

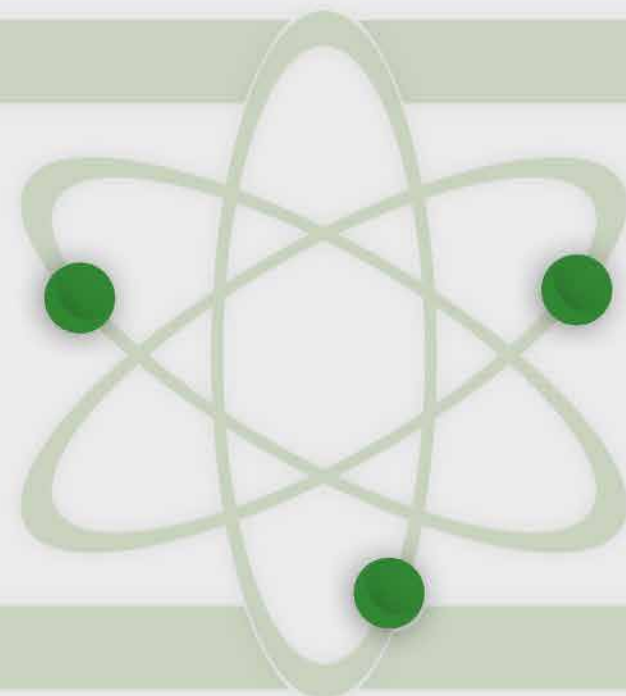


Convegno CNI

Giovedì 13 novembre 2025 Centro Congressi Cavour - ROMA

La nuova stagione nucleare

Prospettive di ripresa produttiva alla luce della Legge Delega 27/02/2025



Le moderne tecnologie per la produzione di energia nucleare

Formazione e Informazione agli Ingegneri

Massimo Sepielli

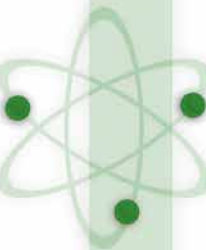
Membro del Gruppo di Lavoro Nucleare del Consiglio Nazionale degli Ingegneri
Presidente della Commissione Ricerca e Reattori Innovativi dell'Ordine Ingegneri di Roma

Partner:

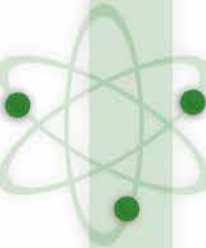


Formazione e Informazione agli Ingegneri

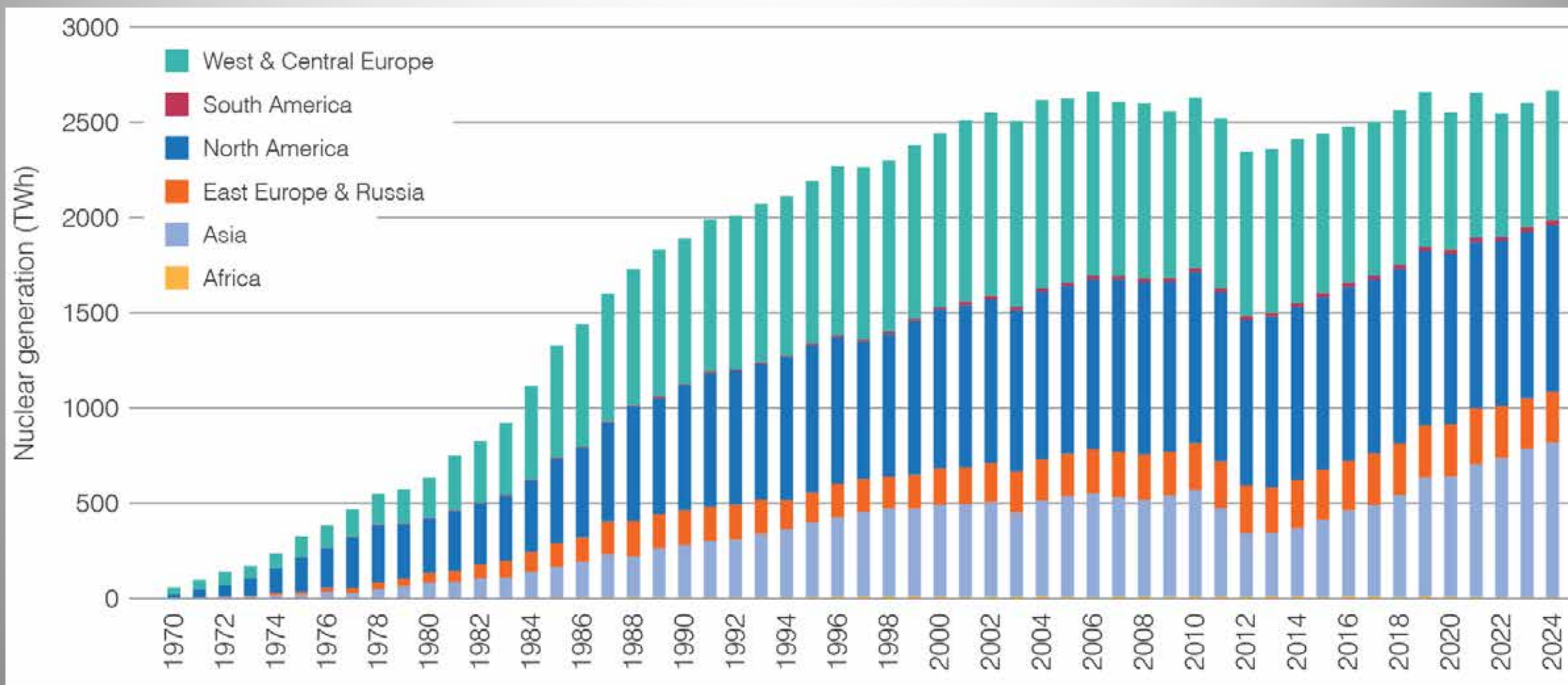
- § L'impiego dell'energia nucleare oggi nel mondo
- § Cenni storici sulla storia del nucleare
- § Fisica nucleare (legge di Einstein, fissione / fusione, radiazioni)
- § Ingegneria nucleare (reattori ed impianti)
- § Sicurezza nucleare
- § Generazioni tecnologiche (I,II,III,III+, IV)
- § Cicli del combustibile nucleare (arricchimento, riprocessamento, rifiuti)
- § Materiali avanzati per il nucleare
- § Economia degli impianti nucleari (tempi, costi, prezzi, investimenti, garanzie)
- § Centrali elettronucleari e mix delle fonti energetiche
- § Impianti nucleari e ambiente (impatto, localizzazioni)
- § Applicazioni delle radiazioni ionizzanti (medicina, industria, ricerca)
- § Normativa e organismi nucleari
- § L'ingegnere nucleare, ruolo e deontologia



L'impiego dell'energia nucleare nel mondo

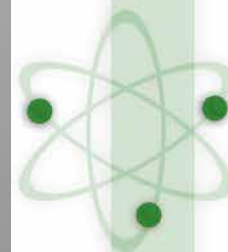


Produzione mondiale 2024 (fonte WNA)



Alla fine del 2024, erano in funzione 417 reattori nucleari di potenza , per una produzione totale di 377 GW. Inoltre erano in costruzione 62 reattori per una potenza totale di 64.4 GW e in stand by 23 reattori per una potenza totale di 19.7 GW

Cenni storici sulla storia del nucleare



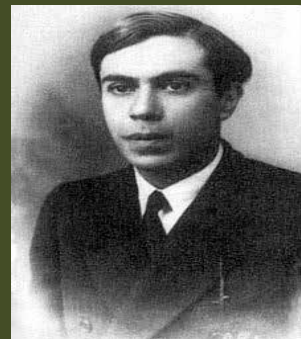
I ragazzi di Via Panisperna



Da sinistra : [Oscar D'Agostino](#), [Emilio Segrè](#), [Edoardo Amaldi](#), [Franco Rasetti](#) ed [Enrico Fermi](#)

