



Shape the future
with confidence

Nucleare Italia: il punto della situazione

Febbraio 2025



The better the question. The better the answer.
The better the world works.

Introduzione

Il ritorno dell'energia nucleare nell'agenda politica ed energetica italiana riflette un contesto globale e nazionale sempre più focalizzato sulla transizione energetica e sulla sicurezza degli approvvigionamenti.¹ In un periodo segnato dalla crescente preoccupazione per la crisi climatica e le sfide geopolitiche, il nucleare viene visto come una potenziale soluzione strategica per garantire una produzione energetica stabile, sostenibile e a basse emissioni di carbonio. L'emergere di tecnologie avanzate, come gli Small Modular Reactors (SMR), ha inoltre rilanciato l'interesse per questa fonte energetica, considerata più sicura ed efficiente rispetto ai reattori tradizionali. In questo quadro, l'Italia ha avviato un processo legislativo per definire un quadro normativo chiaro e aggiornato per l'energia nucleare sostenibile, inserendolo all'interno di una più ampia strategia di sviluppo energetico e sicurezza nazionale.

Questo articolo si propone di riprendere dal punto in cui si era concluso il primo studio di EY **“L'ENERGIA NUCLEARE È SUL PUNTO DI UNA RINASCITA?”** pubblicato a gennaio 2024 estendendo la tematica verso la disamina dell'approccio italiano alla reintroduzione del nucleare, analizzandone gli sviluppi normativi, le collaborazioni internazionali e le potenzialità tecnologiche di questa fonte di energia. A tal proposito, vengono esplorati gli aspetti normativi introdotti dall'Italia legati alla gestione dei rifiuti nucleari, alla sicurezza degli impianti e alle opportunità di innovazione, nonché le possibili alleanze con altri Paesi e attori globali. Inoltre, si affrontano le prospettive di sviluppo delle tecnologie nucleari avanzate, come gli SMR, e i benefici economici e strategici che queste potrebbero comportare per il contesto italiano, contribuendo al raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità e sicurezza energetica del Paese.

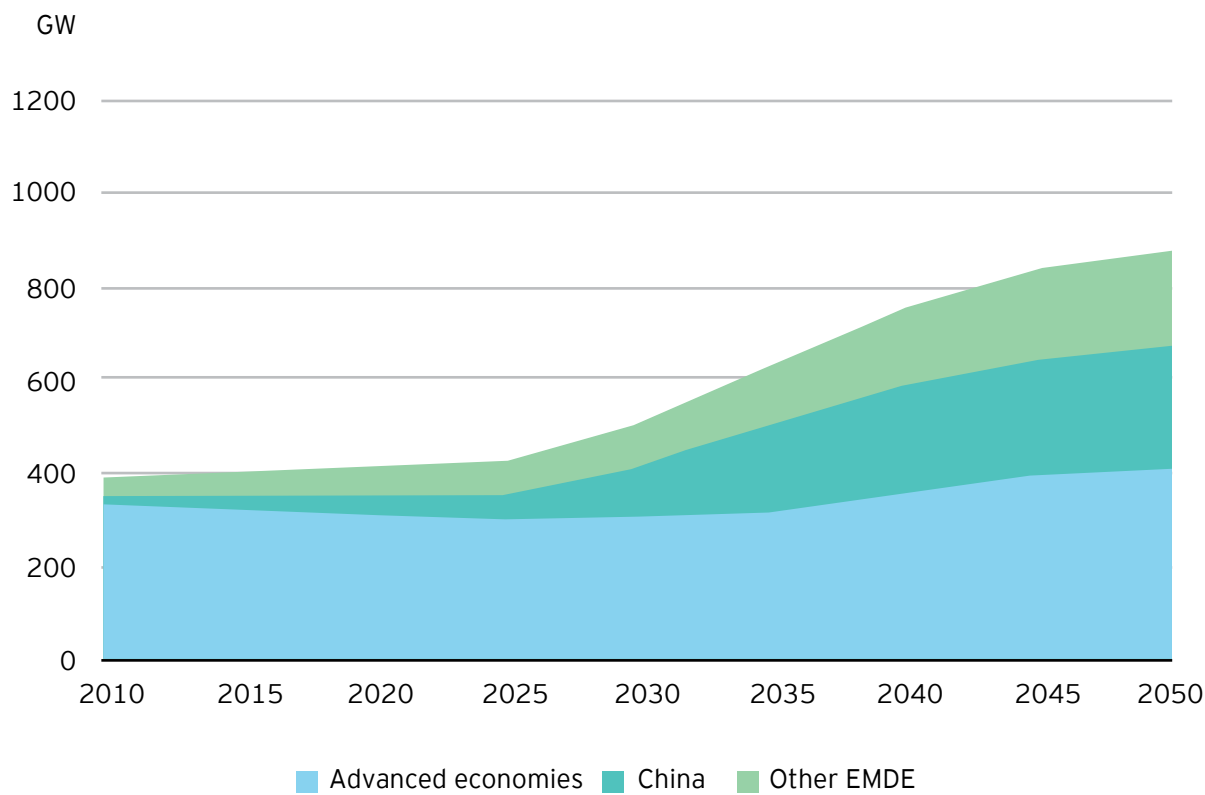
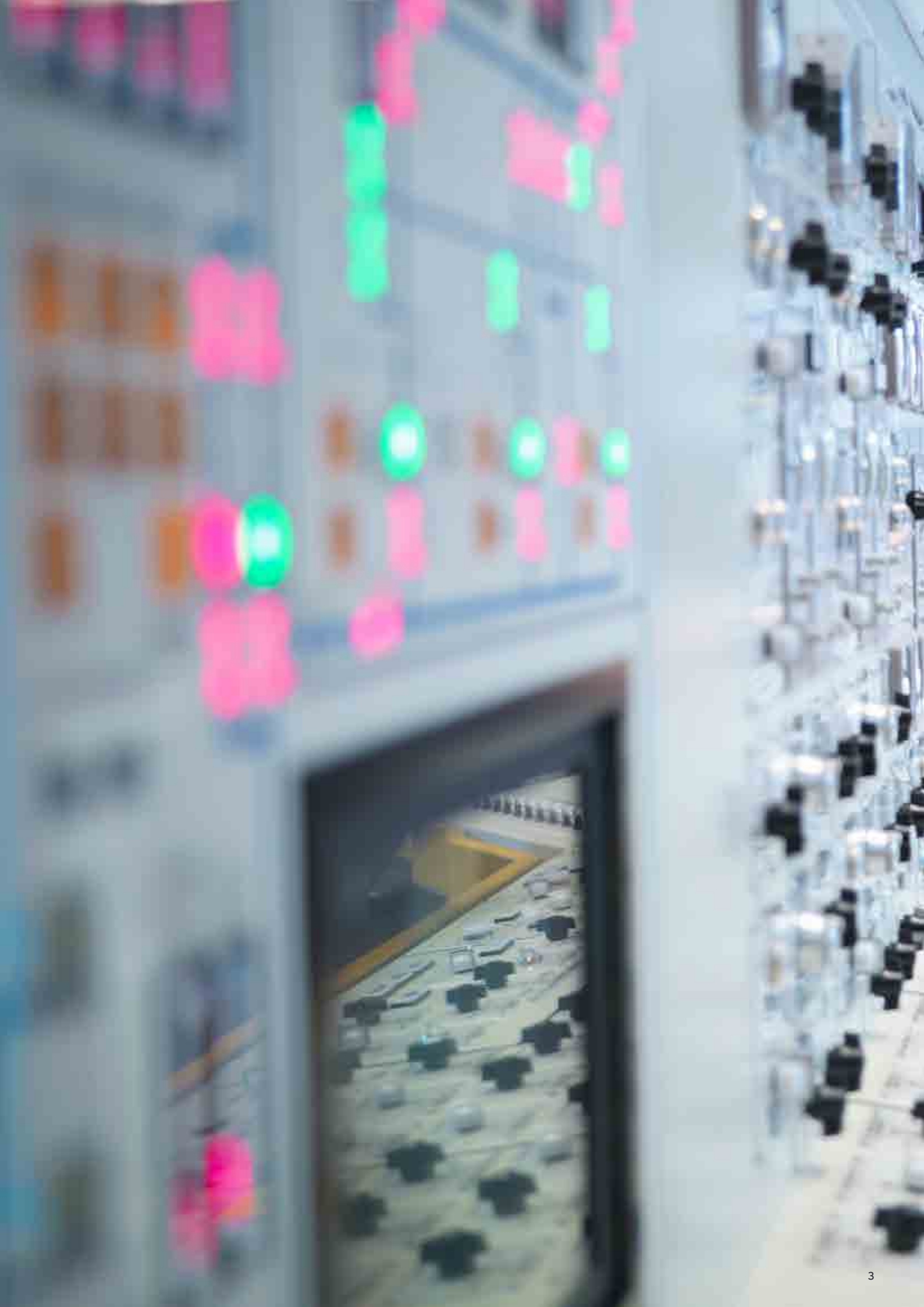


