



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



# **NUCLEARE? Forse.**

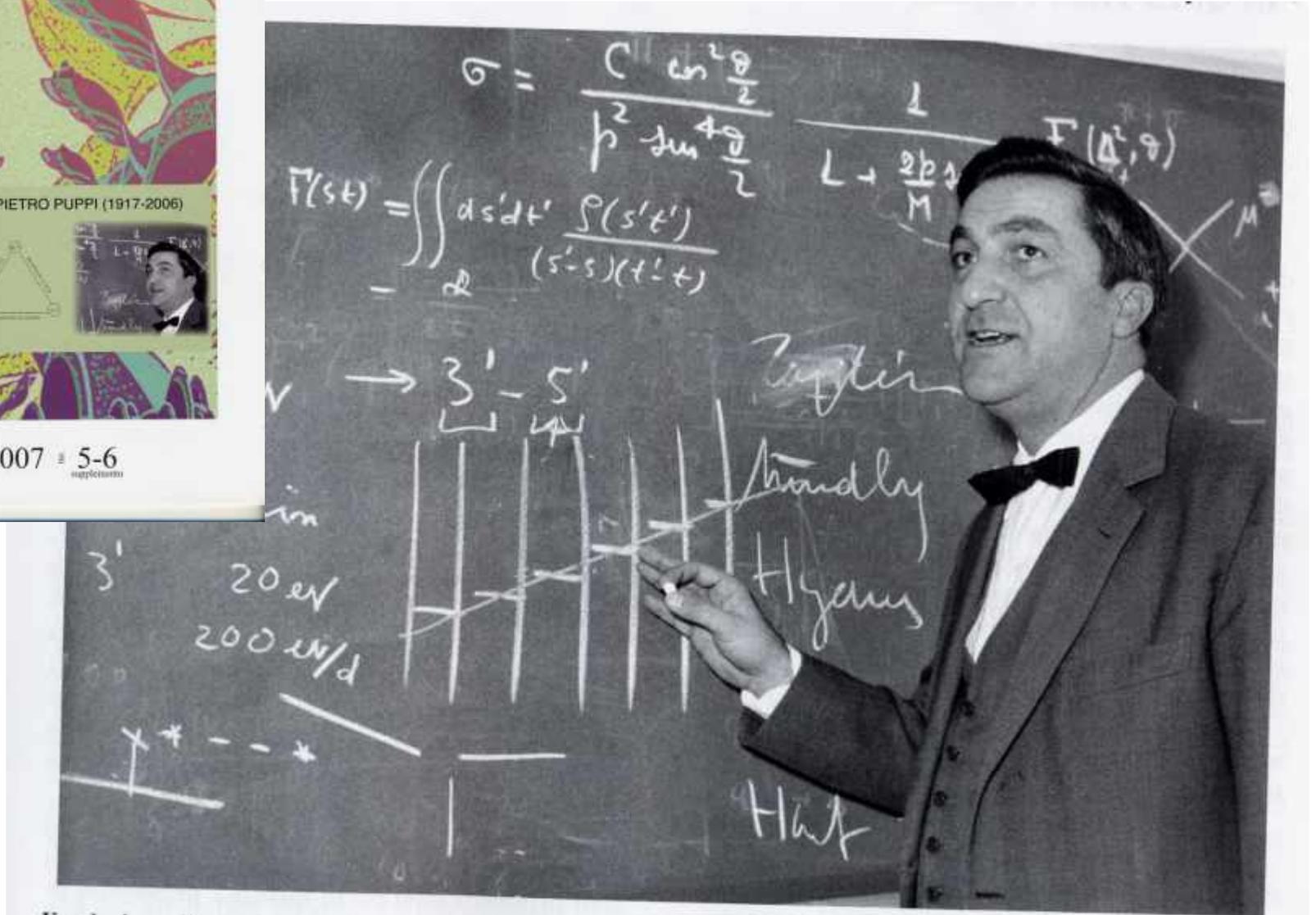
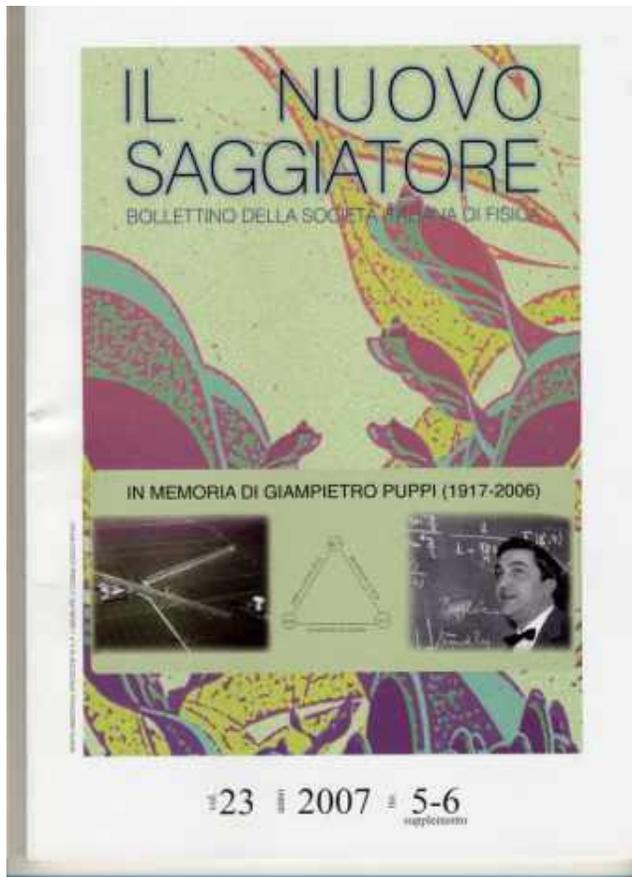
**Ma l'uranio e le scorie radioattive?  
Problemi e prospettive per il nostro paese.**