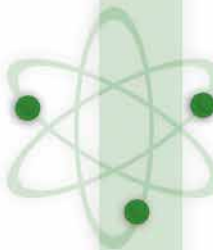
Bruno Pontecorvo

Ettore Majorana

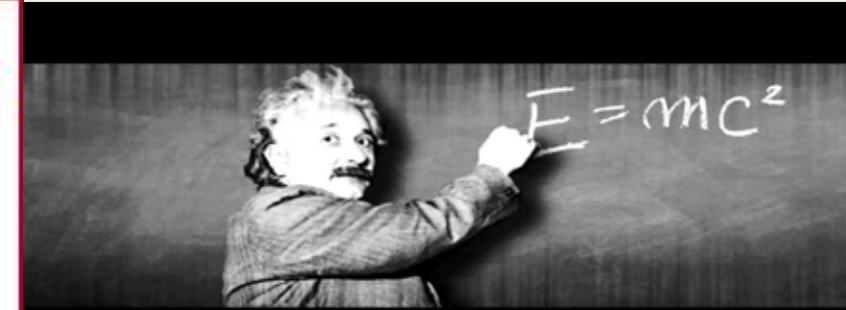
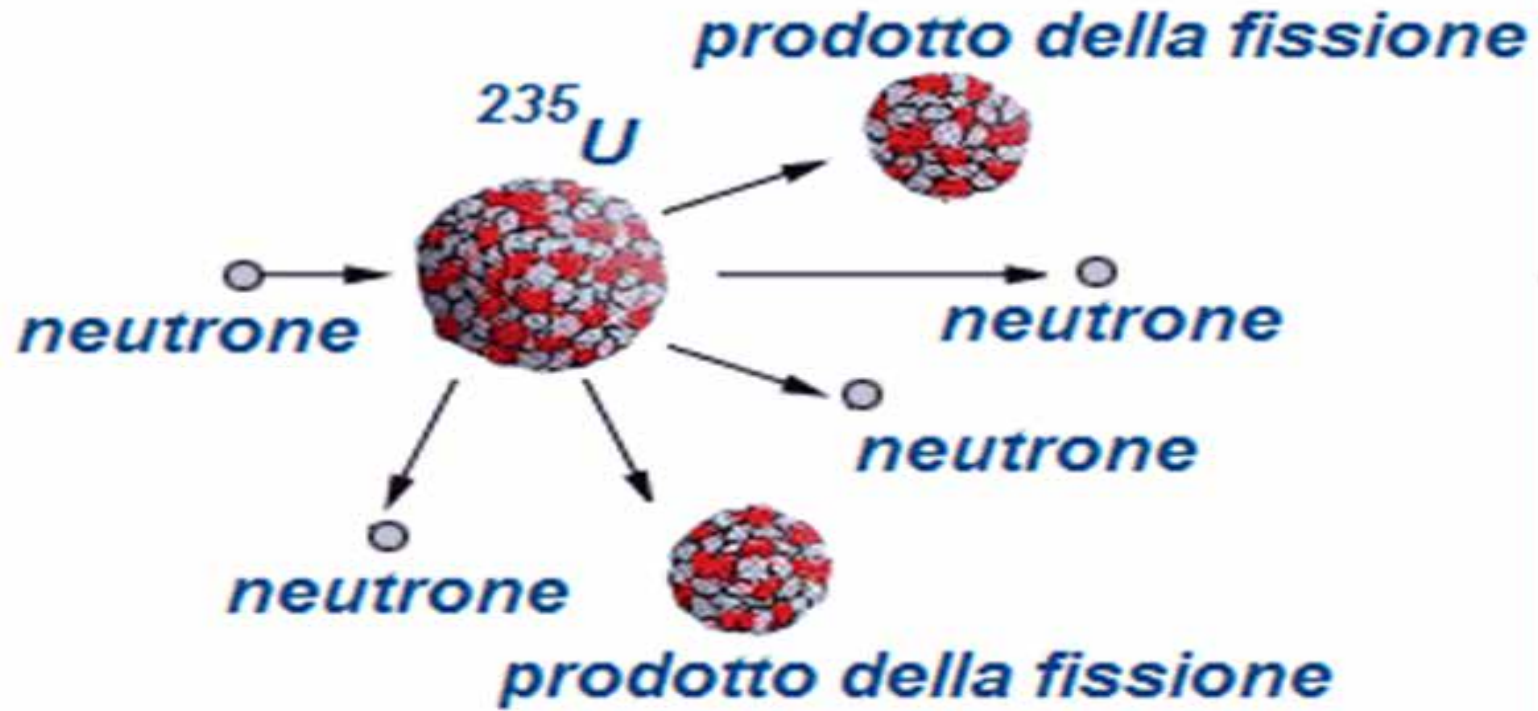
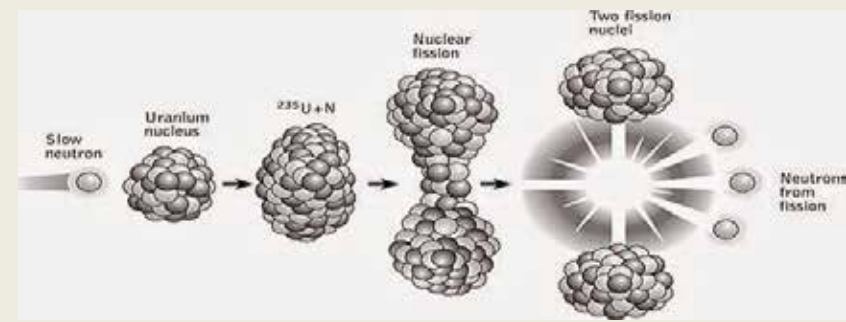


Fisica nucleare

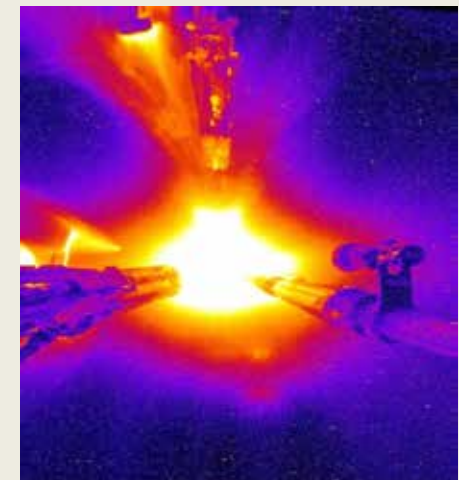
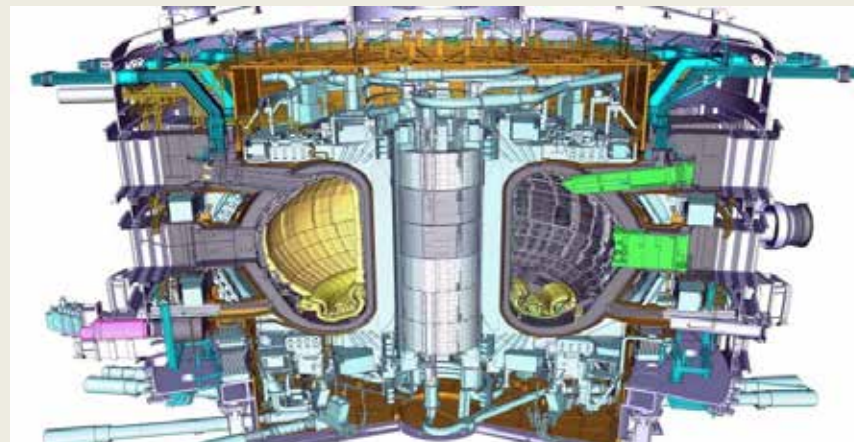
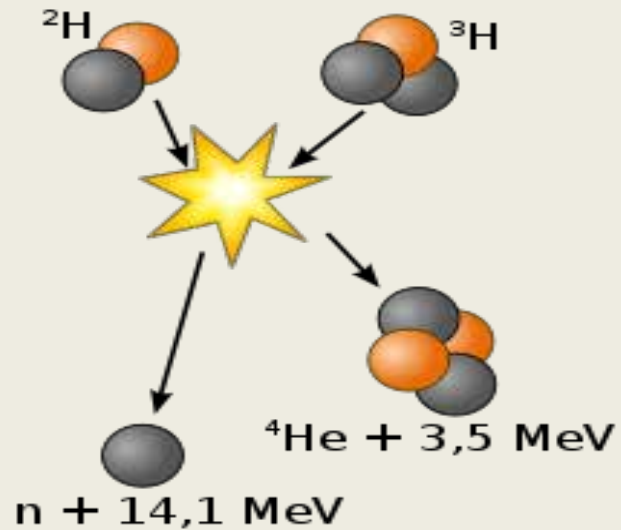
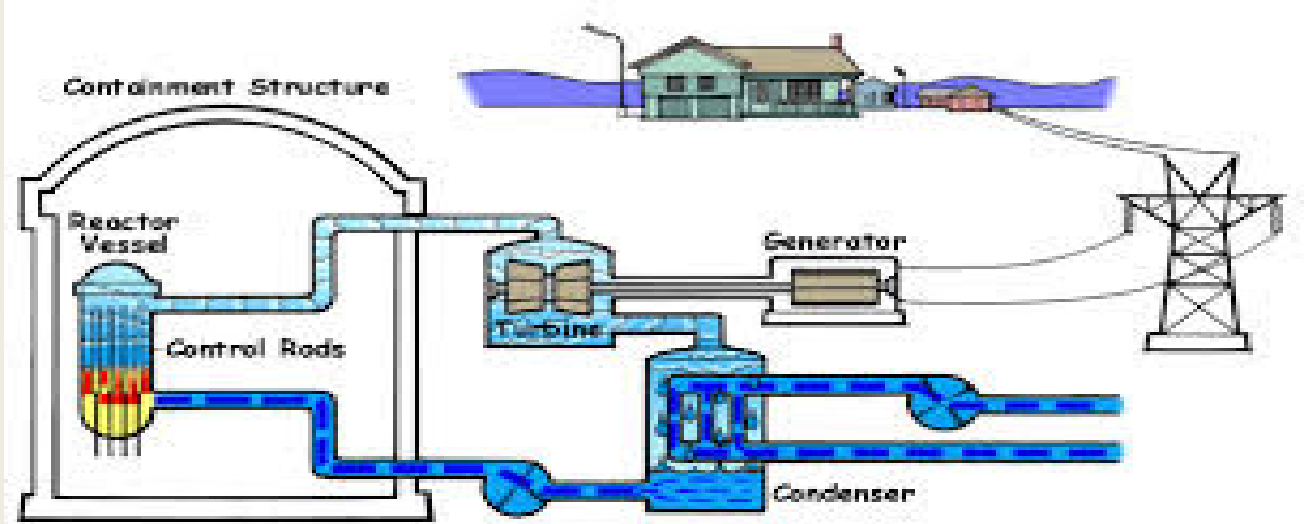
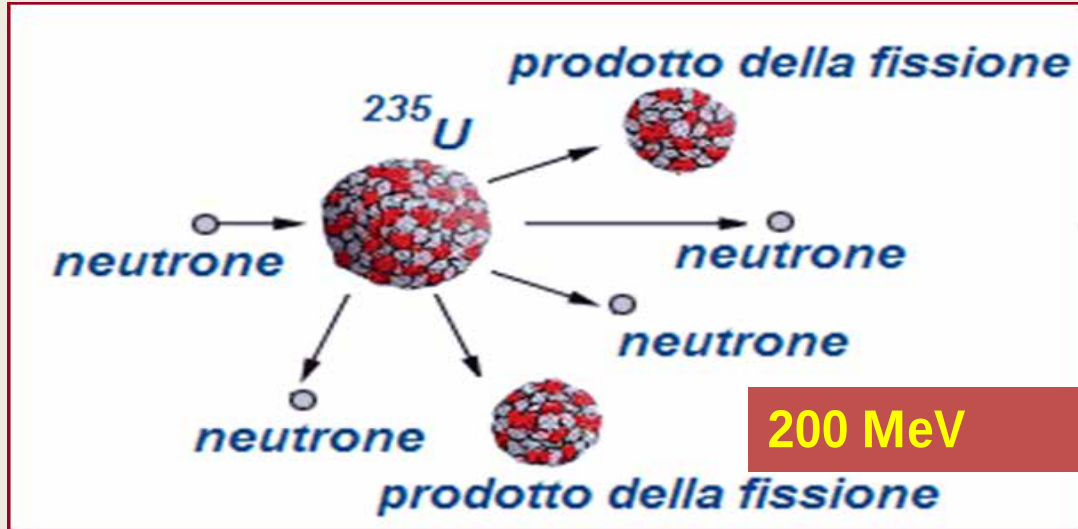
(legge di Einstein, fissione / fusione, radiazioni)



