

Il Nucleare oggi

Istituto S. Angela Merici
Milano, 13 Aprile 2010



- Cenni storici
- La fissione nucleare
- Il rispetto ambientale
- Le scorie
- Il Nucleare nel mondo
- La sicurezza

Breve storia dell'energia nucleare

1896 - Becquerel - *Radioattività dell'uranio*

1898 - Curie - *Studi sulla radioattività*

1900/1930 - Einstein, Rutherford e Heisenberg - *Struttura dell'atomo*

1930/1940 - Chadwick, Fermi, Szilard, Strassmann, Bohr e Wigner
- *Fissione dell'uranio e reazione a catena*

1942 - Fermi - *La pila atomica (Il primo reattore, Chicago)*

1945 - *Le bombe atomiche* (Alamagordo, Hiroshima e Nagasaki)

1951 - *Il primo reattore di potenza americano*

1954 - *Il primo reattore di potenza russo*

1955 - “Atoms for Peace”, Eisenhower, Ginevra

1960/1970 - *Italia terza “potenza” mondiale (Trino, Latina, Garigliano)*

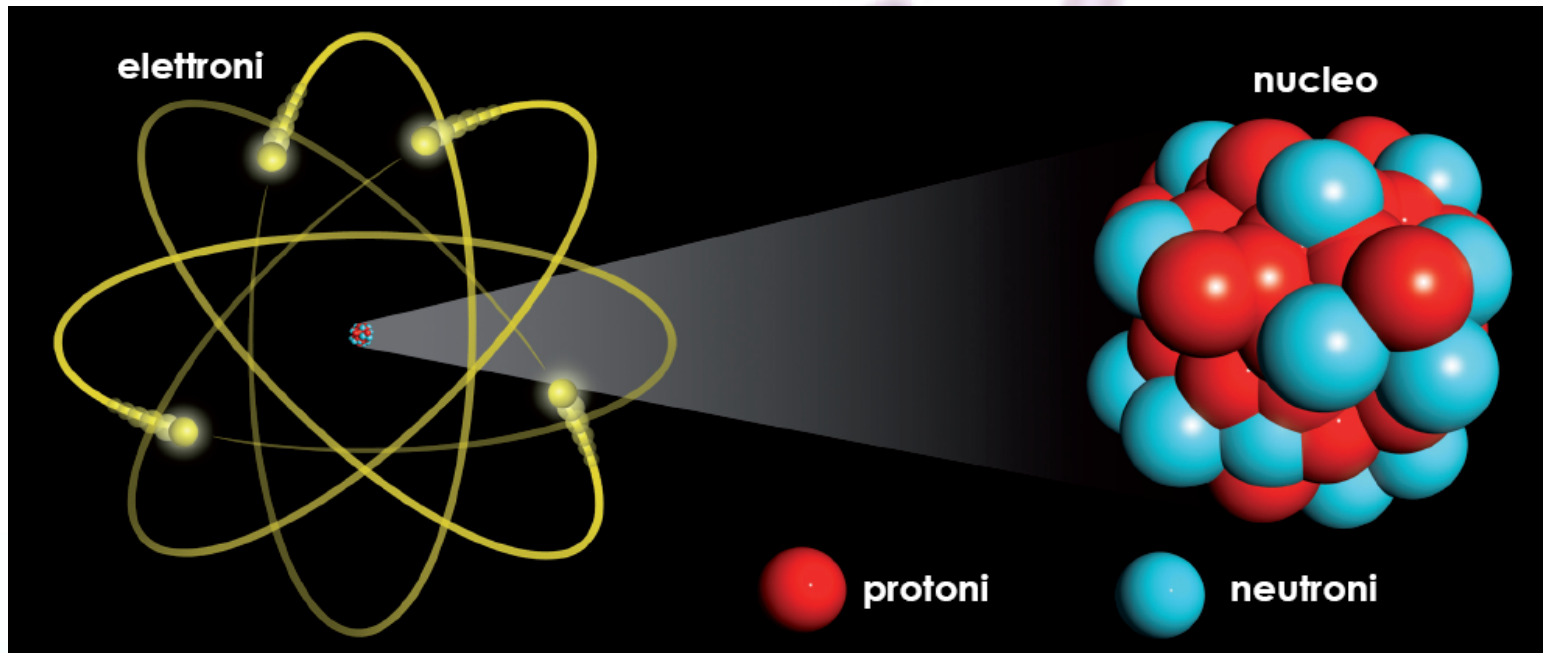
1979 - *Three Mile Island*

1986 - *Chernobyl*

Il nucleo

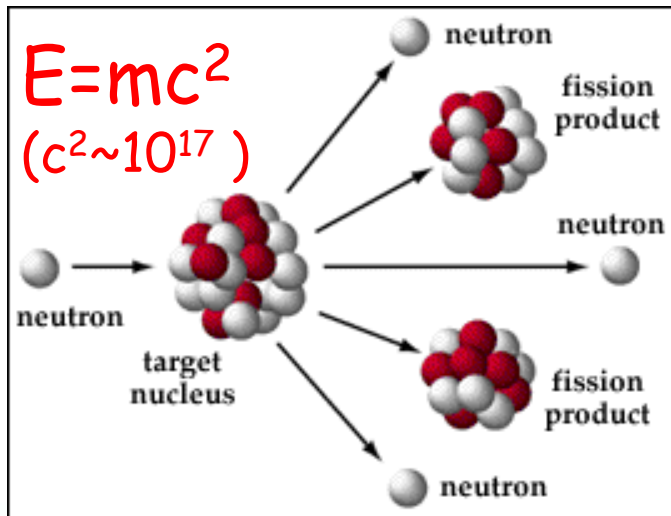
Il **nucleo**, è composto da due tipi di particelle identiche in tutto tranne per la carica: i **protoni**, con carica elettrica uguale a quella dell'**elettrone** ma di segno opposto, e i **neutroni** privi di carica elettrica.

Il numero dei protoni è Z ed è uguale al numero degli elettroni in modo che l'atomo risulti elettricamente neutro, mentre il numero dei neutroni è N .

