

Commissioni VIII (Ambiente, Territorio e Lavori Pubblici)  
e X (Attività Produttive, Commercio e Turismo) della  
Camera dei Deputati

Audizione su Disegno di legge C. 2669  
Governo e Proposta di legge C. 1742:

## **Delega al Governo in materia di energia nucleare sostenibile**

Prof. Franco Cotana, Amministratore Delegato, RSE

Roma, 17 Febbraio 2026

Onorevoli Presidenti ed Onorevoli Deputati,

desidero innanzitutto ringraziare le Commissioni Ambiente, Territorio e Lavori Pubblici (VIII) e Attività Produttive, Commercio e Turismo (X) per questa opportunità di trasmettere il nostro contributo all'esame del Disegno di Legge Delega al Governo in materia di energia nucleare sostenibile.

### **1. Introduzione sulle attività di RSE**

Ricerca sul Sistema Energetico – RSE SpA – è una società per azioni indirettamente ed interamente controllata dal Ministero dell'Economia e delle Finanze attraverso il suo azionista unico GSE. RSE ha partecipato, spesso coordinando, a tutti i più importanti tavoli istituzionali per la elaborazione di strategie e scenari sul sistema energetico nazionale. RSE è uno dei protagonisti europei della ricerca sui sistemi energetici sostenibili, con più di 400 ricercatrici e ricercatori impegnati nello sviluppo di tecnologie di generazione, stoccaggio, efficienza energetica, analisi di scenario, smart grid, impatto dei cambiamenti climatici e resilienza, materiali e altri ambiti.

Negli ultimi due anni RSE ha potenziato attività di ricerca e sviluppo nel campo delle nuove tecnologie nucleari di fissione – Small Modular Reactor (SMR), Advanced Modular Reactor (AMR) e Micro Modular Reactor (MMR) – e avviato studi e ricerche nel settore della fusione, con particolare riferimento a simulazioni termofluidodinamiche, analisi computazionale e digital twin di impianti a fusione a confinamento inerziale.

### **2. La Piattaforma Nazionale per il Nucleare Sostenibile**

Su incarico del MASE, RSE ha coordinato - insieme ad ENEA - i sette gruppi di lavoro della Piattaforma Nazionale per il Nucleare Sostenibile (PNNS). La PNNS ha operato come organo scientifico con l'obiettivo di *“sviluppare linee-guida e una roadmap, con orizzonte 2050, al fine di consentire al Ministero di definire un percorso finalizzato alla possibile ripresa dell'utilizzo dell'energia nucleare in Italia”*. I risultati dei rapporti finali dei gruppi di lavoro della PNNS<sup>1</sup> sono confluiti nella Relazione tecnica di accompagnamento al Disegno di Legge e potranno dare un contributo importante non solo alla definizione dei decreti legislativi, ma anche alla campagna di comunicazione per una corretta informazione del pubblico.

Da un confronto con le iniziative simili di altri paesi europei è risultato come il lavoro svolto dalla PNNS sia unico in Europa - una vera e propria eccellenza nazionale. Il fatto che l'Italia abbia avuto un ruolo da protagonista nelle fasi propedeutiche ad un IPCEI sul nucleare è dovuto soprattutto al lavoro della PNNS.

---

<sup>1</sup> Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (2025). *Piattaforma Nazionale per un Nucleare Sostenibile – Pubblicazione Rapporti Conclusivi*.

### 3. Aspetti tecnologici e di scenario

Il contesto tecnologico e di mercato sia delle nuove tecnologie sia di fissione che di fusione è in rapido mutamento ed è cambiato radicalmente dal referendum del 2011. Si sta assistendo ad una crescita esponenziale degli investimenti in nuovi impianti in Nord America, sia i primi impianti SMR la cui elettricità sarà venduta in *Power Purchase Agreements* sia impianti pilota di fusione. Due aspetti molto dibattuti sugli SMR sono quelli della sicurezza e dei costi.

Gli SMR sono una tecnologia caratterizzata da elevatissima affidabilità e sicurezza. La letteratura scientifica più recente<sup>2</sup> stima la probabilità di incidente – espressa dall'indicatore Core Damage Frequency – nell'intervallo tra uno su un milione ed uno su dieci milioni, rendendo questi reattori fino a 100 volte più sicuri rispetto a quelli ad acqua pressurizzata convenzionali. Questa sicurezza intrinseca passiva è dovuta a più fattori, tra cui il design integrato (vessel del reattore e sistemi di sicurezza in un unico modulo), i tempi di raffreddamento passivo più lunghi e la potenza termica molto inferiore rispetto ai reattori convenzionali.

Riguardo i costi degli SMR, il rapporto finale del secondo gruppo di lavoro della PNNS ha elaborato una prima stima a fine 2023, che indicava un valore medio di riferimento per il costo di investimento “overnight” pari a 5 Milioni di Euro per MWe (con valori minimo/massimo -15% +20% - vedi Allegato 1). A distanza di due anni, la letteratura tecnico-scientifica si è arricchita di ulteriori lavori che supportano questo valore e sostengono fortemente la tesi di una probabilissima riduzione dei costi di costruzione dovuta a vari fattori, tra cui le economie di una produzione in serie<sup>3</sup>. Questo processo si manifesta ovviamente a valle dei primi impianti, i quali avranno necessariamente una funzione dimostrativa della maturità di questa tecnologia.

Chi sostiene la tesi di una improbabile sostenibilità economica degli SMR prende spesso come riferimento i costi di realizzazione degli ultimi EPR o degli SMR attualmente in funzione in Cina ed in Russia. Tuttavia, questi ultimi impianti non sono assolutamente indicativi della potenziale performance tecnico-economica degli SMR.

Un'altra narrazione che distorce il dibattito dà per scontato che l'elettricità prodotta dagli SMR debba necessariamente potere competere con quella prodotta da fonti rinnovabili intermittenti – soprattutto sulla base dell'indicatore *Levelised Cost of Electricity* (LCOE) - e nel contesto di un mercato elettrico basato sul *marginal cost pricing*. Questa narrazione è “viziata” da ipotesi fatte a priori e che non sono assolutamente giustificate dalle evidenze tecniche-

---

<sup>2</sup> Ad esempio: 1) F. Mascari, A. Bentaib, F. Giannetti (2025). *International Workshop on SMR Safety for Short-Term Deployment*. Workshop Report, “Safety Analysis of SMR with Passive Mitigation strategies - Severe Accident” (SASPAM-SPA); 2) Lee, J.K., (2024) Review of Small Modular Reactors: Challenges in Safety and Economy to Success, *Korean Journal of Chemical Engineering* “1: 2761-2780. <https://doi.org/10.1007/s11814-024-00207-0>

<sup>3</sup> Ad es. Chandrakanth Bolisetti et al. (2025). *Quantifying Capital Cost Reduction Pathways for Advanced Nuclear Reactors*. Idaho National Laboratory, US Department of Energy; Mancini et al. (2025) *Estimating small modular reactor costs: A bottom-up cost model analysis*. “Organization, Technology and Management in Construction”, DOI 10.2478/otmcj-2025-0016.

economiche più recenti sugli SMR in costruzione in Nord America, laddove si prevede un largo uso dei *Power Purchase Agreements*.

Inoltre, viene spesso sottolineato come il costo di generazione da fonte eolica e solare fotovoltaico, se espresso dal LCOE, sia inferiore a quello del nucleare (con un gap maggiore in Europa rispetto ad Asia e Nord America) secondo le stime dell'Agenzia Internazionale per l'Energia. Tuttavia, il LCOE non è l'indicatore adeguato a valutare la competitività relativa di fonti intermittenti con quelle dispacciabili, poiché non include i costi connessi (ad es. investimenti in sistemi di accumulo e nell'espansione delle reti di trasmissione e distribuzione) all'integrazione di una quota crescente di risorse non programmabili nella rete per assicurare affidabilità e sicurezza della fornitura ed evitare il *curtailment*.

