
RICCARDO I. RENZULLI
DDL NUCLEARE
Energia, sicurezza, sviluppo
Il disegno di legge per rilanciare il nucleare in Italia
ENERGIA PULITA
SICUREZZA E CONTROLLI
INNOVAZIONE E COMPETITIVITÀ
UN FUTURO SOSTENIBILE
27/10/2026

IL NUCLEARE IN ITALIA

L'approvazione definitiva del Ddl delega sul nucleare sostenibile il 23 settembre 2026 segna il ritorno ufficiale dell'**Italia** all'atomo dopo quasi 40 anni. Questo provvedimento, coordinato dal **Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica**, mira a raggiungere gli obiettivi di decarbonizzazione al 2050 puntando su **tecnologie industriali mature** come i reattori di III Generazione Avanzata.

Il commento al Ddl sul nucleare in Italia

Il testo di legge n. 169 approvato dal Senato non autorizza cantieri immediati. Esso delega il Governo a redigere i decreti legislativi entro 12 mesi. Questa scelta è pragmatica. L'Italia supera finalmente i limiti dei modelli teorici accademici. Il Paese si ancora alla concretezza delle filiere che hanno accumulato decenni di dati empirici.

L'affidabilità dei dati: perché il nucleare sicuro poggia su milioni di ore-reattore di tipo PWR e BWR

Mentre l'Italia traccia la strada normativa per un potenziale ritorno all'energia atomica attraverso l'approvazione del **disegno di legge delega sul nucleare**, il dibattito pubblico si concentra spesso sulle promesse delle tecnologie future. Tuttavia, la vera sicurezza industriale non si misura sulle simulazioni teoriche, ma sull'esperienza empirica accumulata sul campo. Il concetto scientifico di "nucleare sicuro" trova la sua massima espressione nelle filiere tecnologiche che hanno superato la prova del tempo: i reattori ad acqua pressurizzata (**PWR**) e quelli ad acqua bollente (**BWR**). La sicurezza intrinseca di una centrale non è un'ipotesi, ma il risultato diretto di **milioni di ore-reattore** di funzionamento commerciale senza incidenti strutturali o di sistema.

La forza dei numeri: l'eredità tecnologica di PWR e BWR

A livello globale, la stragrande maggioranza dei reattori operativi appartiene alla famiglia dei reattori ad acqua leggera (LWR). Secondo i dati ufficiali della Power Reactor Information System (PRIS) dell'**IAEA** (Agenzia Internazionale per l'Energia Atomica), i sistemi PWR rappresentano circa il **65% della capacità nucleare mondiale installata**, seguiti a ruota dai sistemi BWR.

Queste due architetture costituiscono la spina dorsale della generazione elettro-nucleare globale, avendo accumulato una quantità impressionante di ore di esercizio:

- **Reattori PWR (Pressurized Water Reactor):** Sviluppati inizialmente per scopi navali e poi estesi alla produzione civile, contano quasi **300 unità operative** nel mondo. Il loro design a ciclo duale mantiene il fluido refrigerante sotto un'altissima pressione (circa 155 bar), impedendo l'ebollizione all'interno del recipiente del reattore (*pressure vessel*).
- **Reattori BWR (Boiling Water Reactor):** Con un design a ciclo singolo operano a pressioni inferiori (circa 75 bar), consentendo all'acqua di bollire direttamente all'interno del nocciolo e inviando il vapore direttamente in turbina. Questa semplificazione strutturale riduce il numero di componenti critici ed è stata ampiamente collaudata nel corso di decenni.

La stabilità operativa globale di queste tecnologie è sintetizzata nella tabella seguente:

Caratteristica	Reattori di tipo PWR	Reattori di tipo BWR
Quota di mercato globale	~65% della capacità installata	Seconda filiera più diffusa al mondo
Configurazione del circuito	Ciclo duale (circuito primario e secondario separati)	Ciclo singolo (generazione di vapore interna al nocciolo)
Pressione d'esercizio	Elevata (~155 bar)	Moderata (~75 bar)
Evidenze di affidabilità	Milioni di ore-reattore accumulate con tassi di guasto strutturale prossimi allo zero nei modelli commerciali moderni	Architettura semplificata senza generatori di vapore esterni, con ottimizzazione dei componenti nel tempo

Il nucleare sicuro è quello provato.

