

ASSOCIAZIONE ITALIANA NUCLEARE

POSITION PAPER

per una consapevole e articolata riconsiderazione
dell'opzione nucleare in Italia

Luglio 2023

L'Associazione

L'Associazione Italiana Nucleare (AIN) è un' **associazione tecnico-scientifica** no-profit dotata di personalità giuridica che rappresenta tutti i centri di competenza esistenti **in Italia nel campo dell'energia e delle tecnologie nucleari**.

È stata istituita a Roma il 12 novembre 1958 come **FIEN** (Forum Italiano dell'Energia Nucleare) e ha operato come tale fino al 31 Dicembre 1998, data nella quale, in attuazione della nuova normativa sulle associazioni no-profit, le tre associazioni storiche fino a quel momento attive in Italia in campo nucleare – FIEN, **ANDIN** (Associazione Nazionale di Ingegneria Nucleare) e **SNI** (Società Nucleare Italiana) – sono confluite nell'AIN, conferendo a quest'ultima le rispettive attività, partecipazioni e rappresentanze in ambito nazionale e internazionale.

La nuova associazione ha ottenuto il riconoscimento di **personalità giuridica** il 14 settembre 2005 con iscrizione al n. 355/2005 del Registro delle Persone Giuridiche. In tale veste è abilitata all'interlocuzione e alla collaborazione con le Istituzioni dello Stato.

L'AIN è espressamente costituita come ente culturale non commerciale e non ispirato a fini di lucro. È libera, apartitica e aconfessionale e si propone, nell'interesse e per il progresso civile del Paese, di costituire un punto d'incontro, di discussione e di unione tra quanti – enti, istituzioni, imprese e persone fisiche – sono interessati allo sviluppo delle applicazioni pacifiche dell'energia e della tecnologia nucleare in armonia con le norme di sicurezza internazionali e nazionali e con il trattato **EURATOM**.

L'Associazione si propone in particolare di elaborare e rappresentare, in sede nazionale e internazionale, **posizioni e opinioni qualificate** concernenti le iniziative e questioni nucleari, nonché di mantenere i rapporti con gli enti nazionali, internazionali e sopranazionali del settore nucleare e con le organizzazioni similari esistenti in altri Paesi.

L'AIN rappresenta il sistema nucleare italiano in seno alla European Nuclear Society (**ENS**) e al Forum Atomico Europeo (**nucleareurope**), organismo istituito il 12 luglio 1960 e dotato dello status consultivo presso l'ONU-IAEA, la Commissione Europea e il Parlamento Europeo.

Il Consiglio Direttivo

Presidente: Monti Stefano

Consiglieri: Adinolfi Roberto, Ambrosini Walter, Bombardi Andrea, Dodaro Alessandro, Gasparrini Claudia, Ginola Marianna, Gobbi Giancarlo, Maggioni Federico, Naviglio Antonio, Ricotti Marco, Ripani Marco, Tosto Luca

Osservatori: Giannetti Fabio, Mascolino Valerio, Nouchy Fabio

IL CONTESTO INTERNAZIONALE E LE GRANDI SFIDE PER IL CLIMA E LA SICUREZZA DI APPROVVIGIONAMENTO ENERGETICO

In tutto il mondo è in corso un ampio dibattito, che coinvolge anche l'opinione pubblica, riguardante i temi sempre più cruciali dell'energia e dell'ambiente, con particolare riferimento all'impatto del settore energetico sui cambiamenti climatici. Questo dibattito sta influenzando le strategie dei Paesi che hanno ratificato l'accordo di Parigi sul clima del 2015 [1] e che si trovano impegnati, con azioni tangibili e sempre più incisive, a diminuire drasticamente l'utilizzo dei combustibili fossili – ritenuti i maggiori responsabili delle emissioni in atmosfera di gas climalteranti di origine antropica – fino a raggiungere la neutralità delle emissioni carboniche entro il 2050. Si tratta di una trasformazione epocale dell'economia e dell'intero settore energetico, oggi ancora dominato da petrolio, gas naturale e carbone.

I vari rapporti dell'IPCC [2] ci ricordano che è necessario implementare urgentemente azioni concrete, e che la transizione energetica verso il quasi totale abbandono delle fonti fossili (con una quota residuale comunque accoppiata alla cattura e sequestro della CO₂ prodotta) dovrebbe essere completata entro i prossimi tre decenni.

Questa situazione già critica e sfidante per tutti i Governi, si è ulteriormente aggravata col recente conflitto in Ucraina che ha evidenziato, tra le altre cose, la debolezza dell'Unione Europea sul versante degli approvvigionamenti energetici.

In questo quadro assai complesso, le scelte europee sugli obiettivi al 2030 e al 2050 [3] hanno dimostrato in modo inconfutabile come l'approccio più ragionevole al grande tema della sicurezza e transizione energetica per l'Europa, e per l'Italia in particolare, sia

- sfruttare ciascuna fonte per i vantaggi che essa può offrire;
- perseguire l'obiettivo di una ottimizzazione del sistema energetico combinando le fonti energetiche a basso impatto nel modo più conveniente ed efficiente.