Figura 1 - Previsione andamento capacità nucleare installata per regione, 2010-2050



In breve

- 1** Il **novero dei paesi** che **hanno intrapreso la strada nucleare** è in costante crescita, così come gli investimenti nel settore
- 2** L'Italia **ha intrapreso un percorso chiaro** verso la possibile reintroduzione di **questa forma di produzione energetica**
- 3** Il **quadro normativo e legislativo italiano** dovrà essere **funzionale alla chiara regolamentazione del settore**, oltre che a **fornire un quadro economico di sostentamento per favorire l'ingresso del nucleare**
- 4** La scelta tecnologica ricadrà **sull'introduzione degli Small Modular Reactor (SMRs)**, agevolando **costi competitivi, garantendo sicurezza e supportando la generazione distribuita**
- 5** I **benefici economici e strategici** derivanti dall'introduzione del nucleare sono importanti, con una **revisione al rialzo dell'indotto generato** che si attesterà a circa 50mld € per l'Italia
- 6** La **politica italiana** deve considerare **non solo il tema economico-tecnologico** ma anche l'**implementazione di modelli formativi** atti alla creazione del capitale umano per **supportare la reintroduzione del nucleare**

1 Contesto Normativo Italiano dell'Energia Nucleare

Il Paese si sta riaffacciando sulla scena dell'energia nucleare e in linea con il percorso intrapreso, è sorta la necessità di prevedere una coerente e adeguata regolamentazione all'interno del quadro legislativo nazionale. Il disegno di legge proposto in materia di nucleare, che ha ricevuto l'approvazione del Consiglio dei ministri il 28 febbraio 2025, si inserisce in un contesto normativo europeo che regola la sicurezza nucleare e la gestione dei rifiuti. Entro 12 mesi dall'entrata in vigore, il Governo dovrà adottare decreti legislativi per disciplinare la produzione di energia nucleare sostenibile, inclusi idrogeno e rifiuti. L'obiettivo diviene garantire sicurezza energetica, indipendenza e la riduzione dei costi per i consumatori, stabilendo contestualmente criteri per la progettazione e gestione degli impianti nucleari, con un focus su tecnologie avanzate e modulari. Prevedendo, inoltre, meccanismi finanziari per gestire l'intero ciclo di vita degli impianti senza gravare sulla finanza pubblica.



L'Italia ha intrapreso un percorso legislativo per riconsiderare il nucleare come una risorsa strategica per il suo mix energetico, in particolare per rispondere agli obiettivi di decarbonizzazione fissati a livello europeo. Il disegno di legge che regola la produzione di energia nucleare sostenibile si inserisce in un quadro normativo europeo che definisce linee guida per la sicurezza nucleare, la gestione dei rifiuti radioattivi e la promozione di fonti energetiche, ponendosi all'interno di una più ampia strategia di sostenibilità energetica europea di lungo periodo. Come evidenziato nel recente studio di EY, intitolato "L'energia nucleare è sul punto di una rinascita?", il nucleare sta vivendo una fase di rinnovato interesse a livello globale, con il riconoscimento del suo potenziale come componente cruciale per raggiungere gli obiettivi di decarbonizzazione e per garantire la sicurezza energetica. Il governo si è attivamente impegnato in questo percorso e il lancio della piattaforma nazionale per la produzione di energia nucleare sostenibile da parte del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE) ha rappresentato un esempio concreto di volontà di operare in tal senso.² Nell'aprile del 2024, l'Italia ha aderito all'Alleanza Industriale Europea sugli SMR attraverso il MASE. Questa decisione, di natura industriale, ha preceduto l'inclusione di scenari di sviluppo del nucleare nel PNIEC (Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima) presentato alla Commissione Europea nel luglio 2024.

L'Italia gioca quindi un ruolo chiave nello sviluppo del nuovo nucleare in Europa, come dimostrato dall'ampia partecipazione delle aziende italiane all'Alleanza Industriale Europea sugli SMR, seconda solo alla Francia per numero di adesioni.

Il disegno di legge italiano alla luce del quadro normativo europeo

La rivalutazione del nucleare all'interno del quadro nazionale italiano ha posto le basi per una contestuale volontà di riformulazione normativa, all'interno dello stesso. Per ottemperare a tale necessità, l'Italia, ha avviato un processo legislativo volto a riconsiderare il nucleare come parte integrante della sua strategia energetica, con l'obiettivo di contribuire al raggiungimento degli ambiziosi obiettivi di neutralità carbonica entro il 2050. Il disegno di legge proposto dal Ministro dell'ambiente e della sicurezza energetica, e approvato dal Consiglio dei ministri il 28 febbraio 2025 per regolare l'energia nucleare sostenibile, si inserisce in un quadro normativo europeo che disciplina la sicurezza nucleare, la gestione dei rifiuti radioattivi e l'integrazione di fonti energetiche a basse emissioni. Tra i riferimenti normativi principali figura il **Trattato Euratom**, che stabilisce le basi per la cooperazione in ambito nucleare tra gli Stati membri, nonché la **Tassonomia dell'Unione Europea**, che riconosce l'energia nucleare come attività economica sostenibile, a condizione che rispetti rigorosi standard di sicurezza e impatti ambientali contenuti.

A queste si aggiungono la **Direttiva sulla sicurezza nucleare (2009/71/Euratom)**, che fissa i requisiti minimi per gli impianti nucleari, e la **Direttiva sui rifiuti radioattivi (2011/70/Euratom)**, che regola la gestione dei rifiuti e del combustibile esaurito.

Il disegno di legge italiano sull'energia nucleare

Con l'approvazione del Consiglio dei Ministri, il governo ha un anno per emanare uno o più decreti legislativi che regolamentino la produzione di energia nucleare. Il ministro dell'Ambiente, Gilberto Pichetto Fratin, ha sottolineato l'importanza di garantire energia più pulita, economica e sicura per le future generazioni, per un'Italia più competitiva e in quest'ottica si inquadra quindi il disegno di legge (DDL) approvato. Il DDL sulla produzione di energia nucleare sostenibile, denominato "Delega al Governo in materia di nucleare sostenibile", definisce un quadro normativo complesso, finalizzato a rispondere alle sfide della transizione energetica, della sicurezza dell'approvvigionamento e della decarbonizzazione del Paese. Il Consiglio dei ministri ha delegato il governo a adottare, entro un anno dall'entrata in vigore della legge rispetto ai precedenti 24 mesi preventivati, decreti legislativi che disciplinino la produzione di energia nucleare sostenibile, la produzione di idrogeno e lo smantellamento degli impianti esistenti. I decreti dovranno anche disciplinare la gestione dei rifiuti radioattivi e del combustibile nucleare esaurito,

incentivando la ricerca e lo sviluppo nel campo dell'energia da fusione e riorganizzando le competenze e le funzioni statali in materia, anche attraverso modifiche alla normativa vigente. Tali decreti abrogheranno espressamente le disposizioni obsolete e quelle incompatibili con le nuove disposizioni, introducendo misure di coordinamento per le norme non abrogate. Il testo, composto da quattro articoli, prevede anche, nell'ambito delle tempistiche definite nel documento, la facoltà per il governo di adottare misure integrative e correttive per ottimizzare l'efficacia della normativa entro ventiquattro mesi dall'entrata in vigore di ciascun decreto legislativo.³