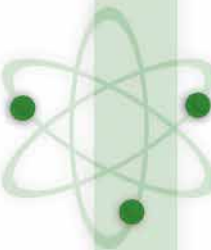
FISSIONE NUCLEARE



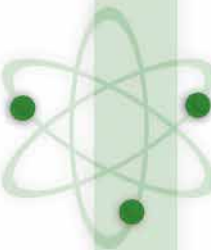
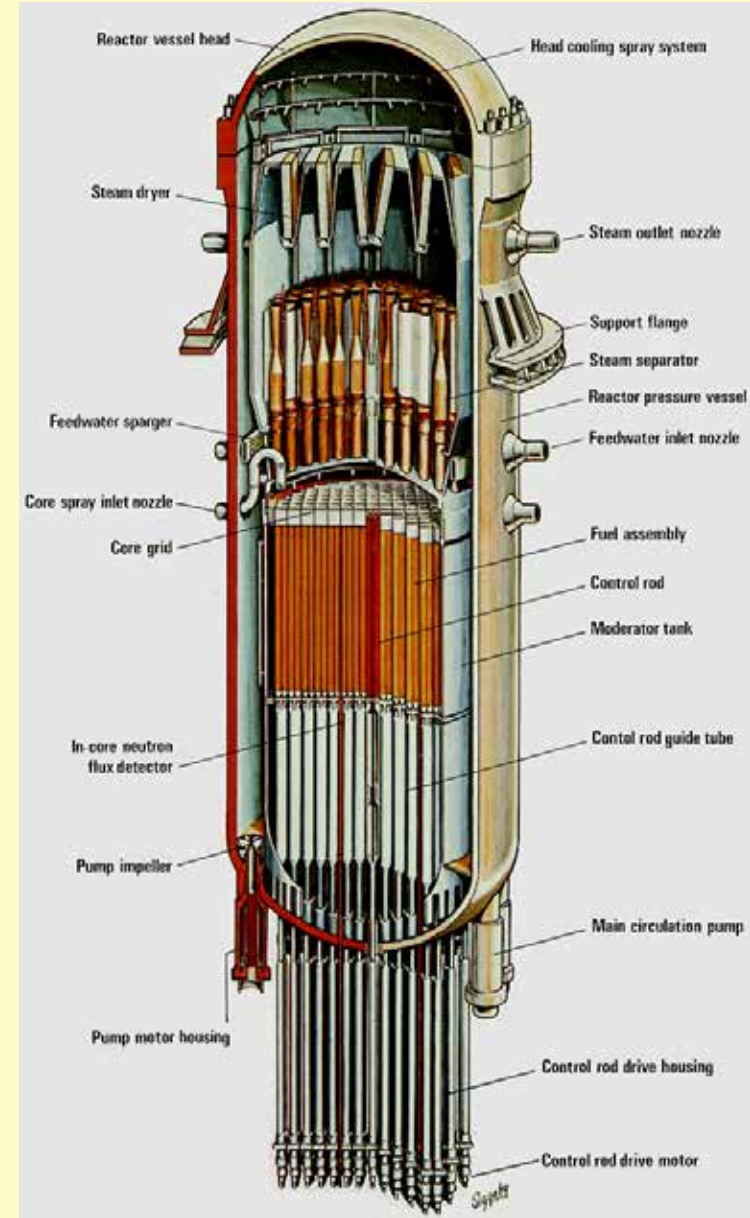
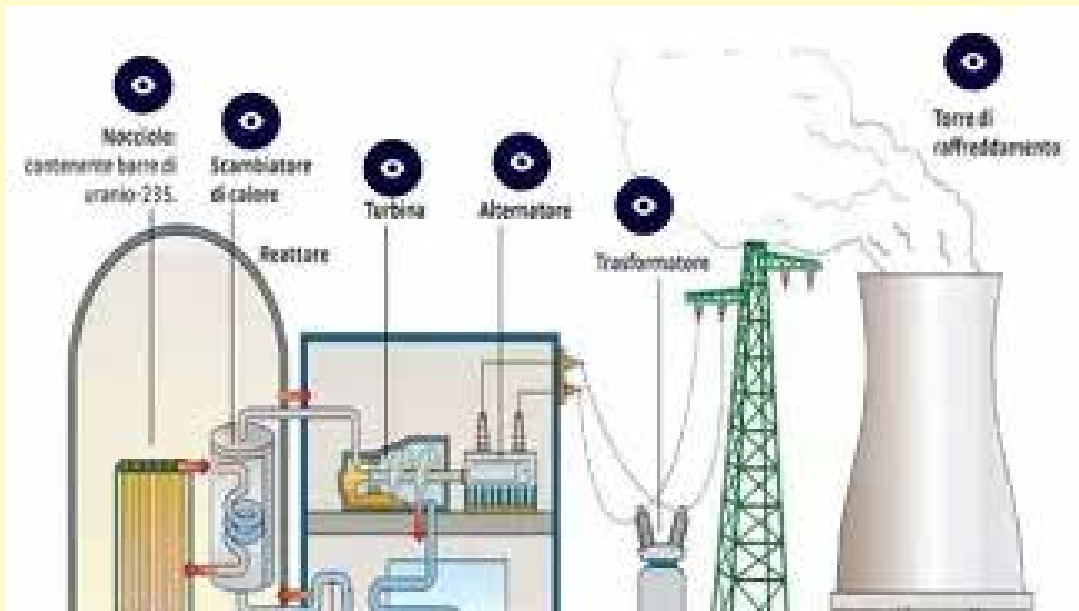
Usi energetici: fissione e fusione per generazione elettricità



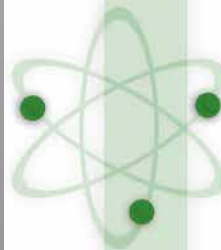
Ingegneria nucleare (reattori ed impianti)



Centrale elettronucleare di potenza

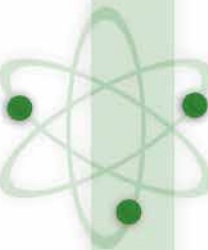


Sicurezza nucleare

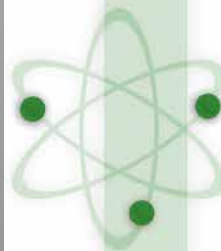


Funzioni di sicurezza

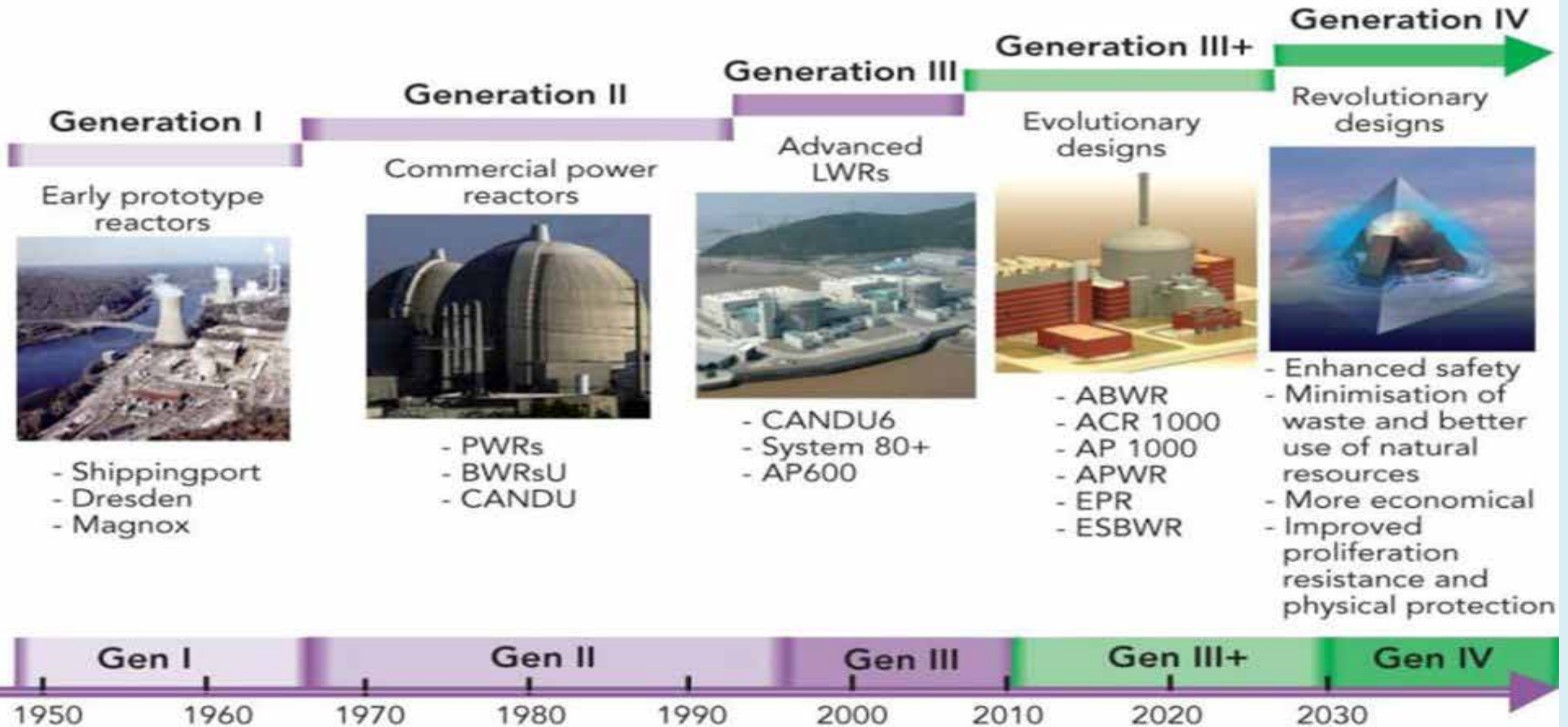
- Controllo e spegnimento della reazione
- Raffreddamento del core
- Isolamento del primario
- Protezione dall'esterno