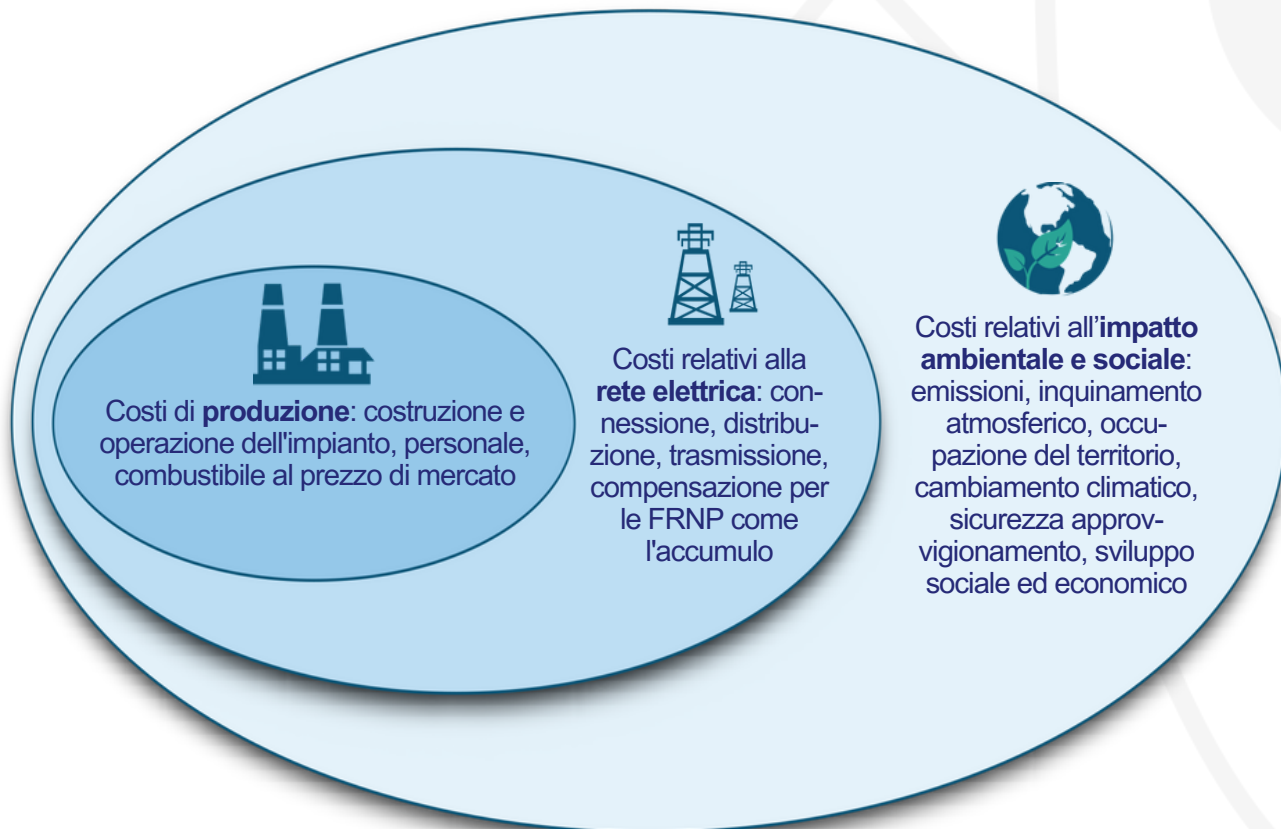


Figura 1 I costi del sistema elettrico non si fermano alla produzione; FRNP: Fonti Rinnovabili Non Programmabili Tradotto in italiano e adattato da Nuclear Energy Agency "System Costs of Electricity", 2021

Ottimizzazione del sistema energetico significa anche una corretta valutazione ed attribuzione per fonte energetica dei cosiddetti costi di sistema [4] – particolarmente elevati nel caso di fonti energetiche variabili ed intermittenti – che attualmente non sono ben riconosciuti dal mercato (figure 1 e 2).

Inoltre, nel processo di ottimizzazione occorre debitamente considerare anche la terza parte del trilemma, vale a dire il rischio di dipendenza strategica, come peraltro già descritto in vari report EU [5] e perseguito nei recenti *Net-Zero Industry Act* [6] e *Critical Raw Materials Act* [7] del marzo 2023.

Costi relativi alla rete ed al dispacciamento in funzione della percentuale di FRNP

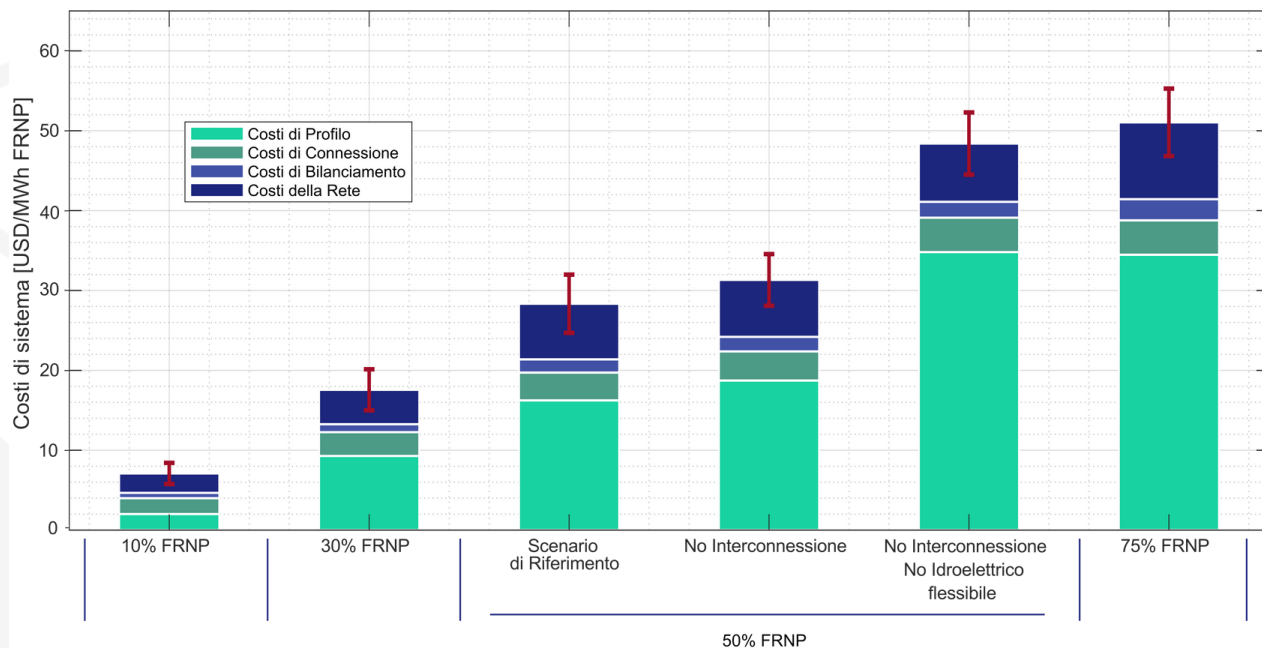


Figura 2 Costi del sistema elettrico per diversi scenari (considerando un limite alle emissioni di CO2 fissato a 50 g per kWh); lo scenario di riferimento considera 50% FRNP: fonti rinnovabili non programmabili; costi di profilo: costi di backup associati alla variabilità
Tradotto in italiano e adattato da Nuclear Energy Agency "System Costs of Electricity", 2021

Appare dunque totalmente condivisibile il passaggio fondamentale della recente mozione parlamentare approvata a larga maggioranza lo scorso 9 maggio [8] là dove recita:



Considerato il contesto geopolitico e la necessità di ridurre drasticamente il contributo delle fonti fossili nel mix energetico del Paese, sarebbe inopportuno precludersi a priori la possibilità di ricorrere all'energia nucleare per garantire al Paese la piena autonomia energetica.

LA SITUAZIONE DELL'ENERGIA NUCLEARE NEL MONDO E, IN PARTICOLARE, IN EUROPA OCCIDENTALE

Oggi giorno nel mondo ci sono 437 reattori nucleari di potenza operativi in 32 Paesi e 57 impianti in costruzione in 17 Paesi [9] (figura 3). Secondo la IAEA, altri 30 Paesi hanno espresso la ferma intenzione di adottare per la prima volta l'energia nucleare nel loro mix energetico. Fra questi cosiddetti *newcomer countries* – ovvero Paesi che hanno deciso di includere per la prima volta l'energia nucleare nel loro mix energetico – è significativo citare il caso degli Emirati Arabi Uniti e della Bielorussia che hanno recentemente connesso in rete grandi impianti nucleari di tipo avanzato in appena 10 anni partendo praticamente da zero. Altri *newcomer countries* quali Bangladesh, Egitto, Turchia, Uzbekistan stanno procedendo speditamente con la costruzione di impianti nucleari di terza generazione avanzata. In vari Paesi di lunga tradizione nucleare quali Cina, Corea del Sud, Francia, India, Regno Unito, Russia, USA impianti nucleari di terza generazione avanzata sono entrati in funzione in questi ultimi anni o sono in procinto di farlo.