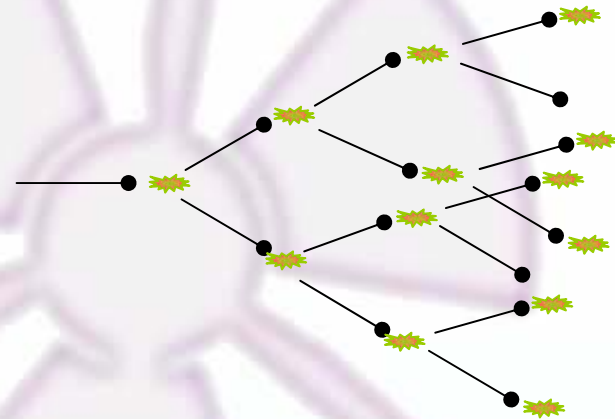


Fissione: la reazione a catena

- Nella fissione, un nucleo pesante (uranio, plutonio) si scinde in due nuclei più leggeri, emettendo 2 o 3 neutroni
- Poiché la massa dei prodotti di reazione è inferiore a quella del nucleo iniziale e del neutrone incidente, si ha produzione di energia, sotto forma di calore, e neutroni che possono "fissionare" altri nuclei:



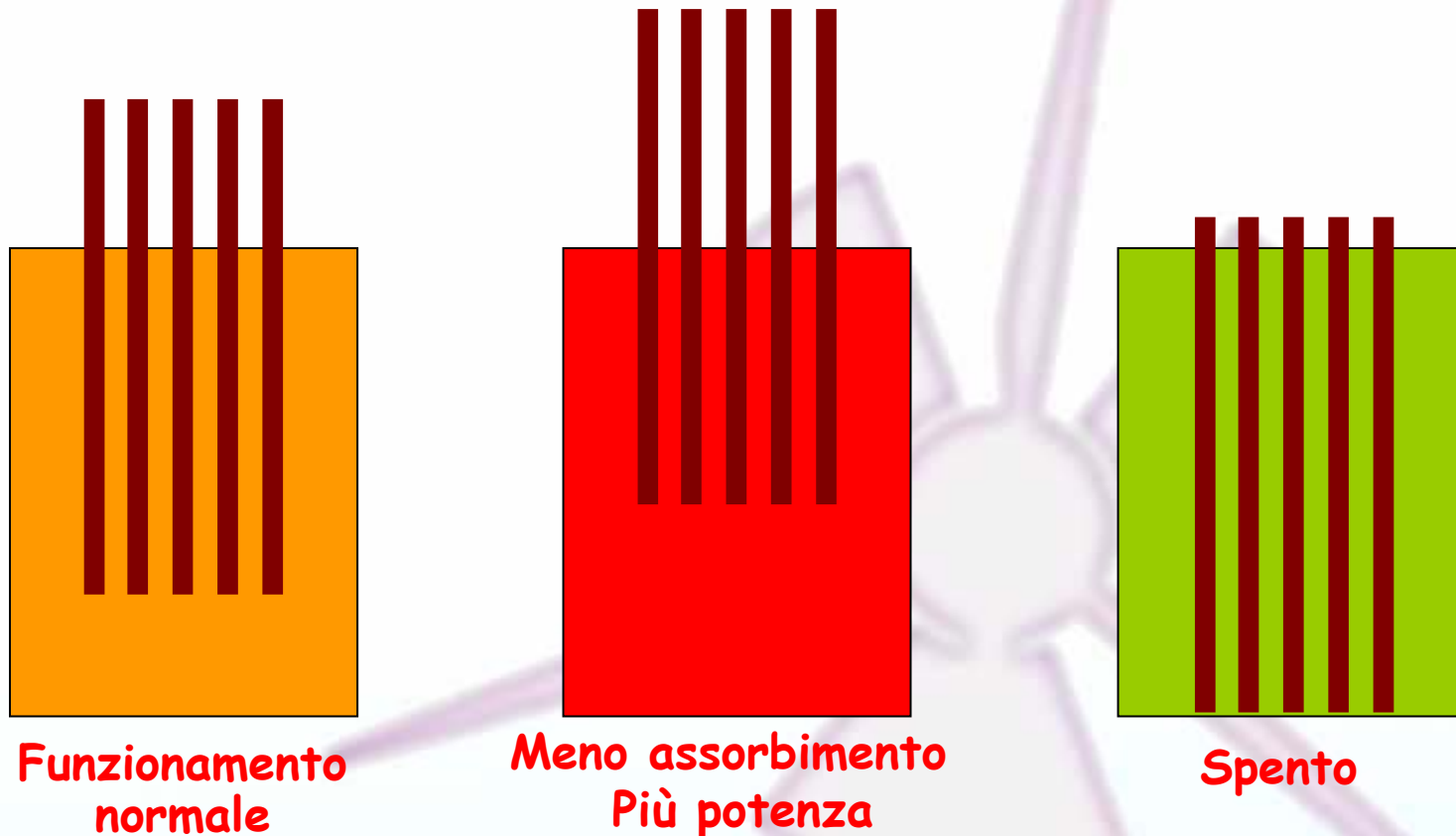
"fissionare" altri nuclei:
"reazione a catena"



I neutroni sono i propagatori del "fuoco" nucleare..come lo sono le fiamme...

Il controllo della reazione

Per realizzare questo equilibrio, generalmente, si varia la quantità di materiale assorbitore di neutroni presente nel reattore, ad esempio muovendo le barre di controllo