Generazioni tecnologiche I,II,III,III+, IV

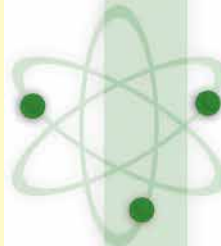
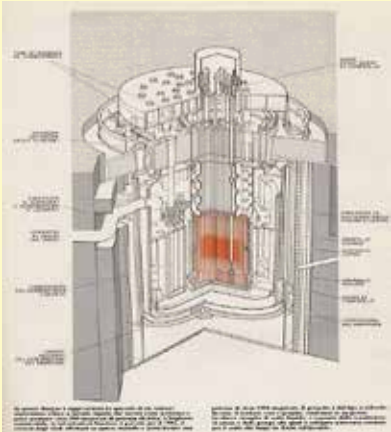
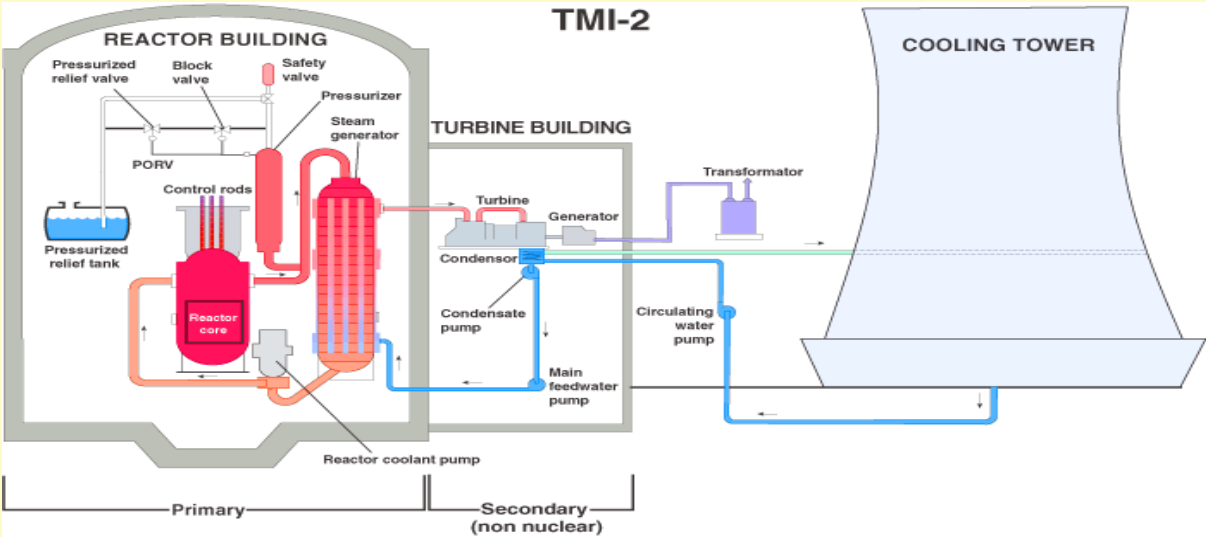
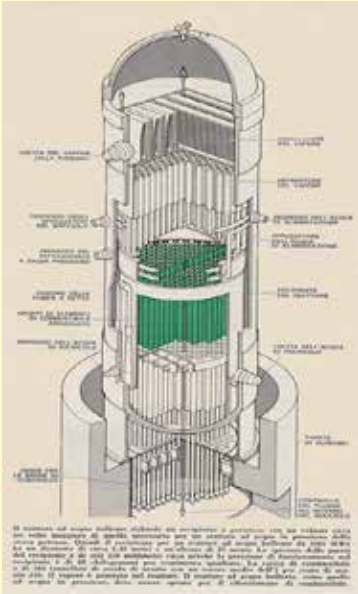


Evoluzione dei reattori nucleari

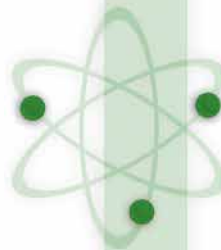
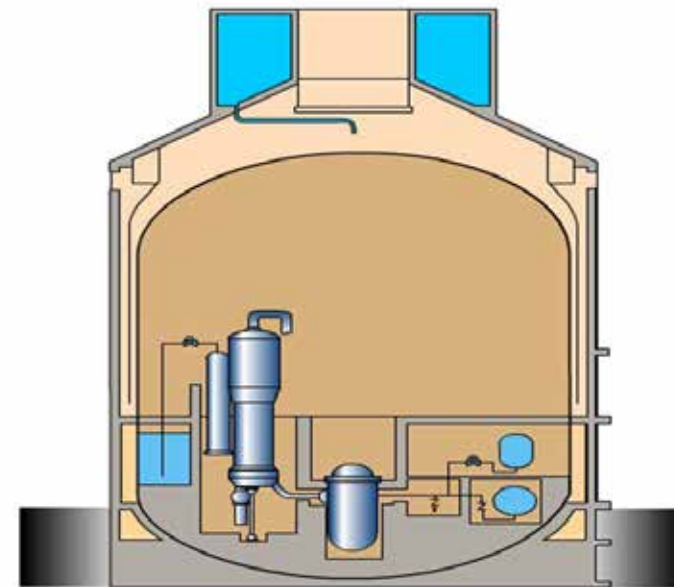
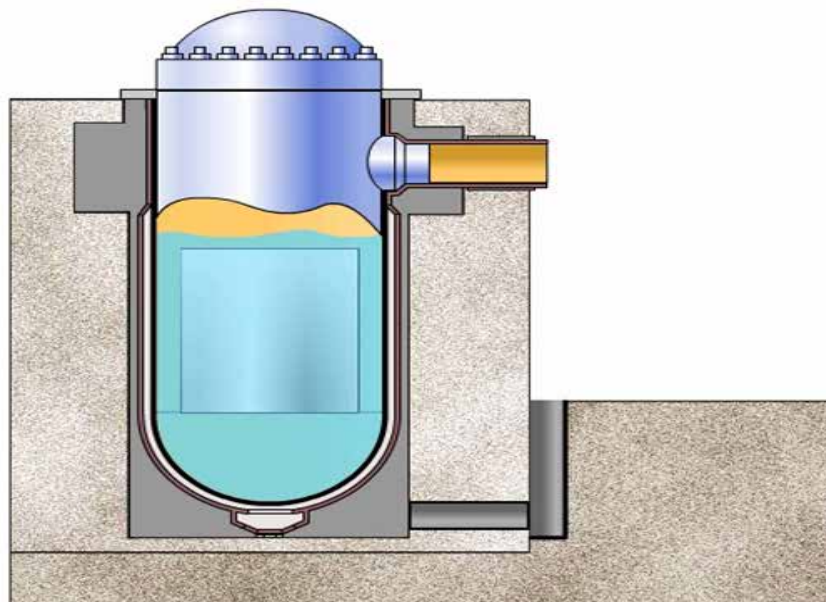
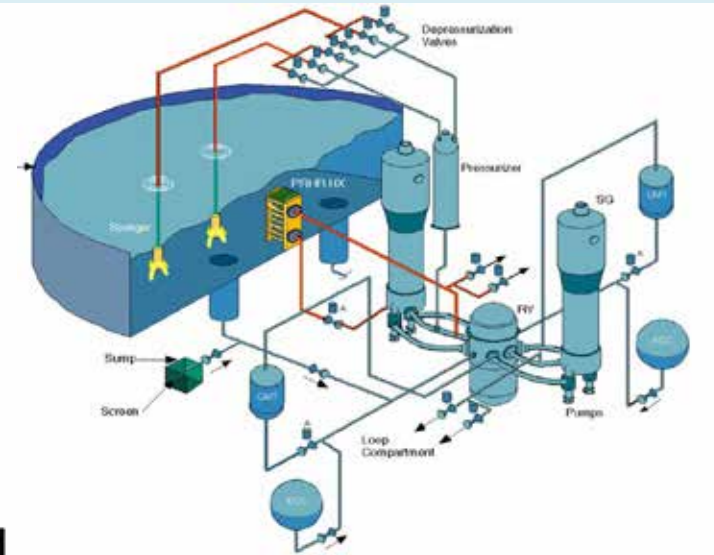
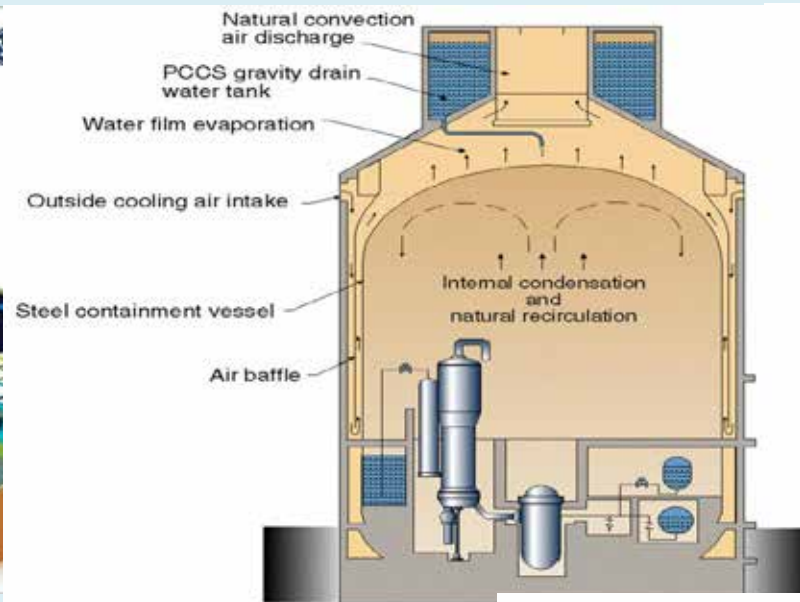
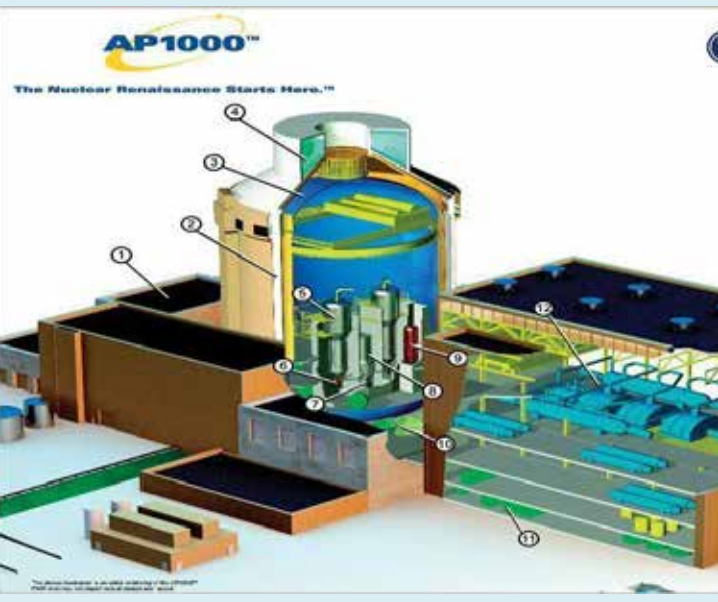