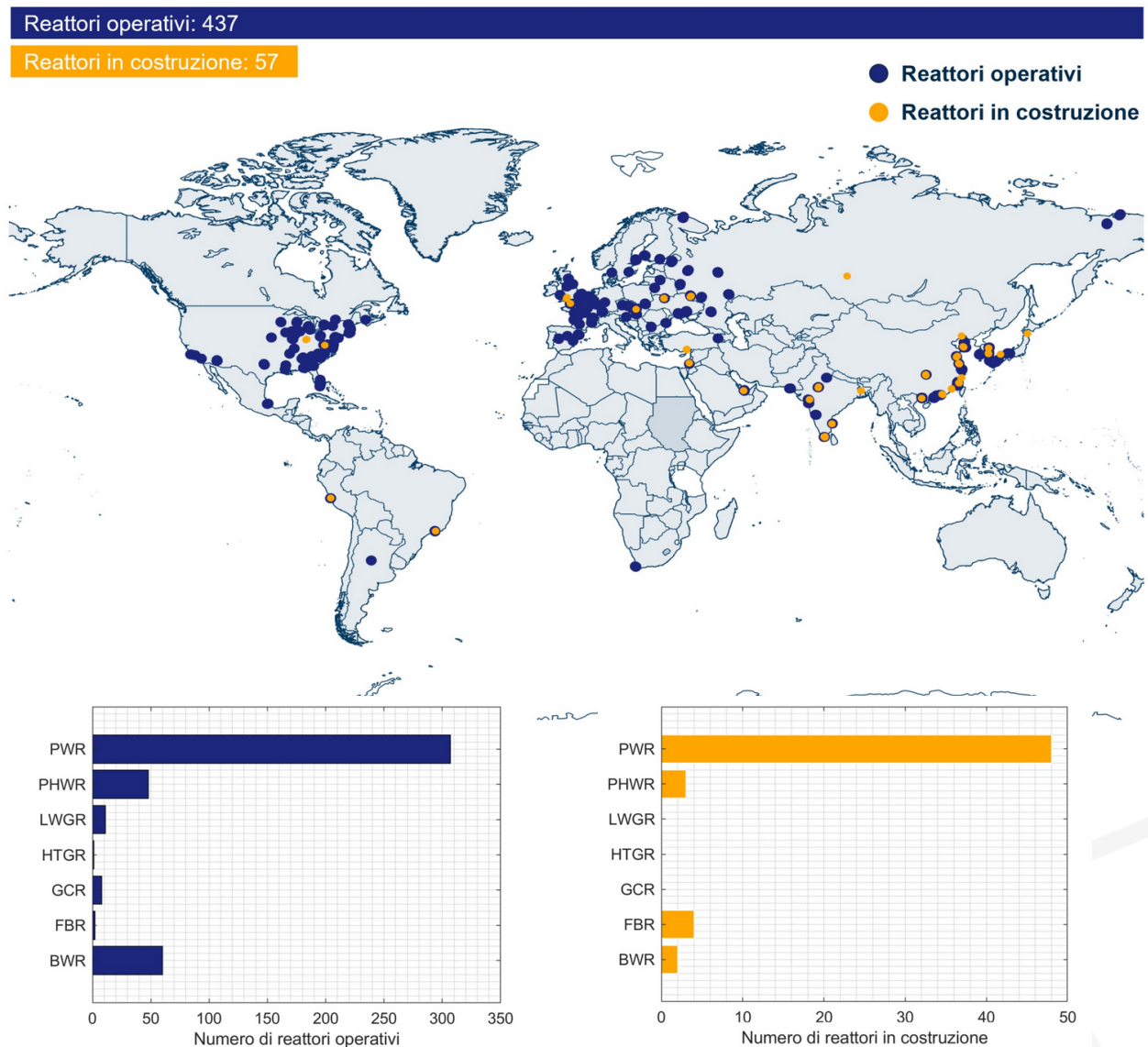
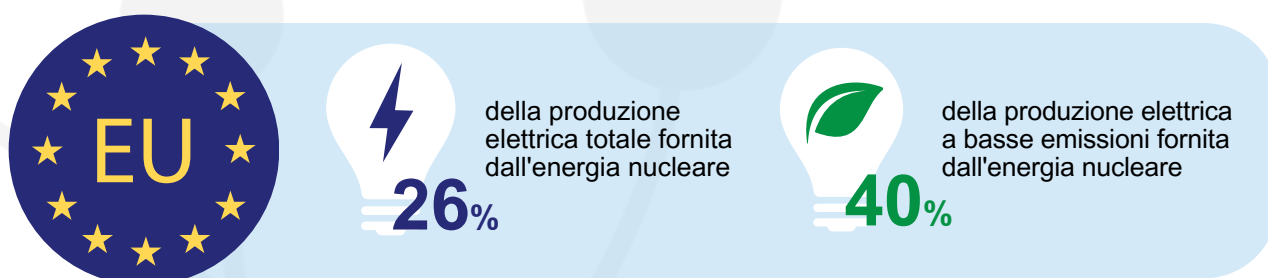


Figura 3 Reattori nucleari di potenza operativi e in costruzione nel mondo, dati presi dal database IAEA Power Reactor Information Systems (PRIS); PWR: Pressurized Water Reactors (reattori ad acqua leggera pressurizzata), PHWR: Pressurized Heavy Water Reactors (reattori acqua pressurizzata deuterata), LWGR: Light-Water Cooled, Graphite Moderated Reactor (reattori ad acqua leggera, moderati a grafite), HTGR: High Temperature Gas Cooled Reactor (reattori raffreddati a gas ad alta temperatura); GCR: Gas Cooled, Graphite Moderated Reactor (reattori raffreddati a gas moderati a grafite), FBR: Fast Breeder Reactor (reattori veloci fertilizzanti), BWR: Boiling Light-Water Cooled and Moderated Reactor (reattori ad acqua leggera bollente)

Gli stessi Paesi, sviluppatori e detentori di tecnologie nucleari per la produzione di energia, sono impegnati in ampi programmi nucleari che mirano ad estendere la realizzazione di impianti simili sia a livello nazionale sia nel mondo e, nel contempo, rendere disponibili sul mercato prima della fine di questo decennio svariati concetti di *Small Modular Reactors* e *Micro Reactors* [10] – incluso concetti di cosiddetta IV generazione. I primi modelli di SMR sono già in operazione (ad es. in Cina e in Russia), costruzione (Argentina, Cina) o in via di certificazione/licensing (Canada, Cina, Corea del Sud, Russia, USA).

