



Ritorno al nucleare: bello, ma quasi impossibile

Ernesto Pedrocchi

Rotary Club Milano Giardini

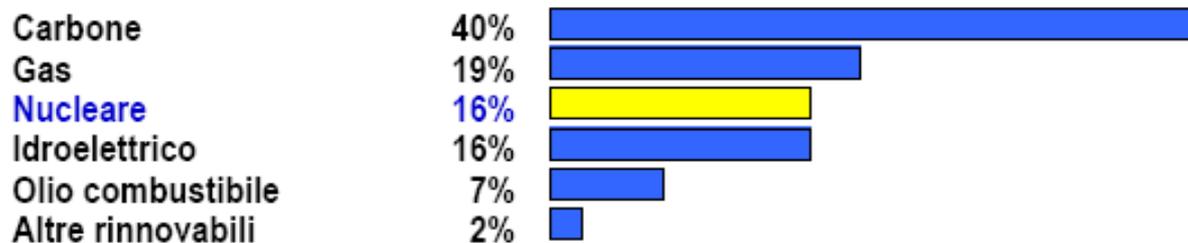
Milano 9-02-09

Parco nucleare e contributo alla produzione di energia elettrica

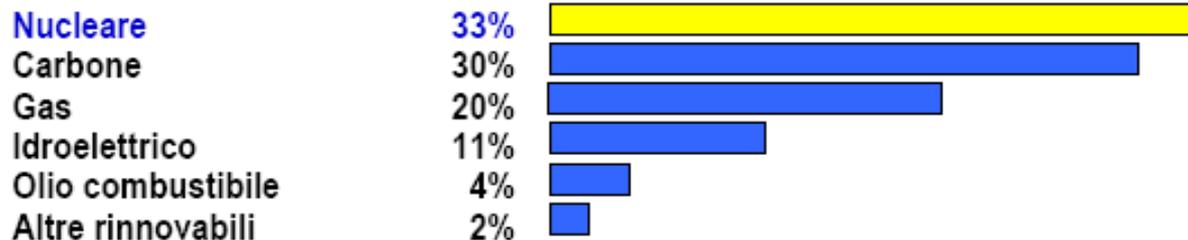
Produzione nucleare 2007		Reattori in esercizio		Reattori in costruzione		Reattori in progetto		Reattori in opzione	
TWh	% Ee	N	MWe	N	MWe	N	MWe	N	MWe
2.608	16	439	371.989	36	29.958	93	101.395	218	192.975

Fonte: IAEA, situazione al 31.05.2008

Contributi alla produzione elettrica nel mondo:



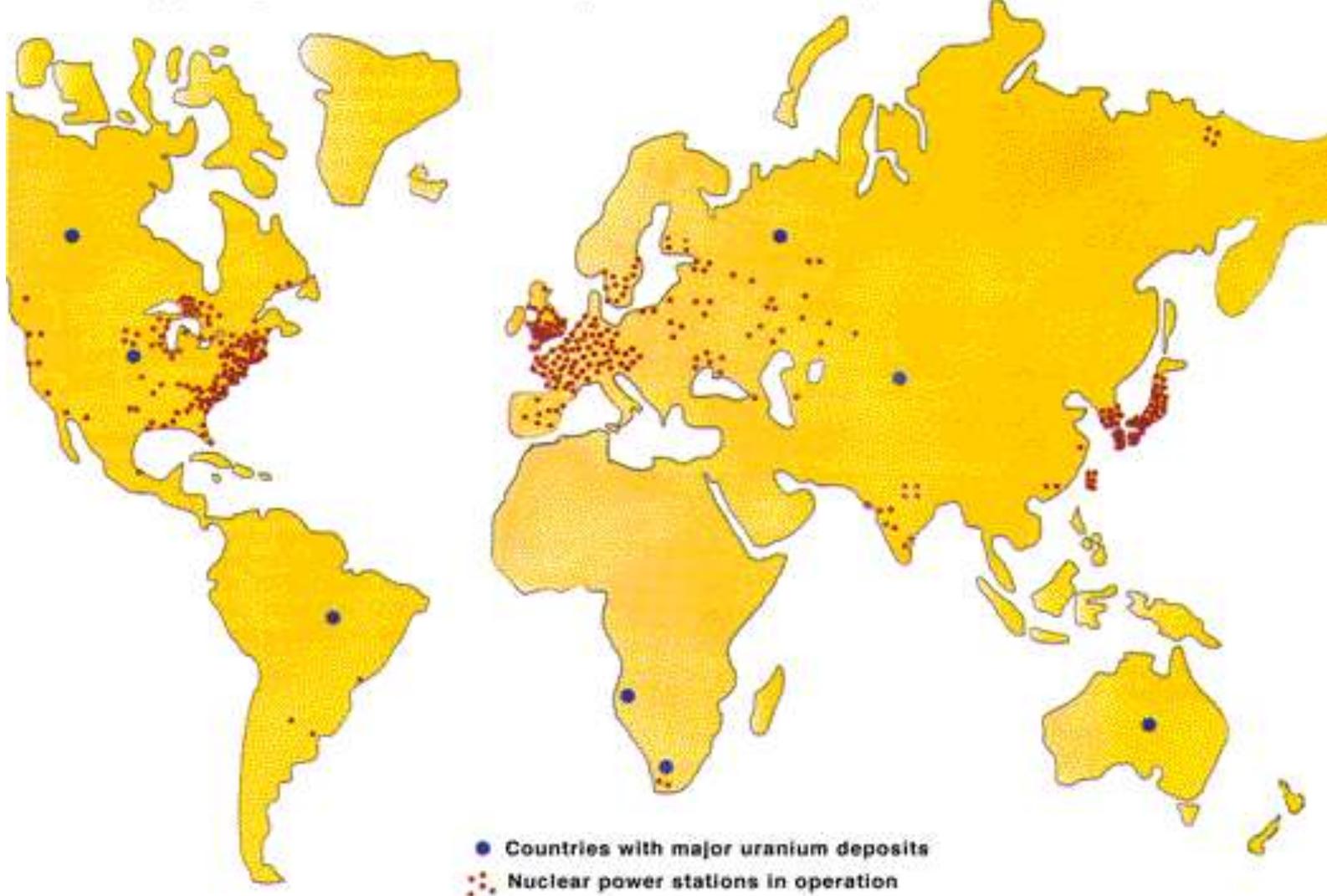
Contributi alla produzione elettrica in Europa (27 paesi):