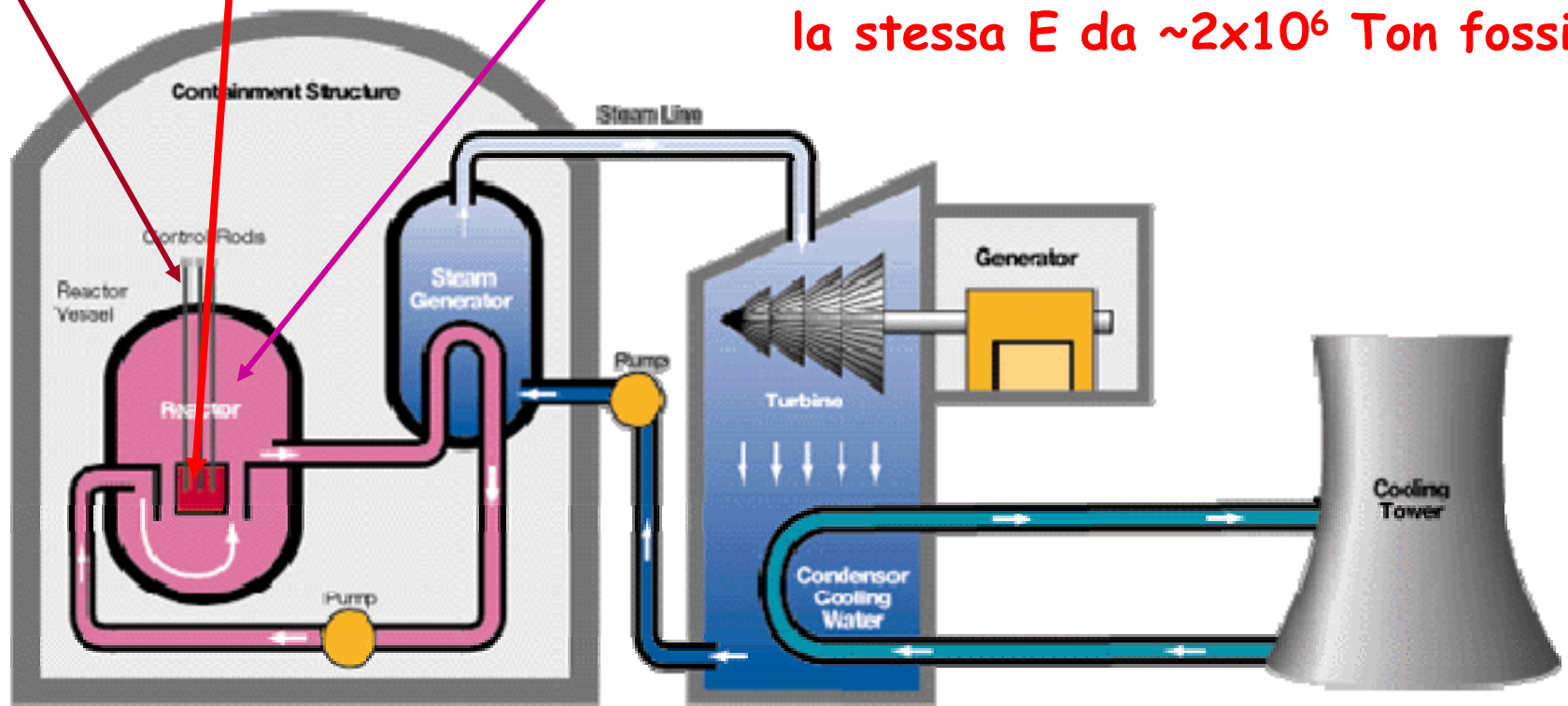


Fissione: la centrale

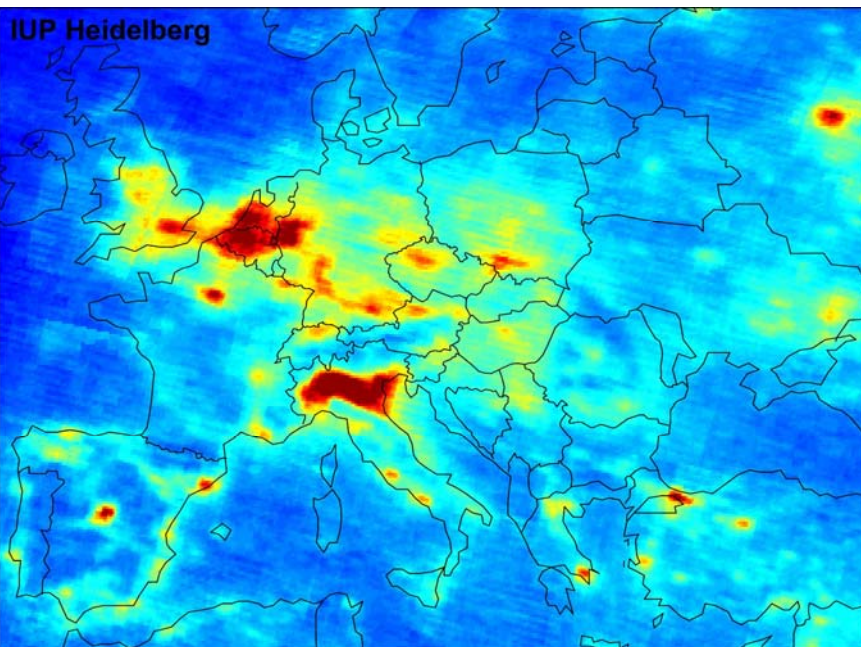
Visto che la fissione produce calore, le centrali nucleari non differiscono molto da quelle convenzionali: al posto della caldaia c'è il "nocciolo" contenente elementi di combustibile,

barre di controllo, refrigerante

$E=mc^2$: da 20 Ton di Uranio si ha la stessa E da $\sim 2 \times 10^6$ Ton fossile