**di  
Franco Casali**

Colloquio di Facoltà, Bologna – 29 Aprile 2009

*Grafica a cura di Rosa Brancaccio*

**<http://www.xraytomography.com>**



**Franco Casali – "Nucleare? Forse...", Colloqui Di Facoltà, Bologna 29-4-2009**



***Franco Casali – "Nucleare? Forse...", Colloqui Di Facoltà, Bologna 29-4-2009***



***Franco Casali – "Nucleare? Forse...", Colloqui Di Facoltà, Bologna 29-4-2009***

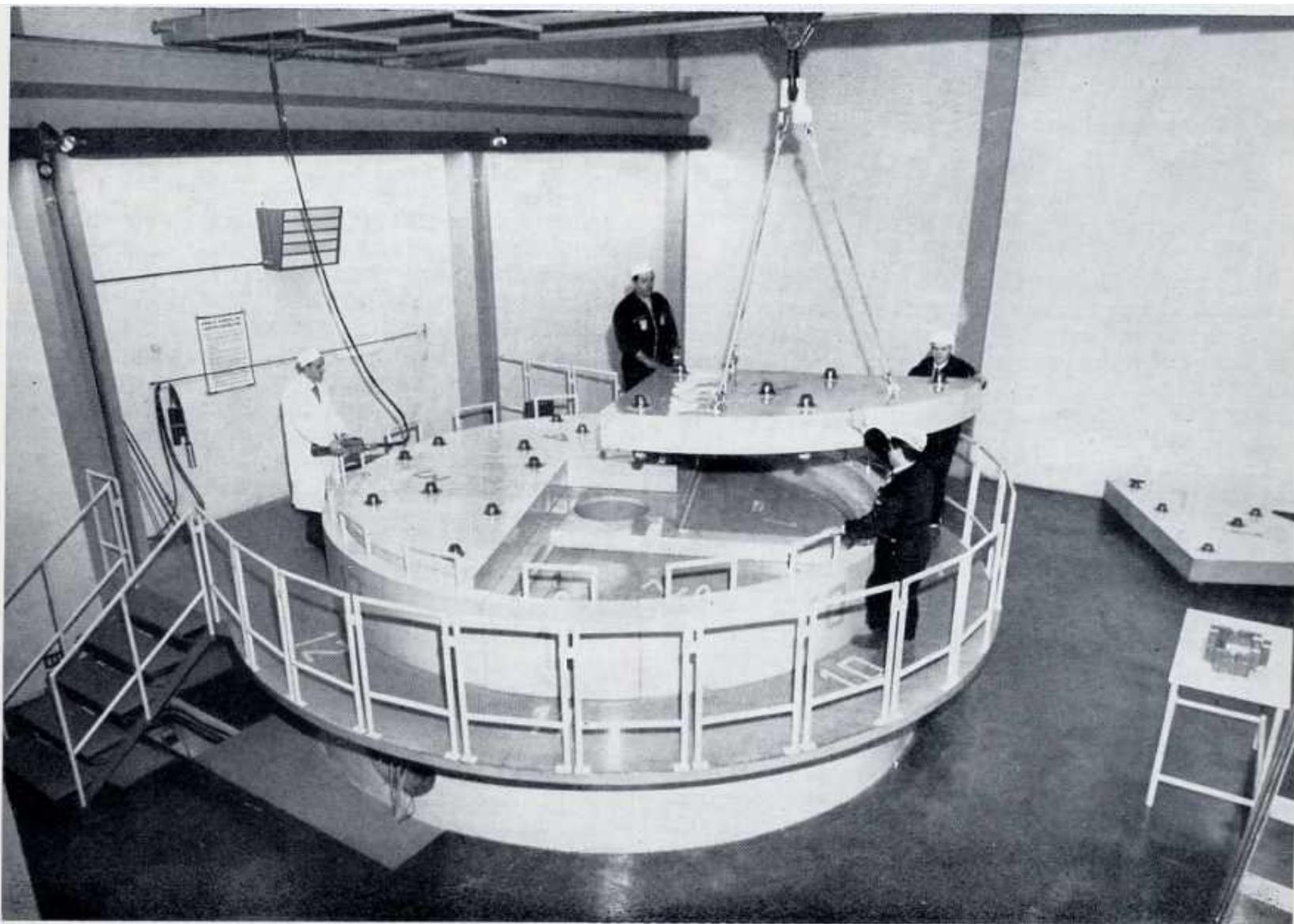
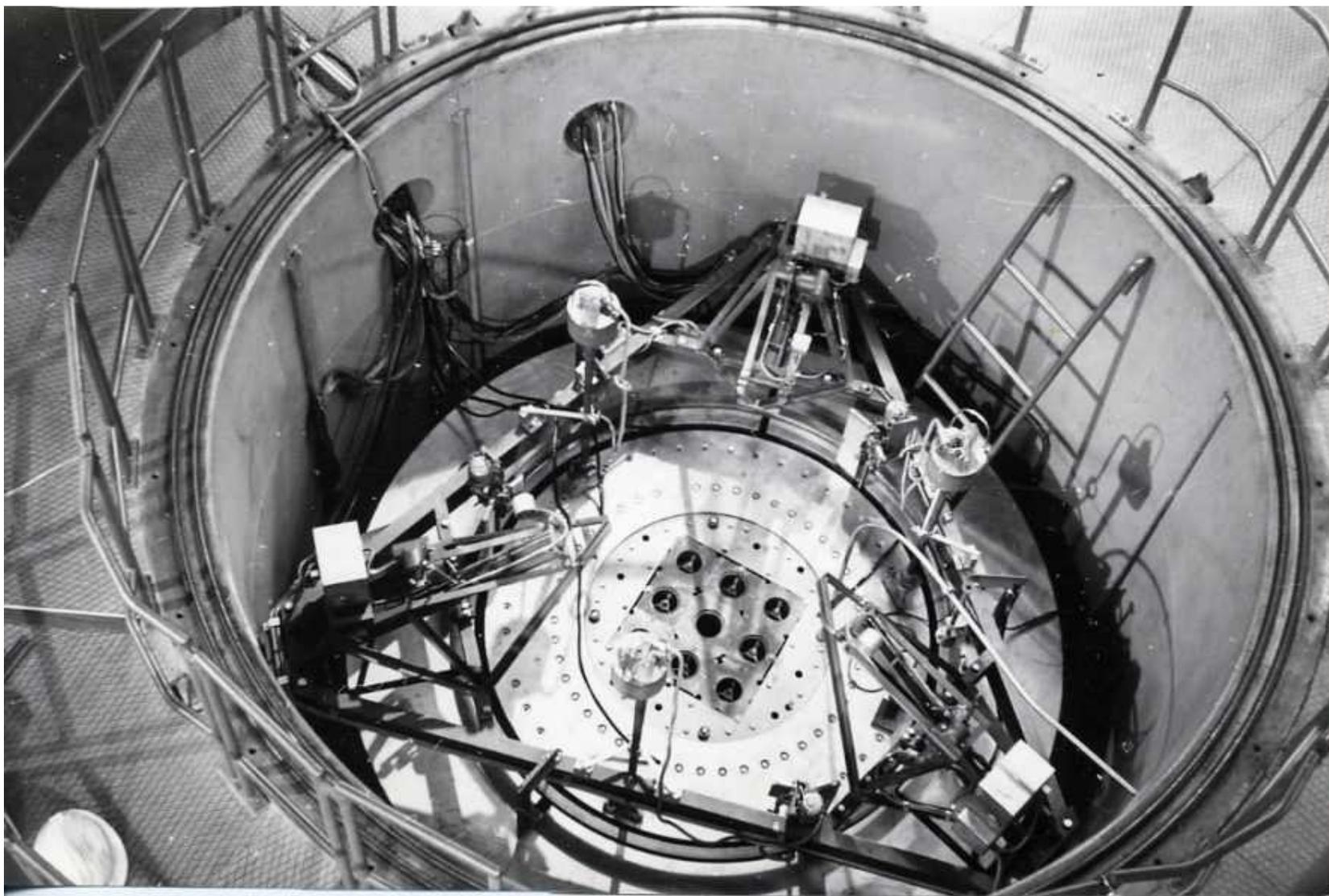
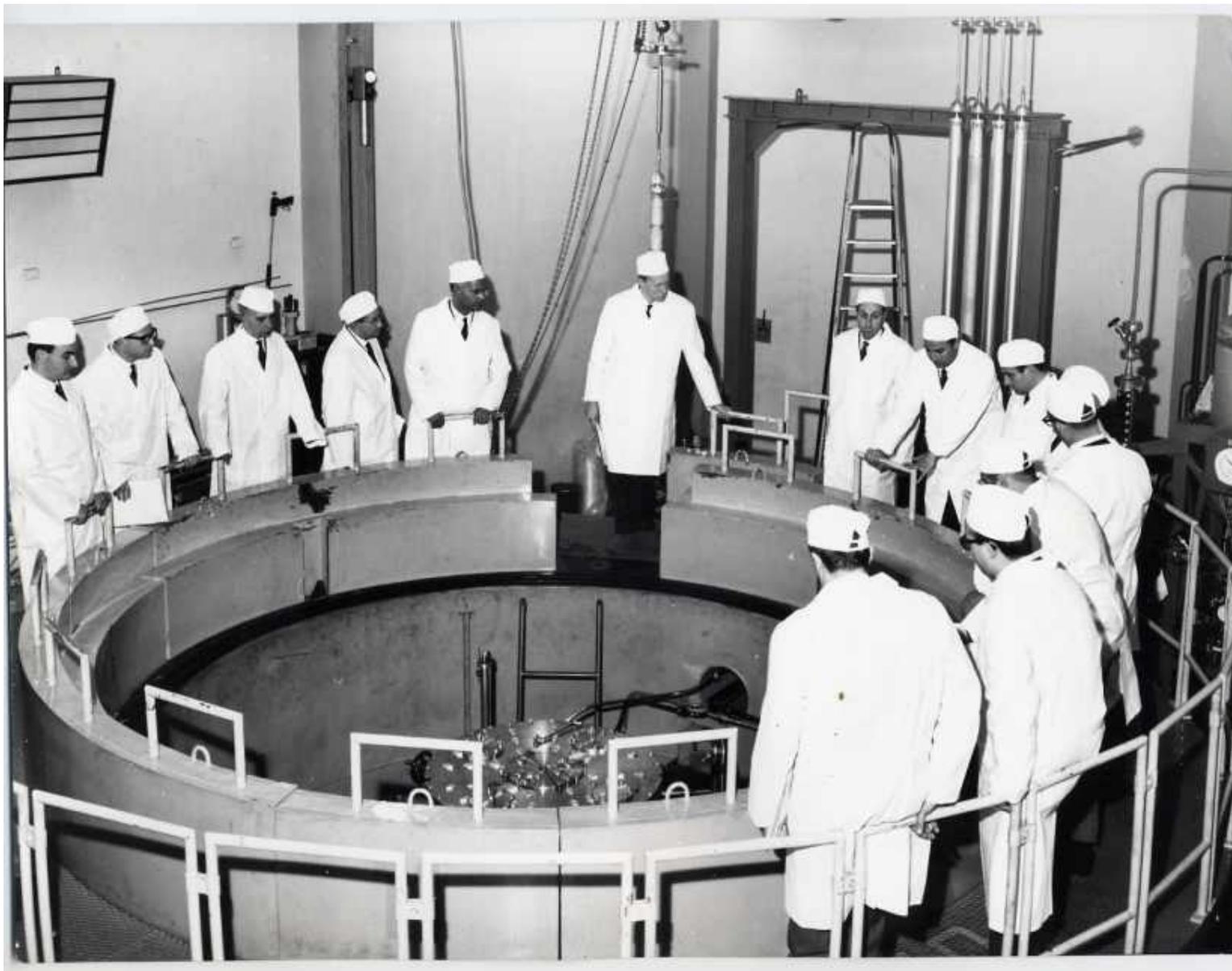