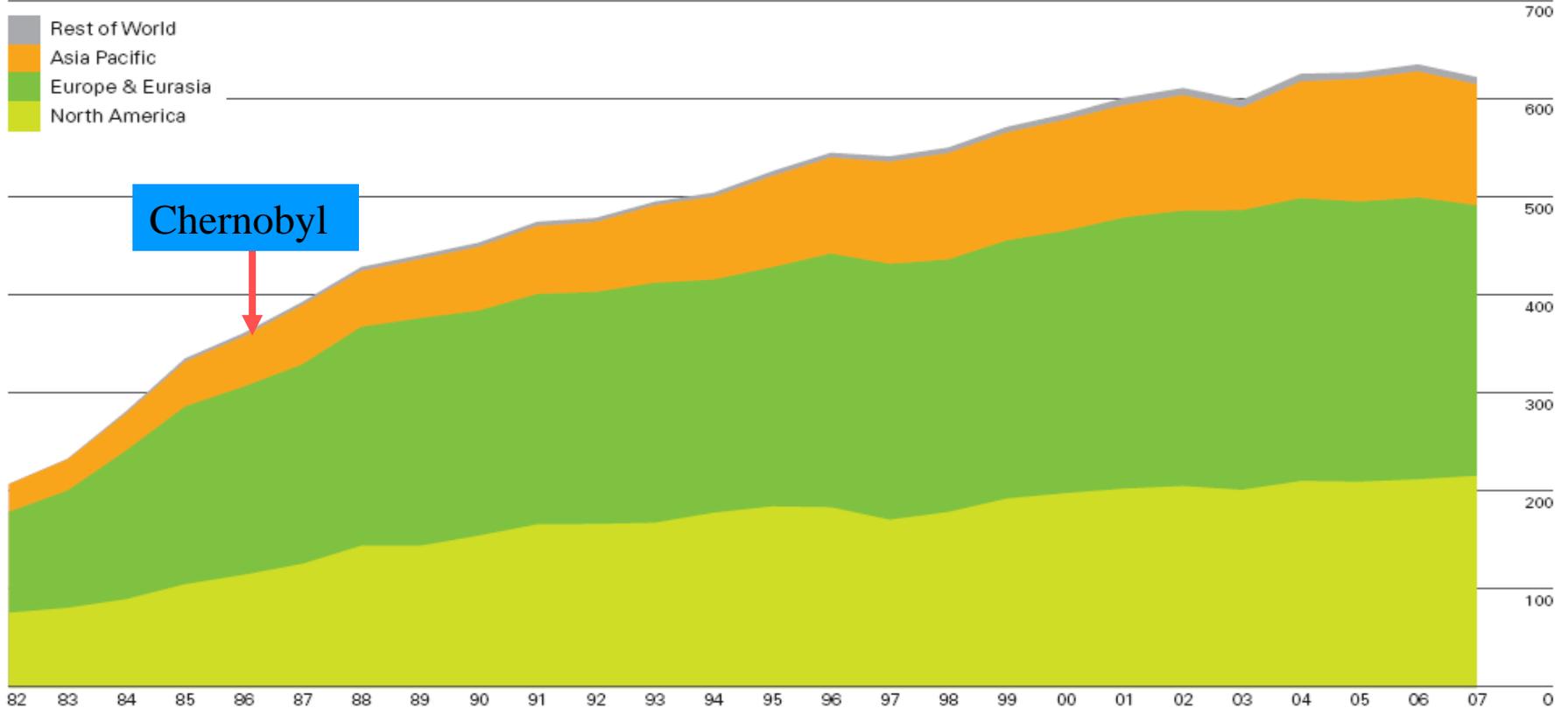


I reattori nucleari nel mondo

Total 435 Operating Nuclear Power Reactors, 30 under construction, end 1998.



Consumption by region
Million tonnes oil equivalent



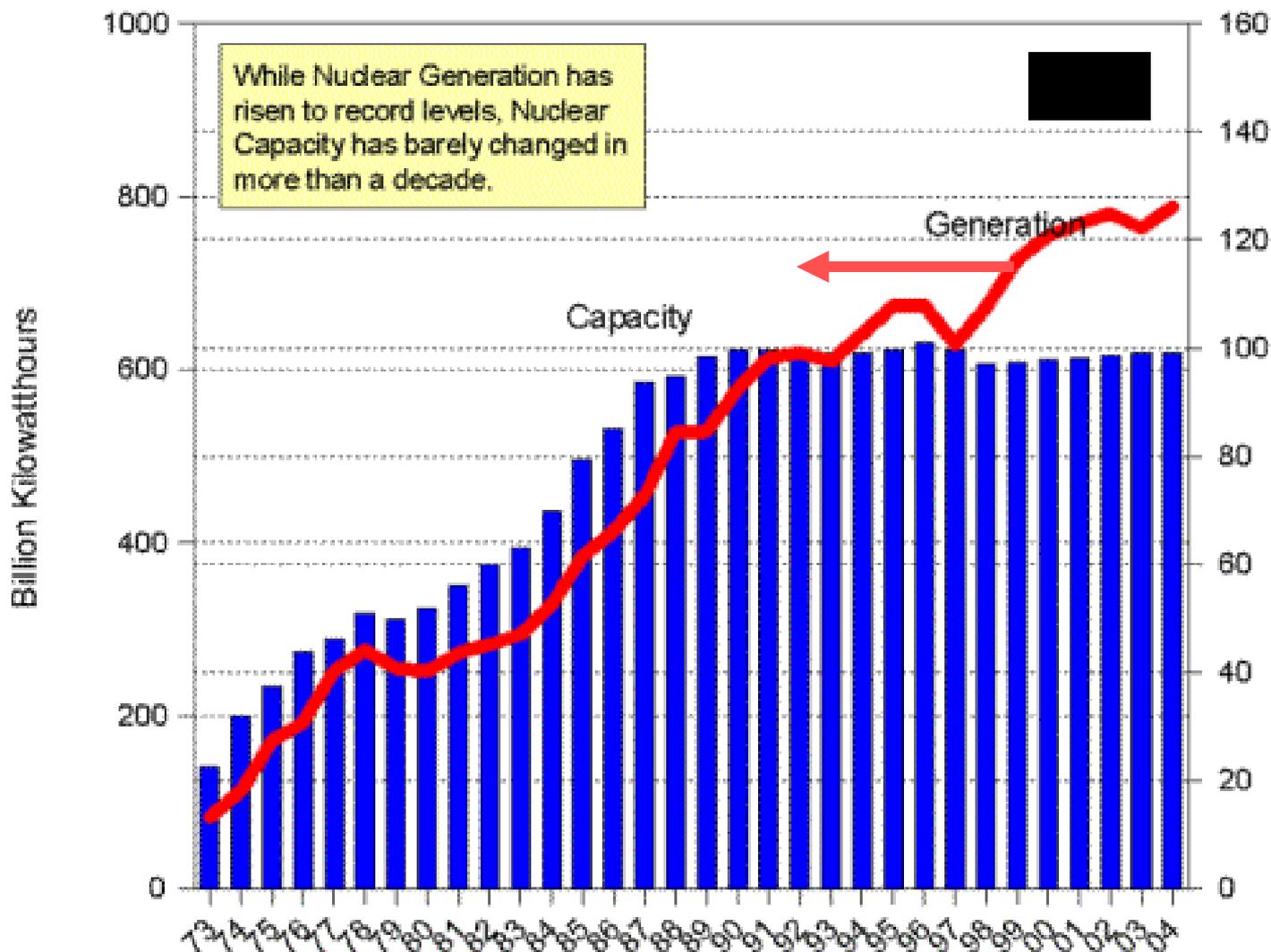
Global nuclear power generation experienced the largest decline on record, falling by 2%. More than 90% of the net decline was concentrated in Germany and Japan.