Rispetto ambientale

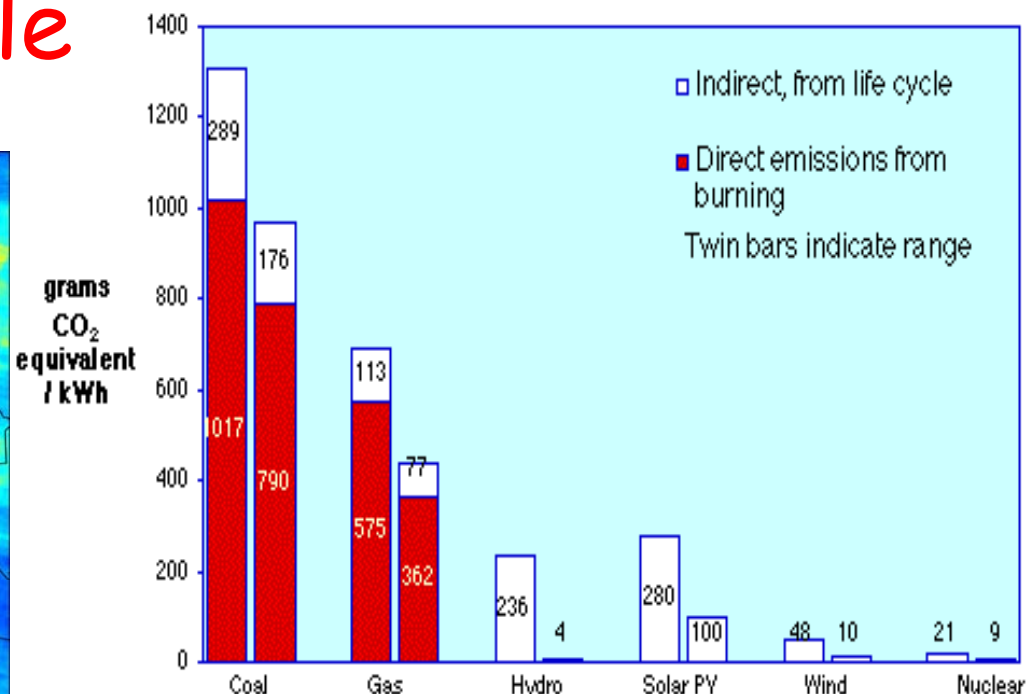


Concentrazione di NO₂ da ENVISAT

Emissioni da centrale
nucleare da 1000MWe
(Ton/anno), SIF 2008

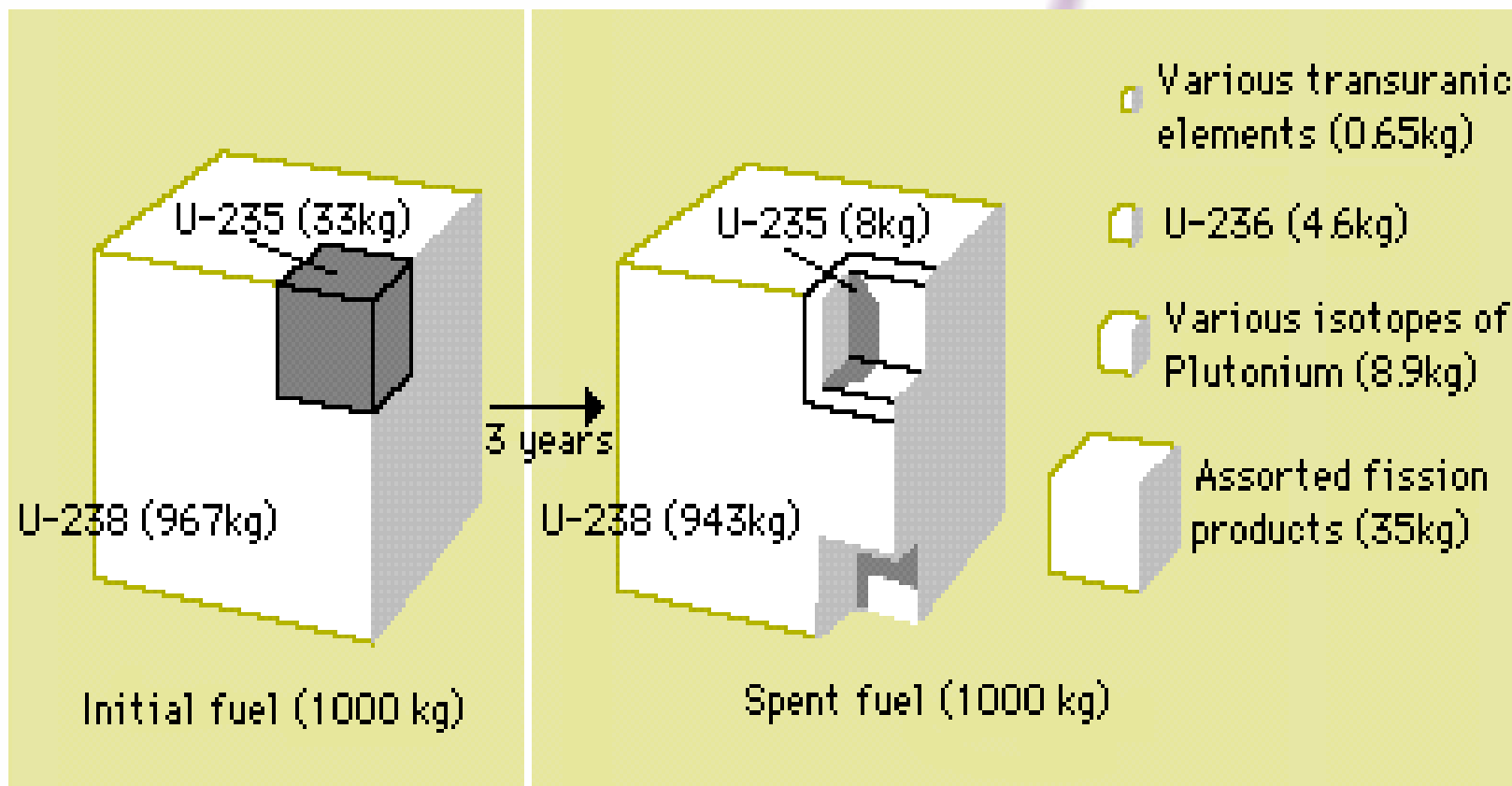
Tab. 1	CO ₂	SO ₂	MO _x	Polveri	Residui di produzione
Nucleare	0	0	0	0	100
Carbone	7.500.000	60.000	22.000	1.300	250.000
Olio combustibile	6.200.000	43.000	10.000	1.600	70.000
Gas (ciclo Comb)	4.300.000	35	12.000	100	100

Greenhouse Gas Emissions from Electricity Production



Source: IAEA 2000

Combustibile esaurito

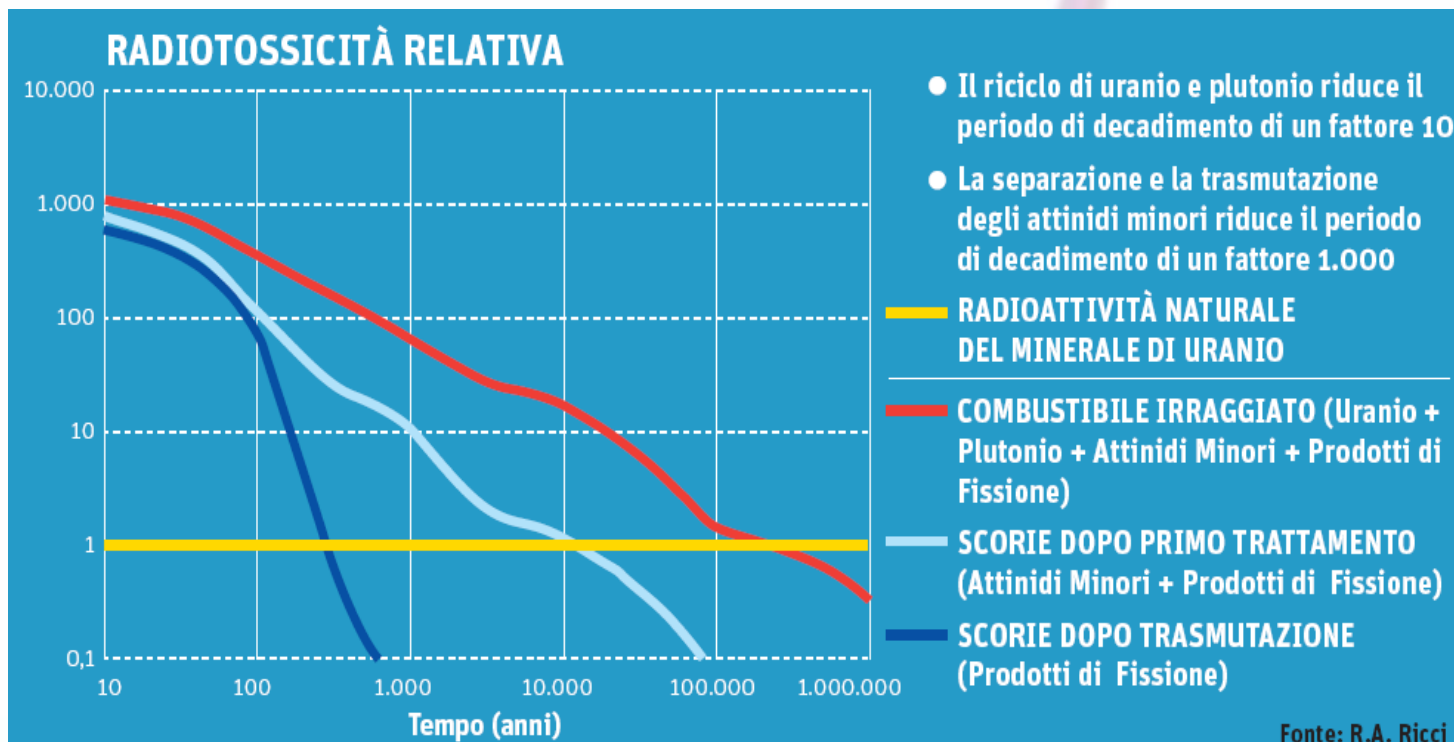


Composizione tipica del combustibile irraggiato

Fissione: le scorie

Ciclo aperto: il combustibile utilizzato viene confinato

Ciclo chiuso: vengono prima estratti gli elementi riutilizzabili e poi vetrificati e confinati solo i prodotti di fissione.