Il programma nazionale mira a sviluppare la produzione di energia nucleare sostenibile, contribuendo alla strategia di neutralità carbonica, garantendo sicurezza e indipendenza energetica, prevenendo interruzioni nella fornitura e contenendo i costi. Il ministro Pichetto Fratin ha dichiarato che l'Italia è pronta ad affrontare le sfide future con un progetto ambizioso, aperto al confronto con tutti coloro che hanno a cuore il futuro del Paese. Il vicepresidente del Consiglio e Ministro degli Affari Esteri, Antonio Tajani, ha definito l'approvazione della legge delega sul nuovo nucleare come un passo storico verso un futuro energetico sostenibile, invitando gli italiani a guardare al provvedimento con spirito propositivo.



Il punto centrale del disegno di legge risiede nell'istituzione di un programma nazionale destinato allo sviluppo dell'energia nucleare sostenibile, in linea con gli obiettivi di neutralità carbonica al 2050. Questo programma avrà un impatto diretto sulla sicurezza e sull'indipendenza energetica del Paese, con l'intento di prevenire le interruzioni nella fornitura e di ridurre i costi per i consumatori. Saranno anche definite le competenze necessarie per l'approvazione, l'attuazione e il monitoraggio del programma, unitamente alla previsione di strumenti formativi e informativi sul ruolo delle tecnologie nucleari nella decarbonizzazione. Inoltre, si evince, fin da subito, che un punto innovativo rispetto all'usuale considerazione del nucleare è dato dall'inserimento all'interno del disegno della volontà di sfruttare non soltanto le metodologie già in uso nella produzione energetica ma di favorirne lo sviluppo di nuove, mediante l'investimento nel campo della ricerca volta ad accrescere le conoscenze nel campo della fusione. Elemento che potrebbe rappresentare una svolta significativa, lungo il percorso della sostenibilità.

Il disegno di legge stabilisce inoltre la disciplina per la sperimentazione, la localizzazione, la costruzione e l'esercizio di nuovi impianti nucleari e per la produzione di idrogeno, collegando quindi tutto il sistema energetico e integrandolo verso la creazione di nuovi sistemi di accumulo e sfruttamento di nuove fonti energetiche. Saranno disciplinati anche gli impianti per lo stoccaggio temporaneo e lo smaltimento definitivo dei rifiuti radioattivi e del combustibile esaurito, con particolare attenzione alla sicurezza e alla protezione radiologica.⁴

In linea con la strategia nazionale di decarbonizzazione, la legge garantirà che gli impianti nucleari siano progettati e gestiti secondo i più elevati standard di sicurezza e sostenibilità. I criteri previsti dalla tassonomia dell'Unione Europea per le attività sostenibili e dalle linee guida dell'Agenzia Internazionale per l'Energia Atomica (AIEA) saranno rispettati, promuovendo l'impiego delle migliori tecnologie nucleari, incluse quelle modulari e avanzate, al fine di contribuire al raggiungimento degli obiettivi di neutralità carbonica al 2050.

Il sistema normativo comprenderà anche meccanismi finanziari che garantiranno la gestione dell'intero ciclo di vita degli impianti, inclusa la gestione dei rifiuti radioattivi e lo smantellamento finale degli impianti. Saranno previste modalità di promozione e valorizzazione del territorio interessato dalla localizzazione degli impianti, attraverso accordi tra i soggetti privati e le amministrazioni locali. I decreti legislativi, adottati senza nuovi oneri per la finanza pubblica, implicheranno l'uso delle risorse umane, strumentali e finanziarie già disponibili presso le amministrazioni competenti. Qualora si rendano necessari nuovi fondi, i provvedimenti legislativi saranno adottati solo a seguito dell'approvazione delle risorse finanziarie.⁵

EY è concorde che il cammino intrapreso sia quello giusto, dal momento che è essenziale definire un quadro normativo chiaro e organico per il ritorno al nucleare, in grado di attrarre investimenti privati e pubblici, oltre a promuovere la competitività e l'efficienza del Paese. Tuttavia, il programma per il ritorno al nucleare richiederà tempi lunghi: i decreti legislativi correlati dovranno essere adottati entro due anni dall'entrata in vigore della legge proposta, che, come mostrato precedentemente, deve ancora iniziare il suo iter.

2 L'industria italiana: partnership Italiane ed europee nel contesto dello sviluppo tecnologico del nucleare

L'Italia sta consolidando il proprio ruolo come attore di primo piano nello sviluppo delle tecnologie nucleari avanzate, grazie a progetti di grande rilevanza come **NUWARD** e **ALFRED**, che vedono la partecipazione di importanti aziende del settore, tra cui **EDISON** e **ANSALDO ENERGIA**, e di enti di ricerca come ENEA. Questi progetti sono orientati all'integrazione di soluzioni tecnologiche avanzate nel panorama energetico nazionale, affrontando sfide cruciali quali la decarbonizzazione e la sicurezza energetica. È notizia di questi giorni che **ENEL**, **ANSALDO ENERGIA** e **LEONARDO** hanno creato una **Newco** per sviluppare in primis gli Small Modular Reactor (SMR) e che si occuperà anche della ricerca sugli Advanced Modular Reactors (AMR), considerati la futura evoluzione del nucleare di quarta generazione. Inoltre, anche il mondo universitario è coinvolto attivamente nella ricerca sulla fusione nucleare, contribuendo a iniziative internazionali come **ITER** e **DEMO**, e allo sviluppo di tecnologie innovative per la produzione di energia pulita. La sinergia tra istituti di ricerca e università accelera il progresso tecnologico, ponendo l'Italia al centro della transizione verso un sistema energetico più sostenibile e sicuro.