Fig. 5 - Veduta completa della sala reattore RB-1

## Sala Reattore RB1



RB1 con reticolo del reattore di Latina

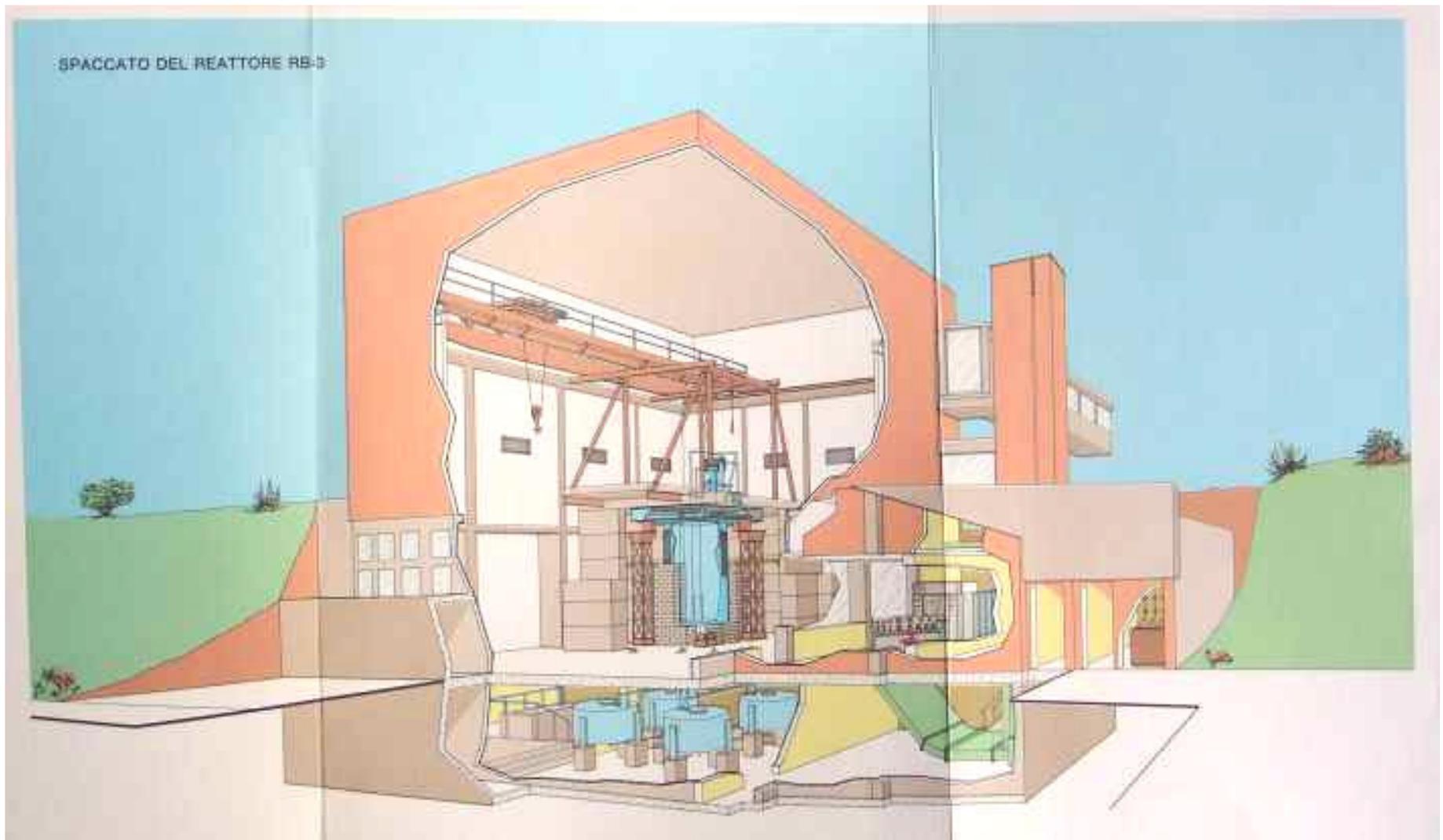


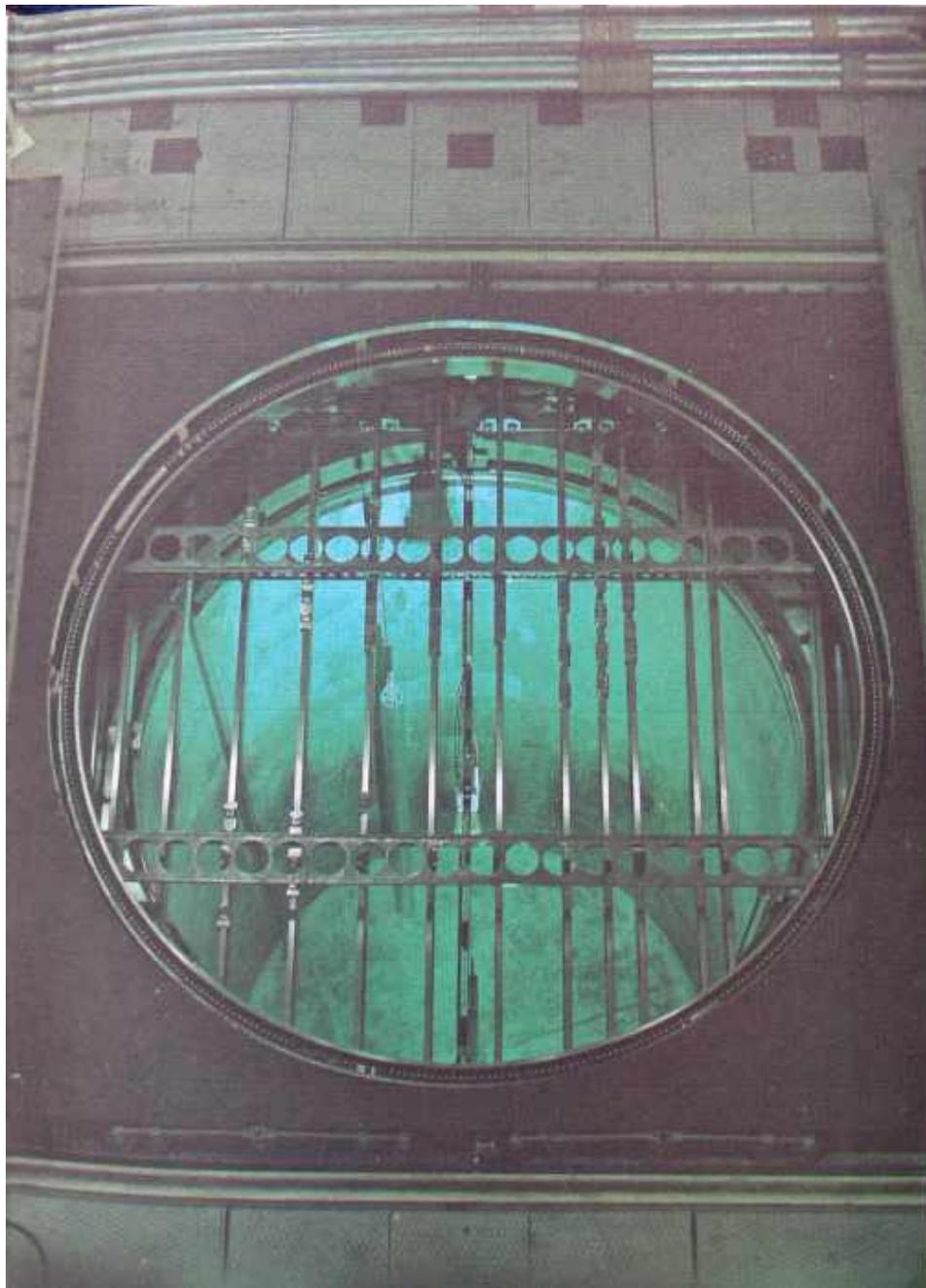
Giornalisti in visita al reattore RB1 (1972)



Il nocciolo del reattore RB-1

Reattore RB1  
Studio di reticoli di  
reattori ad acqua pesante  
con Pu e Th





***Franco Casali – "Nucleare? Forse...", Colloqui Di Facoltà, Bologna 29-4-2009***



PROGRAMMA REATTORI AD ACQUA PESANTE (PROGRAMMA GIRENE-CNEN)