Dopo Chernobyl aumento del 80% a fronte di un aumento della potenza installata del 40%



La situazione negli Stati Uniti

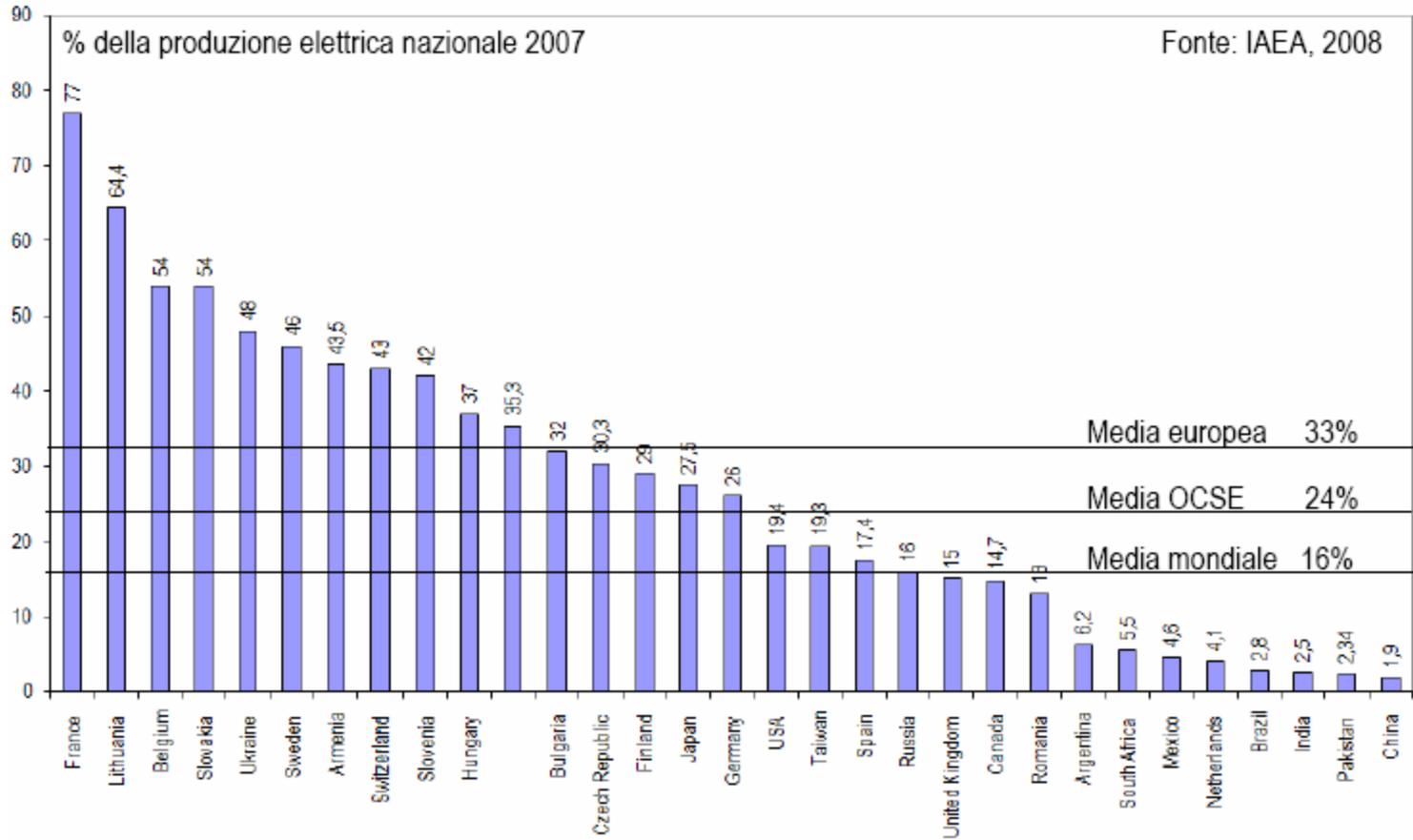
Net Nuclear Generation vs. Capacity, 1973 - 2004