Nell'Unione Europea già oggi la generazione elettrica da nucleare, che pesa per il 26% della produzione elettrica, ben oltre il 40% dell'elettricità a basso contenuto di carbonio del continente, è una risorsa decisiva. Essa ha contribuito ad allentare, nel 2022, la crisi delle forniture dai gasdotti russi. Il ruolo delle 121 centrali nucleari europee, inoltre, si mostra strategico – per i volumi di gas clima-alteranti evitati – ai fini del raggiungimento degli obiettivi emissivi al 2030 e oltre.



A parte le due recenti connessioni in rete di impianti nucleari in Finlandia e in Slovacchia, in Europa occidentale negli ultimi mesi si sono moltiplicati gli annunci di nuovi programmi nucleari realizzativi: Bulgaria, Estonia, Finlandia, Francia, Repubblica Ceca, Olanda, Polonia, Romania, Slovacchia, Slovenia hanno annunciato nuove costruzioni sia di reattori avanzati di grande taglia sia di SMR con inizio costruzione entro la fine del presente decennio. Nel Regno Unito 2 reattori EPR sono in costruzione ed i primi modelli di SMR dovrebbero entrare in funzione all'orizzonte del 2030. Solo la Germania risulta in controtendenza con la chiusura degli ultimi tre impianti nucleari in aprile 2023, ma lo stesso Paese risulta in controtendenza anche nelle emissioni di CO₂ che stanno crescendo nonostante il forte dispendio di risorse sul programma Energiewende.

L'inserimento del nucleare nella tassonomia europea [11] e nel *Net-Zero Industry Act*, darà una ulteriore forte spinta e motivazione all'inserimento di questa fonte energetica nei mix degli stati membri, poiché anche per la realizzazione di nuovi impianti nucleari sarà possibile attingere a finanziamenti pubblici e privati privilegiati.

In questo contesto l'Italia, terza economia europea, è chiamata a contribuire in maniera rilevante agli ambiziosi obiettivi dell'Unione Europea per uno sviluppo sostenibile fissati dal *Fit for 55* nonché agli impegni della COP26 che prevedono, in tempi brevi, un forte abbattimento delle emissioni di anidride carbonica. All'orizzonte del 2050 si tratta di raggiungere la completa decarbonizzazione del settore energetico europeo. Recenti studi nazionali [12] ed internazionali [13] hanno mostrato che il contributo delle Fonti di Energia Rinnovabile (FER), anche nelle previsioni più ottimistiche, sarà sì fondamentale e predominante, ma non sufficiente per il raggiungimento degli ambiziosi obiettivi stabiliti dall'Accordo di Parigi sul clima e dal piano REPowerEU. L'energia nucleare appare la fonte energetica a basso contenuto di carbonio che – per le sue caratteristiche intrinseche di affidabilità, elevatissimo contenuto energetico del combustibile (che minimizza il problema delle scorte strategiche) e capacità di fornire in maniera continuativa grandi quantità di energia (elettricità, calore e, nel prossimo futuro, idrogeno) per uso civile ed industriale – più si adatta ad essere integrata con le FER [14].

Nonostante il lungo periodo di sostanziale disinteresse al tema nucleare conseguente al referendum del 2011, l'Italia è in effetti in grado di contribuire al rilancio dell'energia nucleare in Europa e nel mondo, sia in termini di immediata partecipazione a programmi all'estero per nuove costruzioni ed estensione di vita degli impianti esistenti sia, in prospettiva, rendendo possibile la copertura di una significativa quota del fabbisogno energetico nazionale al 2050 con impianti di potenza sul territorio nazionale.

LA PROPOSTA OPERATIVA DELL'ASSOCIAZIONE ITALIANA NUCLEARE

Coerentemente con queste potenzialità, la proposta dell'Associazione Italiana Nucleare si articola in due principali linee di intervento fra loro complementari così sintetizzabili:

1. **Partecipazione italiana a programmi internazionali**, in particolare **europei**, di mantenimento e sviluppo della fonte nucleare (estensione di vita per gli impianti esistenti e realizzazione di nuovi impianti a breve termine). Accesso ai benefici della produzione elettronucleare, tramite meccanismi mirati di facilitazione all'importazione di energia a bassa emissione di gas climalteranti, potenziamento infrastrutture di trasmissione e distribuzione di energia elettrica e idrogeno ed integrazione energia nucleare - FER.
2. **Sviluppo delle infrastrutture del Paese** per rendere possibile la produzione in Italia di elettricità, calore e idrogeno per via nucleare dopo il 2030.

In relazione alla prima linea di intervento, è bene rimarcare che per le 29 nuove centrali nucleari di potenza annunciate e con la decisione di estendere la vita utile di circa il 60% delle centrali attuali, l'Europa occidentale si mostra consapevole della funzione essenziale dell'energia nucleare nella transizione energetica. Il nostro Governo, con le iniziative sull'hub mediterraneo del gas, risorsa strategica per l'intera Unione, è tra i più attivi sul concetto di "energia in comune" come pilastro della costruzione europea. Analogamente, l'Italia può adoperarsi perché anche l'energia prodotta dalle centrali nucleari europee, attuali o in via di costruzione, sia considerata una risorsa comune europea. In questo quadro si inserisce la proposta, già condivisa da alcuni fra i grandi utilizzatori italiani, quali Federacciai, di partecipare alla costruzione di una nuova centrale nucleare in un paese europeo confinante in cambio, da subito, di energia elettrica *carbon-free* e continuativa, resa disponibile dagli impianti in esercizio. Già oggi l'Italia fa largo ricorso all'importazione di energia elettrica prodotta in massima parte da impianti nucleari dei paesi confinanti (43 TWh nel 2022, pari al 13,6% della domanda totale). La sola siderurgia italiana consuma circa 17 TWh/anno, collocandosi al primo posto tra i grandi utilizzatori italiani. È quindi pienamente condivisibile l'attenzione posta dalla struttura industriale italiana a tenere sotto controllo la variabilità dei prezzi, specie a fronte di possibili vantaggi competitivi presenti in altri Paesi europei. A tal riguardo Interconnector già da tempo ha assunto l'impegno (art. 32, comma 3, della legge 23 luglio 2009, n. 99) per finanziare la linea di interconnessione con la Slovenia per una capacità complessiva di 500 MWe.

La via indicata da Federacciai potrebbe estendersi ad altri progetti in Europa, coinvolgere altri utilizzatori e diventare una pratica reciproca e comune in Europa. Considerare la generazione nucleare europea una risorsa comune costituirebbe una opportunità straordinaria non solo per l'emergenza ma anche per il futuro.