***Franco Casali – "Nucleare? Forse...", Colloqui Di Facoltà, Bologna 29-4-2009***



Presidente della Repubblica, Leone, in sala controllo RB3 (1973)

*Franco Casali – "Nucleare? Forse...", Colloqui Di Facoltà, Bologna 29-4-2009*



Presidente della Repubblica, Leone, sul top del reattore (1973)

RB3

*Franco Casali – "Nucleare? Forse...", Colloqui Di Facoltà, Bologna 29-4-2009*

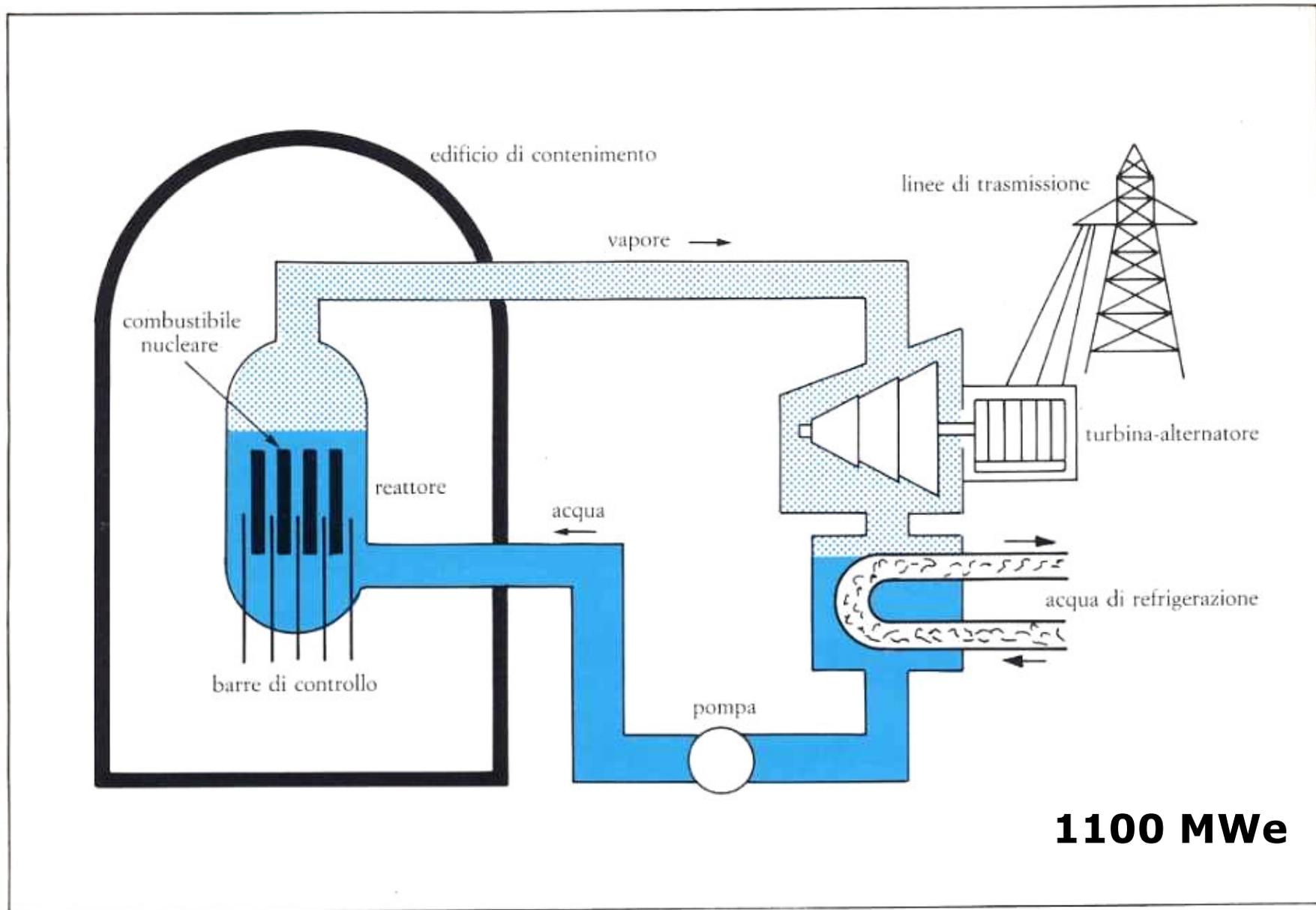
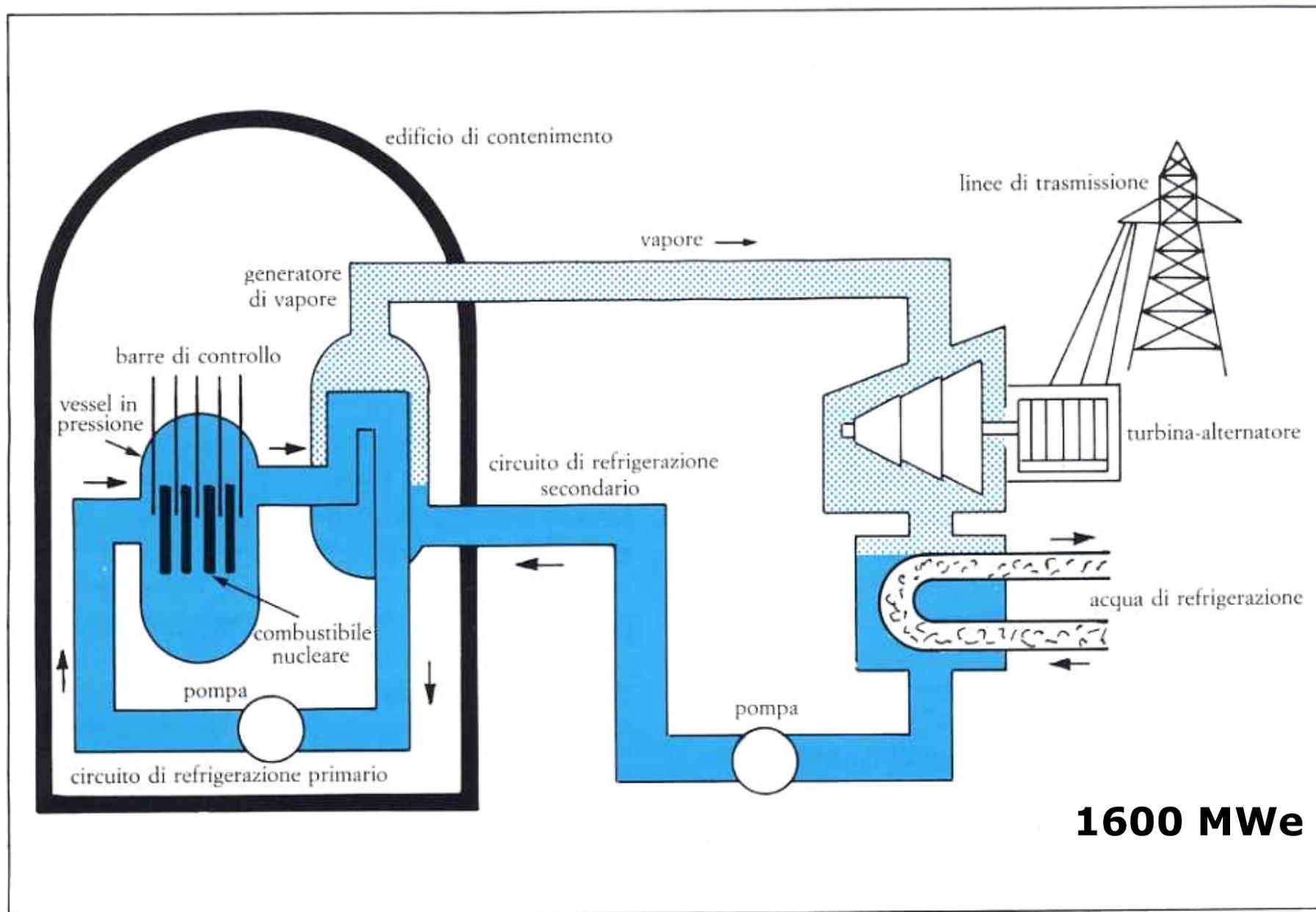