Il contributo dell'EN alla produzione di EE⁶

Contributo alla produzione di energia elettrica nel 2007





1. Compatibilità ambientale

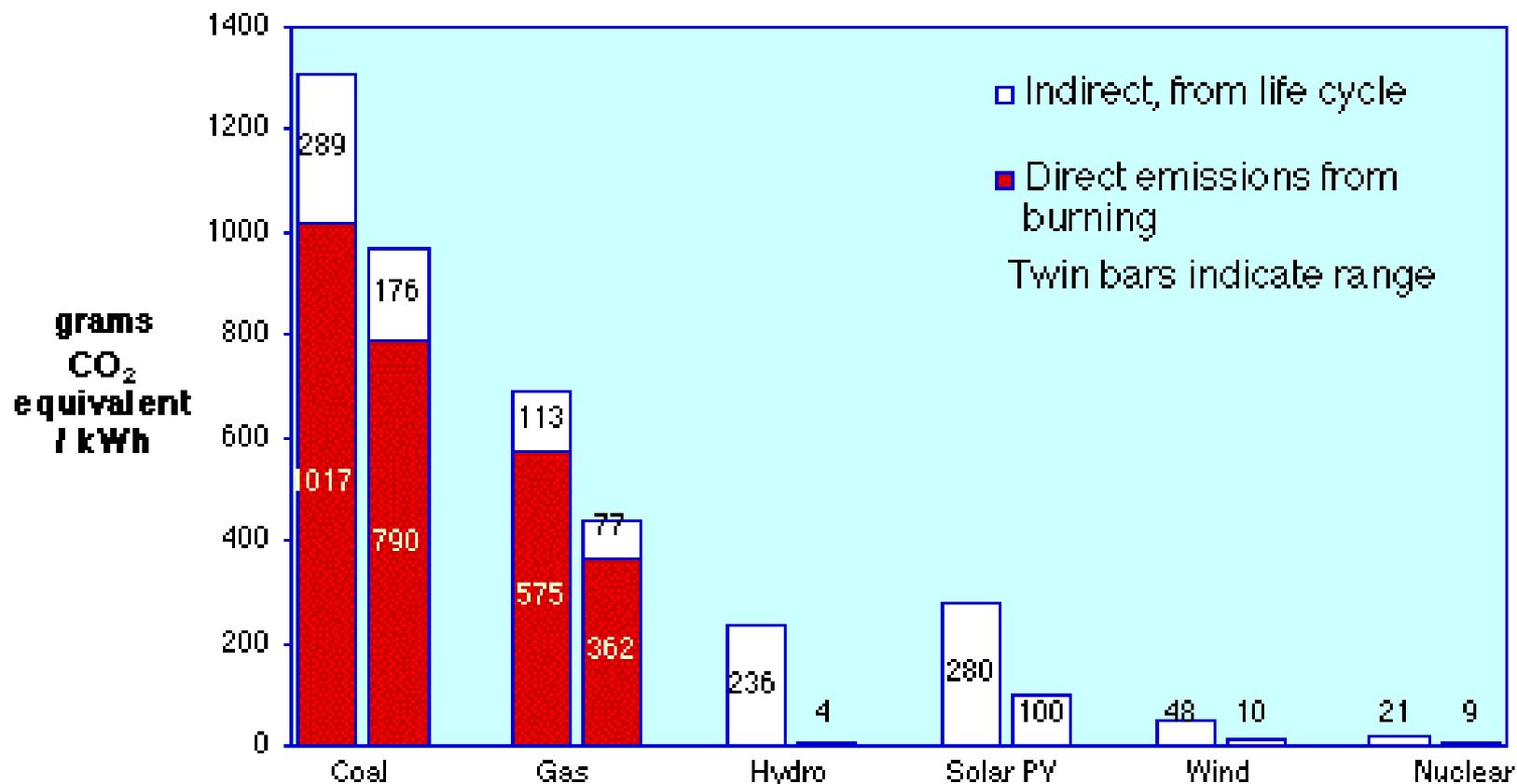
2. Competitività economica

3. Inesauribilità della fonte primaria



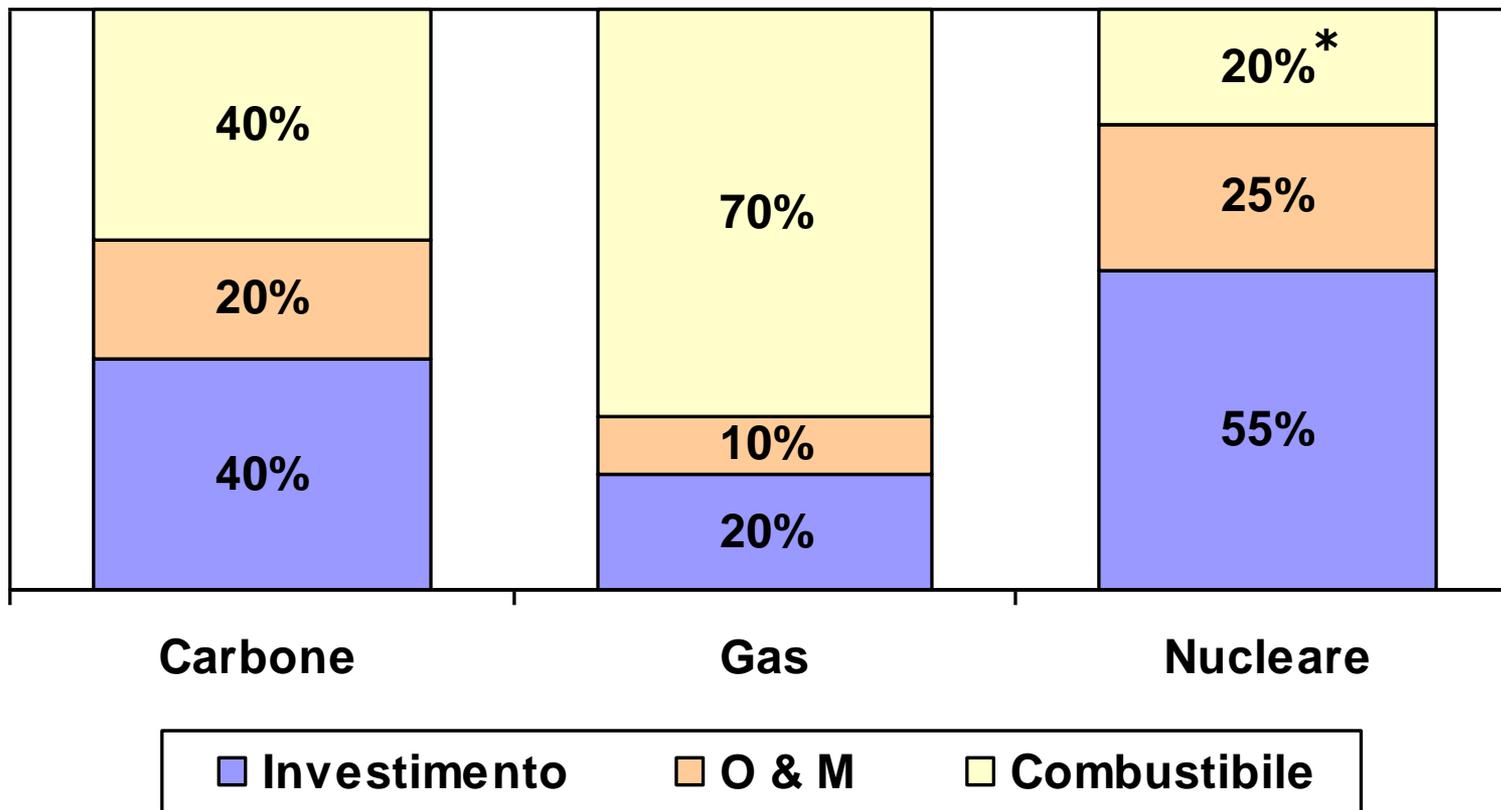
Le emissioni di gas serra

Greenhouse Gas Emissions from Electricity Production





Composizione del costo del kWh (%)



* Il costo dell'uranio incide solo per il 5%.



1. L'uranio è un elemento non abbondante in natura, ma presente quasi ovunque anche se con concentrazioni diverse.
2. Accettando costi di estrazione superiori a quelli correnti, che comportano aggravii modesti sul costo dell'energia prodotta perché il costo dell'uranio incide poco (5%) sul costo dell'energia prodotta, le riserve aumentano significativamente.
3. Con la tecnologia dei reattori nucleari attuali si riesce a sfruttare non più del 1% dell'uranio naturale.
4. E' tecnicamente matura, anche se economicamente non ancora competitiva, la tecnologia dei reattori autofertilizzanti (tra cui i reattori veloci), con i quali si riesce a sfruttare maggiormente (fino a più del 50%) l'uranio naturale, inoltre anche il torio (elemento chimico più abbondante dell'uranio) può contribuire a questo processo di autofertilizzazione.