#### **4. Scenari energetici 'Net Zero 2050' e costi di integrazione delle fonti rinnovabili non programmabili**

RSE ha coordinato direttamente tre Gruppi di Lavoro della PNNS – tra cui il primo che ha elaborato scenari di lungo termine sul mix energetico italiano, incluso uno scenario dove si ipotizza una graduale reintroduzione del nucleare.

Il modello TIMES-RSE – ampiamente validato dalla comunità scientifica – individua la traiettoria di minimo costo complessivo per raggiungere la decarbonizzazione del sistema energetico. Il modello ha ritenuto le tecnologie nucleari sia economicamente che energeticamente convenienti per il raggiungimento degli obiettivi di neutralità climatica al 2050 – con una capacità installata di almeno 8 GW – di cui 0,4 GW a fusione – che permetterebbe di soddisfare circa l'11% della domanda di elettricità. Gli 8 GW di capacità nucleare delle proiezioni di scenario al 2050 (Figura 1 nella slide n. 7 in Allegato 2) sono da considerarsi un valore prudenziale imposto come limite al modello, poiché il secondo gruppo di lavoro della PNNS ha stimato un potenziale tecnico-economico pari a 16 GW.

Gli scenari considerati prevedono una quota di capacità di generazione dispacciabile, fornita da impianti a gas con CCS o, in alternativa a questi, da impianti nucleari che assicurerebbero una adeguata sicurezza e resilienza del sistema elettrico e la decarbonizzazione del sistema energetico a costi inferiori rispetto ad uno scenario "100% rinnovabili".

L'inserimento del nucleare nel mix energetico sostituirebbe per larga parte gli impianti a gas con cattura e stoccaggio di CO<sub>2</sub> e non avrebbe un impatto rilevante sulla quota FER (Figura 2 nella slide n. 7 in Allegato 2). Inoltre, la domanda di energia elettrica è superiore nello scenario con nucleare poiché questa fonte favorisce l'elettrificazione dei consumi, con un aumento dell'efficienza energetica complessiva (vedi seconda figura da sinistra nella slide n. 7 in Allegato 2).

Il motivo per il quale il modello di ottimizzazione dei costi non ha generato uno scenario 100% rinnovabili sono i costi marginali crescenti di integrazione delle fonti rinnovabili non programmabili (FRNP) nel sistema elettrico. Più la quota di FRNP si avvicina al 100%, più i costi marginali di integrazione di tali fonti nel sistema salgono rapidamente, a causa della crescita inevitabile dell'*overgeneration* e dei conseguenti e necessari investimenti in sistemi di accumulo e nelle reti di trasmissione e distribuzione.

Questa affermazione è basata su studi di letteratura scientifica internazionale, ampiamente citati nel rapporto finale del primo gruppo di lavoro della PNNS, ed è stata confermata da TERNA in uno studio relativo ad uno scenario del sistema elettrico italiano al 2050<sup>4</sup>. Man mano che ci si avvicina ad una quota del 100% di produzione da FRNP nel sistema elettrico, il costo marginale di integrazione di tali fonti aumenta esponenzialmente fino a superare anche il valore più alto di LCOE del nucleare (figura in slide 8 - Allegato 2) – anche solo considerando investimenti in sistemi di accumulo (e non in reti di trasmissione e distribuzione).

Secondo il modello TIMES-RSE, la possibile e graduale reintroduzione del nucleare nel mix energetico italiano permetterebbe di conseguire 17 miliardi di risparmi rispetto ad uno scenario di base alternativo in cui gli impianti a gas con cattura e stoccaggio di CO<sub>2</sub> coprirebbero una parte della potenza spacciabile. Come detto, un sistema elettrico interamente basato su fonti rinnovabili, in particolare non programmabili, è possibile, ma economicamente poco efficiente.

RSE è pronto ad aggiornare, quando il Governo lo riterrà opportuno, gli scenari alla base della Strategia di Lungo Termine pubblicata nel 2021 per tenere conto degli sviluppi intercorsi negli ultimi anni in ambito nucleare. Tale strategia è il documento di riferimento che ciascuno Stato Membro dell'Unione deve redigere e aggiornare per definire nel dettaglio la pianificazione del raggiungimento della neutralità climatica al 2050.

## **5. Il ruolo della cooperazione internazionale**

La cooperazione internazionale è fondamentale per accelerare lo sviluppo tecnologico e ridurre i tempi verso l'industrializzazione, a cominciare dalla formazione. RSE riconosce il valore aggiunto della cooperazione nella formazione: un team di giovani ricercatori e ricercatrici di RSE ha potuto svolgere attività di formazione nei più importanti centri di ricerca ed università americani – quali l'Oak Ridge National Laboratory ed il MIT.

Durante queste missioni negli USA, RSE ha potuto assistere alle attività di *pre-siting* dell'impianto SMR nei pressi dell'Oak Ridge National Laboratory e di SPARC, il primo impianto pilota di fusione che sarà realizzato da Commonwealth Fusion Systems – società partecipata dall'ENI.

## **6. La Ricerca sulla Fusione a Confinamento Inerziale**

Gli investimenti pubblici nella ricerca e sviluppo sulla fusione hanno avuto una crescita significativa negli ultimi anni, grazie anche al lancio di nuovi programmi pubblici nei Paesi G7 ed in Cina. I due principali approcci alla ricerca sulla fusione sono il confinamento magnetico, ambito nel quale il plasma viene confinato da campi magnetici ad altissima intensità (ad es. nel progetto ITER e nel reattore SPARC), ed il confinamento inerziale, nel quale vengono utilizzati dei sistemi laser (o altri fasci) che convergono su dei bersagli di combustibile per innescare la reazione di fusione nucleare.

---

<sup>4</sup> Terna (2025). *Prospettive di Sviluppo del Sistema Energetico 2050. Copertura della Domanda Elettrica*.

Mentre la ricerca sulla fusione a confinamento magnetico è stata caratterizzata da un impegno costante e ingente nei finanziamenti pubblici negli ultimi decenni, la ricerca sulla fusione a confinamento inerziale, specialmente in Europa, ha sofferto per una grande carenza di fondi. I risultati in questo campo ottenuti presso la National Ignition Facility del Department of Energy americano a fine 2022 e il successivo avvio di progetti da parte di diverse start-up rappresenta per la fusione inerziale un vero e proprio spartiacque sia per la comunità scientifica sia per l'industria che ha visto un considerevole aumento delle attività sperimentali in questo campo.

Infatti, nel dicembre 2022, per la prima volta nella storia sulla fusione nucleare, in un esperimento presso la NIF americana è stata raggiunta la cosiddetta ignizione, ovvero la condizione nella quale il plasma si autosostiene e quindi il riscaldamento interno dovuto ai prodotti della reazione di fusione nucleare è sufficiente a compensare tutte le perdite, senza bisogno di immettere energia dall'esterno. Risultato poi confermato anche in esperimenti successivi che hanno mostrato dei miglioramenti costanti, fino ad arrivare nell'aprile 2025 ad un rapporto Q di 4,1 tra l'energia prodotta dalla reazione di fusione e quella immessa dal sistema laser.

Nel novembre 2024, ai margini del lancio del World Fusion Energy Group del G7, RSE ha firmato un accordo di collaborazione con la start up americana Blue Laser Fusion, fondata dal Premio Nobel per la Fisica Shuji Namakura, inventore del LED blu, che è membro del Consiglio Scientifico di RSE.

È necessario che gli attori nazionali attivi nella fusione a confinamento inerziale facciano "sistema" per potere rilanciare questo settore di ricerca in Italia con finanziamenti adeguati al potenziale – ampiamente dimostrato – di questa tecnologia.