Fig. 1.1. – Schema semplificato di un reattore ad acqua bollente.

Fig. 1.2. – Schema semplificato di un reattore ad acqua in pressione.



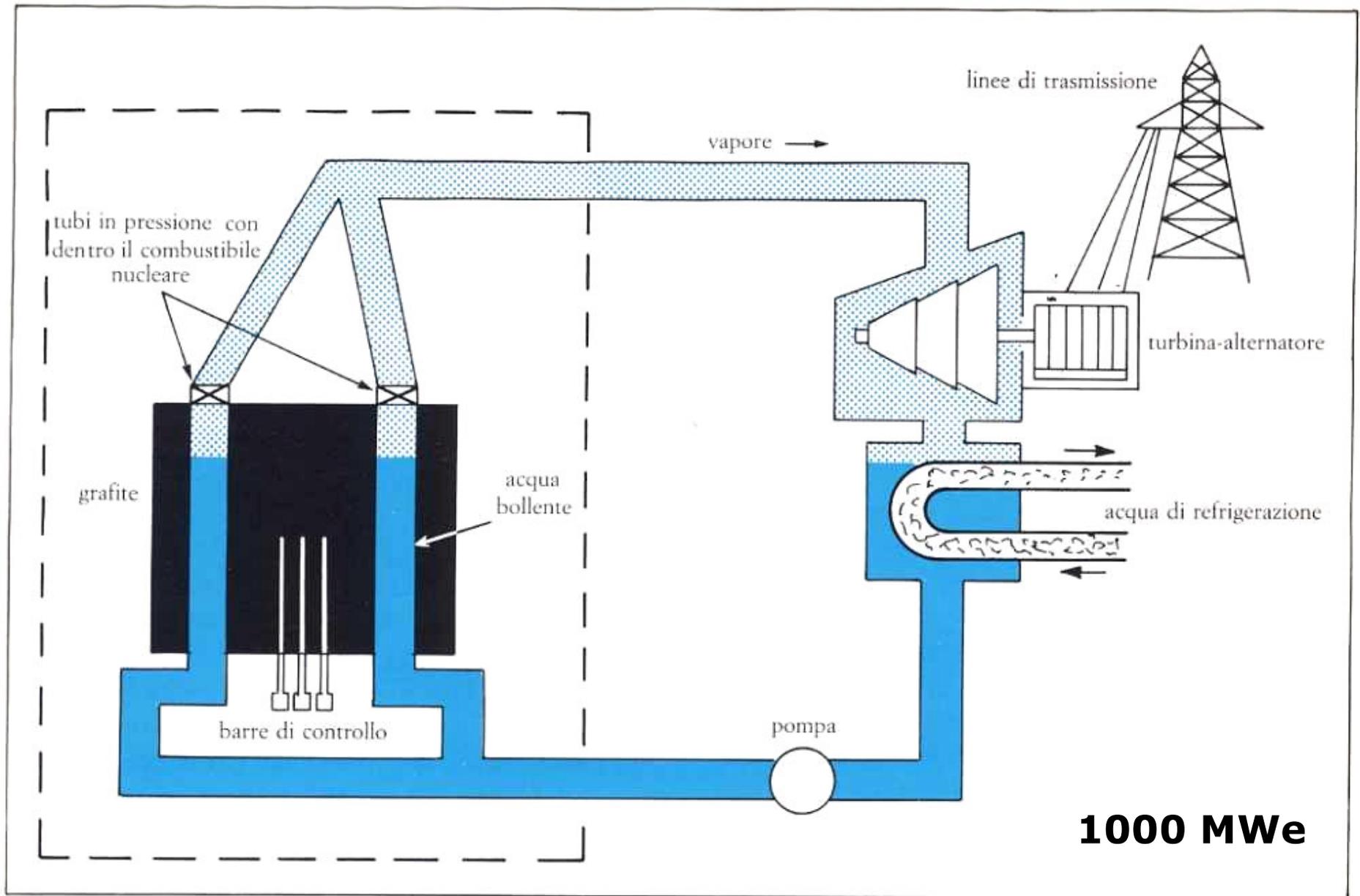
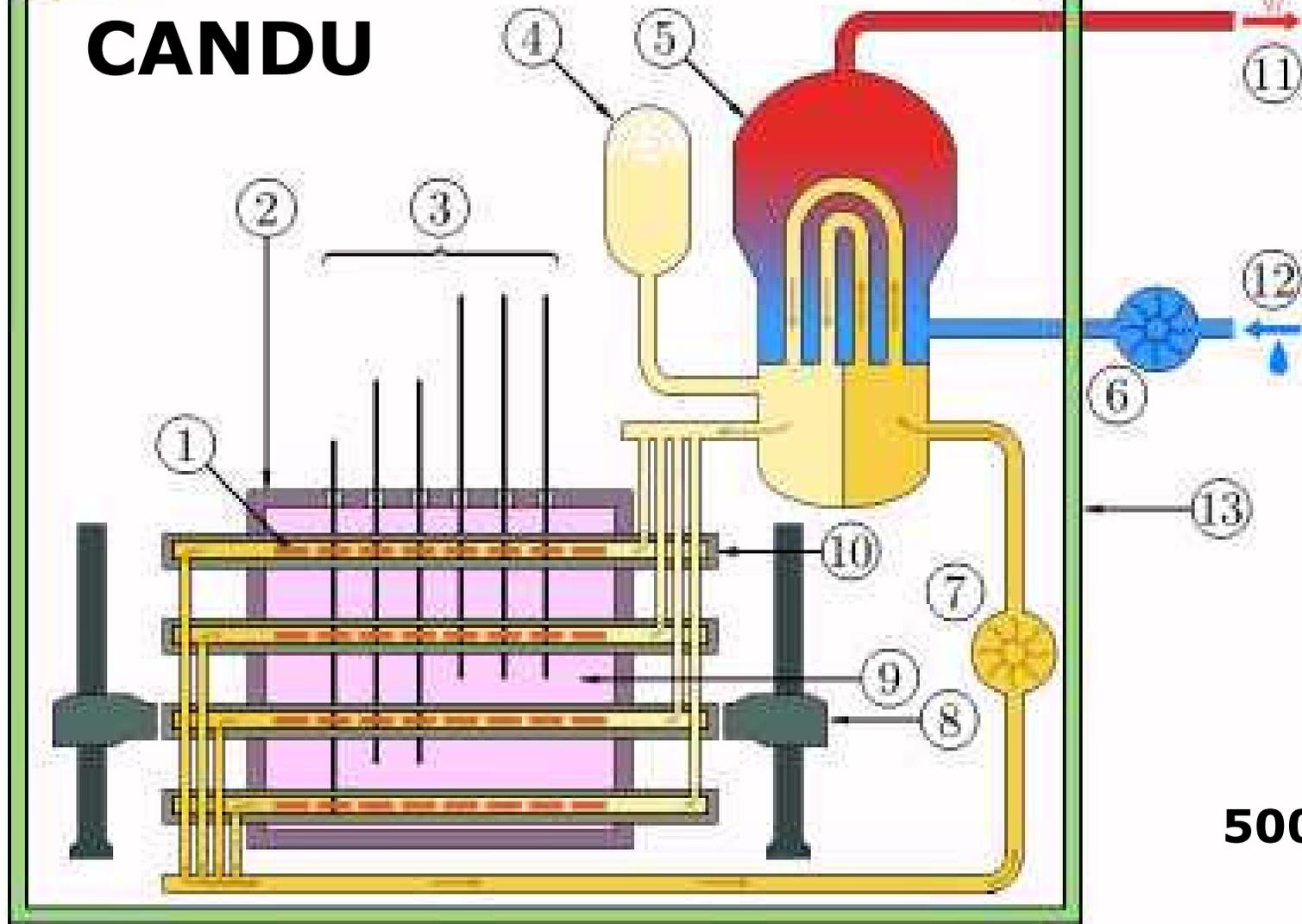