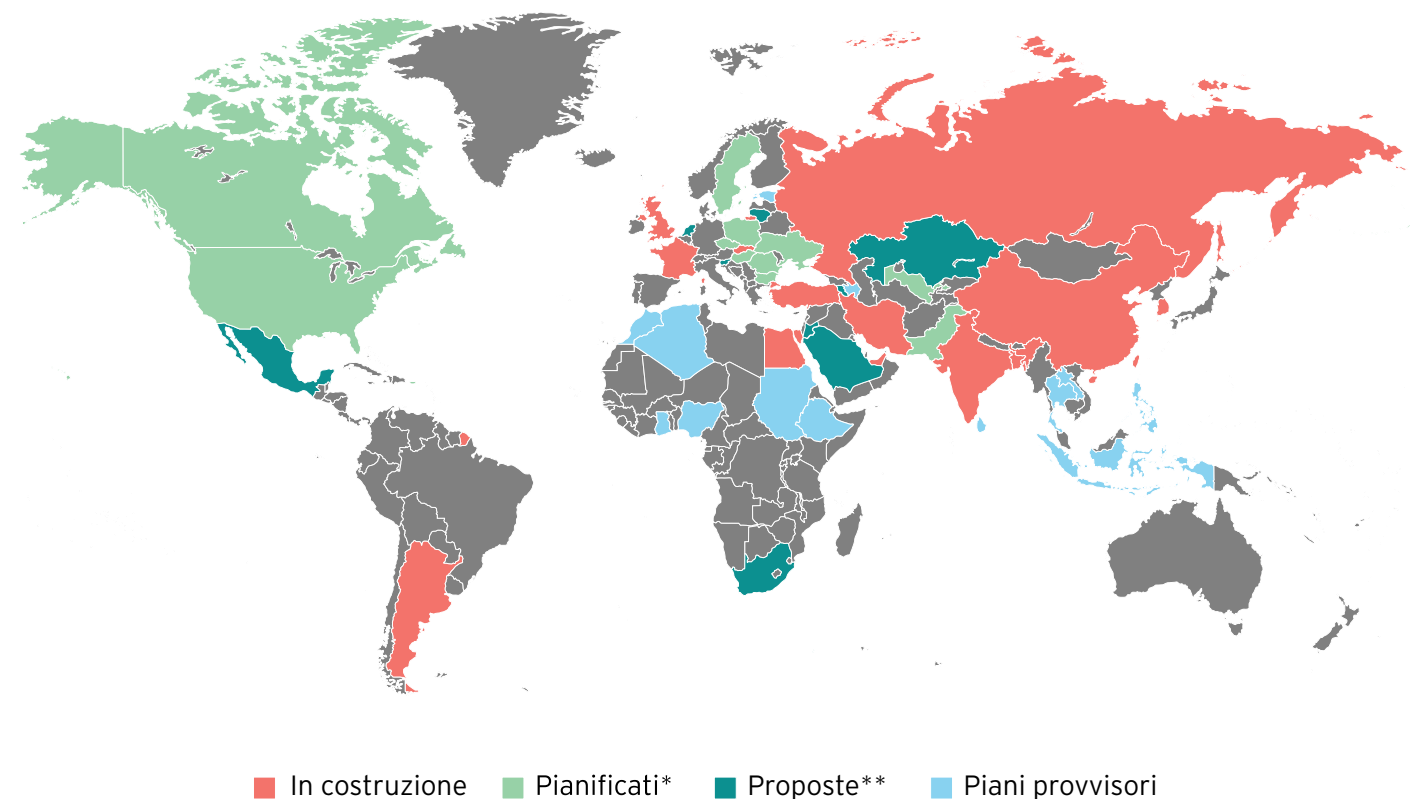


Figura 2 - Progetti di nuovi reattori nucleari per stato di avanzamento, marzo 2024. (*) Reattori pianificati = Approvazioni, finanziamenti o impegni in atto, la maggior parte dei reattori dovrebbero entrare in funzione entro i prossimi 15 anni. (**) Proposte = Programma specifico o proposte di nuovi impianti con tempi molto incerti. Fonte: elaborazione TEHA Group su dati «World Energy Outlook 2023» di IEA e World Nuclear Association, 2024.



Partnership per lo sviluppo dei reattori modulari in Italia

L'Italia si è posta come attore chiave nella cooperazione internazionale e nello sviluppo delle tecnologie nucleari avanzate, con numerosi progetti e partnership industriali che coinvolgono le principali aziende del settore. Tra i progetti di maggior rilievo si trova **NUWARD**, un concetto europeo di reattore modulare (SMR) sviluppato da EDF. Questa tecnologia, progettata per rispondere alle sfide della decarbonizzazione e della sicurezza energetica, è al centro di una collaborazione tra **EDISON, ANSALDO ENERGIA, ANSALDO NUCLEARE** ed **ENEA**.

L'accordo prevede l'analisi della fattibilità di NUWARD nel contesto del mix energetico italiano, valutandone l'integrazione nella rete nazionale e i potenziali impatti economici e tecnologici. In particolare, si stanno studiando le prospettive di sviluppo di questa tecnologia in Italia, con il supporto di SIET ed ENEA per la realizzazione di sperimentazioni pilota, con potenziale localizzazione a Piacenza, che consentirà la validazione della tecnologia in un contesto europeo. La disponibilità commerciale delle soluzioni di SMR è prevista per il 2030, ma attualmente hanno già raggiunto un livello di maturità tecnologica alto, con alcuni design di SMR in fase di dimostrazione operativa.

A conferma di questa direzione, è stato recentemente siglato un accordo strategico tra **Enel, Ansaldo Energia e Leonardo** per la costituzione di una **Newco** destinata a guidare la ripresa del nucleare italiano, in linea con le strategie delineate dal Governo. La nuova realtà si concentrerà sullo sviluppo degli **Small Modular Reactor (SMR)**, reattori di terza generazione raffreddati ad acqua, che rappresentano una soluzione innovativa per il sistema energetico nazionale. Questi impianti, con una potenza pari a circa un terzo rispetto alle centrali nucleari tradizionali, offrono vantaggi significativi in termini di sicurezza, costi ridotti e maggiore flessibilità nella loro integrazione nella rete elettrica. Le loro dimensioni contenute riducono gli oneri legati alla sicurezza senza comprometterne l'efficacia, rendendoli particolarmente adatti al contesto industriale italiano, caratterizzato da un'elevata domanda energetica e dalla necessità di ridurre i costi di approvvigionamento.

Inoltre, gli SMR si pongono come una soluzione competitiva rispetto alle energie rinnovabili, con una produzione stabile e programmabile e un impatto territoriale limitato. Il progetto della **Newco** prevede che Enel detenga il **51% delle quote**, Ansaldo Energia il **39%** e Leonardo il **10%**, operando sotto la regia del **Ministero dell'Economia e delle Finanze (MEF)** e in coordinamento con il **Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica** e il Ministero delle Imprese e del Made in Italy. Oltre a sviluppare la tecnologia degli **SMR**, la Newco si occuperà anche della ricerca sugli **Advanced Modular Reactors (AMR)**, considerati la futura evoluzione del nucleare di quarta generazione.⁶

Seguendo una logica di supporto agli stessi ambiti tecnologici, vengono presi in considerazione anche gli **AMR**, ossia i reattori modulari avanzati che si affiancano agli **SMR** in modo complementare, sviluppando la tecnologia nucleare di quarta generazione in un design modulare di piccole dimensioni. I pilastri di questa continuità tecnologica tra le due soluzioni più avanzate nel panorama del nucleare includono la commercializzazione degli **AMR** prevista dopo il **2040**, la complementarità degli utilizzi basata sulle diverse temperature raggiunte e la gestione del combustibile e dei rifiuti in un'ottica di **chiusura del ciclo**, consentendo il riutilizzo del combustibile esausto per alimentare nuove centrali. Questo approccio, oltre a ridurre le scorie, permette la creazione di un **modello di economia circolare del combustibile nucleare**, con significativi benefici in termini di sostenibilità.⁷

Guardando quindi questa stretta collaborazione tecnologica tra **AMR** e **SMR**, grande accento viene posto anche su **ALFRED**, un prototipo di reattore modulare avanzato basato sulla tecnologia **Lead-cooled Fast Reactor (LFR) di GEN-IV**. Questo progetto, sostenuto dal consorzio internazionale **FALCON**, è guidato da Ansaldo Nucleare e si avvale della collaborazione con **ENEA** per lo sviluppo e la progettazione della tecnologia. **ALFRED** rappresenta un passo importante verso la realizzazione di reattori nucleari di quarta generazione, che offrono vantaggi in termini di sicurezza, efficienza e gestione dei rifiuti radioattivi.

La partecipazione dell'industria italiana si estende alla creazione di una delle più grandi infrastrutture sperimentali per questa tecnologia, che verrà realizzata in **Romania**, ampliando la portata del contributo italiano nello sviluppo di soluzioni nucleari innovative a livello internazionale.

Nell'ambito del **programma AMR UK, Ansaldo Nucleare ed ENEA** sono coinvolti nella progettazione e realizzazione di impianti sperimentali per il **Westinghouse LFR**, un altro progetto di reattore avanzato a raffreddamento a piombo. L'obiettivo è testare e validare questa tecnologia in un contesto industriale, con l'intento di applicarla a livello globale in diversi settori, tra cui la **produzione di energia** e la **generazione termica**. Il programma rappresenta un'importante opportunità per l'Italia di contribuire al progresso delle tecnologie nucleari avanzate, sia in ambito europeo che internazionale, rafforzando la sua posizione nel panorama nucleare mondiale.