Nello spirito di indirizzo del nuovo DDL nucleare italiano, la stesura dei futuri decreti attuativi dovrebbe tenere conto del fatto che l'affidabilità dei singoli apparati e sistemi è l'unico parametro oggettivo di valutazione della sicurezza. Un reattore sicuro è un reattore "maturo", le cui componenti (valvole di sicurezza, sistemi di refrigerazione d'emergenza, barriere di contenimento e strutture in cemento armato-acciaio ecc.) sono state sottoposte a stress di funzionamento continuo come impianti commerciali per decenni.

I componenti moderni impiegati nelle evoluzioni di III e III+ generazione derivate da PWR e BWR dispongono di sistemi di sicurezza ridondanti, sia attivi che passivi. L'enorme mole di dati relativi alle ore-reattore accumulate nel mondo consente di validare le analisi probabilistiche di sicurezza con statistiche reali e non puramente teoriche. Questo azzera i margini di incertezza legati a eventi iniziatori interni o a rotture impreviste dei sistemi di contenimento della pressione.

Se l'Italia intende dotarsi di una infrastruttura energetica nucleare solida ed efficiente entro i prossimi decenni, l'esperienza globale dimostra che affidarsi a design industriali consolidati da milioni di ore di esercizio senza incidenti strutturali rappresenta la via più rapida, sicura e scientificamente difendibile per garantire la transizione energetica del Paese.

L'evoluzione degli SMR: l'approccio empirico dell'AP300 di Westinghouse

La richiesta di flessibilità e di taglie più ridotte ha spinto l'industria verso i reattori modulari (SMR). Tuttavia, per rispettare il paradigma del "nucleare sicuro e provato", l'unica via percorribile è quella della continuità tecnologica. Il perfetto esempio è rappresentato dall'**AP300 SMR** sviluppato da Westinghouse Electric Company.

A differenza di altri SMR basati su concetti teorici non ancora testati, l'AP300 (un reattore PWR da **330 MWe**) è l'unico reattore di piccola taglia derivato interamente da un impianto di grande scala già operativo e omologato: il reattore PWR **AP1000**.

- **Nessun rischio da "opera prima":** L'AP300 eredita la stessa licenza, la medesima catena di fornitura globale, i sistemi di strumentazione e controllo (I&C) e il collaudato design del combustibile dell'AP1000.
- **Decine di milioni di ore-ingegneria:** Lo sviluppo dell'AP300 beneficia direttamente delle **decine di milioni di ore di sviluppo e di esercizio sul campo** accumulate dalla flotta globale degli impianti AP1000 operativi negli Stati Uniti e in Cina.
- **Sistemi di sicurezza passivi integrati:** Sfrutta i medesimi apparati di sicurezza passivi approvati dai regolatori globali che, affidandosi unicamente a leggi fisiche naturali (come la gravità e la convezione), mantengono il reattore in uno stato di arresto sicuro senza richiedere interventi umani o alimentazione elettrica d'emergenza.

La stabilità operativa globale di queste tecnologie è sintetizzata nella tabella seguente:

Caratteristica	Reattori di tipo PWR	Reattori di tipo BWR	SMR di tipo AP300 (PWR)
Quota di mercato / Stato	~65% della capacità installata globale	Seconda filiera più diffusa al mondo	SMR di Generazione III+ in fase di certificazione (operativo entro il 2033)
Configurazione del circuito	Ciclo duale (circuito primario e secondario separati)	Ciclo singolo (generazione di vapore interna al nocciolo)	Monoloop compatto (struttura semplificata derivata dall'AP1000)
Pressione d'esercizio	Elevata (~155 bar)	Moderata (~75 bar)	Elevata (filiere PWR standard)
Evidenze di affidabilità	Milioni di ore-reattore accumulate con tassi di guasto strutturale prossimi allo zero nei modelli commerciali moderni	Architettura semplificata senza generatori di vapore esterni, con ottimizzazione dei componenti nel tempo	**Zero rischi di tecnologia non provata**; capitalizza decine di milioni di ore di sviluppo e operatività della flotta AP1000