La fonte nucleare si configura come una fonte praticamente inesauribile



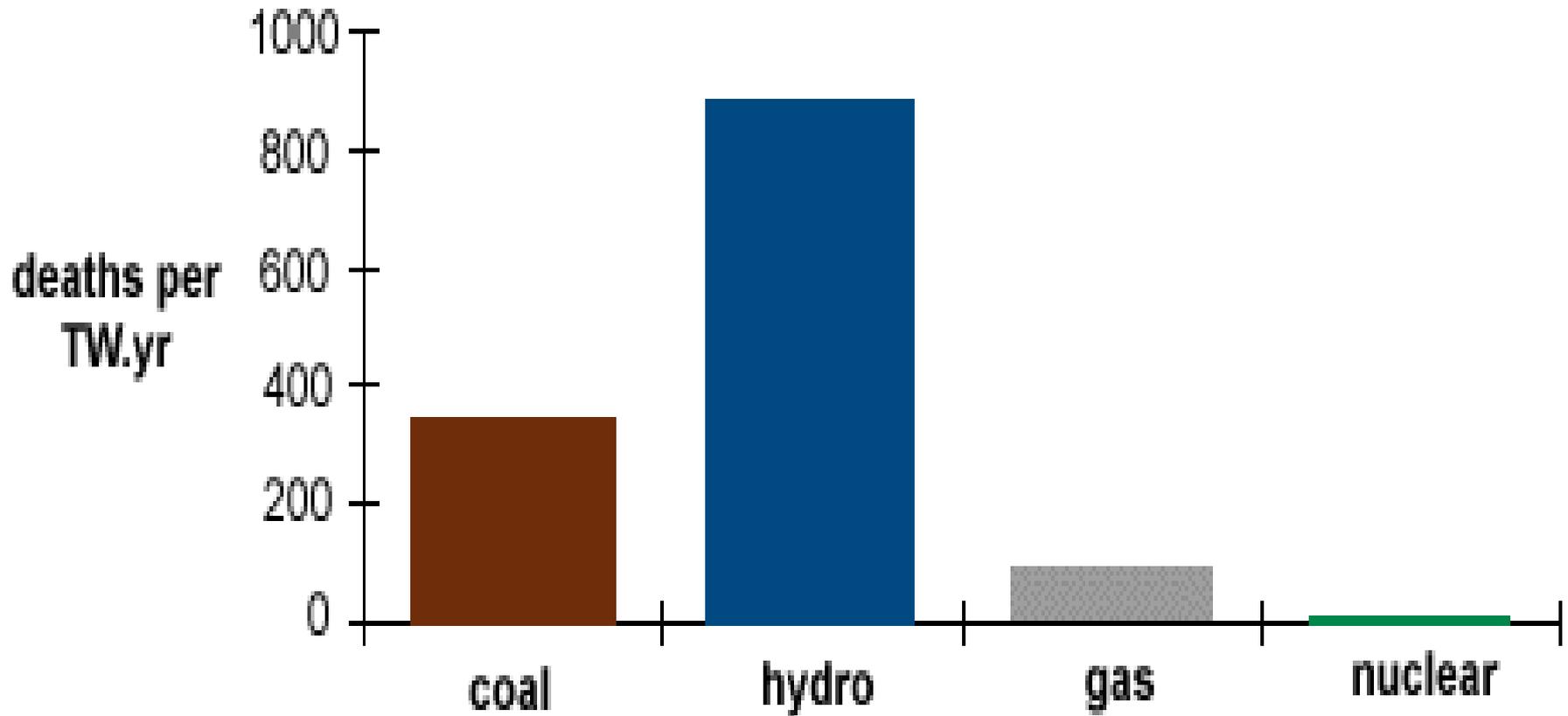
- **La sicurezza**
- **Le scorie radioattive**
- **L'uso perverso**
 - Terrorismo**
 - Proliferazione di armi nucleari**

La sicurezza



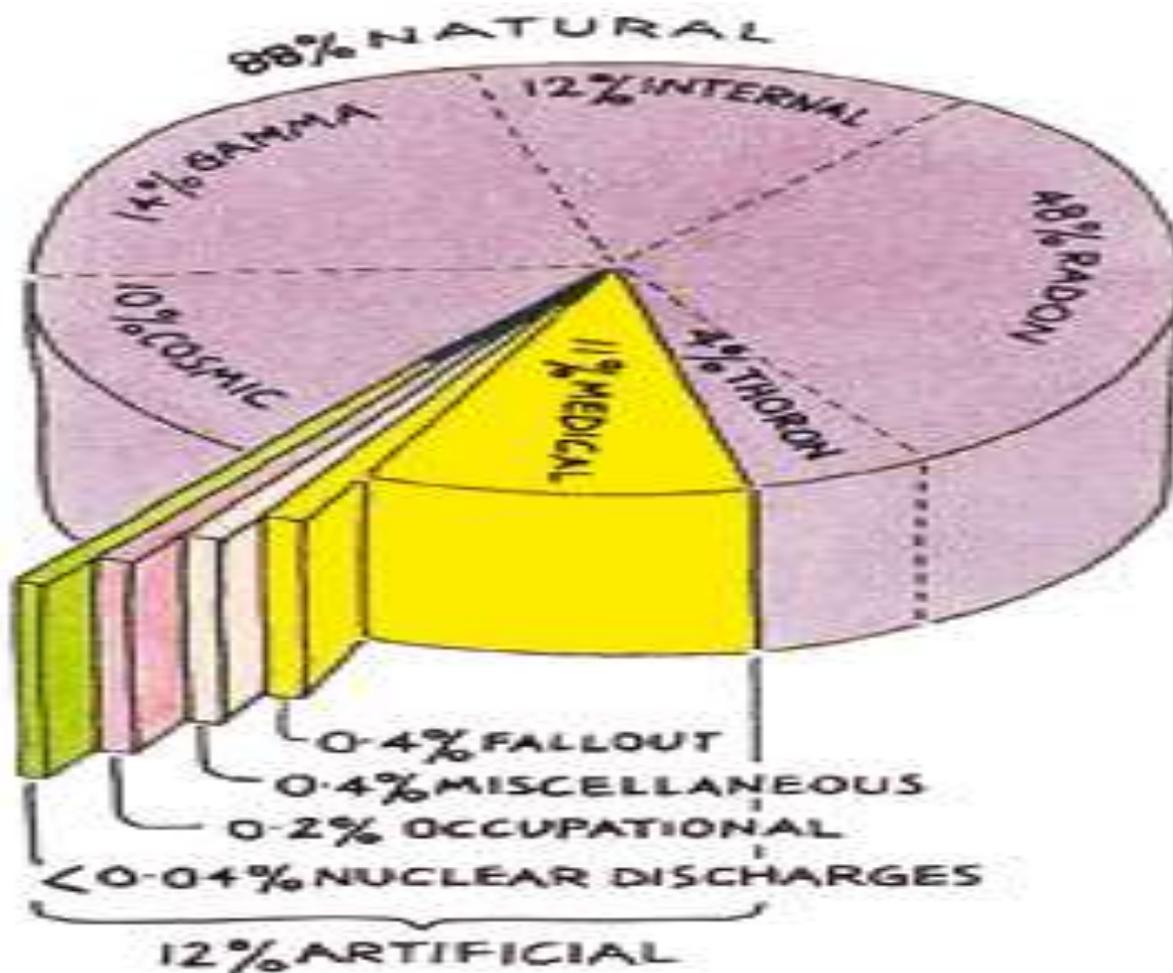
Decessi per TWy per la produzione di energia elettrica¹³

(analisi sul periodo 1970-1992)