Un ulteriore esempio di innovazione è il progetto **LFR-AS-30**, sviluppato dalla start-up **newcleo** con il supporto tecnico di **ENEA**. Questo reattore modulare avanzato si basa su tecnologie nucleari di nuova generazione, mirate a migliorare l'efficienza energetica e la sicurezza operativa. Con un investimento privato superiore ai **50 milioni di euro**, **newcleo** sta sviluppando il prototipo presso le strutture di **ENEA**, che si occupa della progettazione nucleare e degli aspetti tecnologici del reattore.

I primi accordi esecutivi tra **ENEA e newcleo** sono attualmente in fase di formalizzazione, segnalando un forte impegno nel potenziamento delle capacità industriali italiane nel settore nucleare avanzato.

Questi progetti, che spaziano dai **reattori modulari avanzati** alle tecnologie di **quarta generazione**, evidenziano il ruolo fondamentale che l'Italia svolge nel panorama nucleare internazionale. Le collaborazioni tra le principali **aziende italiane, enti di ricerca e partner internazionali** non solo promuovono **l'innovazione nel settore**, ma permettono anche di affrontare le sfide globali legate alla **sicurezza energetica, alla sostenibilità e alla decarbonizzazione**. **EY** ritiene che la partecipazione attiva dell'industria italiana nello sviluppo di soluzioni nucleari avanzate posizionerà il paese come un protagonista nella **transizione verso un sistema energetico più sicuro ed ecologicamente responsabile**, creando una **filiera industriale competitiva a livello europeo** e garantendo un **futuro energetico più stabile e sostenibile**.

Partnership nel campo della ricerca per la fusione Nucleare

Guardando al campo della ricerca, i progetti portati avanti attivamente dall'Italia riguardano nello specifico lo sviluppo della fusione nucleare, ove i più importanti si identificano con il progetto **ITER e DEMO**, che rappresentano tappe cruciali nella transizione verso fonti di energia pulita e sostenibile.

Il progetto ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor),⁸ situato a Cadarache, in Francia, è il più grande esperimento internazionale volto a dimostrare la fattibilità della fusione nucleare. L'obiettivo principale di ITER è generare un bilancio energetico positivo, ovvero produrre più energia di quanta ne consumi per il suo funzionamento. La costruzione del reattore è prevista essere completata nei prossimi anni, con i primi esperimenti di plasma fissati per la fine del decennio. L'Italia è coinvolta in ITER attraverso il Politecnico di Torino, che contribuisce con competenze tecniche nella progettazione e realizzazione di componenti cruciali per il reattore, come i magneti superconduttori, essenziali per il confinamento del plasma ad alte temperature. Inoltre, il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) e ENEA sono partner nella realizzazione di avanzati sistemi di controllo e monitoraggio, oltre a contribuire alla simulazione e modellazione delle reazioni di fusione.

L'industria italiana è tra i principali beneficiari del progetto Iter, grazie al ritorno in commesse di alta tecnologia per un valore di circa 2 miliardi di €, su un budget complessivo di circa 22 miliardi. Il 45% di questo budget è finanziato dall'Unione Europea, con un forte impegno francese, soprattutto per le opere civili del sito di installazione in Francia. Il ritorno all'Italia in termini di commesse tecnologiche è nettamente superiore a quello degli altri partner europei. Questo successo è attribuibile alle grandi capacità dell'industria italiana nei settori dei superconduttori, della realizzazione di grandi componenti con stringenti tolleranze dimensionali e della robotica. Le eccellenze italiane nelle tecnologie per la fusione nucleare sono distribuite tra vari enti pubblici e aziende private, e questa configurazione distribuita di conoscenza comprende capacità scientifiche, ingegneristiche e di realizzazione degli impianti.

Il progetto DEMO, che si pone come un'evolutiva di ITER, ha come obiettivo la realizzazione di una centrale sperimentale che, entro il 2050, dovrebbe essere in grado di produrre energia elettrica a partire dalla fusione nucleare. DEMO si concentra sullo sviluppo di tecnologie per la gestione del plasma in condizioni di produzione di energia continua e sostenibile, prevedendo l'implementazione di un sistema che sfrutti il calore generato per la produzione di elettricità. ENEA, insieme ad altri partner europei, partecipa attivamente alla definizione dei componenti tecnologici avanzati di DEMO,



come il sistema di raffreddamento e la gestione dei materiali da utilizzare nei reattori a fusione. In particolare, la ricerca di materiali strutturali in grado di resistere alle intense radiazioni termiche e nucleari derivanti dalla fusione è una delle principali sfide tecniche di DEMO, e l'Italia è impegnata nella ricerca di soluzioni innovative per questi materiali.

Oltre a ITER e DEMO, l'Italia contribuisce anche al progetto EUROfusion,⁹ che coordina i vari sforzi di ricerca in Europa sulla fusione nucleare. In particolare, ENEA è coinvolta nelle attività di ricerca per il miglioramento delle tecnologie di confinamento del plasma e nello sviluppo di soluzioni per l'uso di materiali resistenti alle alte temperature e radiazioni. Il programma EUROfusion comprende numerosi esperimenti su impianti come JET (Joint European Torus), il più grande dispositivo di fusione nucleare al mondo, che ha recentemente raggiunto un nuovo record di produzione di energia, generando 59 megajoule¹⁰ di potenza nel 2022, con l'obiettivo di avvicinarsi sempre più al traguardo di un bilancio energetico positivo.

Un altro contributo significativo proviene dal Consorzio RFX, che coinvolge l'Università di Padova e il laboratorio ENEA di Padova. Il RFX-Mod2 (Reversed Field Experiment Mod) è un esperimento di fusione magnetica che utilizza una configurazione alternativa al tokamak, chiamata reversed field pinch (RFP). Il consorzio RFX si concentra principalmente sul miglioramento della stabilità del plasma e sulla gestione delle turbolenze, temi cruciali per il controllo della fusione nucleare. RFX-Mod2 contribuisce alla comprensione dei fenomeni fisici che possono migliorare l'efficienza e la stabilità dei reattori a fusione, in particolare nella ricerca di soluzioni per i materiali che possano resistere alle condizioni estreme generate nelle reazioni di fusione. Le attività di RFX-Mod2 sono parte integrante delle collaborazioni europee, come quelle all'interno di EUROfusion, e rappresentano un importante passo verso una fusione nucleare pratica e commercializzabile.¹²

La collaborazione tra istituti di ricerca italiani ed europei accelera l'innovazione tecnologica e scientifica in un campo che potrebbe rappresentare una delle soluzioni chiave per la transizione energetica globale. Dal punto di vista di EY, la prosecuzione delle iniziative in corso rappresenta un'opportunità unica per l'Italia di raggiungere l'indipendenza energetica strutturale dall'estero. Questo non solo ridurrebbe i costi energetici per cittadini e imprese, ma migliorerebbe anche la competitività del paese. È un'occasione che l'Italia non può permettersi di perdere.

3 Verso un Nucleare sostenibile: Prospettive, strategie tecnologiche e investimenti

L'Italia sta pianificando il possibile reintegro dell'energia nucleare nel mix energetico nazionale, con l'obiettivo di ridurre la dipendenza dalle fonti estere e garantire una transizione energetica sostenibile. Il piano, orientato al medio e lungo termine, prevede lo sviluppo di un settore nucleare moderno, basato su tecnologie sicure e innovative. L'intento del governo è di definire una strategia per il ritorno al nucleare entro il 2027, puntando sull'utilizzo degli SMR e promuovendo la formazione e partnership strategiche, con l'obiettivo di coprire tra l'11% e il 22% della domanda elettrica nazionale entro il 2050. Lo sviluppo del nuovo nucleare in Europa e in Italia potrebbe attivare un mercato complessivo di circa 46 miliardi di €, generando un valore aggiunto di 14,8 miliardi di € e creando circa 117.000 nuovi posti di lavoro. Inoltre, l'integrazione del nucleare nel mix energetico nazionale potrebbe portare a un risparmio annuale stimato di circa 8-10 miliardi di euro sulle importazioni di energia.