Fig. 1.3. – Schema semplificato di un reattore RBMK-1000.

# CANDU



**500-800 MWe**



RB2 con reticolo HTGR (IV gener.)

# IL CENTRO DI CALCOLO DEL CNEN

Sala calcolatore IBM 7094

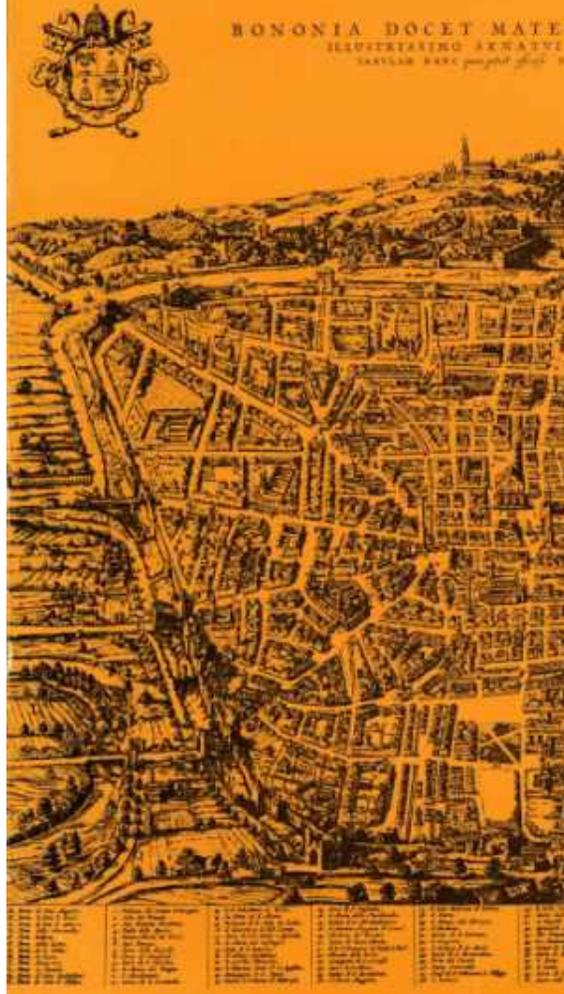


Fig. 5 - Sala del sistema accoppiato IBM-7094-7040. Sala del sistema 7094

**Franco Casali – "Nucleare? Forse...", Colloqui Di Facoltà, Bologna 29-4-2009**

# IL CENTRO DI CALCOLO DEL CNEN

Sala perforatrici

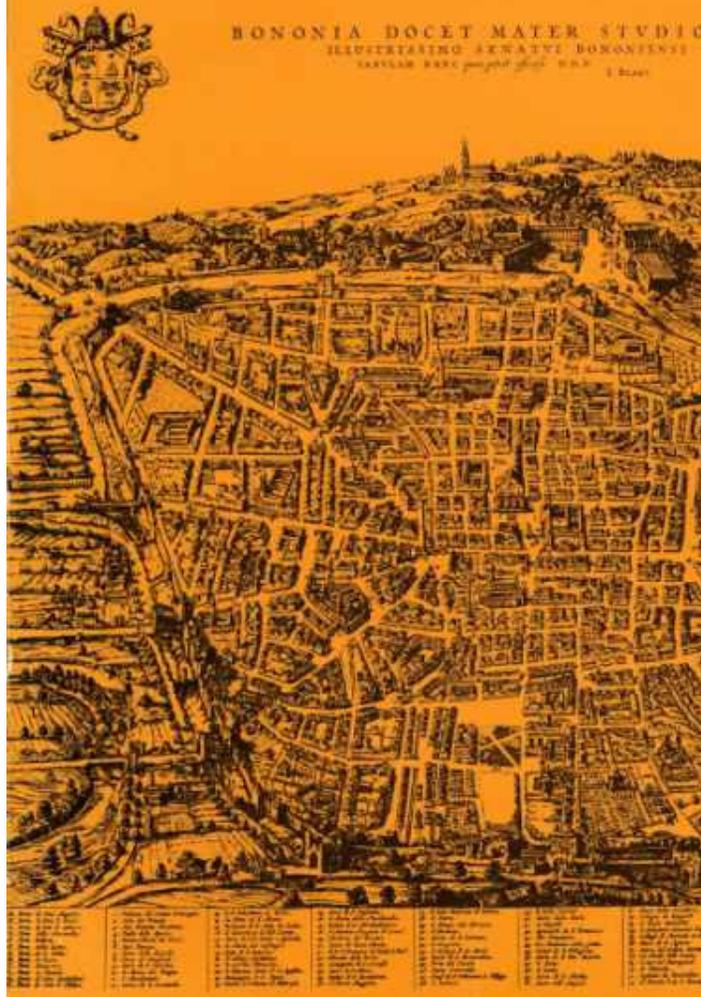


Fig. 4 - La sala adibita alle macchine perforatrici

## LABORATORIO DI FISICA SANITARIA\*

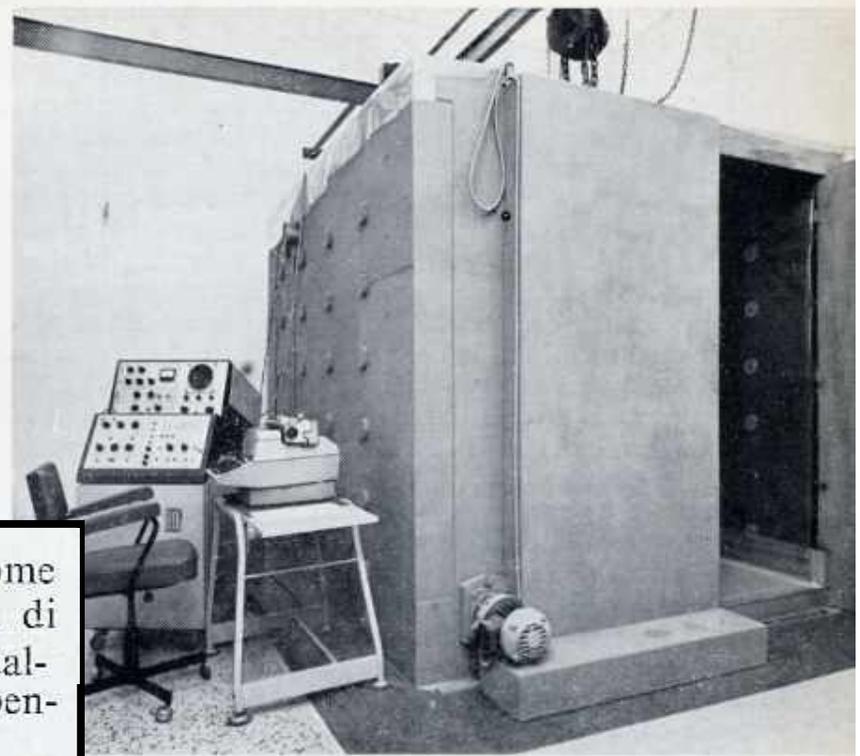
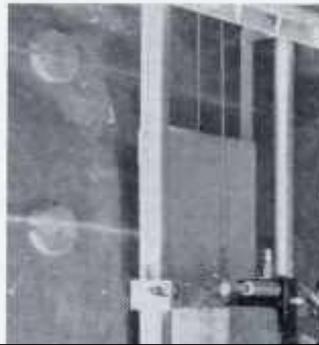


Fig. 1 - Contatore integrale del corpo umano

Il Laboratorio di Fisica Sanitaria è sorto nel 1958 come gruppo di lavoro dell'Istituto di Fisica dell'Università di Bologna. Nel 1960 il C.N.E.N., [...] ha gradualmente assorbito il gruppo assumendo alle proprie dipendenze il personale.