Riconoscendo questa necessità, RSE e l'Istituto Nazionale di Ottica del CNR hanno firmato nel marzo 2025 un accordo di collaborazione sulla fusione a confinamento inerziale per lo studio dell'interazione laser-plasma e laser-target che ha già dato i suoi primi frutti operativi.

## **7. La ricerca sul Digital Twin degli impianti nucleari**

Una delle aree strategiche di ricerca in ambito nucleare è quello del digital twin degli impianti, che permetterà di ridurre considerevolmente i tempi ed i costi di progettazione. Grazie alla sua capacità sviluppata internamente nel *digital twin* nucleare, RSE ha elaborato il disegno preliminare un prototipo di reattore a fusione a confinamento inerziale che è in fase di approfondimento. La modellazione digitale permette di identificare e risolvere le criticità nel dimensionamento di componenti cruciali, come la prima parete esposta al plasma e gli scambiatori di calore per la conversione dell'energia termica in elettrica. Tale approccio è fondamentale per l'ottimizzazione dei materiali e per stimare con precisione il potenziale di generazione energetica dell'intero sistema.

## **8. La ricerca sul ciclo del combustibile ed i radiofarmaci**

Un aspetto spesso trascurato nel dibattito – anche internazionale – sul nucleare è quello del ciclo del combustibile, che include non solo gli eventuali combustibili per SMR ma anche il

Trizio per la fusione. È fondamentale che in questo campo l'Italia sviluppi una sua capacità autonoma negli ambiti più strategici e laddove sia sostenibile economicamente farlo, pianificando le altre parti della filiera per partnership internazionali. Investire nella ricerca su soluzioni innovative per il LEU e nello sviluppo di combustibili HALEU<sup>5</sup>, protetti da tecnologie di incapsulamento come i granuli TRISO, accresce la sicurezza intrinseca degli SMR. Grazie all'estrema resistenza termica, queste soluzioni non solo migliorano l'operatività di impianto, ma costituiscono esse stesse un sarcofago di contenimento definitivo per le scorie a fine vita operativa.

L'analisi SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*) del ciclo del combustibile per la fusione in Europa<sup>6</sup> evidenzia una posizione solida ma al tempo stesso minata da criticità strutturali che ne limitano la piena espressione del potenziale. L'Unione Europea dispone di competenze tecnologiche di livello mondiale in settori come il pompaggio criogenico e meccanico, i sistemi di scambio basati su colonne (*packings*), gli impianti di processo e le tecnologie analitiche per il trizio. Queste aree rappresentano un patrimonio tecnico già maturo, rafforzato dagli effetti positivi di grandi progetti (es. ITER o JT-60SA) che generano un costante sviluppo di competenze, infrastrutture e opportunità industriali. Tale base conferisce all'Europa un vantaggio competitivo significativo e immediatamente sfruttabile nello sviluppo del ciclo del combustibile per la fusione.

Accanto a questi punti di forza emergono però debolezze rilevanti, che costituiscono veri e propri colli di bottiglia per il progresso del settore. La più critica è la scarsità di strutture di produzione e prova per il trizio<sup>7</sup>: solo due impianti europei dispongono di una capacità significativa e della licenza per la sperimentazione civile di tecnologie trizio-compatibili, Tritium Laboratory Karlsruhe (fino a 40 g)<sup>8</sup> e Curium test facility (fino a 2 g)<sup>9</sup>, generando dipendenze tecnologiche dall'estero e rallentamenti nella validazione dei componenti. È possibile accelerare lo sviluppo di nuove infrastrutture per test con trizio e potenziare quelle esistenti, condizione essenziale per validare tecnologie critiche del ciclo del combustibile. Per cogliere pienamente questo potenziale, è necessario intervenire rapidamente su infrastrutture, supply chain, governance e regolamentazione. Rafforzare questi aspetti consentirebbe di consolidare la propria posizione, evitare dipendenze strategiche e creare uno

---

<sup>5</sup> L'uranio usato come combustibile nei reattori nucleari non è utilizzato così com'è in natura: deve essere "arricchito", cioè deve contenere una percentuale maggiore dell'isotopo U-235, quello che sostiene la reazione nucleare. Quando l'uranio è arricchito fino al 5% di U-235, si chiama LEU – Low Enriched Uranium, ed è il tipo di combustibile usato nella maggior parte delle centrali nucleari attuali. I reattori avanzati di nuova generazione, invece, richiedono un combustibile più concentrato, chiamato HALEU – High-Assay Low-Enriched Uranium: si tratta di uranio arricchito tra il 5% e il 20% di U-235. Questo livello permette di costruire reattori più compatti, più efficienti e capaci di funzionare più a lungo senza ricarica.

<sup>6</sup> Fusion for Energy & EUROfusion. (2025). *Fuel Cycle Technology Mapping Report 2025 – Energy Technology Perspectives 2025*. Final report, July 4, 2025.

<sup>7</sup> Richard J. Pearson, Armando B. Antoniazzi, William J. Nuttall, Tritium supply and use: a key issue for the development of nuclear fusion energy, *Fusion Engineering and Design*, Volume 136, Part B, 2018, Pages 1140-1148, ISSN 09203796, <https://doi.org/10.1016/j.fusengdes.2018.04.090>.

<sup>8</sup> Karlsruhe Institute of Technology – Tritium Laboratory Karlsruhe. (s.d.). Handout TLK. Recuperato da <https://www.tlk.kit.edu/downloads/Handout-TLK.pdf>

<sup>9</sup> Nuclear Valley. (2023). Catalogue Club H3 – 2023. Recuperato da <https://www.nuclearvalley.com/images/cms/Catalogue-ClubH3-23.pdf>

dei principali poli mondiali per lo sviluppo delle tecnologie del ciclo del combustibile per la fusione.

Tali motivi dimostrano come la creazione di un centro di ricerca nazionale specificamente dedicato al ciclo del combustibile è assolutamente necessaria per la nostra autonomia strategica. Pertanto, a prescindere dall'esito della Legge delega, è necessario avviare attività di ricerca e sviluppo sul Trizio per la fusione nonché sulla produzione di radiofarmaci. Entrambe le filiere condividono infatti basi tecnologiche e percorsi di sperimentazione comuni. Ne è un esempio l'impiego di acceleratori lineari: sia per il bombardamento di soluzioni in Piombo-Litio finalizzato alla generazione di Trizio, sia per la trasmutazione del Molibdeno volta a ottenere direttamente il Tecnezio.

### **9. La Gestione dei Rifiuti radioattivi**

Uno degli aspetti trattati dalla PNNS, in particolare dal Gruppo di Lavoro 5, è quello dei rifiuti. Attualmente sono in funzione 62 depositi di rifiuti radioattivi nel nostro Paese e l'Italia continuerà a produrne a prescindere dalla eventuale reintroduzione delle nuove tecnologie di fissione nel mix energetico.

Molto spesso, infatti, ci si dimentica del settore dei radiofarmaci, che peraltro ha un indotto molto significativo che una stima quantifica a circa 450 milioni di euro all'anno. Pertanto, una soluzione al problema dello stoccaggio dei rifiuti radioattivi dovrà essere trovata in ogni caso e a prescindere dall'approvazione della Legge Delega.

### **10. Conclusioni**

L'Italia è uno dei leader mondiali sia nell'industria che nella ricerca, riuscendo a costituire, nonostante l'assenza di un mercato interno, la seconda industria europea nelle tecnologie di fissione. Nel campo della fusione, le industrie italiane sono tra i protagonisti mondiali, soprattutto nella produzione di componenti chiave del reattore. Ne consegue che una visione strategica sulla possibile "rinascita" del nucleare in Italia debba necessariamente integrare gli obiettivi di sicurezza energetica e di decarbonizzazione con quello della sicurezza economica delle politiche industriali. Quest'ultimo obiettivo si consegue soltanto acquisendo e mantenendo l'autonomia strategica in industrie ad altissimo valore aggiunto tecnologico quali sono quelle nucleari, sulle quali l'Italia ha già una base straordinaria di eccellenze da difendere.