Il Ruolo degli SMR nella Transizione Energetica Italiana

La strategia dell'Italia per reintegrare l'energia nucleare nel mix energetico si focalizza sugli Small Modular Reactors (SMR), reattori avanzati con una capacità massima di 300 MWe per unità, circa un terzo della potenza di un reattore convenzionale. Il design modulare consente la produzione in serie dei componenti principali, assemblati direttamente nel sito di destinazione, riducendo tempi e costi di costruzione. La maggior parte dei progetti utilizza reattori ad acqua pressurizzata (PWR), ma alcune soluzioni prevedono refrigeranti alternativi come piombo o sodio liquido per migliorare efficienza e sicurezza. Questa configurazione modulare permette di adattare la capacità produttiva alle esigenze energetiche, garantendo maggiore flessibilità nello sviluppo delle infrastrutture elettriche.

I vantaggi includono tempi di costruzione ridotti, miglior finanziabilità, minori costi finanziari e di capitale, e una sicurezza potenziata grazie ai sistemi di sicurezza passiva e a una zona di emergenza ridotta. Inoltre, il minore consumo idrico e di suolo offre maggiore flessibilità nella scelta del sito, simile a una centrale termoelettrica. La stabilità della rete elettrica è garantita dall'integrazione e dalla compensazione dell'intermittenza delle altre fonti rinnovabili. Le centrali a gas e carbone possono essere sostituite per alimentare città e distretti industriali, integrandosi con la rete elettrica esistente. La capacità di cogenerazione permette la produzione di energia elettrica e calore per usi industriali, inclusa la produzione di idrogeno pulito. Infine, la chiusura del ciclo del combustibile in continuità con quanto detto precedentemente per l'integrazione tra la tecnologia degli SMR e AMR, abilita il riciclo delle scorie nucleari come nuovo combustibile.

La newco costituita da Enel, Ansaldo Energia e Leonardo, è di sicuro una risposta alle ambizioni italiane di rientrare sulla scena nucleare mondiale tramite queste tecnologie. Come visto nel capitolo 2, la partnership mira a posizionare l'Italia come attore competitivo nel mercato globale dell'energia nucleare di nuova generazione.

Parallelamente, startup come Newcleo hanno espresso interesse nel realizzare reattori nucleari innovativi sul territorio italiano entro il 2035.

Il Ministro dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica ha stimato un costo di circa 2,5 miliardi di euro per la costruzione del primo SMR nel Paese. In generale, i costi di realizzazione degli SMR sono oggetto di dibattito; sebbene la modularità e la produzione in serie possano ridurre le spese rispetto ai reattori tradizionali, alcune analisi indicano costi potenzialmente elevati. L'Institute for Energy Economics and Financial Analysis (IEEFA) stima che il costo di costruzione possa raggiungere i 20.139 USD/kWe, rendendoli comparabili ai reattori convenzionali almeno nella prima fase di sviluppo. I costi dovrebbero diminuire man mano che l'industria progredisce dai primi esemplari (8.000-13.000 USD/kWe) alla maturità del mercato (5.000-7.000 USD/kWe). I principali fattori di ottimizzazione dei costi includono la modularizzazione, il co-siting, l'apprendimento e la standardizzazione, che sono più efficienti per gli SMR rispetto ai grandi reattori.¹³

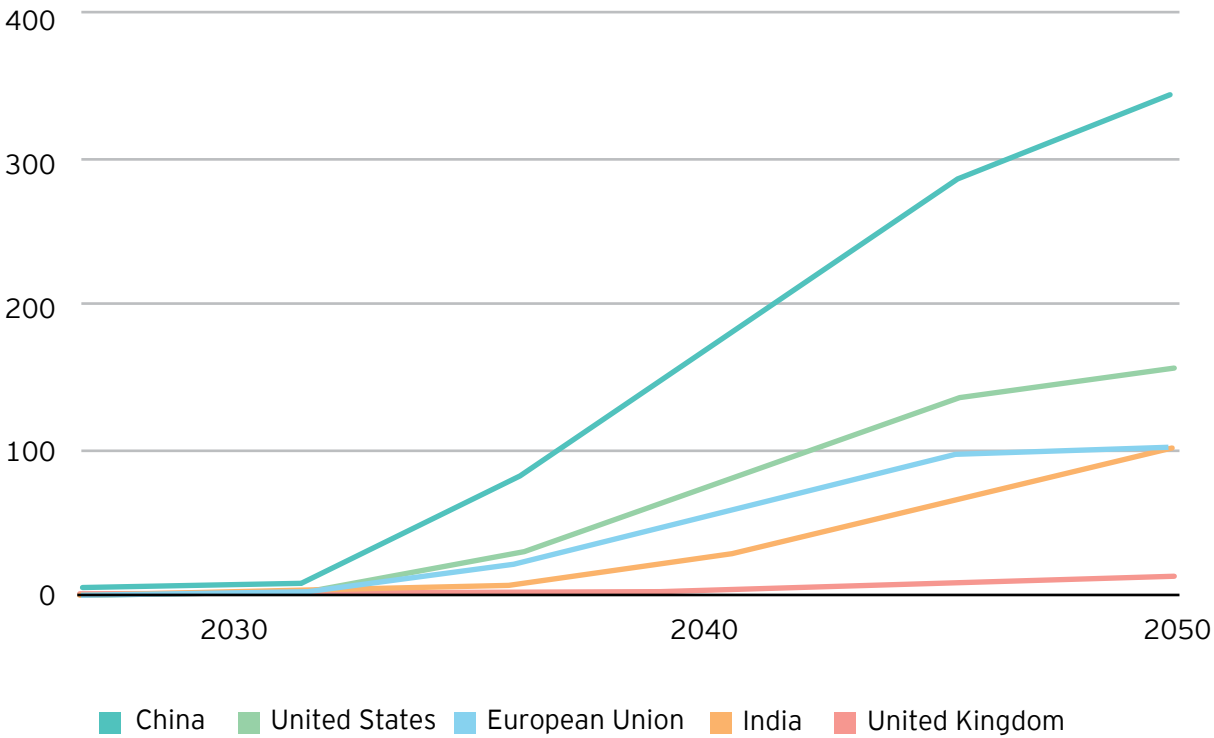


Figura 3 - Previsione andamento numero di Small Modula Reactor (SMRs) per paese, 2020-2050



In sintesi, gli SMR rappresentano una delle opzioni più promettenti per il rilancio del nucleare in Italia, grazie alla loro flessibilità e ai potenziali vantaggi in termini di sicurezza; il governo sta lavorando per definire una strategia chiara, in quanto le incertezze legate a costi e tempistiche di realizzazione richiedono ulteriori approfondimenti prima di un'implementazione su larga scala.

Piano di Sviluppo delle Competenze per il Settore Nucleare in Italia: Formazione e Collaborazioni Internazionali

Il nostro Paese punta anche ad un piano di sviluppo delle competenze per coprire l'intero spettro di figure professionali necessarie per la realizzazione di un programma nucleare completo. Questo progetto prevede la creazione di percorsi formativi specifici per tecnici, ingegneri e operatori del settore, con particolare attenzione alla progettazione e costruzione di impianti, alla gestione operativa dei reattori e allo smaltimento sicuro dei rifiuti radioattivi. A tal fine, si punta a rafforzare la collaborazione tra università, centri di ricerca e aziende, incentivando la nascita di master e corsi di specializzazione focalizzati sulle nuove tecnologie nucleari, inclusi i piccoli reattori modulari (SMR).