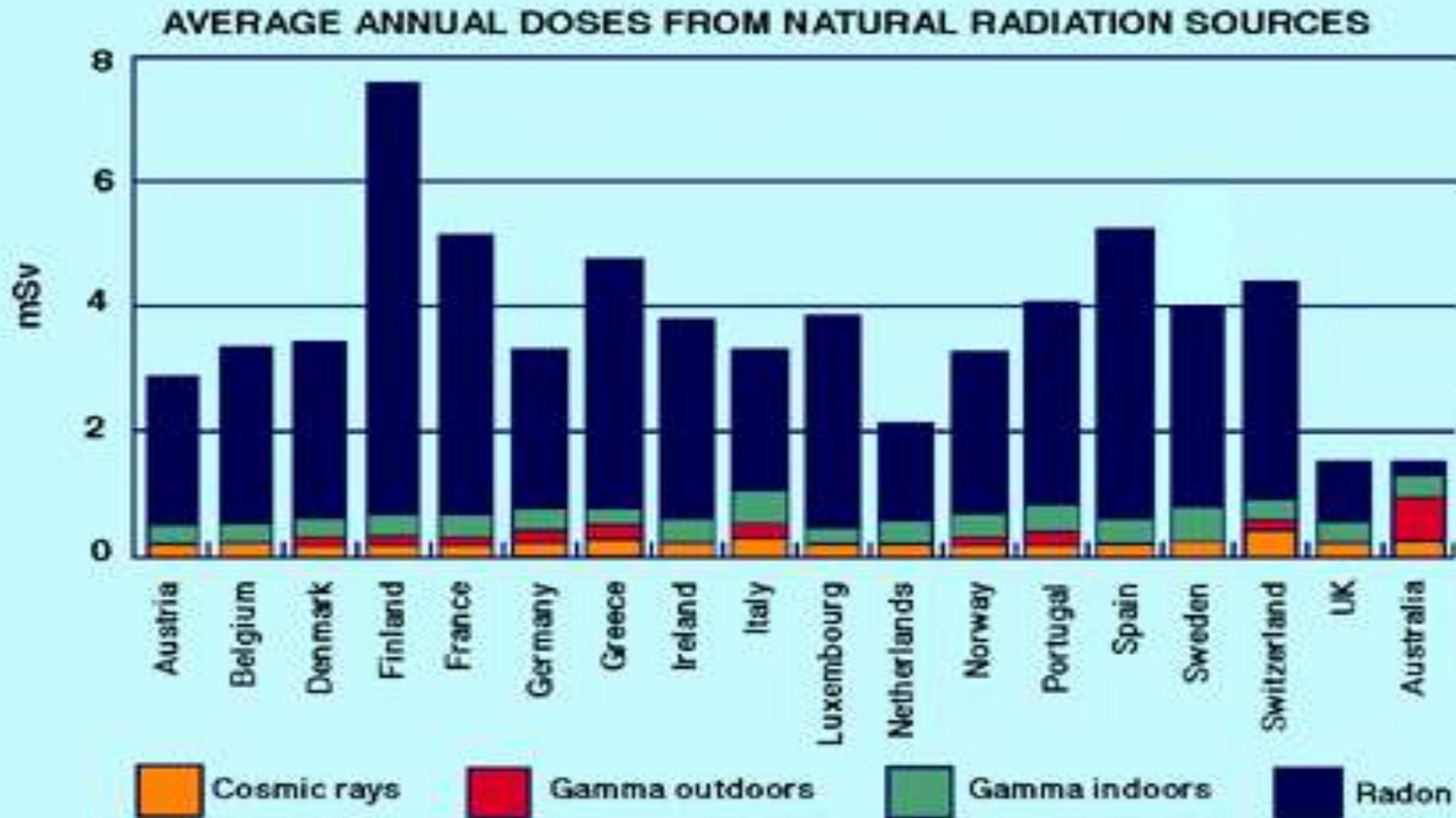


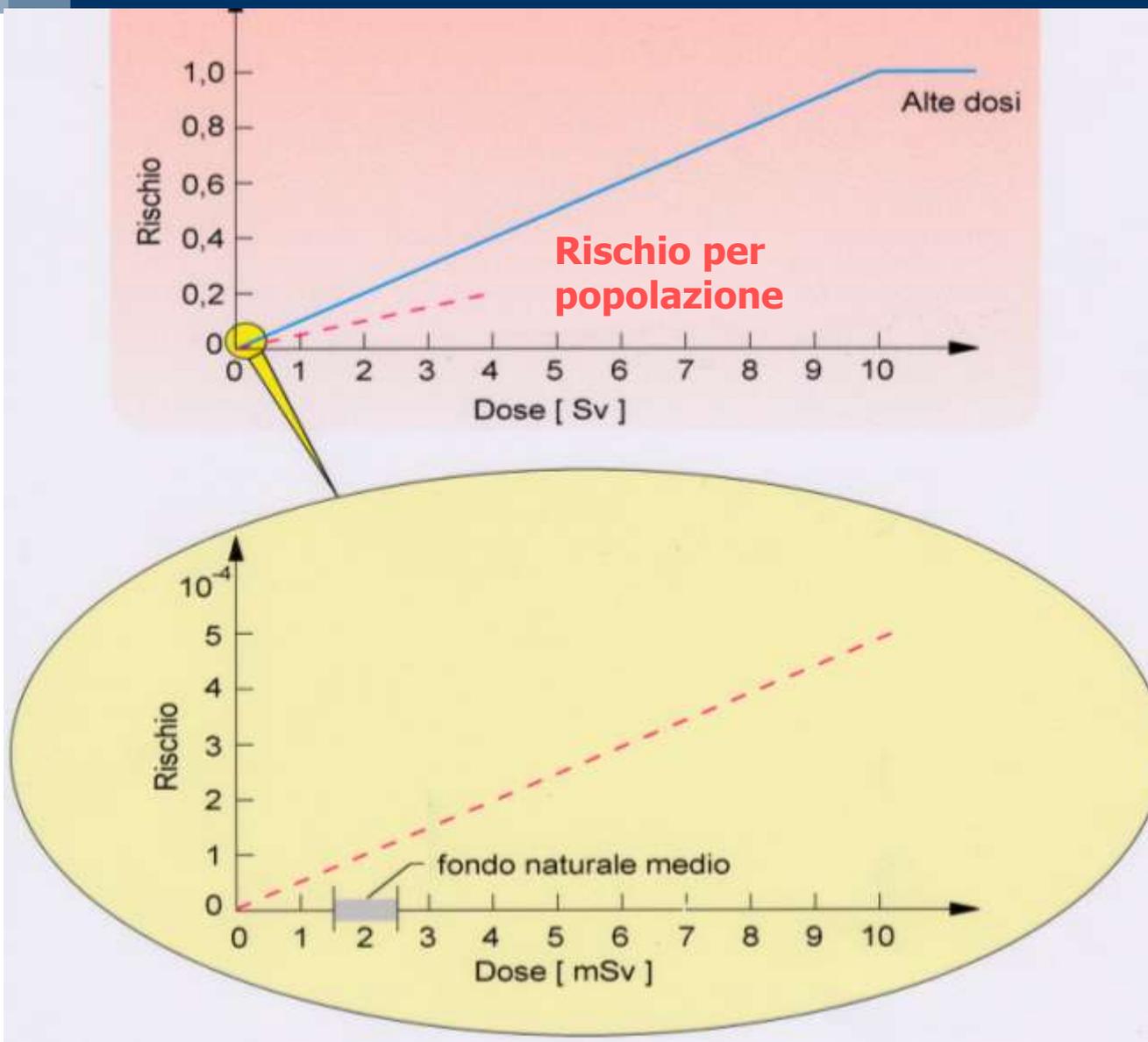
Le sorgenti radioattive agenti sull'uomo