In conclusione, la Legge Delega è un passaggio fondamentale affinché il quadro legislativo e regolatorio del nostro Paese sia allineato con una realtà mondiale che vede un'accelerazione dello sviluppo tecnologico ed una crescita esponenziale degli investimenti nelle nuove tecnologie nucleari di fissione e fusione. Su questo aspetto, riteniamo che il Governo abbia affrontato in modo sistematico tutti gli aspetti fondamentali per la fase di definizione e di attuazione dei decreti.

Riteniamo inoltre che le risorse previste dall'articolo 4 per l'attuazione degli investimenti previsti dalla delega legislativa, ovvero 20 milioni di Euro all'anno per il triennio 2027-29, possano ritenersi come un primo stanziamento iniziale ed ispirato al principio di cautela che dovrà essere necessariamente integrato con altri programmi, tra cui l'IPCEI.

È necessario lavorare insieme su un vero e proprio Piano Nazione di Ricerca Nucleare che possa dare impulso a nuovi progetti assegnati su base competitiva tra organismi di ricerca, imprese ed università, prendendo come modello il bando Mission Innovation. L'allocazione degli investimenti in ricerca dovrà essere bilanciata tra vari approcci (ad es. fusione a confinamento magnetico e confinamento inerziale) ed ispirata al principio della neutralità tecnologica, tenendo bene a mente gli ambiti di forza industriale. La didattica accademica dovrà essere rinforzata migliorando l'offerta e l'attrattività dei corsi di laurea e aumentando i dottorati di ricerca. Tutto questo richiederà certamente risorse ma il ritorno per il Sistema-Paese, soprattutto nelle dimensioni della prosperità e della sicurezza, giustifica ampiamente l'investimento.

RSE è pronto a rinnovare il proprio supporto nella attuazione della legge delega, così come fatto nella fase preparatoria della PNNS, trasferendo nei decreti attuativi la competenza acquisita nella PNNS, nelle sue attività di ricerca e nelle sue collaborazioni internazionali.

## ALLEGATO 1

### Parametri tecnico-economici di impianti SMR utilizzati per la elaborazione di scenari al 2050 nel modello TIMES-RSE

| Parametro                                     | Unità                     | Valore      |                                      |
|-----------------------------------------------|---------------------------|-------------|--------------------------------------|
|                                               |                           | Range       | Riferimento                          |
| Economicità                                   |                           |             |                                      |
| tempo stimato di costruzione di un impianto   | anni                      | 2 ÷ 4       | 3.5 (C)                              |
| durata della vita tecnica                     | anni                      | 40 ÷ 80     | 60 (C,V)                             |
| costo di investimento                         |                           |             |                                      |
| overnight                                     | M€/MW <sub>el</sub>       | 4.4 ÷ 10    | 5 (C,V) <sup>(-15%<br/>+20%)</sup>   |
| interessi durante la costruzione              | M€/MW <sub>el</sub>       |             |                                      |
| costi di O&M                                  |                           |             |                                      |
| fissi                                         | M€/MW <sub>th</sub> /anno |             | 0.145 <sup>k</sup> (C,V)             |
| variabili                                     | €/MWh <sub>th</sub>       |             | <sup>l</sup>                         |
| costo del combustibile                        | €/MWh <sub>th</sub>       | 3 ÷ 4       | 3.5 (C,V) <sup>(-10%<br/>+15%)</sup> |
| accantonamento per costi decommissioning      | M€/anno                   |             |                                      |
| tasso di indisponibilità                      |                           |             |                                      |
| per ricarica                                  | ore/anno                  | 120 ÷ 170   | 540 (C,V)                            |
| per manutenzione                              | ore/anno                  |             |                                      |
| per guasto                                    | ore/anno                  | 50 ÷ 100    | 75 (C,V)                             |
| potenza                                       |                           |             |                                      |
| nominale                                      | MW <sub>th</sub>          | 300 ÷ 1080  | 1080 (C)                             |
|                                               | MW <sub>el</sub>          | 100 ÷ 340   | 340 (C)                              |
| massima                                       | MW <sub>th</sub>          | 100 ÷ 1276  | 1080 (C)                             |
| minimo tecnico                                | MW <sub>th</sub>          |             | 216 (C)                              |
| efficienza in funzione della potenza generata |                           |             |                                      |
| lorda                                         | %                         |             |                                      |
| netta                                         | %                         | 28.5 – 34   | 32 (C)                               |
| Fattibilità                                   |                           |             |                                      |
| maturità                                      |                           |             |                                      |
| della tecnologia                              | #                         | 7 ÷ 9       | 8 (C)                                |
| del design                                    | #                         | 2 ÷ 5       | 3 (C)                                |
| del licensing                                 | #                         | 2 ÷ 5       | 2 (C)                                |
| di un dimostratore/prototipo <sup>m</sup>     | #                         | -           | n.a.                                 |
| della filiera produttiva                      | #                         | 3 ÷ 5       | 3 (C,V)                              |
| della filiera del combustibile                | #                         | 4 ÷ 6       | 4 (L)                                |
| periodo di disponibilità                      |                           |             |                                      |
| First-of-a-Kind                               | anno                      | 2030 ÷ 2036 | 2034 (C,V)                           |
| Nth-of-a-Kind                                 | anno                      | > 2035      | 2036 (V)                             |
| Operabilità                                   |                           |             |                                      |
| flessibilità                                  |                           |             |                                      |
| tempi                                         |                           |             |                                      |
| startup                                       | ore                       | n.a.        |                                      |
| shutdown                                      | ore                       | n.a.        |                                      |
| minima permanenza in servizio                 | ore                       | n.a.        |                                      |

<sup>k</sup> L'indicazione riportata (in M€/MW<sub>th</sub>/anno) comprende tanto la quota fissa quanto quella variabile dei costi di operazione e manutenzione.

<sup>l</sup> Incluso nel precedente.

<sup>m</sup> Laddove previsto/richiesto.

|                                            |                   |                |                     |
|--------------------------------------------|-------------------|----------------|---------------------|
| velocità di rampa                          | %/min             | 5,0 ÷ 8,5      | 5,0 ÷ 8,5 (C)       |
| costi                                      |                   |                |                     |
| startup                                    | M€                |                | Non rilevante       |
| shutdown                                   | M€                |                | Non rilevante       |
| consumi                                    |                   |                |                     |
| startup                                    | MWh <sub>th</sub> |                | Non rilevante       |
| shutdown                                   | MWh <sub>th</sub> |                | Non rilevante       |
| cogenerazione                              |                   |                |                     |
| massima temperatura del calore disponibile | °C                | < 300          | 250 (C,V)           |
| rapporto produzione calore/elettricità     |                   |                |                     |
| fisso                                      | p.u.              | n.a.           |                     |
| minimo                                     | p.u.              | n.a.           |                     |
| massimo                                    | p.u.              | n.a.           |                     |
| valore coefficiente Beta <sup>n</sup>      | p.u.              |                | ~ 0,3 (C)           |
| Sicurezza                                  |                   |                |                     |
| approccio                                  | --                | attivo/passivo | passivo             |
| "grace period"                             | giorni            | >3             | >3                  |
| emergency planning zone                    | km                | 0,5 ÷ 2        | (entro il sito) (C) |
| Sostenibilità                              |                   |                |                     |
| combustibile                               | --                | UO2            | UO2                 |
| arricchimento                              | %                 | 2,5 ÷ 5        | <5                  |
| burn-up                                    | MWd/kg            | 24 ÷ 60        | 45 (C,V)            |
| ciclo                                      | --                | aperto         | aperto              |

Capacità di realizzazione:

|                      |       |            |             |             |
|----------------------|-------|------------|-------------|-------------|
|                      | 2035  | 2040       | 2045        | 2050        |
| Unità disponibili al | 2 (C) | 7 ÷ 12 (C) | 12 ÷ 22 (C) | 22 ÷ 42 (C) |

Dettaglio dei flussi finanziari nel periodo di costruzione:

assunto lineare

<sup>n</sup> Mancata produzione di energia elettrica per unità di energia termica estratta.