Seconda generazione, tecnologia occidentale

Pressurized Water Reactor (PWR e BWR)



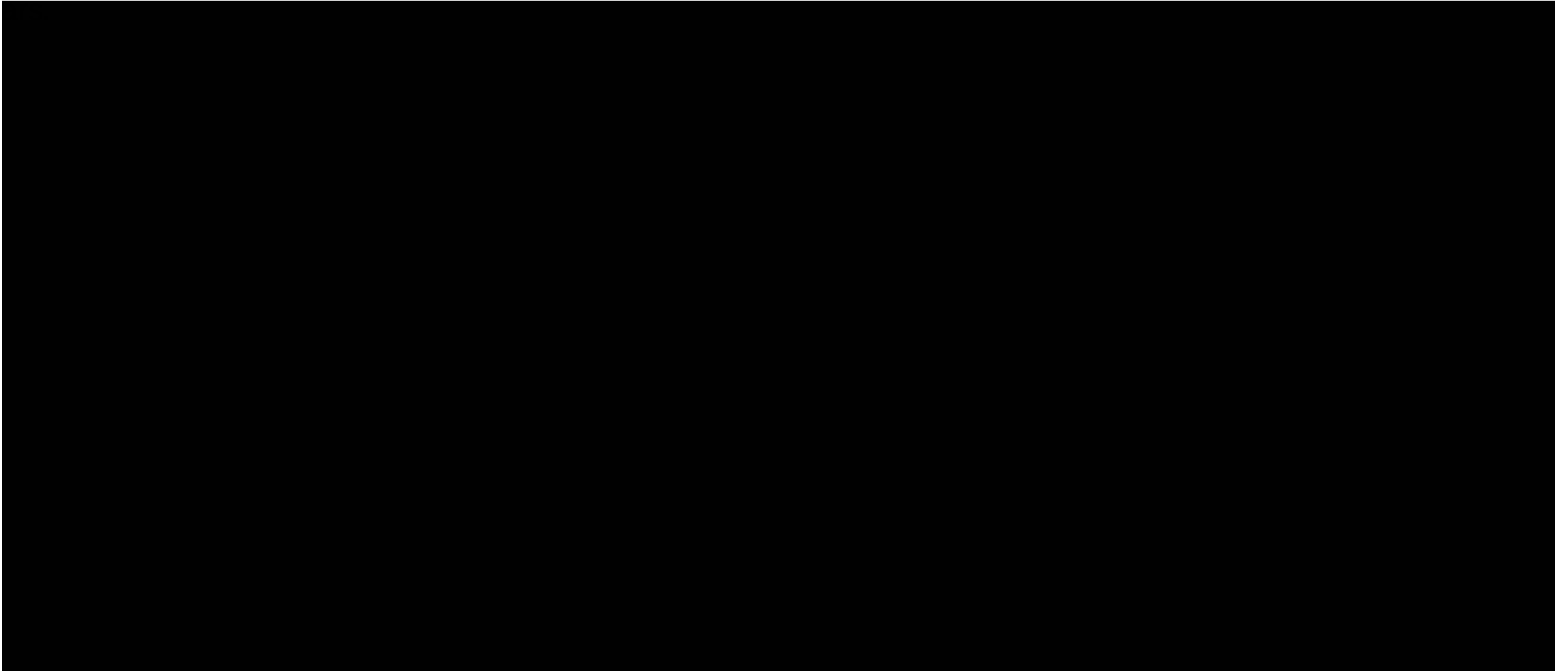
IL REATTORE PRESSURIZZATO PASSIVO



SANMEN AP1000, time lapse

14 Aug (NucNet): The Sanmen-1 Generation III+ Westinghouse AP1000 nuclear reactor unit in eastern China today reached 100% of its design power capacity for the first time, developer China State Nuclear Power Technology Corporation (SNPTC). In June 2018, Sanmen-1 became the world's first AP1000 to attain a chain reaction. The unit was connected to the grid on 30 June 2018 and began generating electricity.

Construction of Sanmen-1 began in April 2009. The plant is capable of generating 1,117 MW of electricity when at full power. It is the first of a fleet of four new AP1000 plants in eastern China and will provide energy for the next 60-plus years.



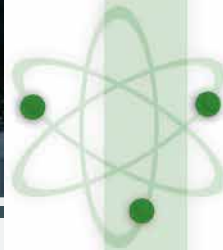


Nucleare oggi – Gen.3 - Hualong

Convegno CNI Giovedì 13 novembre 2025 Centro Congressi Cavour - ROMA

La nuova stagione nucleare

Prospettive di ripresa produttiva alla luce della Legge Delega 27/02/2025



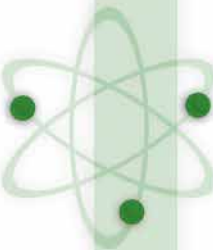
SMALL MODULAR REACTOR



Convegno CNI Giovedì 13 novembre 2025 Centro Congressi Cavour - ROMA

La nuova stagione nucleare

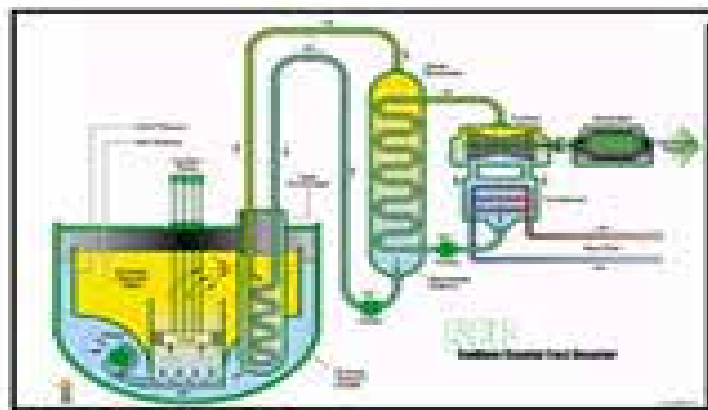
Prospettive di ripresa produttiva alla luce della Legge Delega 27/02/2025



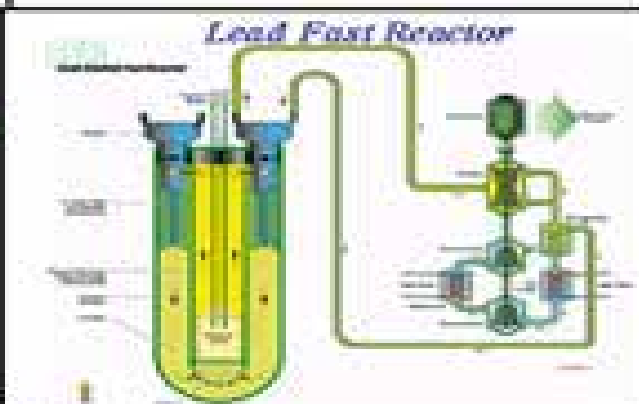
Sour

Reattori di IV generazione

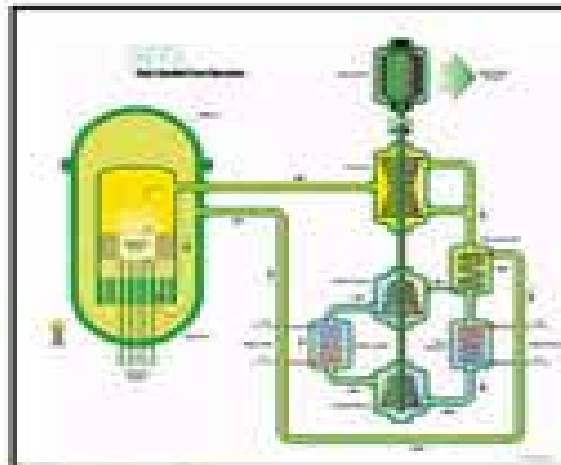
Fig. 1 : Generation IV : six innovative systems