43^{TWh}

importazione di energia elettrica nucleare, il 13,6% della domanda totale



17^{TWh}

usati dalla siderurgia italiana

Condizione necessaria anche se non sufficiente per implementare un tale tipo di approccio europeo è il potenziamento delle reti di trasmissione dell'energia elettrica e, in prospettiva, di infrastrutture europee per la trasmissione e distribuzione di idrogeno prodotto anche per via nucleare. Parallelamente, sarà opportuno introdurre regole di mercato atte a favorire l'interscambio di energia pulita tra i Paesi dell'Unione, favorendo ad esempio la stipula di *Power Purchase Agreements (PPA)*, anche a valere su future partecipazioni azionarie per nuovi impianti.

Oltre a questi benefici concreti e immediati, questo approccio avrebbe senz'altro un significativo impatto sul PIL nazionale tramite una sempre più estesa partecipazione dell'industria sistemistica e manifatturiera italiana a realizzazioni di nuovi impianti nucleari all'estero e agli interventi su componenti e sistemi per l'estensione di vita degli attuali impianti nucleari europei. Di pari passo, andrebbe favorita la partecipazione di una rinnovata e rinvigorita autorità di sicurezza a riesami congiunti di tali progetti, tramite collaborazioni strutturate con autorità omologhe o anche tramite *training* di proprio personale distaccato.

In relazione alla seconda linea di intervento, per una produzione di energia nucleare in Italia con solide basi già a partire dal prossimo decennio, occorre attuare nella misura più ampia possibile la linea di intervento precedente e avviare, simultaneamente e da subito, un processo di sviluppo e potenziamento delle infrastrutture di base necessarie per l'implementazione di un programma nucleare nazionale in linea coi più alti standard di sicurezza, salvaguardia e sostenibilità raccomandati dalle organizzazioni internazionali. L'obiettivo è il pieno sviluppo e consolidamento di tali infrastrutture all'orizzonte del 2030, in modo da consentire la costruzione di nuove centrali nucleari in Italia all'inizio del prossimo decennio e la loro messa in funzione dal 2035 in avanti.

Seguendo le raccomandazioni della Agenzia Internazionale per l'Energia Atomica di Vienna (IAEA) [15], e la sua metodologia nota come *Milestone Approach* che si articola in tre successive fasi di sviluppo di un nuovo programma nucleare (v. figura 4), le 19 infrastrutture da sviluppare e potenziare sono:

Infrastrutture da sviluppare e potenziare secondo IAEA

- Consolidamento della posizione nazionale sul nucleare
- Quadro legislativo
- Quadro regolamentare
- Sicurezza nucleare
- *Security* nucleare
- Salvaguardie e non proliferazione
- Radioprotezione
- Protezione ambientale
- Gestione programmi e progetti nucleari
- Reti energetiche (in particolare rete elettrica)
- Fondi e schemi di finanziamento
- Sviluppo risorse umane
- Coinvolgimento dei portatori di interesse e dei cittadini
- Sito
- Piani di emergenza
- Ciclo del combustibile
- Gestione rifiuti radioattivi
- Coinvolgimento dell'industria
- Acquisizione dell'impianto nucleare

In Italia alcune di queste infrastrutture, quali ad esempio l'adeguatezza del sistema industriale, sono già sviluppate, grazie alla vitalità delle nostre industrie nucleari che hanno conseguito dei risultati di prim'ordine nell'ambito dei mercati esteri. Altre necessitano di un forte potenziamento e consolidamento.

Per gestire e coordinare un siffatto programma assai variegato e complesso sarebbe opportuno un "coordinatore/integratore di sistema" che riporti direttamente al decisore politico. Facendo riferimento ancora una volta all'approccio a milestones suggerito dalla IAEA, occorrerebbe costituire una cosiddetta *NEPIO: Nuclear Energy Programme Implementing Organization*, ovvero una organizzazione governativa che valuti lo stato delle 19 infrastrutture ed indichi al Governo le azioni necessarie per il loro completo sviluppo e operatività. La NEPIO avrebbe anche il compito di coinvolgere e coordinare tutti i soggetti pubblici e privati interessati, al fine di uno sviluppo organico, coerente e tempestivo di tutte le 19 infrastrutture.