Nota: I valori di riferimento sono stati selezionati sulla base dei seguenti criteri: "C": sulla base di comunicazioni dai membri della piattaforma, "L" da letteratura, "V" da valutazione.

Fonte: Piattaforma Nazionale per un Nucleare Sostenibile (2025) Rapporto Finale del Gruppo di Lavoro 2 – Tecnologie di Fissione

## Allegato 2

### Presentazione

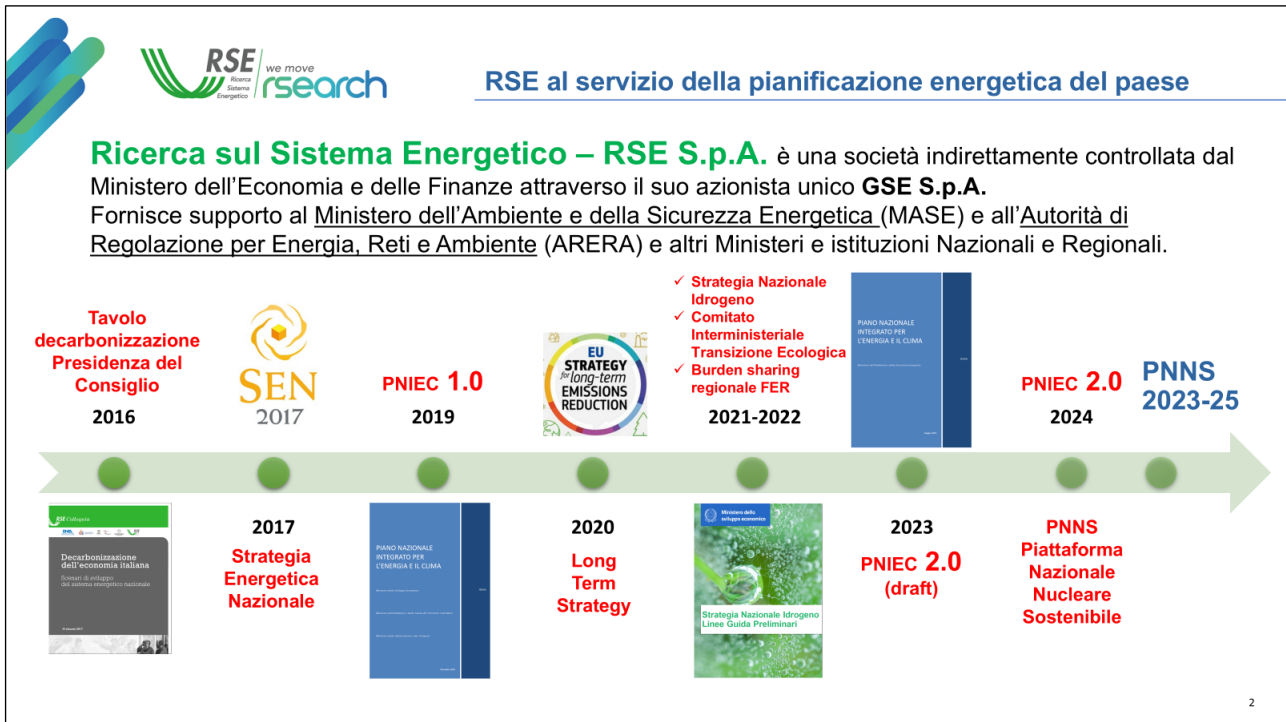


**Audizione Commissioni VIII (Ambiente, Territorio e Lavori Pubblici) e X  
(Attività Produttive, Commercio e Turismo) della Camera dei Deputati –  
disegno di legge C. 2669 Governo e proposta di legge C. 1742 Lupi:  
Delega al Governo in materia di energia nucleare sostenibile**

*Prof. Franco Cotana, Amministratore Delegato*

Roma, 17 Febbraio 2026

## Slide 2



## Slide 3



### La Piattaforma Nazionale per un Nucleare Sostenibile (PNNS)

**Composizione e Numeri della Piattaforma** **ISTITUZIONE MASE PNNS DM 16 novembre 2023**

- 100** esperti in 7 GdL
- 20** atenei, associazioni scientifiche e professionali
- 31** imprese principali del settore nucleare

**Coordinatore Piattaforma:** Capo della Segreteria Tecnica del Ministro – **Dott.ssa Francesca Salvemini**, Segretariato ci supporto 4 esperti

**Coordinamento Gruppi di Lavoro:** Amministratore delegato RSE – **Prof. Franco Cotana**, Presidente ENEA – **Ing. Gilberto Dialuce**

**N.7 Gruppi di Lavoro**

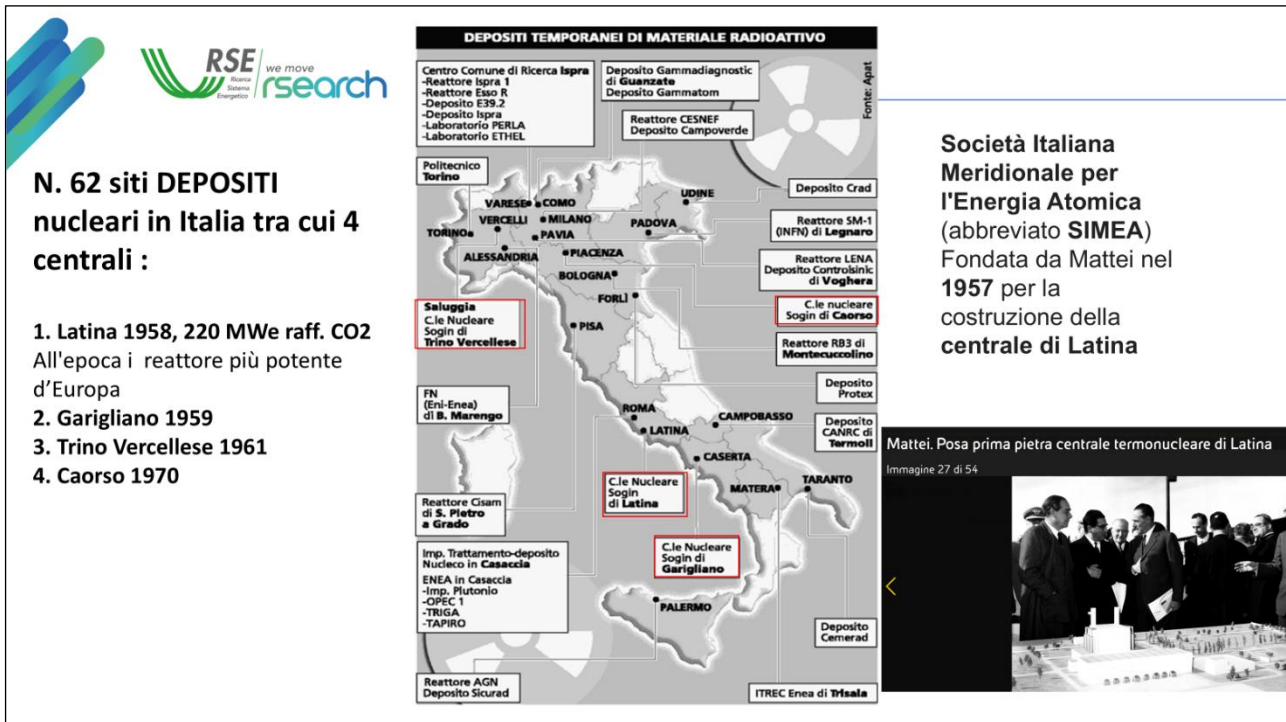
- GdL 1 "Contesto, scenari e prospettive";
- GdL 2 "Tecnologie di fissione";
- GdL 3 "Tecnologie di fusione";
- GdL 4 "Sicurezza e prevenzione, quadro normativo, certificazione";
- GdL 5 "Rifiuti e decommissioning";
- GdL 6 "Formazione ed educazione";
- GdL 7 "Aspetti trasversali (Ambiente, accettabilità sociale, comunicazione, altro)"

I Gruppi di Lavoro sono gestiti attraverso dei Responsabili e Co-Responsabili RSE e ENEA  
Ai GdL partecipano diversi componenti (Aziende, Enti, Autorità, ecc.) i quali nominano un rappresentante nel GdL.