Un reattore da 1000 MWe produce ~5m³ di scorie vetrificate/anno.

Il volume delle scorie

- Un reattore da 1000 MW produce ogni anno nel caso di ciclo chiuso scorie per un volume di circa 5 m^3
- 1000 reattori (ora 438) ne producono 5.000 m^3
- 1000 reattori in 100 anni 500.000 m^3

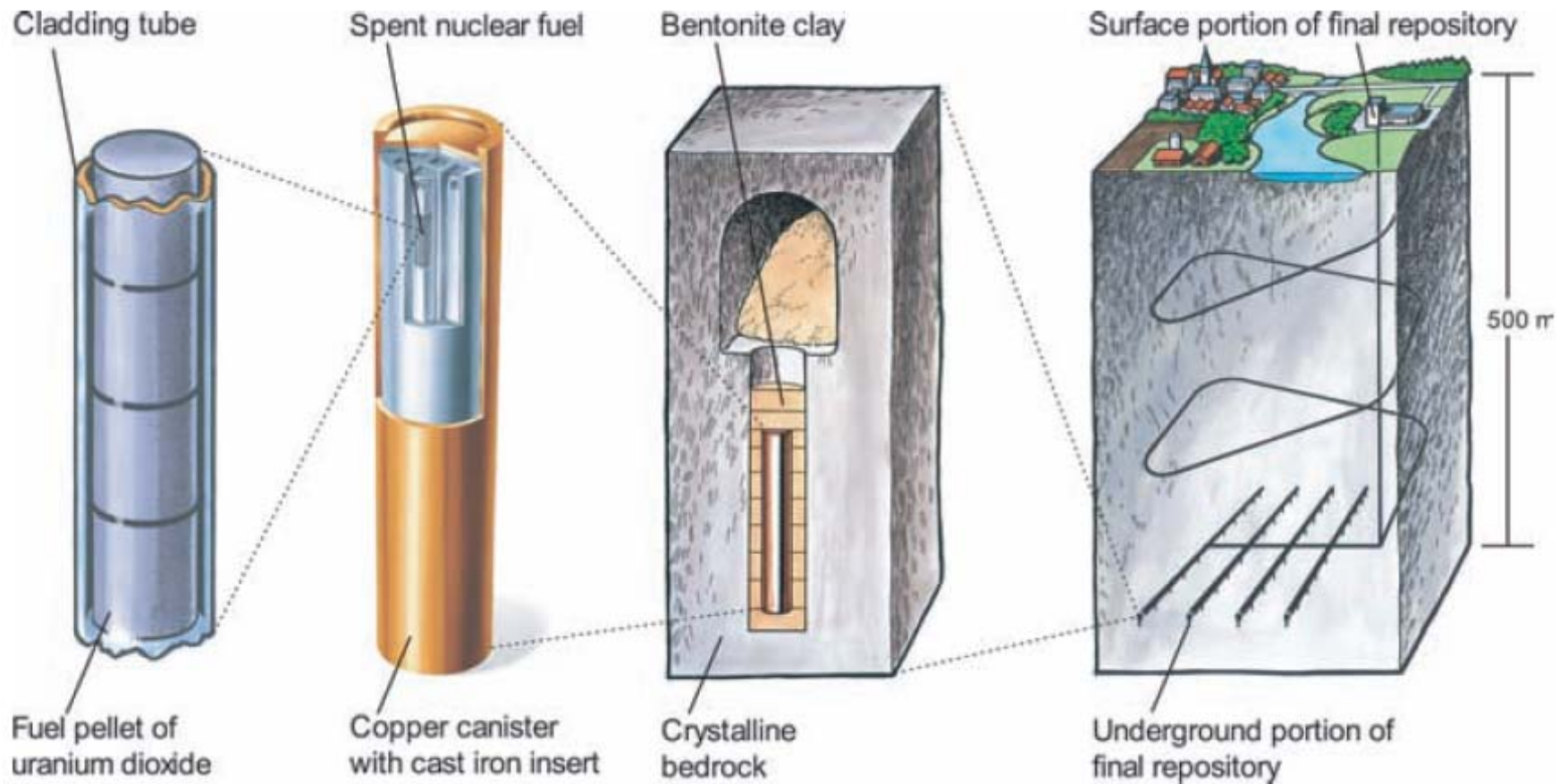


La piramide di Keope ha un volume di $\sim 2.500.000 \text{ m}^3$
Il Colosseo ha un volume di $\sim 1.500.000 \text{ m}^3$

- Un francese in un anno produce 1 kg di rifiuti nucleari, che comprende 50 g di rifiuti a lunga vita (>30 anni)
- In una vita, un francese che consumi solo energia elettrica nucleare, produce un volume di rifiuti radioattivi pericolosi pari a...



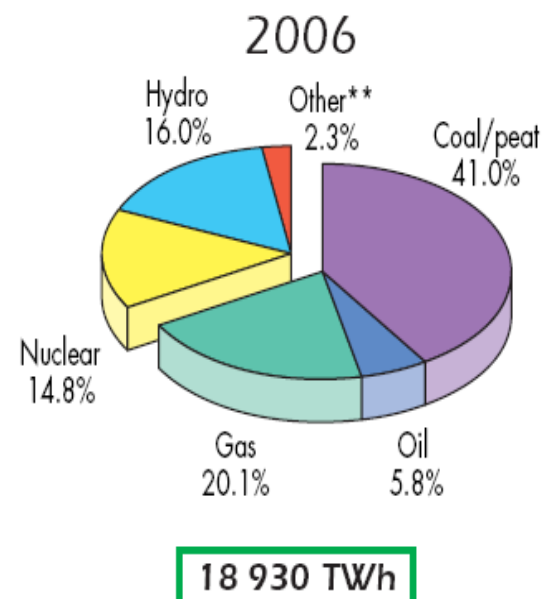
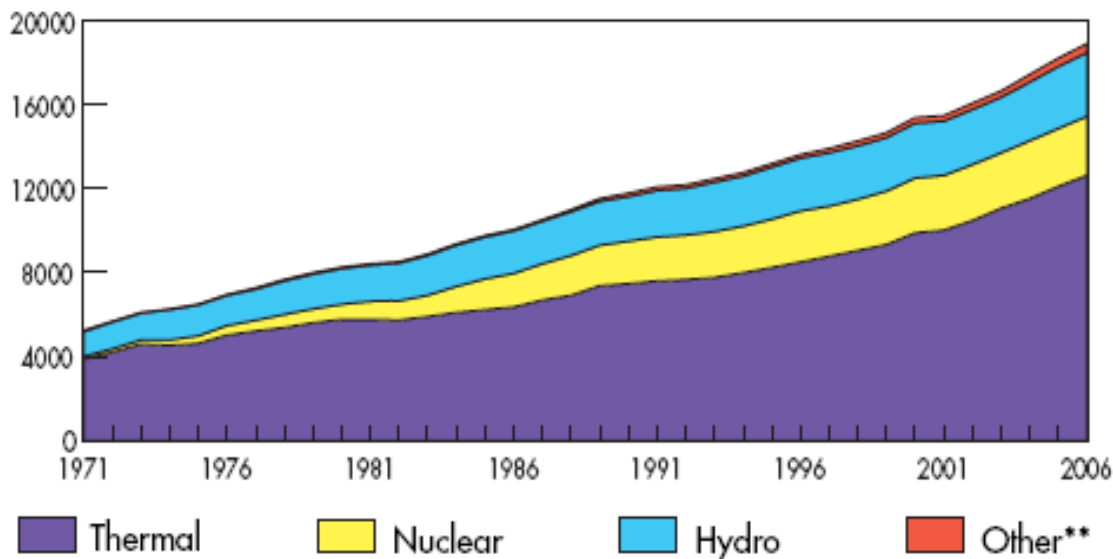
Soluzione svedese