Un ruolo chiave sarà svolto anche dagli istituti tecnici superiori (ITS), che potrebbero essere coinvolti nella formazione di personale qualificato per la manutenzione e la gestione delle infrastrutture nucleari.

Il capitale umano è essenziale per la costituzione di tutti quegli apparati di controllo di cui l'Italia dovrà dotarsi e, per capirli basta guardare ai paesi vicini. Seguendo l'esempio del sistema francese, l'Italia necessita di un'Autorità di Sicurezza Nucleare (Asn) e di un Istituto di Radioprotezione e Sicurezza Nucleare (Irsn).

Il capitale umano e la ricerca potrebbero portare grandi soddisfazioni al paese, ma è necessario investire con determinazione e costanza. È fondamentale rilanciare le attività di ricerca e sviluppo tecnologico con finanziamenti specifici, destinati agli atenei e agli enti pubblici che possiedono dipartimenti dedicati al nucleare

Questo approccio integrato mira a garantire la presenza di una forza lavoro altamente specializzata, elemento essenziale per il successo delle future iniziative nucleari italiane.

Benefici economici e strategici

Nonostante l'interruzione della produzione di energia nucleare in Italia negli ultimi decenni, la filiera industriale italiana ha mantenuto competenze lungo quasi tutta la supply chain, ad eccezione del settore di fornitura e arricchimento dell'uranio. Nel 2022, le aziende italiane specializzate nella filiera nucleare hanno generato un valore economico di circa 4,1 miliardi di €, con 1,3 miliardi di valore aggiunto e circa 13.500 dipendenti. Limitando l'analisi al solo valore delle imprese direttamente coinvolte sul nucleare, il fatturato del 2022 è stato di 457 milioni di € e 161 milioni di valore aggiunto, con circa 2.800 occupati.¹⁴

Lo sviluppo del nuovo nucleare a livello europeo potrebbe creare un mercato potenziale di oltre 20 miliardi di € per le aziende italiane, se la filiera si specializzasse anche in altri segmenti della supply chain in cui l'Italia può valorizzare competenze e know-how.

Rifiuti radiottativa in Italia

Ispra, Annuario dei dati ambientali 2012

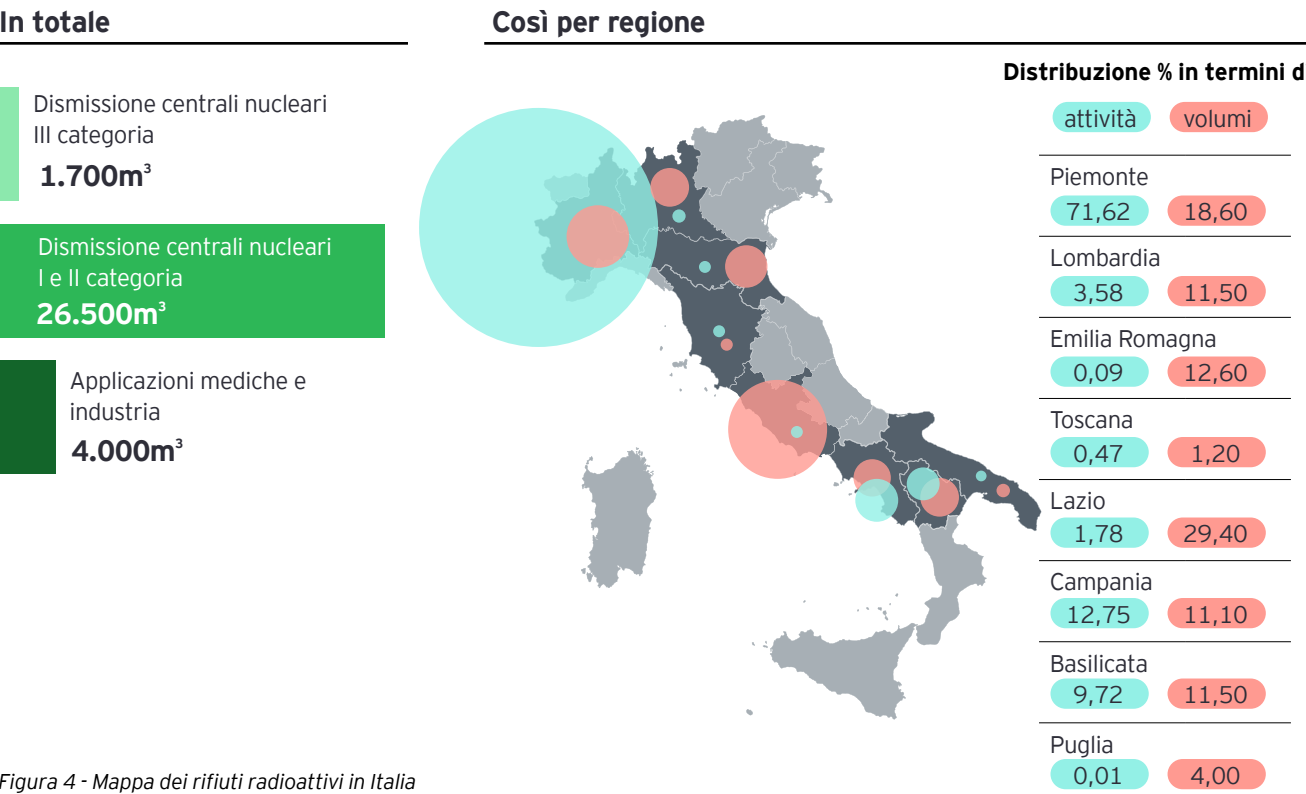


Figura 4 - Mappa dei rifiuti radioattivi in Italia

Parallelamente, un programma di sviluppo del nuovo nucleare in Italia potrebbe abilitare un ulteriore mercato potenziale di circa 25 miliardi di € entro il 2050. Questo scenario permetterebbe alla filiera italiana di specializzarsi nella supply chain del nuovo nucleare e acquisire le competenze necessarie per contribuire attivamente allo sviluppo di questa tecnologia in Europa.¹⁵

EY è d'accordo con le stime che ha costruito il forum Ambrosetti nel suo studio rilasciato a settembre 2024. Il trend è stato rivisto al rialzo rispetto a quello preso in considerazione per le pubblicazioni EY di gennaio 2024 inerenti il tema nucleare. Entro il 2050, lo sviluppo del nuovo nucleare in Europa e in Italia potrebbe attivare un mercato complessivo di circa 46 miliardi di € per la filiera industriale italiana. Gli investimenti nel nuovo nucleare potrebbero generare un valore aggiunto di 14,8 miliardi di € per la filiera diretta in Italia. Grazie all'elevato moltiplicatore economico del settore dell'energia nucleare in Europa, investire nel nuovo nucleare e supportare la competitività della filiera italiana potrebbe avere un impatto economico complessivo di 50,3 miliardi di €, beneficiando di 35,5 miliardi di € di benefici indiretti e indotti. Lo sviluppo del nuovo nucleare entro il 2050 consentirebbe all'Italia di beneficiare di un elevato moltiplicatore economico e occupazionale, creando circa 39.000 posti di lavoro diretti per la filiera e oltre 78.000 nuovi posti di lavoro indiretti e indotti, per un totale di circa 117.000 nuovi posti di lavoro.¹⁶

In sintesi, EY ritiene che l'integrazione del nucleare nel mix energetico nazionale porterà a una riduzione significativa della spesa energetica, stabilizzando i prezzi dell'energia e riducendo la dipendenza dalle importazioni. In questo contesto, si stima che l'Italia potrebbe risparmiare annualmente circa 8-10 miliardi di € sulle importazioni di energia, grazie all'aumento della produzione domestica.¹⁷



4 Conclusioni

L'Italia sta ridefinendo il ruolo dell'energia nucleare per supportare la transizione energetica, rafforzare la sicurezza degli approvvigionamenti e ridurre la dipendenza dalle importazioni. Le recenti iniziative legislative, l'adozione di tecnologie avanzate e le collaborazioni internazionali pongono le basi per un settore nucleare più sicuro, sostenibile e competitivo. Le seguenti riflessioni evidenziano le opportunità e le sfide che caratterizzano questo percorso.