Sinergia energetica: Nucleare, idroelettrico e idrogeno

I limiti delle rinnovabili intermittenti sul territorio

Pensare di alimentare un grande paese industriale solo con il fotovoltaico e l'eolico è un'illusione ingegneristica. L'intermittenza intrinseca di sole e vento richiede enormi sistemi di accumulo, oggi non disponibili su scala industriale.
Inoltre, la bassissima densità energetica di queste fonti produce gravi danni collaterali:

- **Consumo di suolo:** Richiedono ettari di territorio per pochi megawatt.
- **Danni all'agricoltura:** Sottraggono terreni fertili alle coltivazioni alimentari.
- **Deturpazione del paesaggio:** Impattano negativamente sulle aree rurali italiane.

L'atomo industriale e sicuro offre la massima densità energetica nel minor spazio possibile. Protegge così il territorio e l'agricoltura nazionale.

L'Illusione Verde: Perché Eolico e Fotovoltaico sono Ingegneristicamente Inutili

Per comprendere la reale inutilità strutturale di eolico e fotovoltaico all'interno di una rete elettrica industriale, è necessario superare la propaganda e analizzare i parametri fisici ed economici intrinseci a queste fonti: **il fattore di capacità, l'impatto di sistema (System Costs) e la dipendenza estera.**

Il crollo del Fattore di Capacità e il paradosso della sovracapacità

Nel settore energetico, il *Capacity Factor* misura la percentuale di tempo in cui un impianto produce energia alla sua massima potenza teorica. Un reattore nucleare moderno opera con un fattore superiore al **90%**, offrendo continuità assoluta. Di contro, in Italia, il fotovoltaico si attesta mediamente su un misero **13-15%** (a causa della notte, delle stagioni e del meteo) e l'eolico difficilmente supera il **20-22%**.
Questo significa che per sostituire un solo gigawatt di potenza nucleare continua non basta installare un gigawatt di pannelli solari, ma occorre installarne da 6 a 7 volte tanto. Questa enorme sovracapacità nominale rimane spenta o inutilizzabile per la maggior parte del tempo, gravando sui costi di investimento senza produrre un solo chilovattonaia utile nei momenti di buio o bonaccia.

I "Costi di Sistema" nascosti e il collasso della rete

L'intermittenza incontrollabile di sole e vento impone al gestore della rete (Terna) costi di dispacciamento colossali. Per evitare il blackout quando il cielo si rannuvola o il vento cessa improvvisamente, lo Stato è costretto a mantenere in funzione centrali termoelettriche di riserva (spesso a gas) pronte a subentrare. Di fatto, l'installazione di eolico e fotovoltaico non elimina le fonti fossili, ma ne duplica l'infrastruttura di backup. I costi per stabilizzare le frequenze di rete, uniti a quelli per la costruzione di megabatterie

chimiche altamente inquinanti in fase di produzione e smaltimento, gravano interamente sulle bollette dei cittadini, azzerando qualsiasi millantato risparmio economico.

La transizione verso la dipendenza geopolitica

Abbandonare la densità energetica per coprire il territorio di silicio significa consegnare le chiavi della sovranità nazionale alla **Cina**, monopolista assoluto (oltre l'80% delle quote di mercato mondiali) della catena di fornitura di pannelli fotovoltaici, raffinazione del silicio e terre rare per i magneti delle turbine eoliche. Una transizione basata su queste fonti non è ecologia, ma una sostituzione della dipendenza dal gas russo con una dipendenza tecnologica ed economica ancora più stringente da Pechino.