EE nucleare nel mondo...

Electricity Generation* by Fuel

Evolution from 1971 to 2006 of world electricity generation* by fuel (TWh)

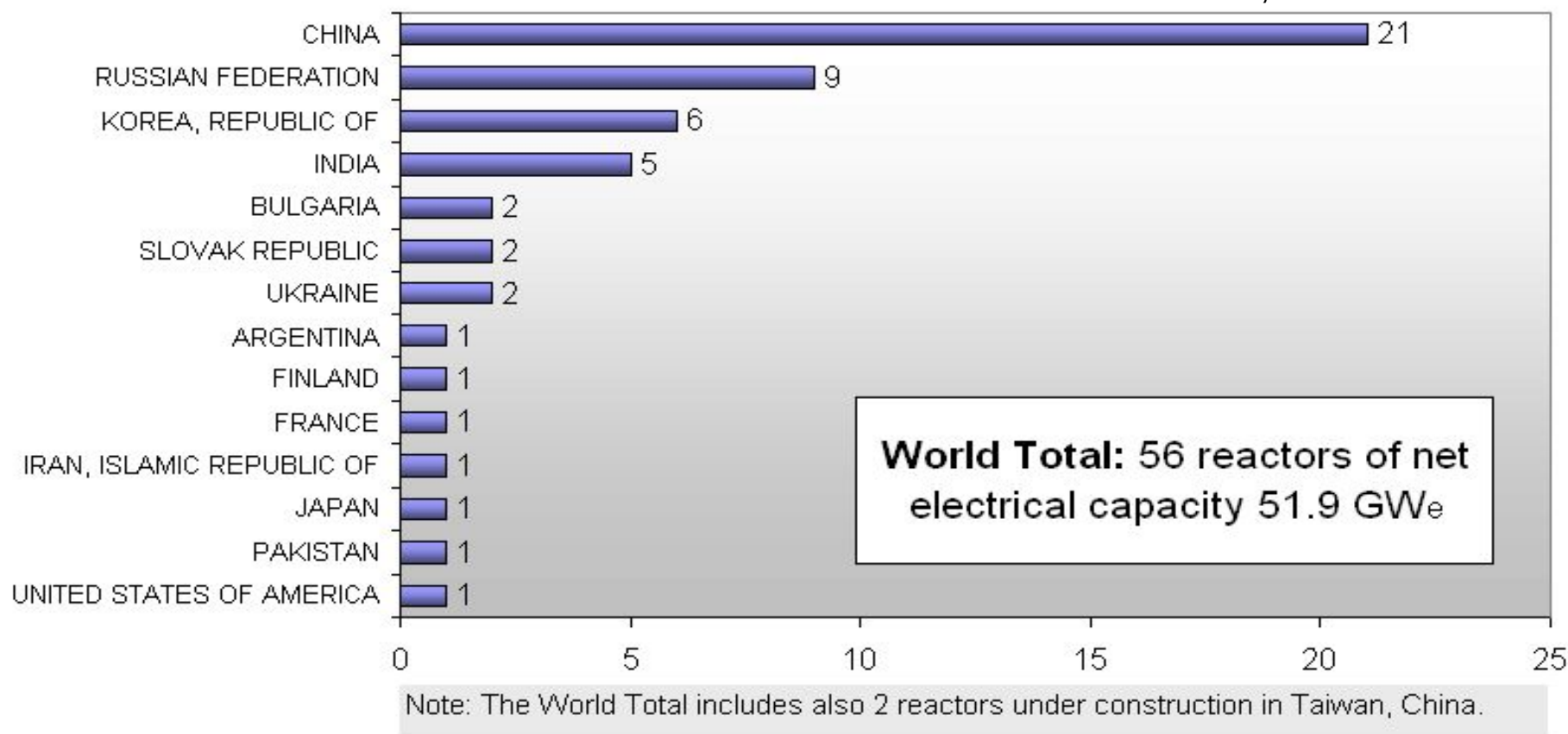


...e dove



Number of Reactors under Construction Worldwide

Fonte IAEA, Marzo 2010



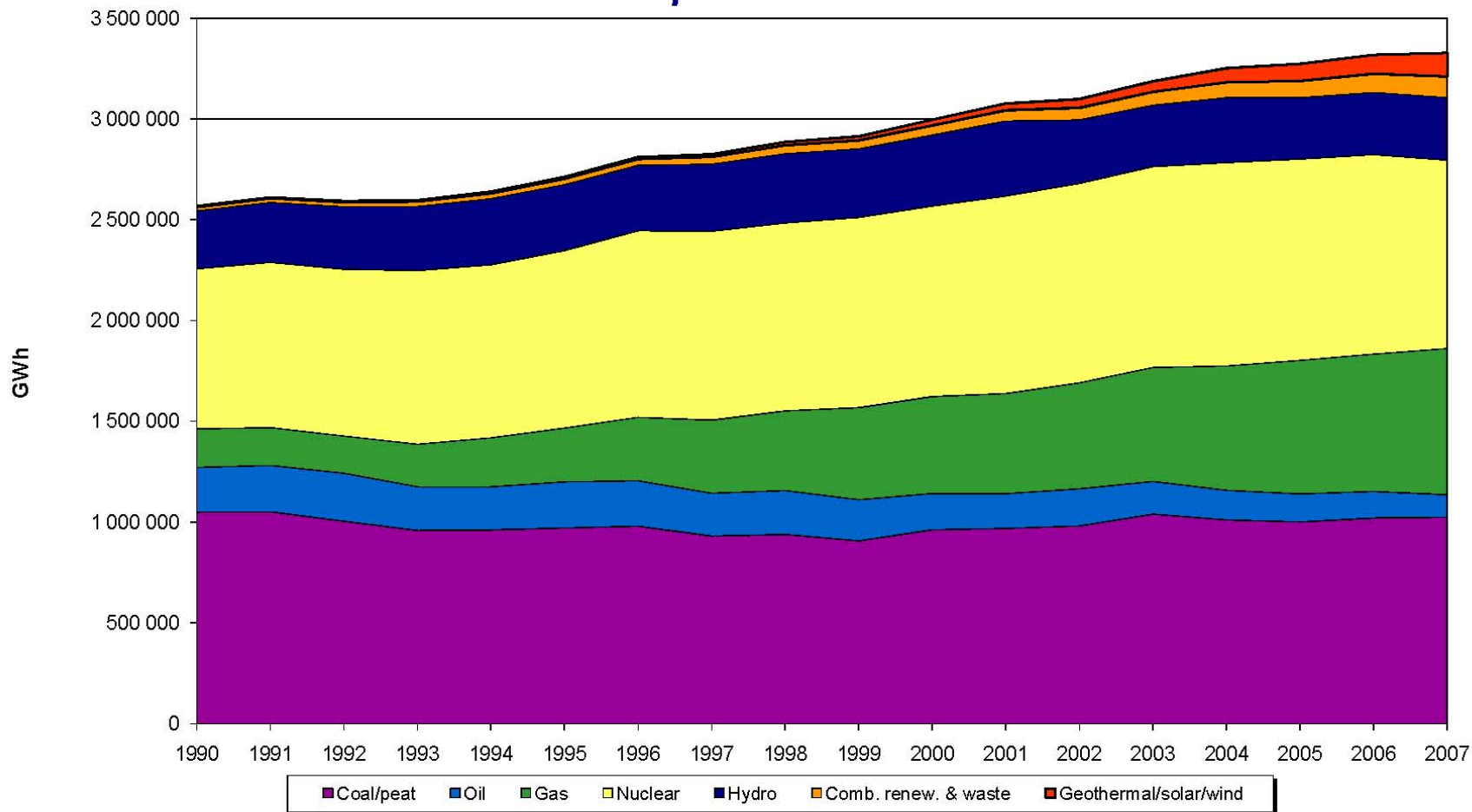
Erano 34 due anni fa e 44 un anno orsono

Milano, 13 Aprile 2010

G.ALIMONTI



Electricity generation by fuel

European Union - 27

© OECD/IEA 2009