Il fondo di radiazione naturale







“Chernobyl: la vera dimensione dell’incidente”¹⁷

dal documento del Chernobyl Forum- second revised version 2006

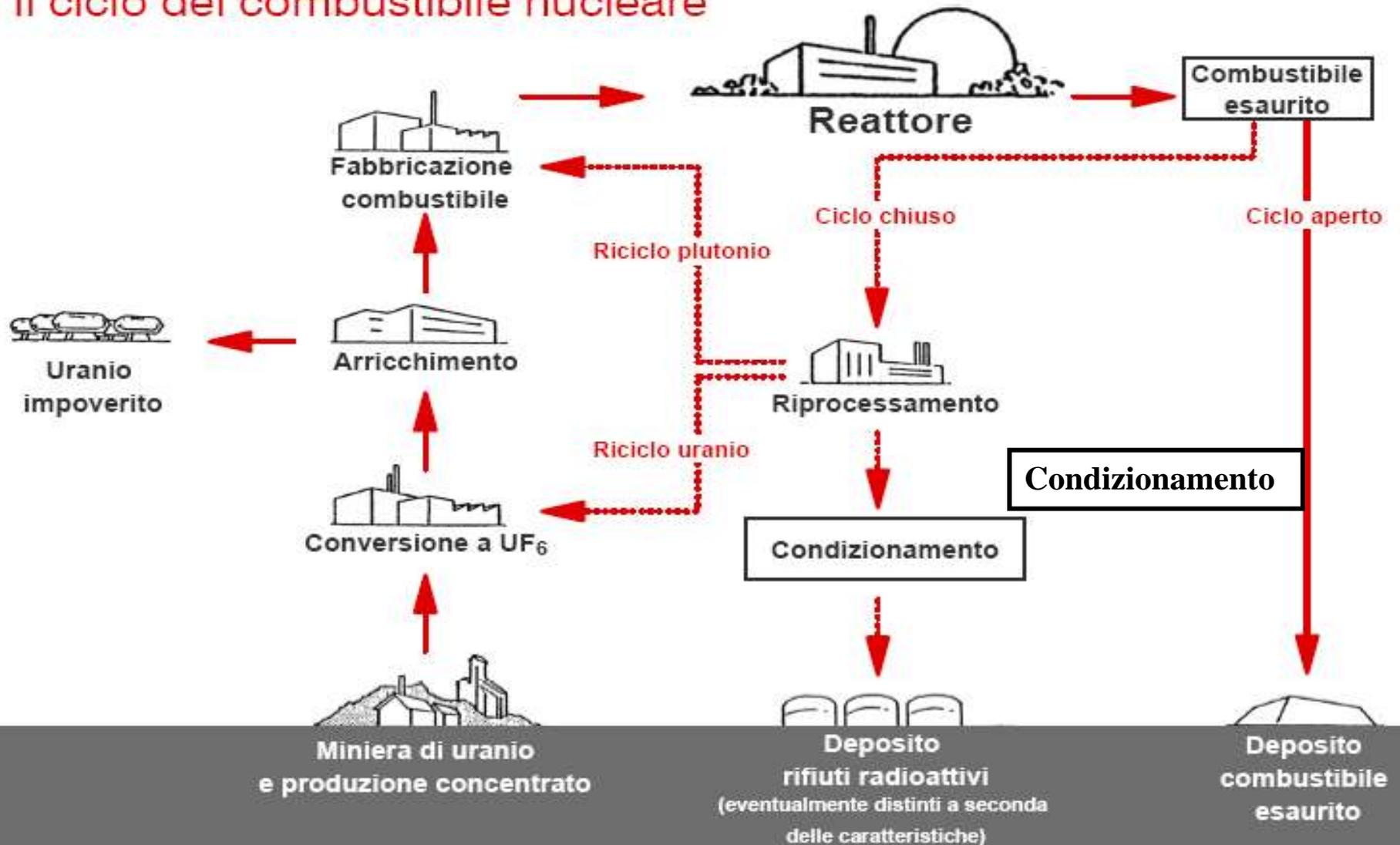
- Finora sessantacinque decessi attribuibili con certezza alle radiazioni
- Liquidatori e staff che hanno ricevuto dosi elevate di radiazioni (200.000 persone) **potenziali 4.000 decessi**
- Accertati 4.000 casi di tumore alla tiroide
potenziali 40 decessi
- Popolazione esposta ($5 \cdot 10^6$) **potenziali 5.000 decessi**
- IARC Popolazione europea dagli Urali all’Atlantico
Totali potenziali massimi 16.000 decessi



Le scorie radioattive

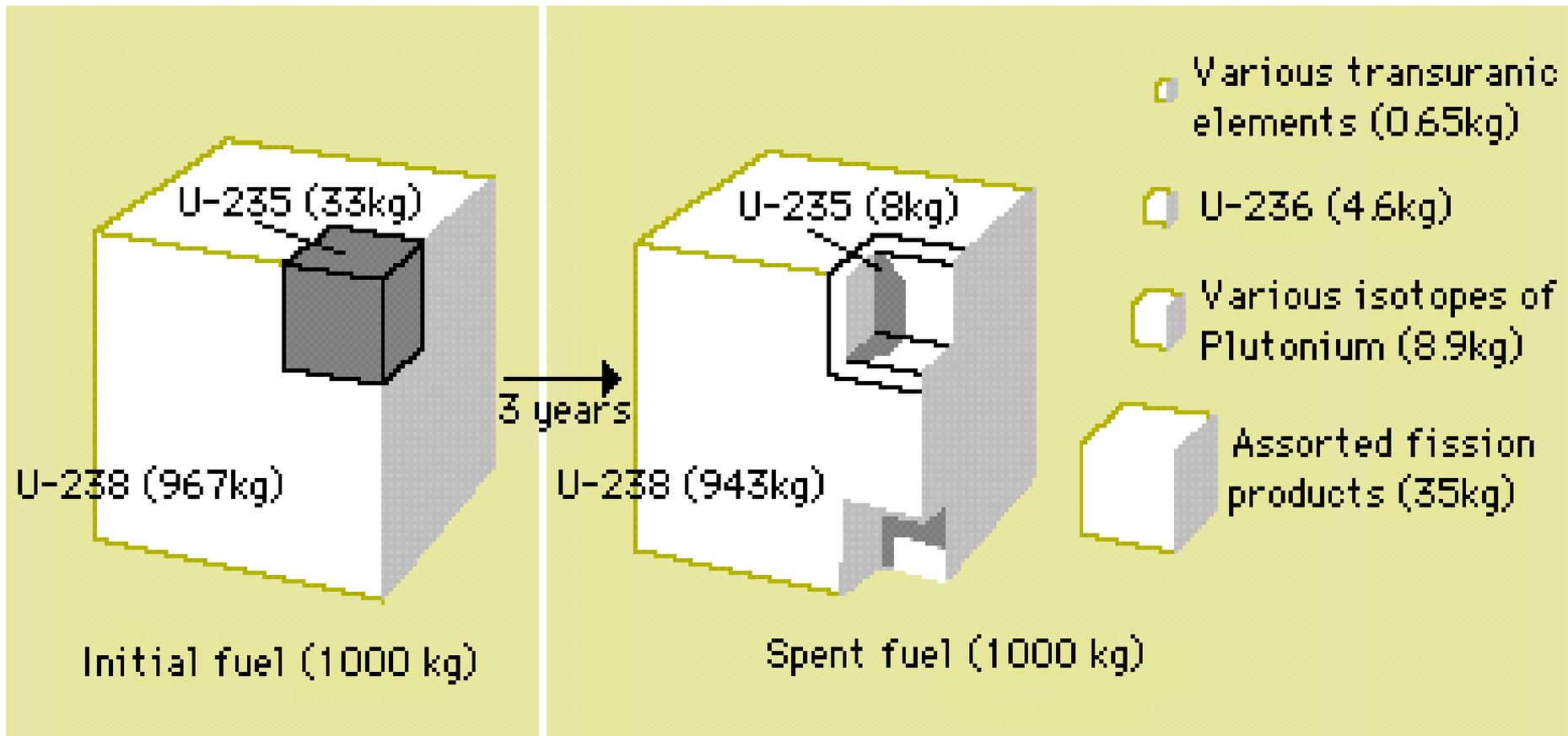


Il ciclo del combustibile nucleare





L'evoluzione della composizione del combustibile²⁰





Un reattore da 1000 MW produce ogni anno, nel caso di ciclo chiuso, scorie per un volume di circa 5 m^3