Le "Vere Rinnovabili": Perché Nucleare e Idroelettrico sono i veri custodi del clima e del territorio

È tempo di scardinare la semantica ambientalista e ridefinire il concetto stesso di energia rinnovabile e sostenibile. Se l'obiettivo reale è la transizione verso un modello a **zero emissioni atmosferiche, zero impatto climatico e massimo risparmio del territorio**, le uniche due fonti che rispondono a questi requisiti scientifici sono il **Nucleare** e l'**Idroelettrico**.

CONFRONTO DI DENSITÀ ENERGETICA			
FONTE ENERGETICA		SPAZIO NECESSARIO PER 1.000 MW	
Nucleare (Generazione III+)		~ 1 - 3 km²	
Idroelettrico (Grande taglia) (Bacino montano concentrato)	~ 10 - 50 km²	Idroelettrico (Grande taglia) (Bacino montano concentrato)	~ 10 - 50 km²
Eolico (Parchi industriali) (Lacerazione del crinale)	~ 150 - 250 km²	Eolico (Parchi industriali) (Lacerazione del crinale)	~ 150 - 250 km²
Fotovoltaico (A terra) (Sottrazione agricola)	~ 50 - 100 km²	Fotovoltaico (A terra) (Sottrazione agricola)	~ 50 - 100 km²

Zero impatto atmosferico e stabilità climatica reale

Sia il nucleare che l'idroelettrico non bruciano alcun combustibile fossile durante il loro ciclo operativo. Le emissioni di anidride carbonica (CO_2) e di particolato sottile (PM10, PM2.5) sono pari a **zero**. A differenza delle rinnovabili intermittenti, che richiedono l'accensione e lo spegnimento continuo delle centrali a gas di supporto (generando picchi di emissioni inefficienti), il binomio nucleare-idroelettrico stabilizza la rete in modo pulito. Il nucleare fornisce il flusso costante; l'idroelettrico a pompaggio funge da gigantesca batteria naturale a circuito chiuso, immagazzinando l'energia in eccesso e rilasciandola nei momenti di picco senza consumare risorse chimiche tossiche o deperibili.

L'immenso risparmio del territorio e la tutela della biodiversità

La metrica fondamentale per valutare la sostenibilità di una fonte energetica è l'**impronta spaziale (Land Footprint[1])**. Il nucleare vanta la più alta densità energetica conosciuta dalle leggi della fisica: un singolo pellet di uranio da pochi grammi genera l'energia di tonnellate di carbone. Una centrale nucleare da 3.200 MW occupa una superficie inferiore ai 3 chilometri quadrati. Per ottenere la stessa produzione energetica annuale da parchi solari o eolici, sarebbe necessario cementificare e coprire di ferro e vetro una superficie compresa tra i 150 e i 300 chilometri quadrati.

L'idroelettrico, dal canto suo, concentra la sua presenza in bacini montani localizzati che, oltre a produrre energia, svolgono funzioni vitali di regimazione delle acque, contrasto al dissesto idrogeologico e riserva idrica per i periodi di siccità, integrandosi perfettamente con l'ecosistema circostante.

[1] Il **land footprint** (o impronta fondiaria) indica l'ammontare effettivo di terra globale necessaria a produrre un bene o un servizio consumato da una nazione, organizzazione o individuo, indipendentemente da dove tale terra si trovi fisicamente

Liberare la rete elettrica dall'inutilità dei generatori eolici e dai campi di specchi solari significa attuare il vero ambientalismo: **concentrare la produzione energetica in pochi nodi industriali sicuri e ad altissima tecnologia per restituire la terra, i boschi, i crinali e i campi agricoli alla natura e alla sovranità alimentare dell'Italia.**

Ddl delega sul nucleare sostenibile

Il **Ddl delega sul nucleare sostenibile** rappresenta l'atto politico più coraggioso e di rottura impresso dall'attuale esecutivo in materia di transizione ecologica. Con questo provvedimento il Governo archivia definitivamente quarant'anni di tabù ideologici e immobilismo energetico. Tuttavia, la vera sfida politica e industriale si giocherà nei prossimi mesi. La stesura dei decreti legislativi attuativi richiederà un pragmatismo ancorato esclusivamente alla realtà di fabbrica, al fine di blindare la sovranità tecnologica ed economica della Nazione.