For more detailed data, please consult our on-line data service at <http://data.iea.org>.

15% EE da nucleare nel mondo, quasi il doppio in EU-27

Milano, 13 Aprile 2010

G.ALIMONTI



Milano, 13 Aprile 2010

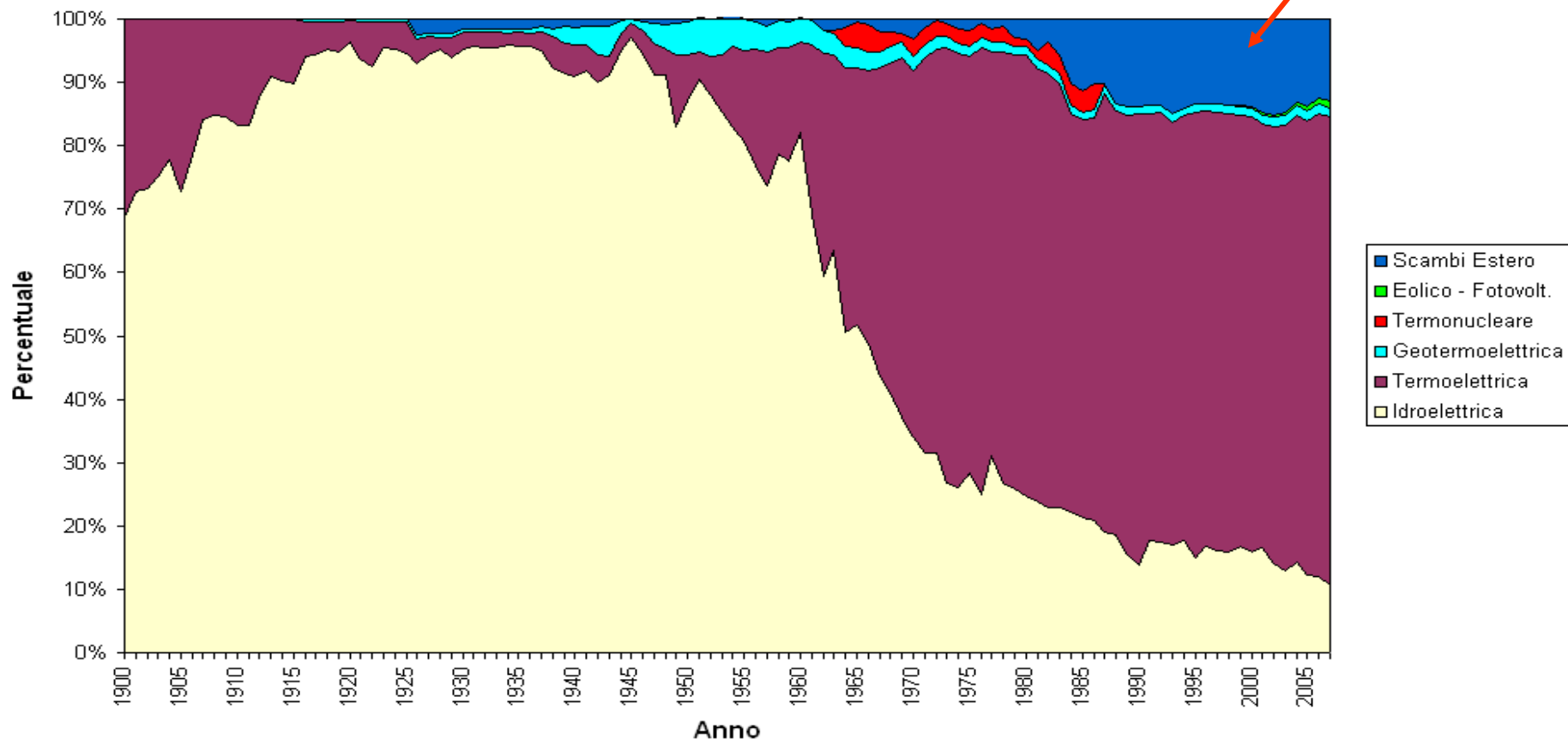
G.ALIMONTI

Energia nucleare in Italia?

Nonostante l'Italia non sia tra le prime dieci nazioni al mondo per fabbisogno elettrico, è di gran lunga il maggior importatore mondiale di elettricità.