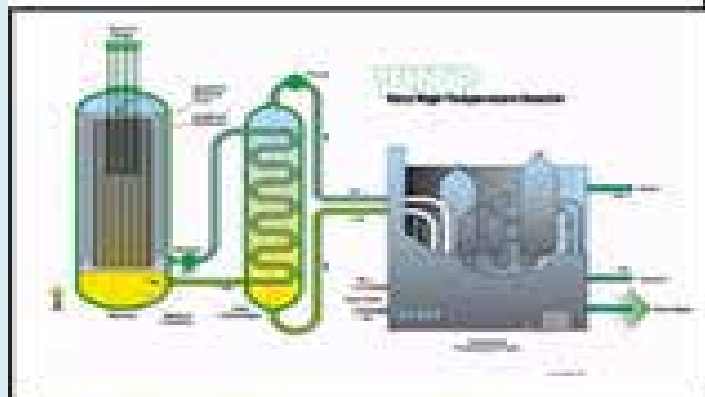
Sodium Fast Reactor



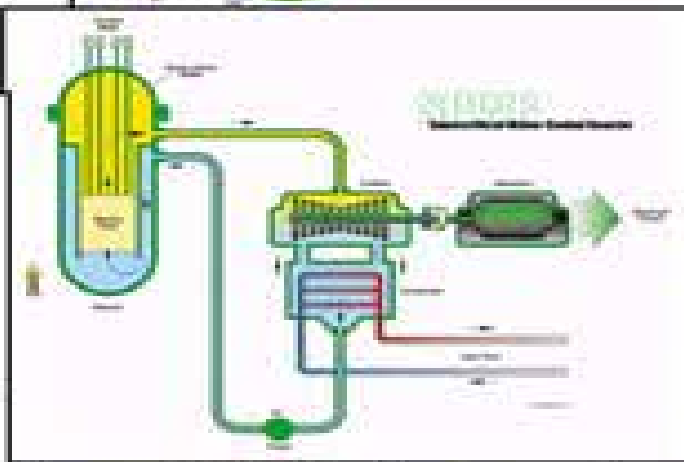
Lead Fast Reactor



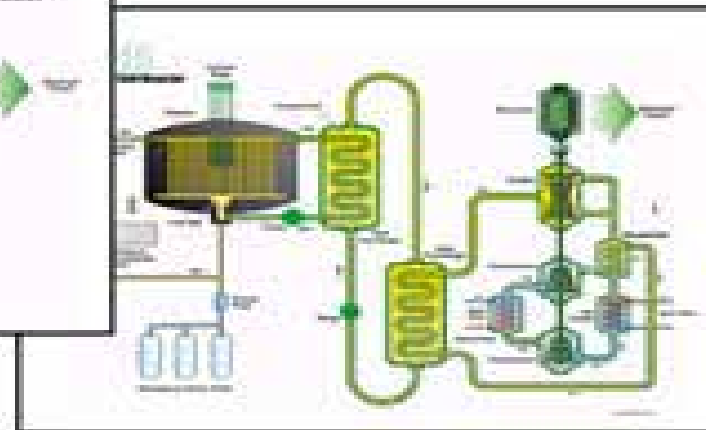
Gas Fast Reactor



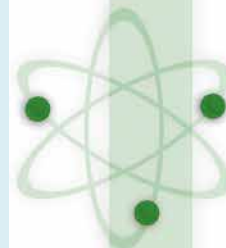
Very High Temperature Reactor



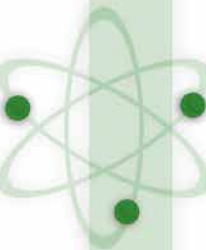
Supercritical Water Reactor



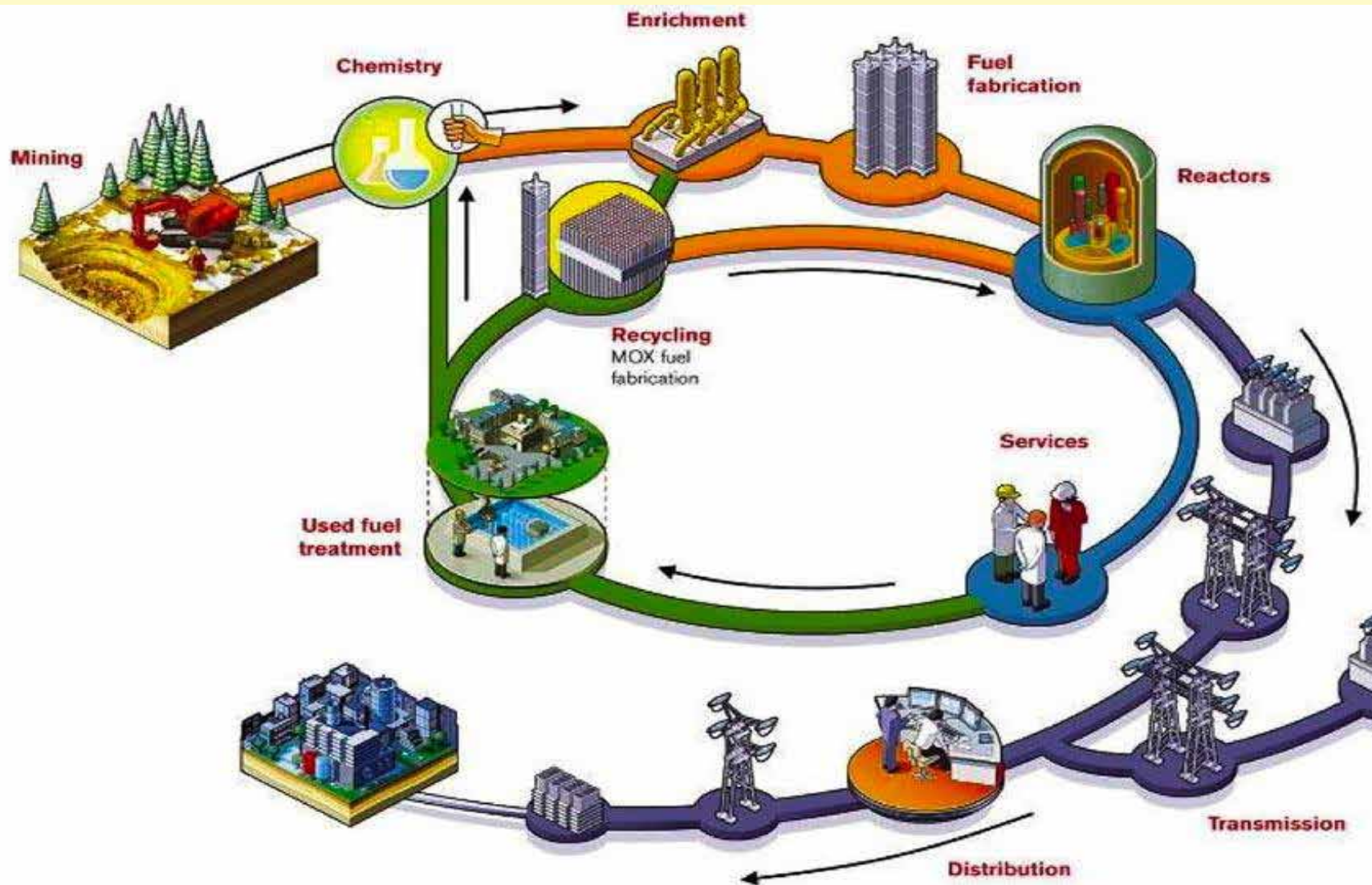
Molten Salt Reactor



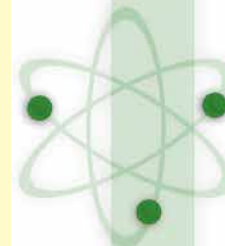
Cicli del combustibile nucleare (arricchimento, riprocessamento, rifiuti)



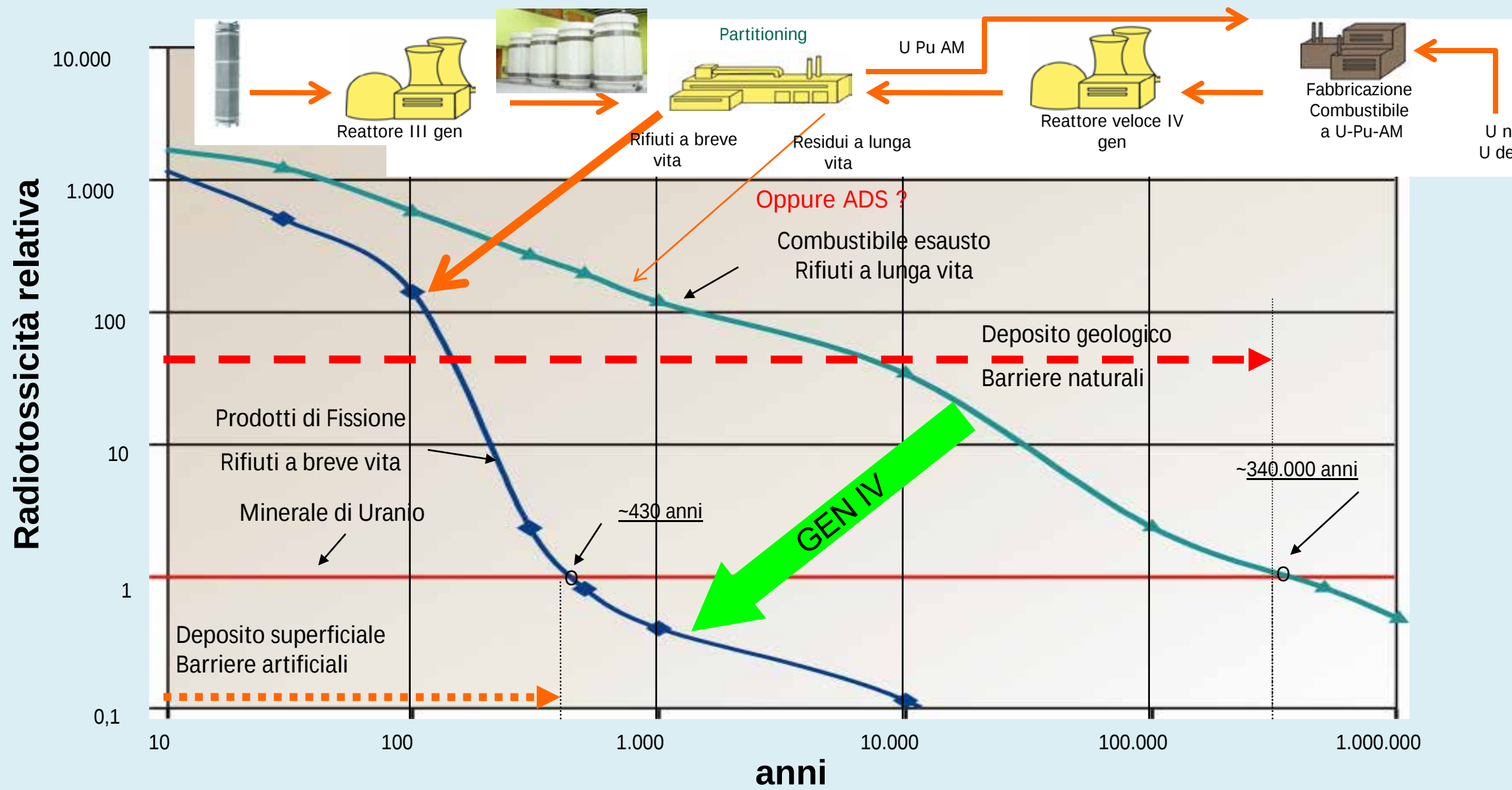
CICLI DEL COMBUSTIBILE NUCLEARE



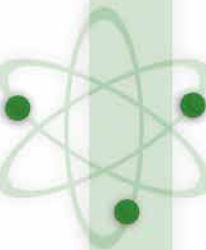
Source: **Phillip Finck and Massimo Salvatores**, INL, FUNFI-2, Frascati, October 2016