L'evoluzione recente del quadro normativo e delle strategie energetiche italiane mostra un'evoluzione significativa rispetto al contesto delineato nello studio di EY del gennaio 2024. L'Italia sta infatti rivalutando il ruolo dell'energia nucleare non solo per supportare gli obiettivi di decarbonizzazione, ma anche per rafforzare la sicurezza energetica.

Il percorso legislativo in corso, che prevede l'introduzione di un disegno di legge dedicato all'energia nucleare sostenibile, segna un avanzamento concreto verso l'integrazione del nucleare nel mix energetico nazionale. L'interesse per tecnologie avanzate, come gli SMR, riflette la volontà di puntare su soluzioni più sicure, flessibili ed efficienti. Tuttavia, permangono questioni rilevanti legate ai costi di implementazione, alla gestione dei rifiuti radioattivi e all'accettazione da parte dell'opinione pubblica, aspetti che richiedono un costante impegno sul fronte della ricerca, dell'innovazione e della comunicazione.

Le collaborazioni internazionali e i progetti tecnologici, come NUWARD e ALFRED, consolidano il ruolo dell'Italia come attore di riferimento nel settore nucleare globale. Queste partnership favoriscono non solo lo scambio di competenze e know-how, ma rappresentano anche un'opportunità per lo sviluppo economico e industriale del Paese.

Il nuovo nucleare emerge come una soluzione fondamentale per le sfide energetiche fino al 2050, essendo la tecnologia di generazione elettrica a minore intensità carbonica su tutto il ciclo di vita e garantendo una fornitura stabile e modulabile, ideale per soddisfare una domanda costante di energia. Queste caratteristiche si integrano bene con le rinnovabili, che possono soddisfare i picchi di domanda, soprattutto nelle ore centrali della giornata, quando i pannelli solari ricevono il massimo irraggiamento o nelle ore di maggiore ventosità.

Grazie alla capacità di regolare la fornitura di energia alla rete elettrica, essenziale per garantire la stabilità della rete data l'intermittenza delle rinnovabili, il nuovo nucleare può dare un grande aiuto alla rete, riducendo la necessità di stoccaggio per la stabilità della rete.

Operando sulla modulazione di energia, l'energia prodotta dal nuovo nucleare può essere ridotta per lasciare spazio alle rinnovabili o reimpiegata, ad esempio, per la fornitura di calore e per alimentare sistemi di stoccaggio termico o impianti di produzione di idrogeno decarbonizzato.

I dati economici e di indotto di cui l'Italia potrebbe beneficiare intraprendendo il cammino nucleare sono evidenti e importanti, raggiungibili garantendo un commitment elevato da parte delle imprese e ponendo lo stato come normatore e autorità di controllo tramite le nuove agenzie di sicurezza che dovranno essere create. Le imprese dovranno essere messe nella condizione di poter accedere ad un mercato CAPEX intensive e attingere ad un bacino di capitale umano importante e formato tramite un'attenta pianificazione e ripartizione delle risorse formative di istruzione.

Guardando al futuro, il successo della strategia nucleare italiana dipenderà dalla capacità di bilanciare esigenze economiche, ambientali e sociali. Sarà fondamentale costruire un modello di governance efficace, capace di garantire trasparenza, sicurezza e sostenibilità nel lungo termine. Se integrata in modo strategico e consapevole, l'energia nucleare potrà rappresentare un elemento chiave della transizione energetica dell'Italia, contribuendo al raggiungimento della neutralità carbonica entro il 2050 e rafforzando la resilienza e la competitività del sistema energetico nazionale.

Note finali

1 DDL Nucleare Sostenibile_22-1-2
2 DDL Nucleare Sostenibile_22-1-2
4 DDL Nucleare Sostenibile_22-1-2
5 DDL Nucleare Sostenibile_22-1-2
6 "Nucleare: intesa sui mini reattori tra Enel, Ansaldo e Leonardo", *IlSole24Ore*, 6 Febbraio 2025
7 IEA, *The path to a new era for nuclear energy*, 2025
8 In evidenza: Energia da fusione e progetto ITER", Commissione Europea, 2021. Link: https://commission.europa.eu/news/focus-fusion-power-and-iter-project-2021-05-17_it
9 "National Agency for New Technologies, Energy and Sustainable Economic Development (ENEA) - Department of Fusion and Technologies for Nuclear Safety and Security (FSN)", EuroFusion. Link: <https://euro-fusion.org/eurofusion/members/Italy/>
10 "Breaking New Ground: JET Tokamak's Latest Fusion Energy Record Shows Mastery of Fusion Processes", EuroFusion, 8 Febbraio 2024. Link: <https://euro-fusion.org/eurofusion-news/dte3record/>
11 "RFX-mod2", Consorzio RFX. Link: <https://www.igi.cnr.it/ricerca/magnetic-confinement-research-in-padova/rfx-mod2/>
12 IEA, *The path to a new era for nuclear energy*, 2025
13 IEEFA | Institute for Energy Economics and Financial Analysis
14 Il nuovo nucleare in Italia per i cittadini e le imprese | The European House - Ambrosetti
15 Il nuovo nucleare in Italia per i cittadini e le imprese | The European House - Ambrosetti
16 Il nuovo nucleare in Italia per i cittadini e le imprese | The European House - Ambrosetti
17 Il nuovo nucleare in Italia per i cittadini e le imprese | The European House - Ambrosetti

EY | Building a better working world

EY continua a realizzare il suo purpose - building a better working world - creando nuovo valore per i clienti, le persone, la società e il pianeta, ed instaurando fiducia nei mercati finanziari.

Grazie all'uso di dati, intelligenza artificiale e tecnologie avanzate, i team di EY aiutano i clienti a plasmare il futuro con fiducia e a sviluppare risposte per le principali sfide di oggi e di domani.

Operando nei campi di revisione, consulenza, assistenza fiscale e legale, strategia e transaction e con il supporto di analisi di settore dettagliate, una rete globale connessa e multidisciplinare e un ecosistema di partner diversificati, i professionisti di EY sono in grado di fornire un'ampia gamma di servizi in più di 150 paesi e territori.

All in to shape the future with confidence.

EY" indica l'organizzazione globale di cui fanno parte le Member Firm di Ernst & Young Global Limited, ciascuna delle quali è un'entità legale autonoma. Ernst & Young Global Limited, una "Private Company Limited by Guarantee" di diritto inglese, non presta servizi ai clienti. Maggiori informazioni su raccolta e utilizzo dei dati da parte di EY e sui diritti individuali che ricadono sotto la legislazione sulla protezione dei dati sono disponibili su ey.com/IT/privacy. Le Member Firm di EY non prestano servizi legali dove non è consentito dalle normative locali. Per maggiori informazioni sulla nostra organizzazione visita ey.com.

© 2025 EYGM Limited.
All Rights Reserved.

ED None

Questa pubblicazione contiene informazioni di sintesi ed è pertanto esclusivamente intesa a scopo orientativo; non intende essere sostitutiva di un approfondimento dettagliato o di una valutazione professionale. EYGM Limited o le altre member firm dell'organizzazione globale EY non assumono alcuna responsabilità per le perdite causate a chiunque in conseguenza di azioni od omissioni intraprese sulla base delle informazioni contenute nella presente pubblicazione. Per qualsiasi questione di carattere specifico, è opportuno consultarsi con un professionista competente della materia.

ey.com/it

Contatti



Paola Testa

EY Europe West Energy &
Resources Consulting Leader
paola.testa@it.ey.com



Federico Rossi

Manager
federico.rossi1@it.ey.com