L'analisi del provvedimento permette di strutturare un commento di proposta politica articolato su tre pilastri fondamentali per il futuro industriale del Paese.

Lo stop alla speculazione del silicio: Difesa del territorio e moratoria sulle rinnovabili intermittenti

Il primo merito politico che questo nuovo corso deve rivendicare è lo smascheramento dell'inutilità strutturale di eolico e fotovoltaico a terra. Presentate per anni come l'unica via possibile, queste fonti si sono rivelate un'illusione ingegneristica ed economica. Il loro basso fattore di capacità (pari ad appena il **13-15%** per il solare in Italia) costringe il sistema a una gigantesca sovracapacità nominale che rimane spenta per la maggior parte del tempo. I costi occulti di dispacciamento per stabilizzare la rete pesano interamente sulle bollette dei cittadini, mentre la proliferazione selvaggia di specchi e pale eoliche sottrae suolo fertile all'agricoltura e deturpa il patrimonio paesaggistico nazionale.

Sul piano geopolitico, inoltre, la narrazione "green" ha rischiato di sostituire la dipendenza dal gas russo con una sottomissione totale e strategica alla **Cina**, monopolista assoluta delle catene di fornitura del silicio. La proposta politica per il Governo deve essere netta: **introdurre una moratoria nazionale sui grandi impianti a terra**, azzerare i sussidi distorsivi e canalizzare gli investimenti verso tecnologie ad altissima densità energetica.

Il binomio Nucleare-Idroelettrico come baricentro delle "Vere Rinnovabili"

La proposta politica deve imporre una vera e propria rivoluzione semantica nel dibattito pubblico: **le uniche vere rinnovabili a impatto atmosferico e climatico pari a zero sono il nucleare e l'idroelettrico**. Questo binomio rappresenta l'equilibrio perfetto tra stabilità della rete e tutela del territorio:

- **Il Nucleare** garantisce il carico di base costante (*baseload*) necessario a mantenere competitive le industrie energivore (acciaio, chimica, ceramica), occupando un'impronta spaziale infinitamente inferiore rispetto a sterminate distese di pannelli solari.
- **L'Idroelettrico a pompaggio** deve essere potenziato per fungere da gigantesca batteria idraulica naturale e pulita. Nei momenti di minor consumo, l'energia termica e costante del nucleare può essere utilizzata per pompare l'acqua nei bacini montani operando a circuito chiuso, pronta a essere rilasciata nei picchi di domanda energetica senza ricorrere a inquinanti e deperibili megabatterie chimiche.

A questa sinergia va integrata la produzione di **idrogeno pulito su scala industriale**, sfruttando il calore ad alta temperatura dei reattori di **Generazione III+** per decarbonizzare i settori industriali più difficili da elettrificare (*hard-to-abate*).

Il "tassello mancante": la produzione di idrogeno rosa nelle ore notturne

Per massimizzare l'efficienza di questa sinergia strategica, il sistema deve sfruttare i momenti di minimo carico della rete elettrica, tipicamente durante le ore notturne. In questa finestra temporale, la flotta nucleare continua a produrre energia a pieno regime e a costi marginali azzerati.

Invece di ridurre la potenza dei reattori, l'elettricità e il calore ad alta temperatura generati di notte vengono convogliati verso elettrolizzatori industriali per la produzione di **idrogeno rosa** (l'idrogeno prodotto da fonte nucleare). Questa dinamica offre tre vantaggi strutturali immediati:

1. **Flessibilità senza sprechi:** Stabilizza la rete elettrica assorbendo l'eccesso di produzione notturna, senza costringere i reattori a cicli di regolazione termica che ne ridurrebbero l'efficienza.
2. **Decarbonizzazione degli hard-to-abate:** Fornisce un flusso costante e massiccio di vettore energetico pulito pronto all'uso per le acciaierie, le chimiche e i cementifici nelle ore di picco produttivo diurno.
3. **Alternativa alle batterie chimiche:** Insieme al pompaggio idroelettrico, l'idrogeno rosa accumulato di notte trasforma il nucleare in un generatore programmabile e stoccabile, azzerando la necessità di catene di approvvigionamento critiche per metalli rari (litio, cobalto) necessari alle batterie elettrochimiche.