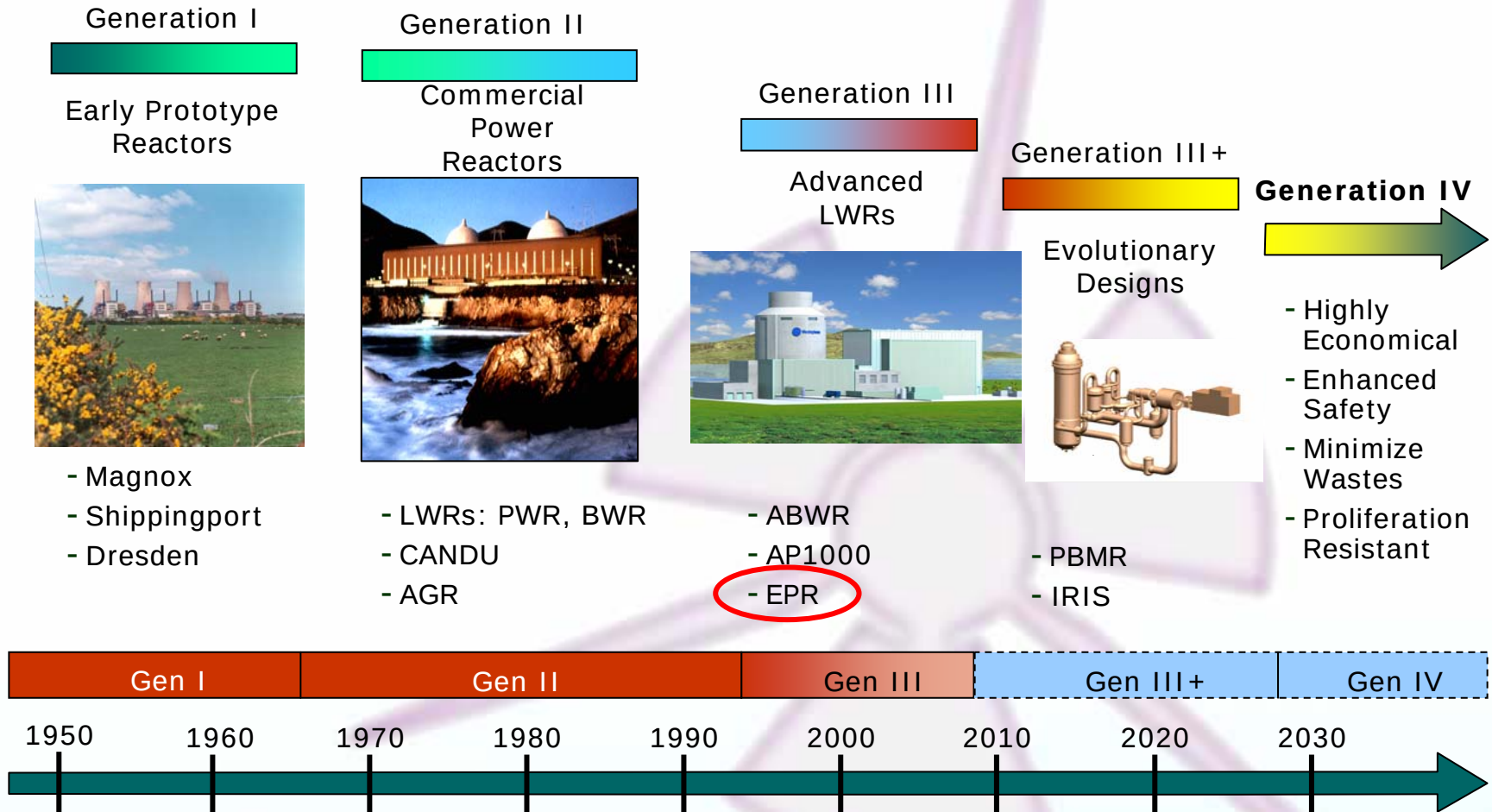
6-7 reattori a pieno regime per Italia

Riepilogo Storico Variazione Percentuale Fonti - Italia



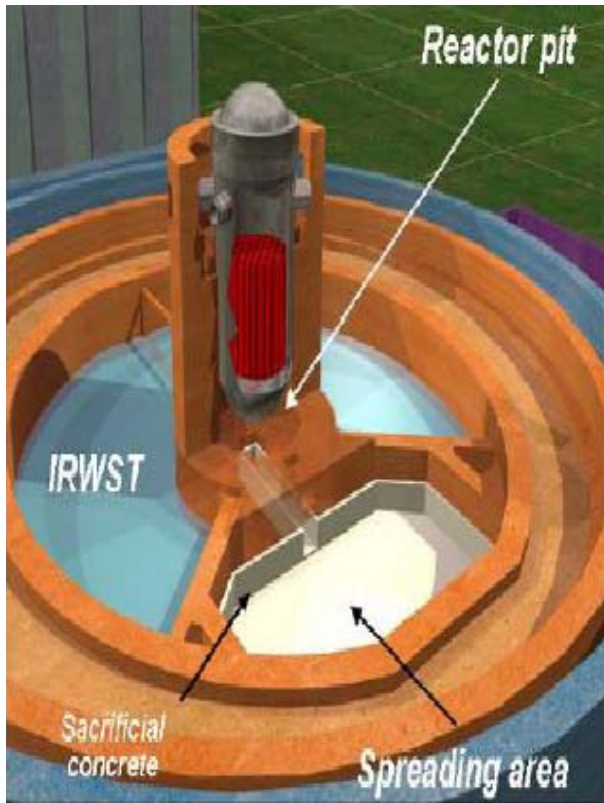
Fissione: sicurezza

Contenendo materiale radioattivo, la sicurezza è stata ed è tutt'ora il fattore più importante nel progettare le centrali:



EPR: sicurezza

Nel caso estremamente improbabile di fusione nocciolo, la massa fusa fuoriesce dal reactor vessel: un'area specifica è destinata al raffreddamento del nocciolo fuso, mantenendo l'integrità e la tenuta del contenitore



- Il contenitore è a doppia parete
- Le eventuali piccole perdite dalla parte primaria vengono raccolte nella zona anulare, aspirate dalla ventilazione e filtrate prima del loro rilascio attraverso il camino
- Il contenitore è progettato per resistere a tutti gli eventi, inclusa la fusione del nocciolo

Riferimenti

- <http://www.who.int> World Health Organization
- <http://www.iea.org/> International Energy Agency
- <http://www.enea.it/> Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente
- <http://www.peakoil.net> Association for the Study of Peak Oil & Gas
- <http://www.ipcc.ch/> Intergovernmental Panel on Climate Change
- <http://www.psi.ch/> Paul Scherrer Institut
- <http://www.mi.infn.it/energiaperfuturo/> L'Energia per il Futuro: Nucleare e Fonti Rinnovabili
- <http://cloud.web.cern.ch/cloud/> CLOUD proposal documents
- <http://www.iea-pvps.org/> IEA Photovoltaic Power Systems Programme
- http://ec.europa.eu/energy/index_en.htm European Commission Energy
- <http://www.gse.it/Pagine/default.aspx> Gestore Servizi Energetici
- <http://www.worldenergy.org/default.asp> World Energy Council
- <http://www.cise2007.eu/> Centro Informazioni Studi Esperienze