Sviluppo infrastrutturale per la produzione di energia da nucleare

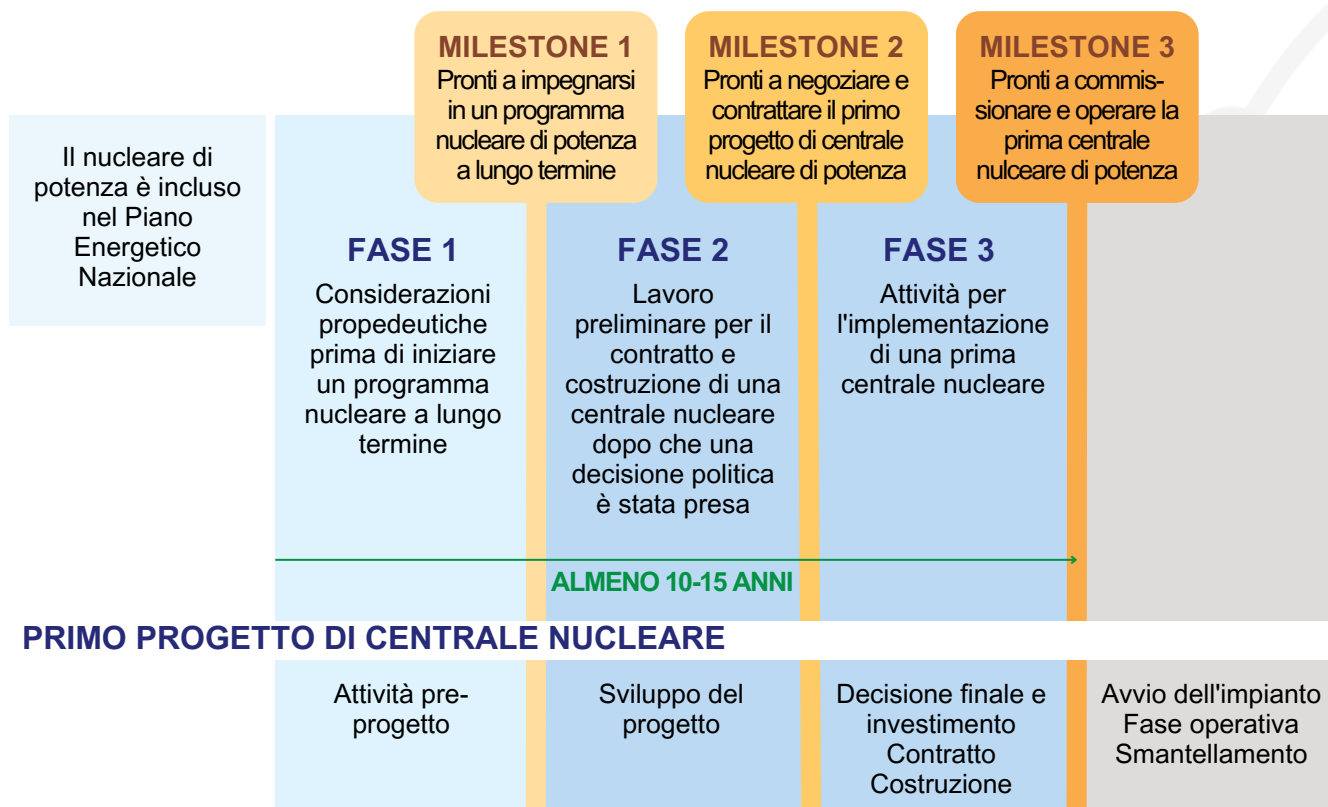


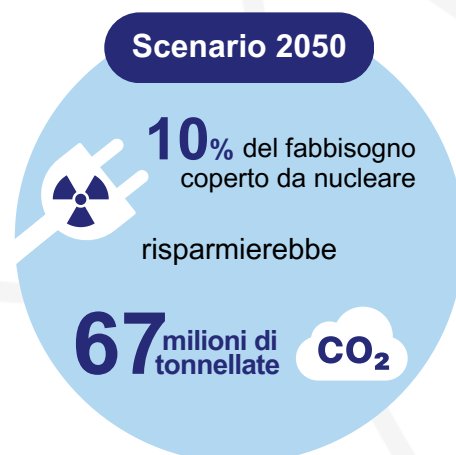
Figura 4 Sviluppo delle infrastrutture di base per consentire l'implementazione di un programma nucleare nazionale di realizzazione

Tradotto in italiano e riadattato da IAEA "Milestones in the Development of a National Infrastructure for Nuclear Power, IAEA Nuclear Energy Series No. NG-G-3.1 (Rev. 1), 2019"

Per quanto riguarda la quota di produzione di energia da fonte nucleare al 2050, essa dovrà essere valutata nell'ambito di un'ottimizzazione del sistema energetico nel suo complesso, al quale sistema ciascuna fonte dovrà contribuire nella misura adeguata a non creare a propria volta costi o rischi aggiuntivi. Esempi tipici sono i costi di connessione, distribuzione e trasmissione, in futuro di accumulo, nonché di stabilizzazione del sistema elettrico, costi che crescono esponenzialmente con quote delle fonti non programmabili superiori al 50-60%, ovvero di fronte a rischi di contemporanea fermata di più impianti nucleari per motivi di manutenzione straordinaria (come recentemente avvenuto in Francia).

Ad oggi si può ipotizzare un ragionevole contributo della fonte nucleare almeno del 10% del fabbisogno energetico totale al 2050. Assumendo di sostituire al 2050 circa 140 TWh/anno di produzione energetica da gas naturale con energia nucleare, le emissioni evitate al 2050 sarebbero di 67 milioni di tonnellate di CO₂eq all'anno.

Come valori mediani dell'intensità emissioni sono stati assunti:
12 g CO₂eq/kWh per nucleare, 490 g CO₂eq/kWh per gas naturale.



Oltre ai benefici riguardanti la riduzione di emissioni di gas clima alteranti, la sicurezza di approvvigionamento e la stabilità dei prezzi dell'energia, non vanno inoltre dimenticati altri vantaggi offerti da un programma di realizzazioni nucleari.

Storicamente e come confermato da recenti studi, per esempio, in Europa [16] il nucleare è particolarmente *labor intensive* e richiede, soprattutto nella fase di pianificazione, progettazione, manifattura e costruzione una forza lavoro altamente qualificata (figura 5). Durante l'esercizio della centrale sono richieste meno competenze di elevata professionalità, ma in numero elevato per unità di energia prodotta. Un numero considerevole di lavoratori specializzati è anche richiesto per la gestione del ciclo del combustibile a valle (combustibile irraggiato e rifiuti radioattivi) nonché per la fase di smantellamento finale dell'impianto a fine vita (*decommissioning*).

Per fornire una idea di massima dell'impatto dell'energia nucleare sull'economia di una regione sviluppata come l'UE che ha un parco centrali nucleari di circa 120 GWe, si consideri quanto segue (dati al 2019):

- Nella sola UE il settore nucleare supporta 1,1 milioni di lavoratori di cui il 47% sono di elevata formazione e professionalità;
- Il PIL generato nell'Unione Europea dal settore nucleare è pari al 3-3.5% dell'intero PIL UE (più di 500 miliardi di Euro all'anno): ogni Euro di contributo dell'industria nucleare genera 4 Euro di contributi indiretti al PIL dell'Unione e quindi un impatto complessivo di 5 Euro sul PIL dell'UE;
- Nel 2019 il settore nucleare europeo ha generato 124 miliardi di euro di entrate pubbliche (tassazione);
- Ogni GWe installato in Europa genera: 4,3 miliardi di Euro di PIL, circa 10mila posti di lavoro di cui circa 4500 ad alta professionalità, 1 miliardo all'anno di entrate pubbliche.

Si noti che questi numeri a livello europeo sono in linea con stime per il caso italiano effettuate nel 2010 da *European House Ambrosetti* per conto di ENEL, dal titolo *Il nucleare per l'economia, l'ambiente e lo sviluppo*.