Il binomio Nucleare-Idroelettrico come baricentro delle "Vere Rinnovabili"

La proposta politica deve imporre una vera e propria **rivoluzione semantica** nel dibattito pubblico: le uniche vere fonti energetiche a impatto atmosferico e climatico pari a zero, capaci di garantire la sovranità industriale, sono il **nucleare** e l'**idroelettrico**. Questo binomio rappresenta l'equilibrio perfetto tra stabilità della rete, efficienza termodinamica e tutela del territorio, superando i limiti intrinseci delle fonti intermittenti.

- **Il Nucleare garantisce il carico di base costante (baseload):** È l'unica fonte continua necessaria a mantenere competitive le industrie energivore italiane (acciaio, chimica, ceramica, carta). I reattori collaudati ad acqua leggera (PWR, BWR) e le loro evoluzioni modulari come il reattore SMR **AP300** occupano un'impronta spaziale e di suolo infinitamente inferiore rispetto a sterminate distese di pannelli solari o pale eoliche, preservando il paesaggio e la biodiversità.
- **L'Idroelettrico a pompaggio come batteria idraulica naturale:** I bacini di pompaggio devono essere potenziati per fungere da gigantesche riserve energetiche pulite. Nei momenti di minor consumo, l'energia termica e costante del nucleare viene utilizzata per pompare l'acqua nei bacini montani operando a circuito chiuso. L'acqua è così pronta a essere rilasciata nei picchi di domanda energetica, fornendo stabilità immediata alla rete senza ricorrere a inquinanti, costose e deperibili megabatterie chimiche.

La sinergia dell'Idrogeno Rosa e la decarbonizzazione industriale

A questa perfetta architettura si integra la produzione di idrogeno pulito su scala industriale. Sfruttando l'elettricità e il calore ad alta temperatura dei reattori di Generazione III+, il sistema permette di decarbonizzare i settori industriali più difficili da elettrificare (*hard-to-abate*).

La produzione strategica di **idrogeno rosa nelle ore notturne** rappresenta il baricentro di questa rivoluzione. Durante la notte, quando il carico richiesto dalla rete elettrica è al minimo, i reattori continuano a operare al massimo della propria capacità termica. Questa energia pulita in eccedenza viene immediatamente convertita in idrogeno tramite elettrolisi ad alta efficienza. Il vettore accumulato nelle ore notturne diventa così una riserva strategica per l'industria pesante o una fonte di alimentazione programmabile per le centrali a turbina nei momenti di picco diurno, chiudendo il ciclo di un'economia totalmente indipendente dalle fonti fossili e dai vincoli meteo-climatici.

Conclusioni

Il nuovo corso della politica energetica nazionale offre la storica opportunità di firmare la reale indipendenza geopolitica del Paese. Sganciarsi dalle utopie dell'intermittenza verde per abbracciare la concretezza dell'atomo industriale è l'unico vero atto di patriottismo economico e di tutela ambientale applicata. Per completare l'opera, l'azione politica dovrà

tradursi in decreti attuativi solidi, che introducano modelli di finanziamento regolamentati (come i contratti PPA a lungo termine) capaci di attrarre i capitali privati e garantire alle imprese italiane un costo dell'energia stabile, basso e prevedibile per i prossimi sessant'anni.
La politica energetica nazionale punta a consolidare l'indipendenza strategica dell'Italia attraverso il trinomio formato da nucleare, idroelettrico e idrogeno. Per garantire una stabilità di lungo termine e tutelare il territorio, l'azione di governo dovrà superare i limiti strutturali ed economici del fotovoltaico e dell'eolico, la cui intermittenza genera elevati impatti paesaggistici e costi sistemici.