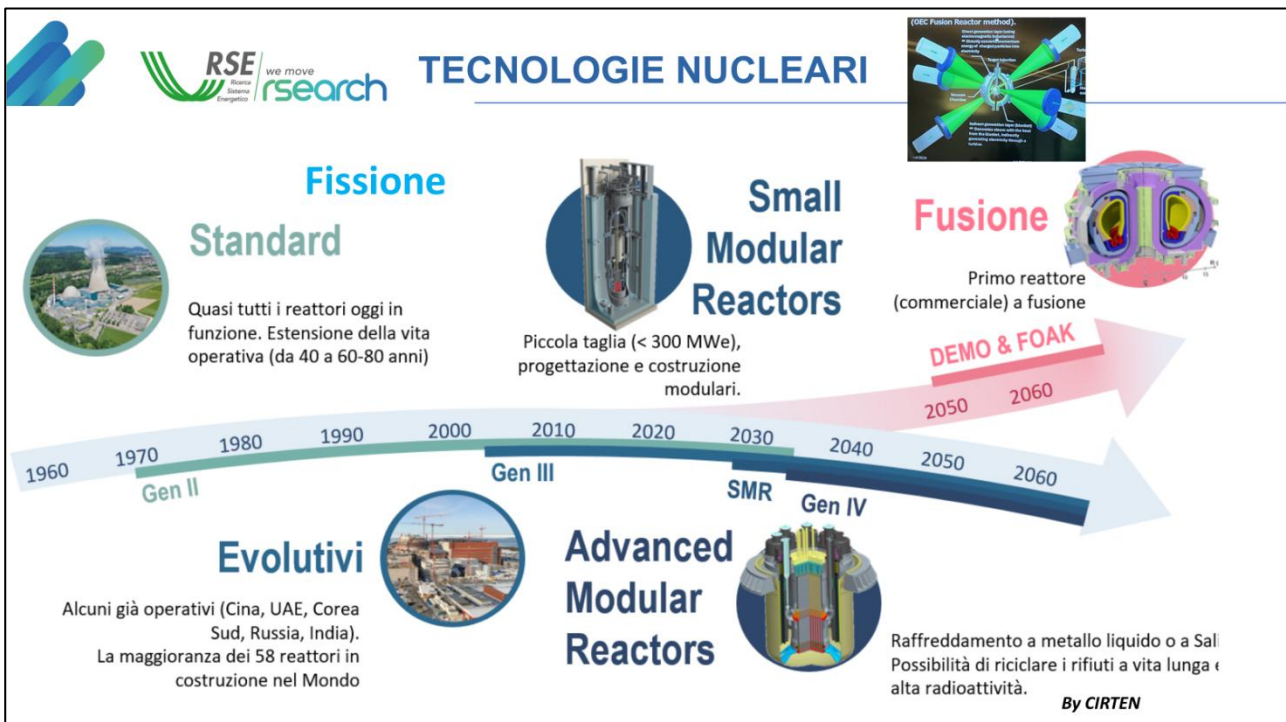
**LEGGE DELEGA AL GOVERNO (approvata dal CdM ottobre 2025 ) AC 2669 calendarizzate le audizioni commiss. 8 Amb.e 10 Att.Produtt**