metria individuale e della strumentazione applicata a fisica sanitaria (1). Successivamente il C.N.E.N. ha gradualmente assorbito il gruppo assumendo alle proprie dipendenze il personale.

Attualmente le attività di ricerca e di servizio del Laboratorio sono articolate secondo due direzioni principali: a) ricerche di dosimetria esterna e servizio di dosimetria individuale; b) ricerche sugli aerosol e ricerche e controlli di contaminazione interna con il contatore integrale corpo umano (*Total Body Counter*).

Ricerche sulla radioattività ambientale e sulla strumentazione relativa

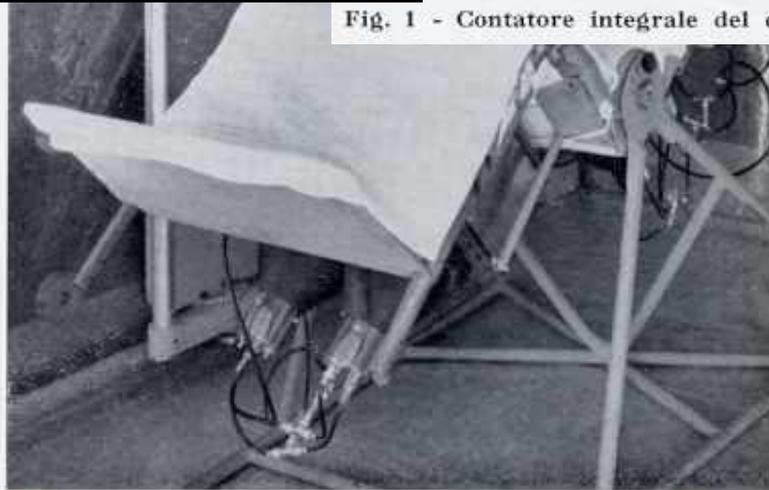


Fig. 2 - Interno del contatore con il rivelatore a cristallo e sedia standard

73

# LABORATORIO DI FISICA SANITARIA\*

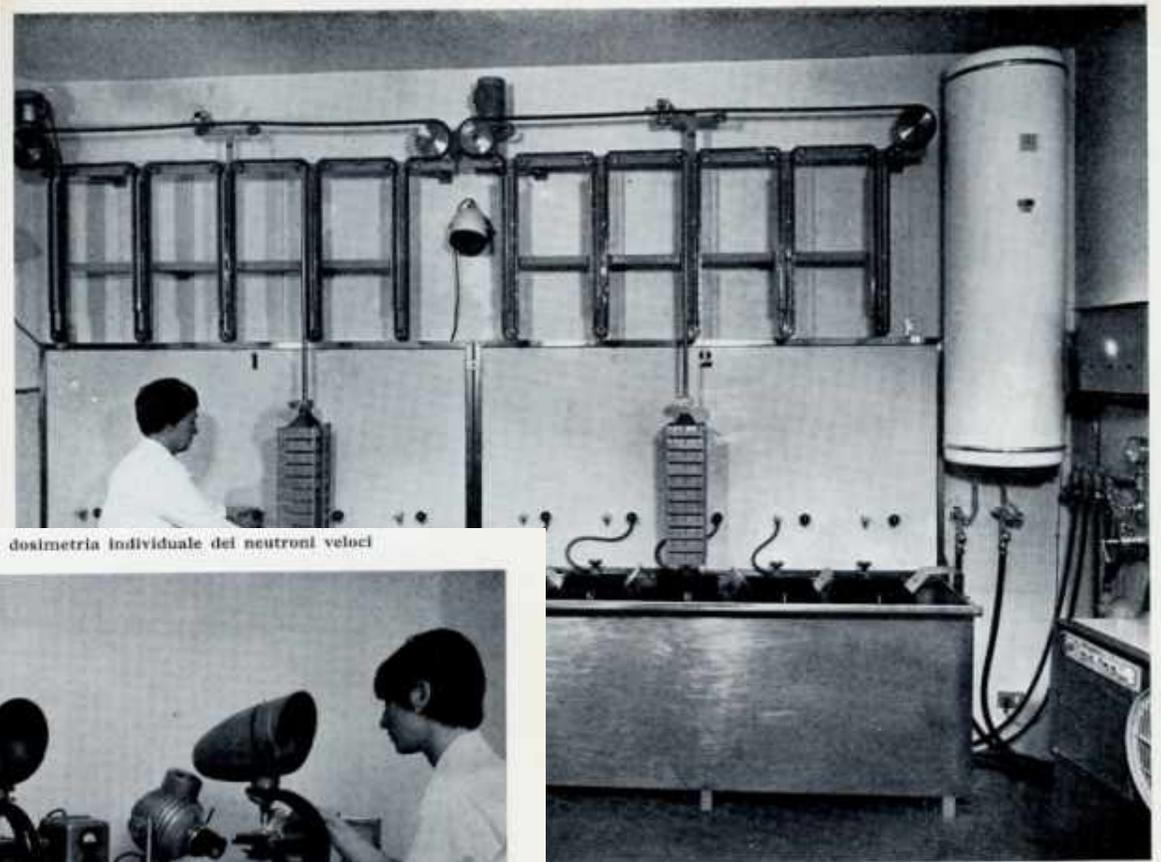
## SCOPI E ATTIVITÀ PRINCIPALI

Il Laboratorio di Fisica Sanitaria è sorto nel 1958 come gruppo di lavoro dell'Istituto di Fisica dell'Università di Bologna. Fig. 7 - Lettura al microscopio delle emulsioni nucleari per la dosimetria individuale dei neutroni veloci