1000 reattori ne producono 5.000 m^3

1000 reattori per 100 anni di funzionamento ne producono 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 $\sim 1.500.000 \text{ m}^3$





- **Gli attentati ad impianti nucleari**
- **La proliferazione delle armi nucleari**
Fuel cycle proliferation resistant



Obiettivi dei terroristi

Aerei

Navi

Oleodotti e gasdotti

Impianti petroliferi

Edifici (grattacieli)

Metropolitane e treni

Scuole, luoghi di culto e spettacolo

Finora mai impianti nucleari

Il problema più critico è la possibile proliferazione di armi nucleari



Per costruire bombe nucleari ci vuole U^{235} (con arricchimento $> 25\%$) o Pu^{239} (con arricchimento $> 90\%$)

- **Il primo si ottiene arricchendo l'uranio naturale, è un processo non direttamente legato agli impianti di potenza.**
- **Il secondo si ottiene trasmutando l' U^{238} in appositi reattori di potenza o con opportune sofisticate apparecchiature e separando il Pu^{239} ottenuto (non è facile).**

Il Trattato di non proliferazione NPT



Il mondo non può rinunciare all'energia nucleare:

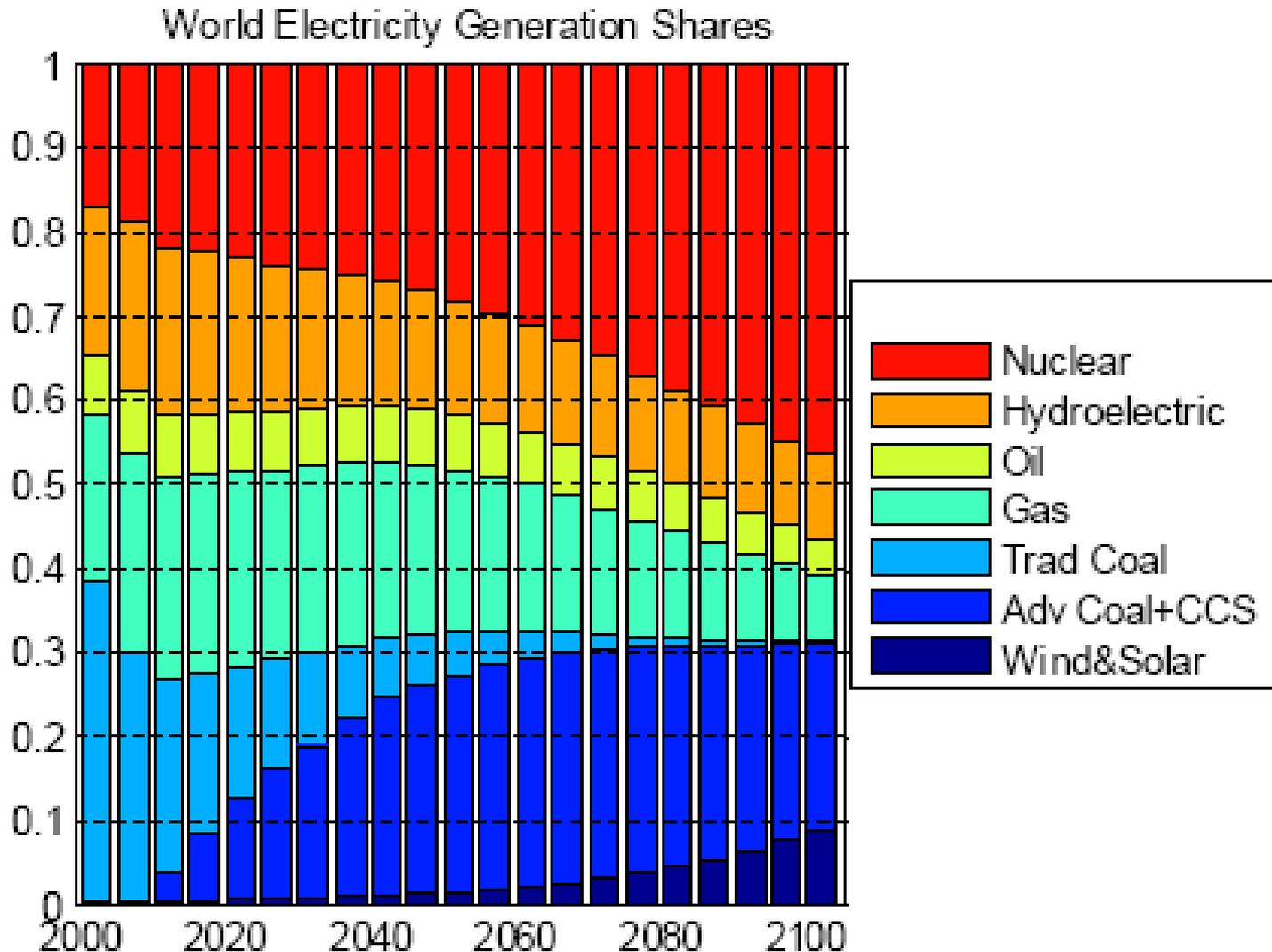
- **1- Per mancanza di valide alternative al soddisfacimento dei fabbisogni energetici**
- **2- Per contrastare sospetti effetti climatici**

Dove si può sviluppare? Solo dove vige

- **1- un controllo centralizzato delle politiche energetiche**
- **2- con programmazione a lungo termine**
- **3- con certezza delle procedure autorizzative**

L'energia nucleare sarà la fonte del futuro







Il caso Italia



I vantaggi che avrebbe l'Italia dal rientro nel nucleare

1. Diversificazione del mix di fonti energetiche;
 2. Riduzione emissioni di CO₂ antropica;
 3. Costi dell'energia elettrica, in prospettiva, minori;
 4. Opportunità di lavoro per qualificate industrie italiane.
- Negli ultimi 30 anni sono stati spesi più di 50 G€ per le energie rinnovabili e assimilate. In alternativa avremmo potuto costruire 15 reattori da 1000 MW
 - **L'ostacolo grave è la mancanza di consenso pubblico**



I primi passi per il rientro dell'Italia nel nucleare

- **Bonifica della pubblica opinione**

Valori medi dei sondaggi 2008 favorevoli 54% contrari 39%

2. Riattivare l'attività di controllo (in sinergia con l'Europa)

3. Ricreare le competenze necessarie

- **Mantenere presidi nell'ambito della ricerca e delle Università che mantengano contatti internazionali**
- **Favorire le utilities (di "nascita" italiana) che sono attive nel settore nucleare**
- **Favorire le industrie italiane che operano in campo nucleare**

Grazie a tutti per l'attenzione