**Relazioni finali dei 7 gruppi disponibili nel sito MASE a link** <https://www.mase.gov.it/>

## Slide 4

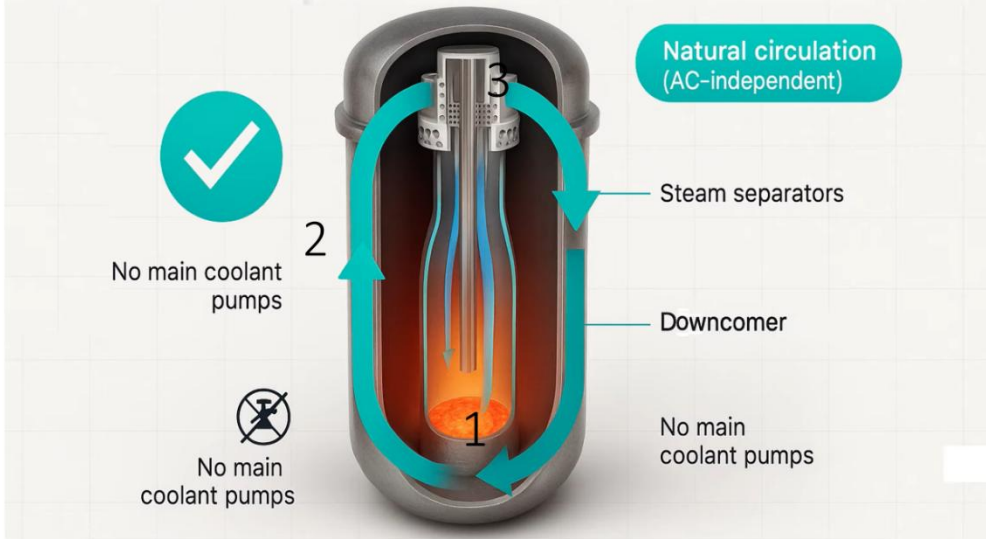


## Slide 5



## Slide 6

BWRX-300 Explained: Inside Canada's \$20.9B SMR Program



**SMR- SMALL MODULAR REACTORS**

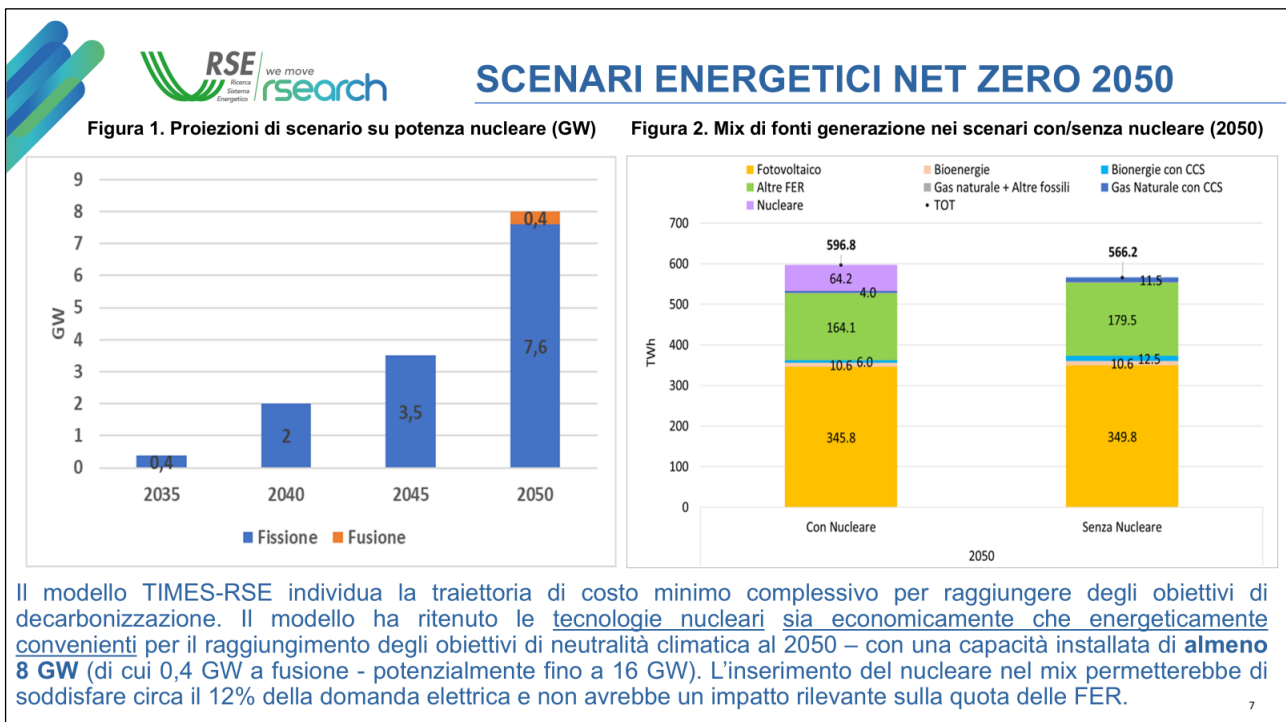
**GE Hitachi SMR Nuclear Energy BWRX-300**

1 Heat— Core warms water • 2 Rise — Steam is less dense • 3 Sink— Cooler water descends •

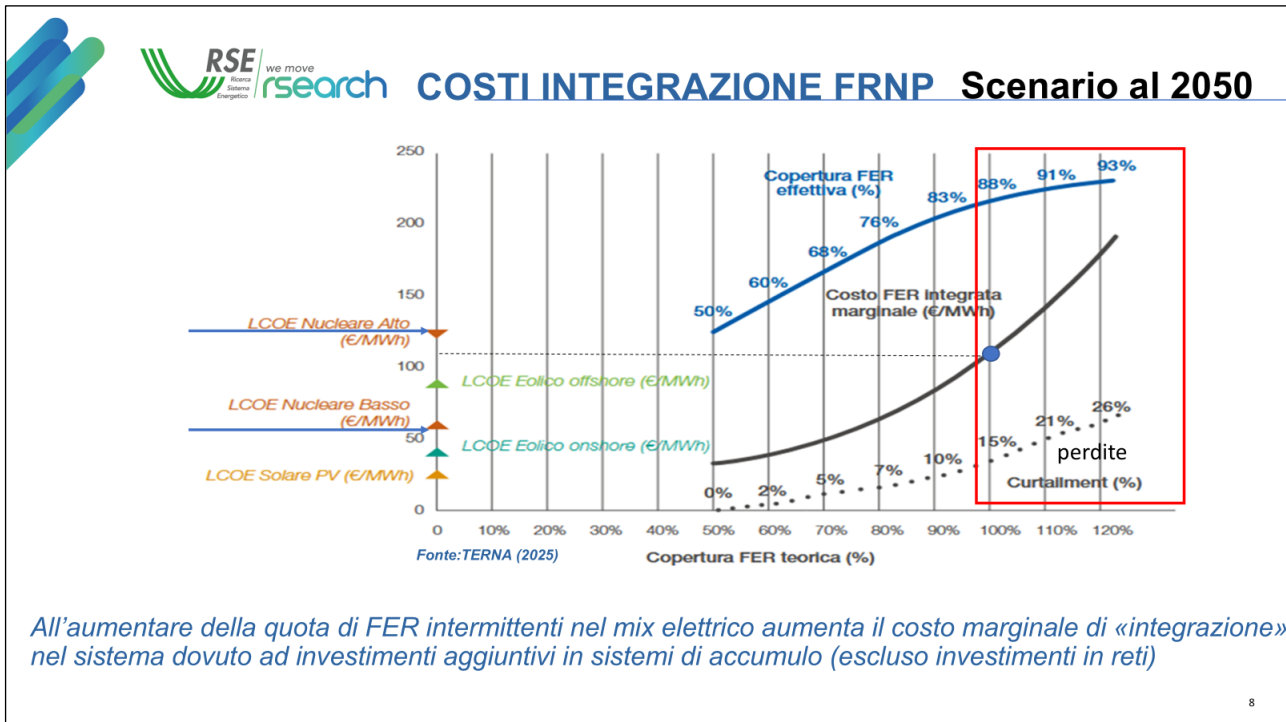
Fonte: GE Hitachi (2025)

RSE Ricerca sul Sistema Energetico - RSE S.p.A.  
Via R. Rubattino 54 - 20134 Milano | www.rse-web.it

## Slide 7



## Slide 8



## Slide 9



### SCENARI: RISULTATI

- L'introduzione del nucleare nel mix energetico italiano (elettrico e in parte termico) permetterebbe di **ridurre i costi di decarbonizzazione** di oltre 17 miliardi di Euro al 2050 (Elaborazioni di scenario PNNS);
- Un **sistema elettrico** interamente **basato su fonti rinnovabili**, in particolare **non programmabili**, è teoricamente possibile, ma **economicamente dispendioso, poco resiliente** (con maggiori rischi per la sicurezza) e con una **enorme occupazione del suolo** (superficie Nucleare/Fotovoltaico  $\approx 1/1000$ ).
- RSE è pronto ad aggiornare, quando il Governo riterrà opportuno, gli scenari alla base della Strategia di Lungo Termine pubblicata nel 2021 per tenere conto degli sviluppi intercorsi negli ultimi anni sul versante nucleare.

## Slide 10



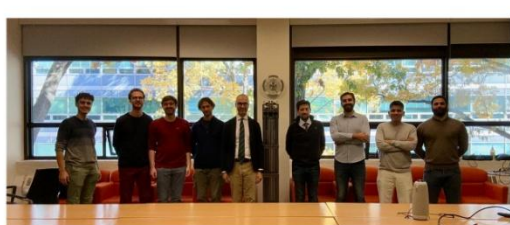


**RSE** we move  
Ricerca Sistema Energetico **rsearch**

# Formazione e Collaborazioni internazionali



**Massachusetts  
Institute of  
Technology**



**OAK RIDGE  
National Laboratory**







**U.S. DEPARTMENT OF  
ENERGY**

10

## Slide 11

# FUSIONE NUCLEARE A CONFINAMENTO INERZIALE



The improved yield in these three shots is entirely a result of the Target  
Quality & Capsule Design, i.e. the NIF Laser is a constant