Prospettive a lungo termine



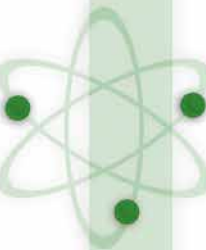
Materiali avanzati per il nucleare

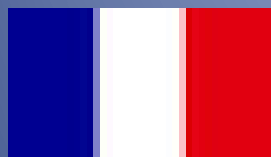


Circuiti sperimentali Gas e Metalli Fluidi

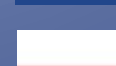


Economia degli impianti nucleari (tempi, costi, prezzi, investimenti, garanzie)





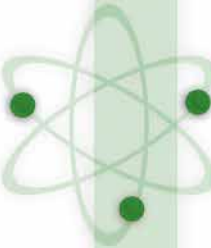
Oggi Prezzo medio €/kWh	
Austria	0.0925
Belgio	0.0840
Bulgaria	0.0937
Repubblica Ceca	0.0889
Danimarca	0.0829
Estonia	0.0053
Finlandia	0.0011
Francia	0.0601
Germania	0.0885
Grecia	0.0774
Ungheria	0.1020
Irlanda	n/a
Italia	0.1100
Lettonia	0.0160
Lituania	0.0160
Olanda	0.0897
Norvegia	0.0324
Polonia	0.0947
Portogallo	0.0629
Romania	0.0937
Spagna	0.0647
Svezia	0.0077



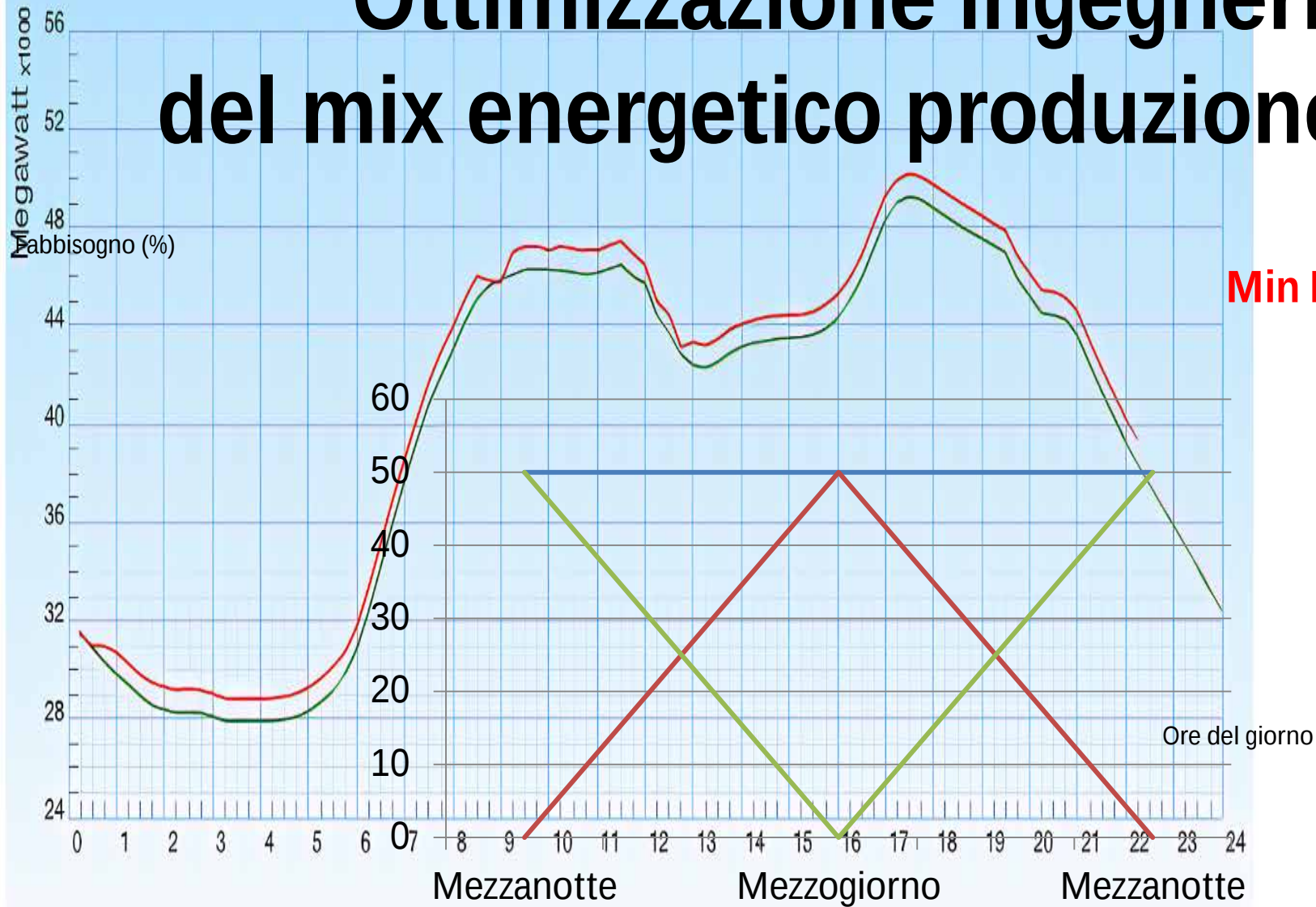
Prezzi dell'elettricità in Europa



Centrali elettronucleari e mix delle fonti energetiche



Ottimizzazione ingegneristica del mix energetico produzione elettrica



$$\begin{aligned}\text{Min } F(t) &= \sum_i (P(F_i) \times C_i) \\ \sum P(F_i) &= P(t) \\ P(F_i) &\leq P_{\max}(F_i)\end{aligned}$$

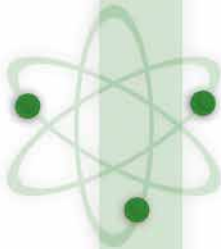
— Nucleare e idro
— FER
— Fossile

Previsione MW: 38.366

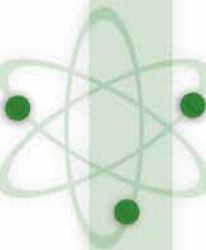
min/max : 27.882/49.259

Consuntivo MW: 39.356

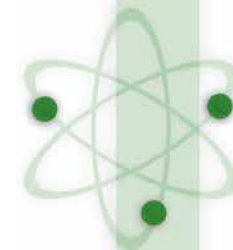
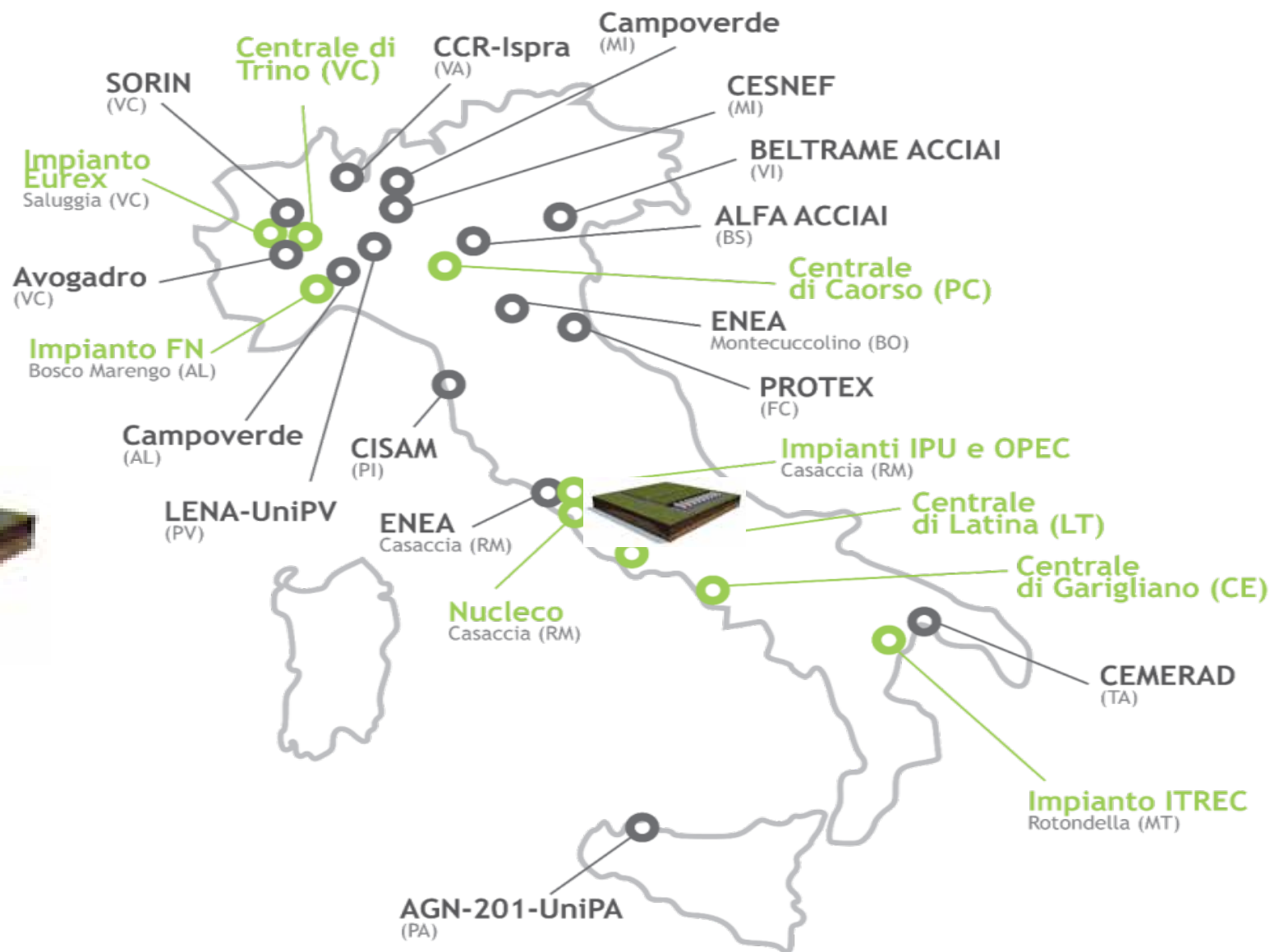
30-11-2011 @ 22:15