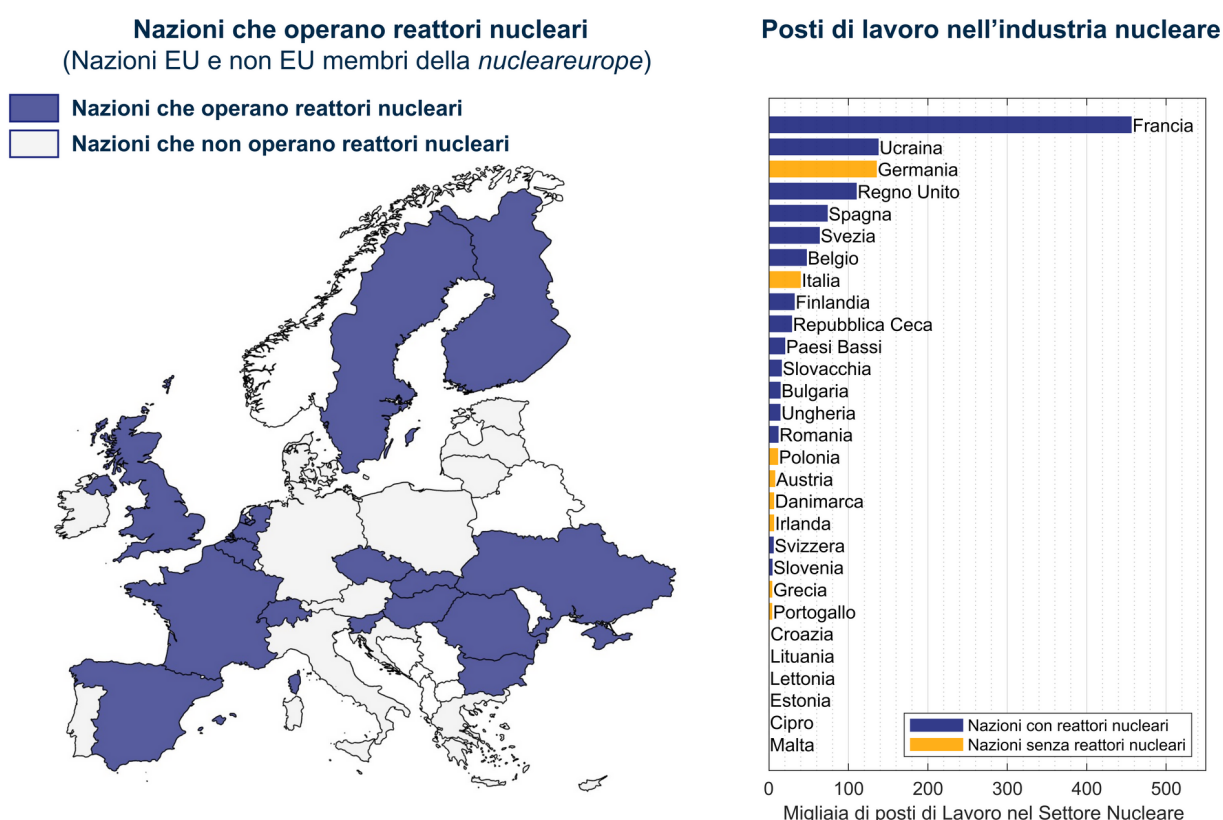


Figura 5 Panoramica dell'indotto lavorativo dell'industria nucleare civile relativa alla installazione di impianti nucleari di potenza Tradotto in Italiano e riadattato da *Nucleareurope: Pocket guide, 2023*

LE COMPETENZE IN ITALIA PER IL RIAVVIO DEL PROGRAMMA NUCLEARE

L'Italia, nonostante non abbia una produzione elettrica indigena da nucleare dalla fine degli anni '80, possiede molte competenze e capacità in campo nucleare mantenute e, in alcuni casi, ulteriormente sviluppate, grazie alla partecipazione a progetti nucleari di ricerca e sviluppo (R&S) ed industriali all'estero, nonché all'ampio programma di *decommissioning* e gestione dei rifiuti radioattivi provenienti, fra l'altro, dagli impianti per la produzione di energia e del ciclo del combustibile nucleari operanti fino alla data della loro fermata. Tale situazione rappresenta una solida base di partenza per una più ampia partecipazione italiana ad iniziative e progetti nucleari in Italia e all'estero, in particolare in Europa, con benefici attesi entro il 2030 ed oltre.

L'Italia possiede ancora impianti sperimentali "freddi" (cioè non contenenti materiali nucleari) di caratura internazionale, che supportano importanti programmi di R&S a livello europeo ed internazionale. L'Italia ha una tradizione di successo nell'acquisizione di progetti e fondi Euratom di R&S, soprattutto nell'area degli SMR e dei reattori innovativi di IV generazione (in particolare *Lead-cooled Fast Reactor*). Tuttavia, dal 2018 sono stati azzerati i finanziamenti nazionali nel campo della R&S per il nucleare da fissione e questa circostanza, oltre a rappresentare una distorsione che non ha uguali in tutta Europa, rende il sistema Paese più debole nella competizione per l'acquisizione di fondi europei per R&S.

In un contesto europeo che prevede l'avvio di significative realizzazioni di impianti nucleari avanzati in molti Paesi ed il lancio di importanti programmi di sviluppo per la definizione di nuovi tipi di impianti che ampliano le opportunità del mercato di domani (in particolare gli *Small Modular Reactors* e i *Micro Reactors*), è necessario però muoversi rapidamente per mantenere aggiornate le competenze esistenti ed ancor più per sviluppare adeguatamente le infrastrutture. In particolare, l'industria italiana del settore, tuttora in grado di competere alla pari in Europa (basti ricordare la sua significativa presenza nel progetto ITER, reattore sperimentale a fusione termonucleare a confinamento magnetico in costruzione in Francia), potrà per tempo attrezzarsi per rispondere alle nuove esigenze del mercato, in termini di qualità del prodotto ed ancor più di processi produttivi (ad es., gli SMR richiedono organizzazione della produzione in serie di componenti standardizzati, alla stregua di quanto si fa nell'industria aeronautica).

Per quanto riguarda le infrastrutture di sistema per la realizzazione di impianti nucleari di potenza in Italia, in alcuni casi – come, ad esempio, la rete elettrica necessaria per accogliere una produzione combinata di FER e nucleare – esse sono già ad uno stato di sviluppo e consolidamento più che soddisfacenti. In altri casi – come, ad esempio, una autorità di sicurezza in grado di sovrintendere il programma di *licensing* di un nuovo impianto per di più di tipo avanzato – le infrastrutture di base vanno potenziate e aggiornate in maniera sostanziale.

CONCLUSIONI

Qualunque sia lo scenario energetico adottato dall'Italia per la transizione energetica al 2050, occorre agire al più presto. Il rapporto della *International Energy Agency* (IEA) del maggio 2021 ben noto con l'abbreviazione di "Net Zero" [17] fa presente ai policy makers che quasi il 50% degli abbattimenti di gas serra ipotizzati al 2050 si basano sulla disponibilità di tecnologie attualmente in fase di dimostrazione o tutt'al più prototipali.