3.88 MJ  
PRODUCED

2.05 MJ  
EXPENDED

Jul 2023

5.0 MJ  
PRODUCED

2.05 MJ  
EXPENDED

Feb 2025

8.5 MJ  
PRODUCED

2.08 MJ  
EXPENDED

Apr 2025

**ENERGIA OTTENUTA**  
 $Q=4,1$

**ENERGIA SPESA**

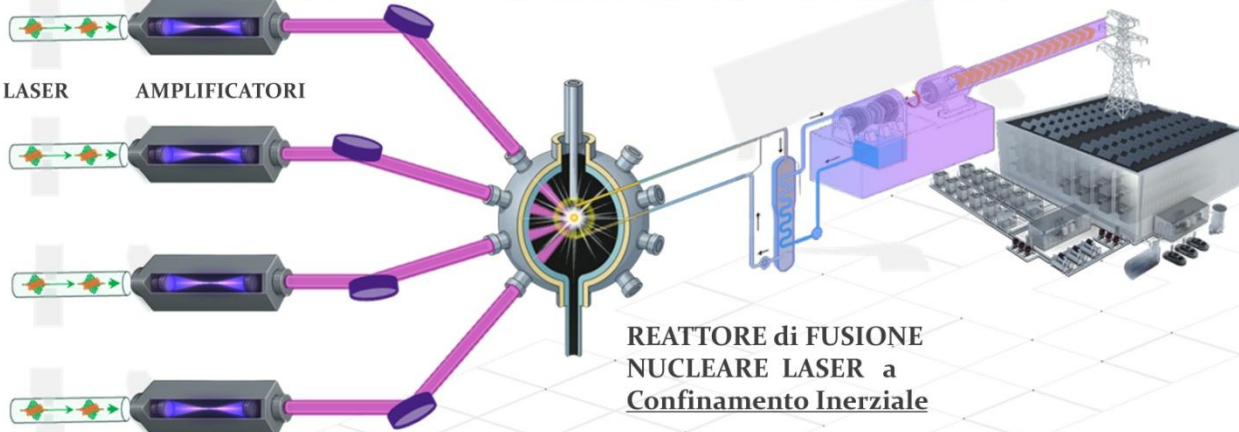
**DEPARTMET OF ENERGY – LIVERMORE LAB.  
NIF (San Francisco)**





Ricerca sul Sistema Energetico - RSE S.p.A.  
Via R. Rubattino 54 - 20134 Milano | [www.rse-web.it](http://www.rse-web.it)

## Slide 12

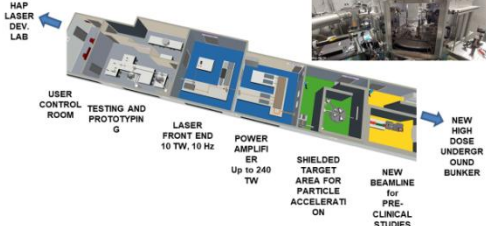


**Blue Laser Fusion - BLF**  
S. Barbara (CA)  
RSE- Ricerca sul Sistema Energetico

**4 Novembre 2024**  
**RSE-BLF** Roma,  
Cotana-Nakamura

**REATTORE di FUSIONE NUCLEARE LASER a Confinamento Inerziale**

## Slide 13



**ACCORDO RSE – CNR-INO**  
**Fusione Nucleare a Confinamento Inerziale**

Realizzare attività di ricerca e sviluppo tecnologico per IFE (Fusione nucleare a Confinamento Inerziale )

Attività di ricerca:

- Simulazioni avanzate
- Generazione particelle ad alta energia
- Sviluppo sistemi misura e diagnostica plasmi laser
- AI in facility lasers ad alta ripetizione

**26 Marzo 2025 RSE-CNR**  
Roma, Cotana - De Natale

**ILIL**  
Intense Laser Irradiation Laboratory (240 TW, Ti:Sa, up to 5 Hz, 27 fs)

**I-PHOQS**  
Integrated Infrastructure Initiative in Photonic and Quantum Sciences

HAP LASER DEV. LAB.  
USER CONTROL ROOM  
TESTING AND PROTOTYPING  
LASER FRONT END 10 TW, 10 Hz  
POWER AMPLIFIER Up to 240 TW  
SHIELDED TARGET AREA FOR PARTICLE ACCELERATION  
NEW BEAMLINE for PRE-CLINICAL STUDIES  
NEW HIGH DOSE UNDERGROUND BUNKER



13

## Slide 14

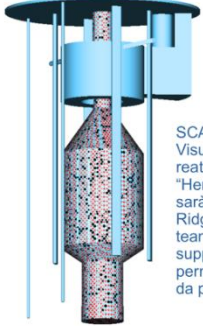


### Digital Twin - Impianti Nucleari

Modellazione computazionale ad elevate prestazioni ed affidabilità (Digital Twin) per la simulazione «real time» di impianti complessi per:

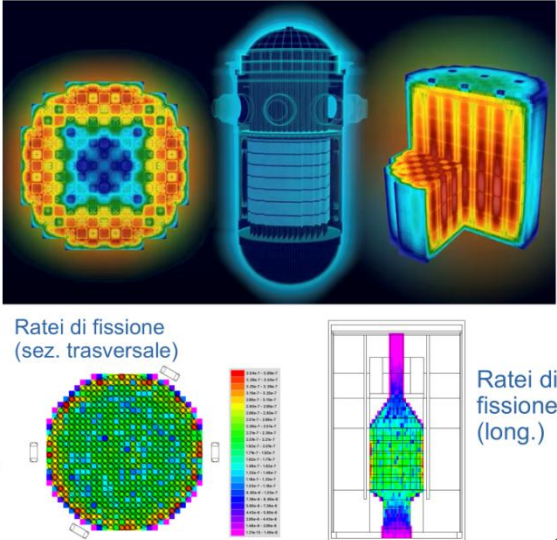
- ottimizzarne le performance
- a fini di sicurezza.

Impianti nucleari a fissione (BWR, PWR, SMR)



**Blu:** refrigerante FLiBe  
**Rosso:** pebble fuel  
**Nero:** pebble del moderatore

SCALE v6.3  
Visualizzazione 3D del reattore prototipo "Hermes" di Kairos, che sarà costruito a Oak Ridge, TN, creata dal team SCALE per supportare la revisione del permesso di costruzione da parte della NRC.



Ratei di fissione (sez. trasversale)

Ratei di fissione (long.)

14

## Slide 15



### Prototipo reattore a fusione nucleare a confinamento inerziale




**IFER-1**  
FUSIONE NUCLEARE  
CONFINAMENTO INERZIALE  
ENERGIA ILLIMITATA PER L'UMANITÀ

Ideazione e progettazione RSE

Germania : Progetto IFE Targetry HUB

15

Slide 16



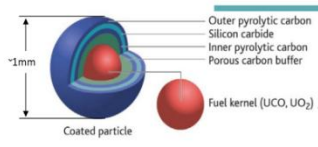


**RSE** we move  
Ricerca  
Sistema  
Energetico  
research

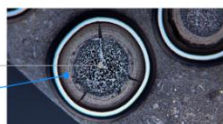
## CICLO DEI COMBUSTIBILI NUCLEARI

### COMBUSTIBILI PER LA FISSIONE

**PELLET** arricchito 5%  $U_{235}$

**TRISO** arricchito al 19,5% sferule da 1 mm con sarcofago

Cross-sectional view of TRISO microspheres after irradiation testing (source: US DOE)

### COMBUSTIBILE PER LA FUSIONE

**TRIZIO** ISOTOPO DELL'IDROGENO



**RADIOFARMACI**



16

Slide 17





**RSE** we move  
Ricerca  
Sistema  
Energetico  
research

## CONCLUSIONI

- La Legge Delega è un passaggio fondamentale affinché il quadro legislativo e regolatorio del nostro Paese sia allineato con una realtà mondiale che vede una crescita esponenziale degli investimenti nelle nuove tecnologie nucleari di fissione e fusione.
- **RSE** è impegnata nella ricerca sia sulla **fissione** sia sulla **fusione** con focus su: **ciclo dei combustibili**, **digital twin** dei componenti e dei reattori, **materiali speciali**, **Interfaccia con il sistema elettrico**, **sicurezza e resilienza**.
- **RSE** è pronta a rinnovare il proprio supporto nella attuazione della legge delega, così come fatto nella fase preparatoria della PNNS, trasferendo nei **decreti attuativi** le competenze acquisite nelle sue attività di ricerca e nelle sue collaborazioni internazionali.
- L'attuazione del Piano Nucleare Nazionale previsto dalla Legge Delega richiederà (vedi report della PNNS), **adeguate risorse** in ricerca e formazione universitaria e tecnica professionale (centinaia di ingegneri, fisici per TSO-Authority, Industrie, ricerca, enti pubblici e privati).

17