Impianti nucleari e ambiente (impatto, localizzazioni)



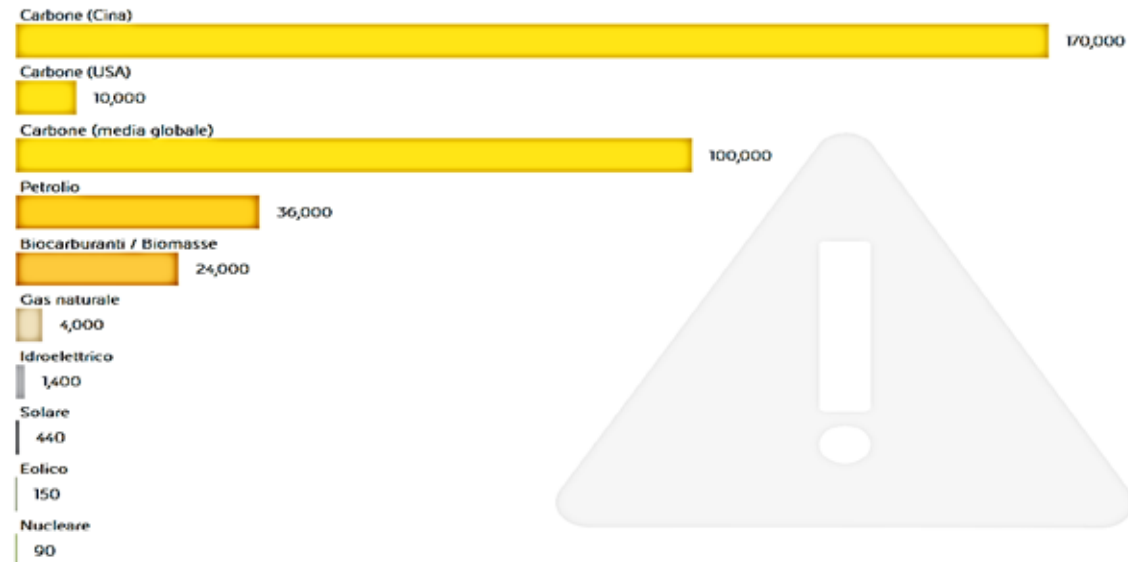
AREE NUCLEARI OGGI IN ITALIA



Decessi per TWh prodotto

Tasso di mortalità per energia prodotta

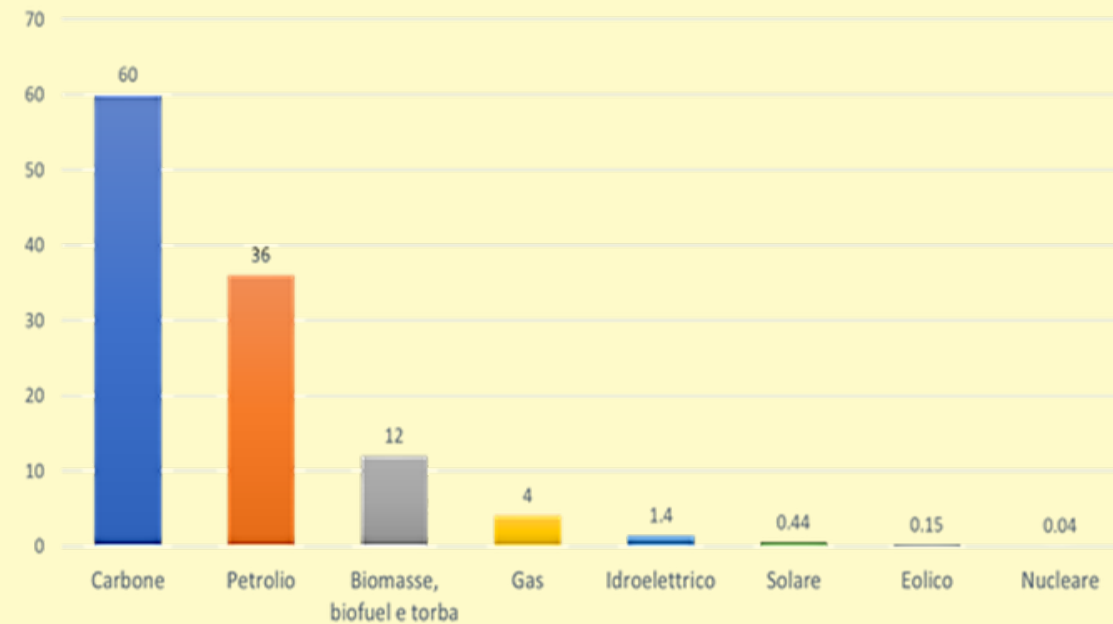
Vittime per miliardo di kWh



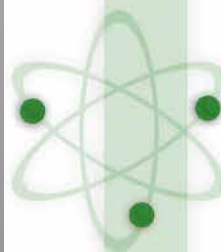
include Three Mile Island, Chernobyl e Fukushima

enidday

Numero di decessi per TWh di energia prodotta



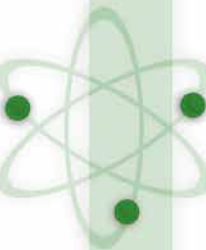
Applicazioni delle radiazioni ionizzanti (medicina, industria, ricerca)



Pubblicazioni della Commissione Ricerca e Reattori Innovativi



Normativa ed organismi nucleari



Organismi e normative nucleari

Ø IAEA

Ø NEA

Ø EURATOM

Ø ISIN

Ø WENRA

Ø ENSREG

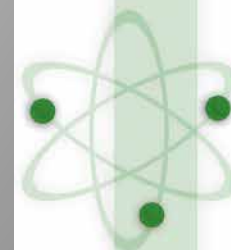
Ø WANO

Ø UNICEN

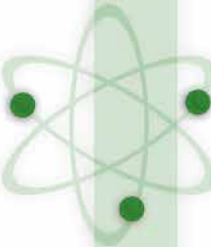


- D.L. 101/2020
- DL 152 /2005
- D.L. 45 /2016
- D.L. 31 /2009
- Legge Delega 2025

- Norme UNICEN
- GT ISIN
- INFCIRC IAEA
- DIRETTIVE EU
- Norme ISO
- NUREG NRC
- Reg. UE 821/2021



L'Ingegnere nucleare (ruolo e deontologia)



Estratto del codice deontologico

- **Art. 18 - Rapporti con la collettività**

- 18.1 L'ingegnere è personalmente responsabile della propria opera nei confronti della committenza e la sua attività professionale deve essere svolta tenendo conto preminentemente della **tutela della collettività**.

- **Art. 19 – Rapporti con il territorio**

- 19.1 L'ingegnere nell'esercizio della propria attività cerca soluzioni ai problemi a lui posti, che siano compatibili con il principio dello **sviluppo sostenibile**, mirando alla massima valorizzazione delle risorse naturali, al minimo consumo del territorio e al minimo spreco delle fonti energetiche.
- 19.2 Nella propria attività l'ingegnere è tenuto, nei limiti delle sue funzioni, ad evitare che vengano arrecate **all'ambiente** nel quale opera alterazioni che possano influire negativamente sull'equilibrio ecologico e sulla conservazione dei beni culturali, artistici, storici e del paesaggio.
- 19.3 L'ingegnere non può progettare o dirigere opere abusive o **difformi** alle norme e regolamenti vigenti.

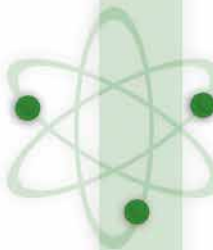
Il ruolo dell'ingegnere

- Il ruolo dell'ingegnere, a volte di discreta difficoltà, è quello di affrontare il progetto tecnologico dal punto di vista dell'arte ingegneristica, evitando di cadere nel tranello della falsa informazione o del contenzioso verbale.

Come deve fare:

- Essere sempre ben informato sullo stato dell'arte nel suo settore
- Conoscere bene tutto ciò che si fa a livello internazionale in quel settore e formulare comparazioni tecniche
- Usare scienza e coscienza nell'affrontare un progetto che ha ricadute positive per l'utenza, ma valutando bene costi e rischi ed ottimizzando le soluzioni
- Intervenire nei pubblici dibattiti sempre alla luce delle proprie competenze e conoscenze, senza mai scadere o cadere nella banalità delle considerazioni mediatiche o dei luoghi comuni
- Manifestare autorevolezza e competenza utilizzando anche termini tecnici specifici senza mostrare superiorità o arroganza.

Pubblicazioni consigliate nel campo della RRI



GRAZIE DELL'ATTENZIONE

