi** che potrebbe andare a coprire fino al 60% dei volumi globali prodotti e consumati come riportato dallo studio "Decarbonisation Pathways" di Eurelectric del 2018.

Una seconda possibilità è relativa allo **switch dai combustibili fossili a quelli rinnovabili quali idrogeno, biofuel e combustibili sintetici (quali metano, metanolo, kerosene...)**, che porterebbe ad un'ulteriore riduzione delle emissioni provenienti specialmente dall'industria hard to abate (dove le emissioni sono letteralmente difficili da abbattere) e dalla mobilità pesante. Una terza via è quella della **circolarità energetica ed economia circolare** che dalla sinergia delle diverse filiere energetiche e dei materiali potrebbe portare notevoli risparmi ed aumenti delle efficienze globali di sistema.

La quarta opzione è proprio quella

dell'applicazione delle tecnologie CCUS ossia di cattura, stoccaggio e utilizzo dell'anidride carbonica.

Le tecnologie di cattura e stoccaggio della CO₂

Le tecnologie di cattura e stoccaggio della CO₂, spesso indicate con l'acronimo anglosassone CCS (carbon capture and storage) o CCUS (Carbon Capture Utilization Storage) consentono la riduzione delle emissioni di anidride carbonica (CO₂) provenienti dalla combustione dei fossili (ad esempio nel settore della elettro-generazione) e da alcuni processi industriali, ad esempio la produzione di cemento o l'estrazione di gas naturale da giacimenti con elevato contenuto di CO₂. Le tecnologie CCS includono tipicamente tre fasi: la cattura della CO₂ mediante de-carbonizzazione

dei combustibili fossili o separazione dai fumi della combustione o da correnti gassose ad alto contenuto di CO₂; il trasporto della CO₂ ai siti di stoccaggio, in genere via pipeline; e infine il deposito o stoccaggio geologico in opportuni siti quali acquiferi salini profondi, strati carboniferi non altrimenti utilizzabili, giacimenti di petrolio e/o gas naturale esauriti o in fase di esaurimento, ove la CO₂ può essere utilizzata per facilitare l'estrazione, i.e. enhanced oil/gas recovery (EOR/EGR). Nei processi di combustione, la CO₂ può essere isolata sia prima della combustione (pre-combustion capture), agendo sul combustibile, trasformandolo (attraverso il reforming nel caso del gas naturale o la gassificazione nel caso di carbone e biomasse) in una miscela di gas da cui viene poi separata, sia dopo la com-

bustione (post-combustione capture) con separazione dai fumi.

Una terza possibilità è rappresentata dal processo di oxy-combustione, nel quale la combustione avviene in atmosfera di ossigeno generando fumi con alto tenore di CO₂ e vapor acqueo. Combustione a parte, in altri processi industriali che producono CO₂, la separazione avviene in genere da correnti gassose ad alto tenore di CO₂. **Caso per caso la scelta della migliore opzione tecnologica dipende dalla pressione parziale della CO₂.** In generale, l'implementazione e la cattura genera un calo del rendimento dai 5 ai 10 % e quindi un consumo maggiore di energia. Il trasporto può avvenire attraverso pipeline on-shore o off-shore o, in alternativa, attraverso navi cisterna. Lo stoccaggio definitivo può essere attuato attraverso minera-



lizzazione, biofissazione, assorbimento negli strati profondi degli oceani e in siti geologici adatti costituiti da giacimenti esausti, acquiferi salini o strati porosi profondi.

Problemi di costo, di regolamentazione e di accettazione

Le tecnologie CCUS sono in parte basate su processi con una buona maturità tecnologica e commerciale, già diffusi in alcuni settori industriali, tuttavia la loro applicazione su larga scala, in particolare nel settore della elettro-generazione e in altri settori ad alta produzione di CO₂ (es: cemento) è ostacolata da problemi di costo, di regolamentazione, di accettazione dello stoccaggio geologico e di scaling-up dei processi. Attualmente le tecnologie CCS sono presenti solo in pochi impianti su scala industriale e commerciale in particolare nel settore dell'estrazione di gas naturale da giacimenti con elevato contenuto di CO₂ e nel settore della generazione elettrica o industriale. **Le potenziali applicazioni in campo industriale possono variare dal settore siderurgico a quello del cemento, dal settore dell'ammoniaca e dei fertilizzanti a quello della produzione di idrogeno blu.** In campo siderurgico, una delle applicazioni riguarda la cattura applicata sul gas di altoforno che diventa