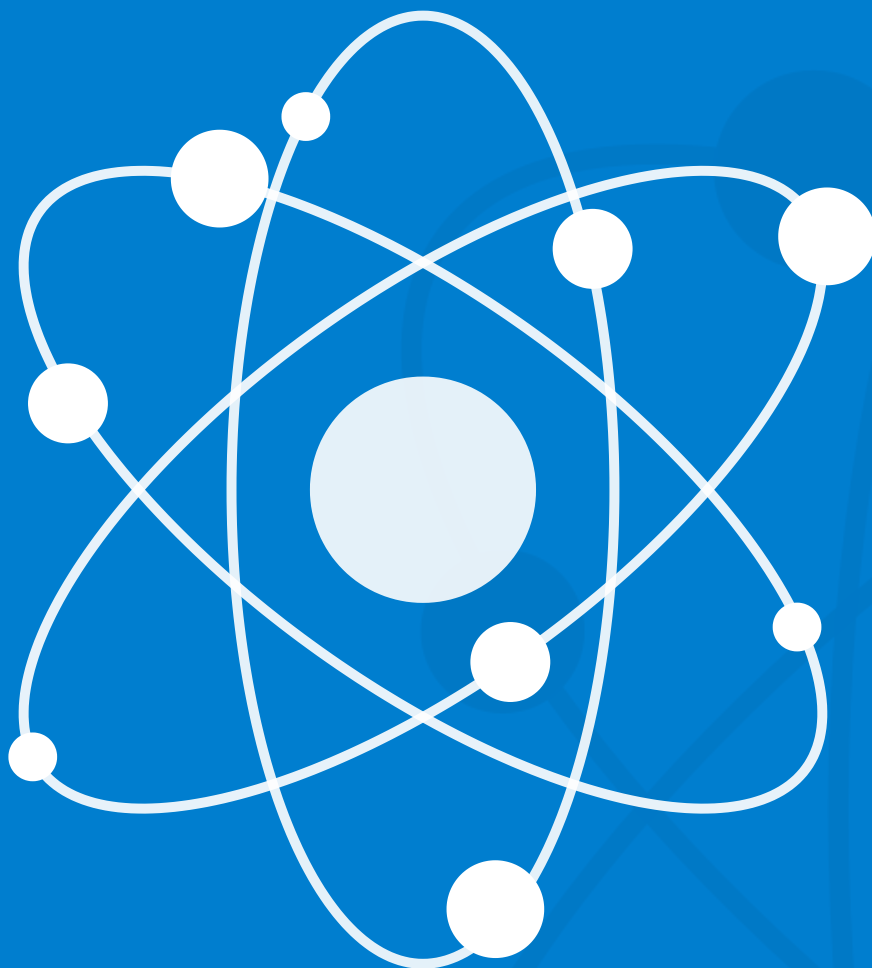
In questo contesto, è importante considerare che:

1. il nucleare da fissione è una tecnologia disponibile e l'Italia è in grado di contribuire a mantenerla e ad espanderla in altri Paesi europei a vantaggio dell'economia nazionale.
2. La tecnologia nucleare disponibile, o che si renderà disponibile fra pochi anni (inclusi gli SMR) può essere installata nel nostro Paese a partire dal prossimo decennio, se si gettano da subito le basi necessarie per creare l'infrastruttura necessaria.
3. Per le tecnologie avanzate già disponibili (ad es. i reattori di III generazione avanzata) o che si renderanno disponibili fra pochi anni (ad es. SMR e MR) occorrerebbe garantire meccanismi di mercato atti a favorirne il rapido utilizzo e dispiegamento, riconoscendo peraltro che i costi di sistema, se correttamente valutati e attribuiti, sono assai diversi a seconda delle scelte tecnologiche.
4. Tecnologie ancora più innovative (ad es. i reattori di IV generazione) richiederanno più tempo per la loro realizzazione diffusa. Occorre dunque anche promuovere fin da subito la ricerca e l'innovazione, essenziali per supportare la dimostrazione industriale, nel prossimo decennio, di tali tecnologie innovative in modo da renderle disponibili sul mercato in circa 15 anni. Solo con questo programma accelerato sarà possibile garantire un loro significativo contributo alla decarbonizzazione e approvvigionamento energetico all'orizzonte del 2050.
5. Lo sviluppo della fusione nucleare, sul quale anche l'Italia è fortemente impegnata, richiede ancora notevoli sforzi di R&S, nonché conferme sperimentali sulla fattibilità tecnica delle varie soluzioni proposte e dei processi allo studio. Tale fase dovrà poi essere seguita da adeguate valutazioni tecnico-economiche e da una fase di industrializzazione per consentire a questa tecnologia altamente innovativa di poter competere nei futuri mercati energetici.

Come ribadito in vari consessi internazionali e raccomandato da tutte le agenzie internazionali (IPCC, OECD-IEA, OECD-NEA, IASA, IAEA, UNECE) decarbonizzare l'intero settore energetico in modo economicamente vantaggioso garantendo, nel contempo, sicurezza di approvvigionamento a prezzi sostenibili, richiede la rapida disponibilità ed utilizzo di tutte le tecnologie energetiche a basso contenuto di carbonio. Bandire alcune di queste per questioni meramente ideologiche o per insipienza senz'altro non aiuterebbe a raggiungere gli sfidanti obiettivi che il mondo si è prefissato.

Bibliografia

- [1] United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), 2016, The Paris Agreement. <https://unfccc.int/documents/184656>
- [2] IPCC *Intergovernmental Panel on Climate Change*, l'organizzazione delle Nazioni Unite che effettua regolarmente studi e scenari relativi ai cambiamenti climatici. <https://www.ipcc.ch>
- [3] Fit for 55, the EU's plan for a green transition <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/>
- [4] OECD-NEA, 2021, System Costs of Electricity. https://www.oecd-nea.org/jcms/pl_61519/system-costs-of-electricity?details=true
- [5] EC, EU strategic dependencies and capacities: second stage of in-depth reviews, <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/48878/attachments/2/translations/en/renditions/native>
- [6] EC, Net Zero Industry Act, https://single-market-economy.ec.europa.eu/publications/net-zero-industry-act_en
- [7] EC, Critical Raw Materials Act, https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials/critical-raw-materials-act_en
- [8] Atti Parlamentari XIX legislatura – allegato A ai resoconti – seduta del 9 maggio 2023. https://documenti.camera.it/leg19/resoconti/assemblea/html/sed0100/leg.19.sed0100.allegato_a.pdf
- [9] Tutti i dati relativi agli impianti nucleari in funzione o in costruzione sono stati desunti dalla banca dati PRIS della IAEA, International Atomic Energy Agency. <https://pris.iaea.org/pris/home.aspx>
- [10] IAEA, 2022 Edition; *Advances in SMR Technology Developments: A Supplement to the IAEA ARIS database*, nonché *IAEA Platform on SMRs and their Applications* <https://nucleus.iaea.org/sites/smr/SitePages/HomeSmrPlatform.aspx>
- [11] EC, EU taxonomy for sustainable activities, https://finance.ec.europa.eu/sustainable-finance/tools-and-standards/eu-taxonomy-sustainable-activities_en
- [12] Réseau de Transport d'Electricité, ottobre 2021, *Energy Pathways to 2050*
- [13] UNECE, 2020, *Technology Brief – Nuclear Power*; IEA, May 2019, *Nuclear Power in a Clean Energy System*; NICE Future, September 2020, *Flexible Nuclear Energy for Clean Energy Systems*; IAEA, 2020, *International Conference on Climate Change and Nuclear Power*; OECD-NEA, 2019, *The Costs of Decarbonization: System Costs with High Shares of Nuclear and Renewables*
- [14] v. anche IAEA Nuclear Energy Series, 2022, *Nuclear-Renewable Hybrid Energy Systems*
- [15] IAEA NES, 2015, *Milestones in the Development of a National Infrastructure for Nuclear Power*
- [16] cfr. *Impact Report – Vision to 2050*, 2019, Studio sviluppato da Deloitte per Foratom 2019 basato su dati EC, EP, Eurostat, IAEA, WNA
- [17] OECD IEA, May 2021, *Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector*



ASSOCIAZIONE ITALIANA NUCLEARE

www.associazioneitaliananucleare.it