un ottimo riducente ad alto contenuto di idrogeno. Nell'industria del cemento, che in genere utilizza combustibili a basso costo, può rappresentare una soluzione per la decarbonizzazione a valle della combustione. Nell'industria dell'ammoniaca e dei fertilizzanti, è alla base della produzione dell'idrogeno necessario per la sintesi. **Tutti questi processi sono infatti contraddistinti dalla presenza di flussi che contengono alte concentrazioni di anidride carbonica che possono essere trattati e diventare sorgente di anidride carbonica più o meno pura da inviare a stoccaggio o all'utilizzo (Carbon Capture Utilization - CCU).** Nel caso di alcuni prodotti industriali e della produzione di combustibili la CO₂ viene di fatto già separata per consentire la produzione delle sostanze e materiali desiderati. La produzione di biometano, per esempio, utilizza solventi e membrane per separare l'anidride carbonica dal biogas proveniente dalla fermentazione di residui alimentari, agroindustriali e zootecnici e costituito prevalentemente da metano e anidride carbonica.

Il contributo degli E-fuels

C'è un consenso abbastanza diffuso sul fatto che anche la produzione di E-fuels potrà giocare un ruolo importante nella transizione energeti-

ca. Si tratta di combustibili sintetici prodotti a partire da idrogeno generato da elettrolisi alimentata da energia elettrica (nel caso migliore al 100% da fonti energetiche rinnovabili) e CO₂ da impianti di cattura. Si ritrovano tipicamente allo stato gassoso mentre altri sono liquidi. Partendo dalla filiera più corta si possono citare a parte l'idrogeno, il metano, il metanolo, il DME, le benzine, il diesel, il kerosene. Sono prodotti utilizzabili direttamente o in miscela nelle utenze preesistenti che al momento utilizzano combustibili di origine fossile. Se i reagenti utilizzati per la sintesi (H₂ e CO₂) sono di origine rinnovabile così sarà il prodotto sintetizzato. Ci sono diversi processi che vengono utilizzati in genere basati su reazioni catalizzate a specifiche condizioni di temperatura e pressione. In particolare, per i prodotti con composizione più complessa si utilizza il processo Fisher-Tropsch che a partire da una miscela di idrogeno e monossido di carbonio e anidride carbonica produce idrocarburi liquidi. Non sono tanti gli esempi di questo tipo di impianti operativi in scala significativa a livello globale, ma diversi progetti attuati da provider tecnologici e grandi utility sono in corso su questo tema.

Per info: paolo.deiana@enea.it

ENEA
Servizio Promozione e Comunicazione
Laboratorio Tecnografico - Centro Ricerche ENEA Frascati

www.enea.it

NEL PROSSIMO NUMERO PARLEREMO DI:

Acqua, territorio, siccità e clima

L'acqua come risorsa sempre più rara e preziosa da preservare e tutelare.

La siccità, come minaccia crescente a livello sociale ed economico.

Il territorio sempre più fragile e minacciato dal rischio idrogeologico, dall'impoverimento dei suoli e dagli effetti del cambiamento climatico con i suoi impatti su uomo e ambiente.

Sono i temi affrontati nel prossimo numero di 'Energia, Ambiente e Innovazione' per approfondire con esperti e ricercatori queste tematiche di sempre più stretta attualità, in particolare in un Paese 'fragile' come l'Italia, particolarmente esposto a queste tipologie di rischi.

Cercheremo anche di evidenziare il contributo che la ricerca scientifica e l'innovazione tecnologica possono rendere disponibili in questi settori anche per rafforzare il monitoraggio del territorio, contribuire alla sicurezza delle infrastrutture critiche e salvaguardare l'uomo e l'ambiente.

eai.enea.it