le ricerche  
studi nel  
metria in  
fisica san  
mente as  
denze il

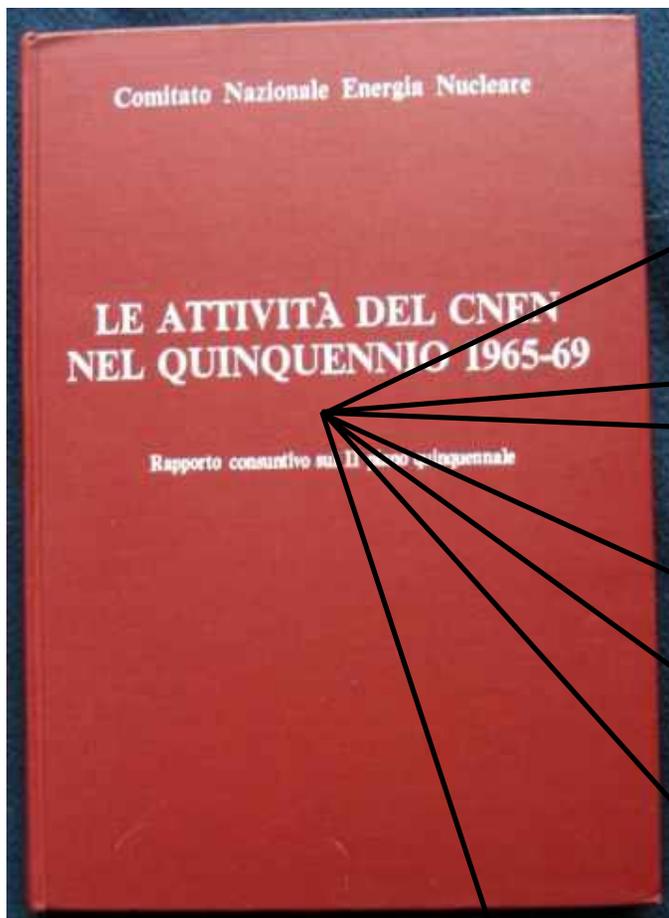
Attualm  
ratorio s  
a) ricerch  
individua  
di conta  
corpo un

Ricerche  
e sulla st



emulsioni fotografiche impiegate nella dosimetria personale

Il dispositivo  
para Kr\* e  
ale, posto in  
attività. Uno  
principi... nuò



**Sviluppo Reattori**  
**Cirene CNEN**  
**Reattori Veloci**  
**Reattore ROVI**

**Ciclo Combustibile**  
**EUREX, Pu**  
**PCUT, arricchimento**  
**Approvv. U-nat**

**Ricerche Tec. di Base**  
**Fisica e calcolo Reattori**  
**Tecnologie materiali**  
**Combustibili irraggiati**

**Effetti e applic. radiazioni**  
**In agricoltura, su animali**  
**Rifiuti radioattivi**  
**Fisica Sanitaria**

**Relazione Esterne**  
**Relaz. Internazion.**  
**Studi tecnico-**  
**economici**  
**Relaz. pubbliche**

**Controllo e Sicurezza**  
**nel campo Nucleare**  
**Divisione Sicurezza**  
**Protezione Snitaria**  
**(DISP)**

**Fisica Nucl. Applicata**  
**Elettronica**  
**Fisica Nucleare**  
**Fisica fondamentale**

**Se dovessimo ripartire oggi col nucleare,  
ci sarebbero le competenze?**

**Certamente!**

La nostra esperienza ci dice che le poche competenze mancanti sarebbero facilmente acquisibili.

# Consumo di energia nel mondo

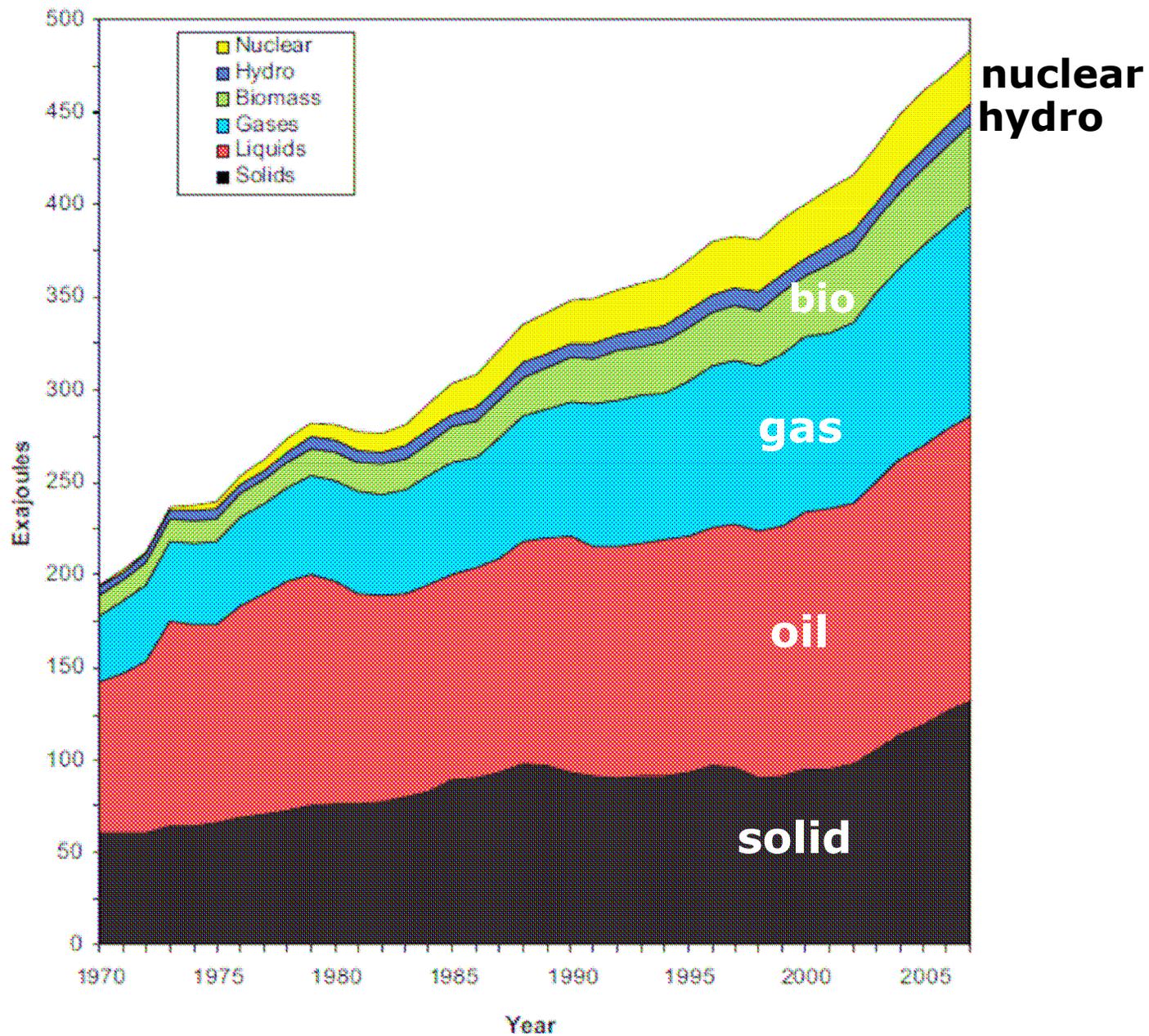


FIG. B-1. Share of energy sources in world total energy production, 1970–2007.

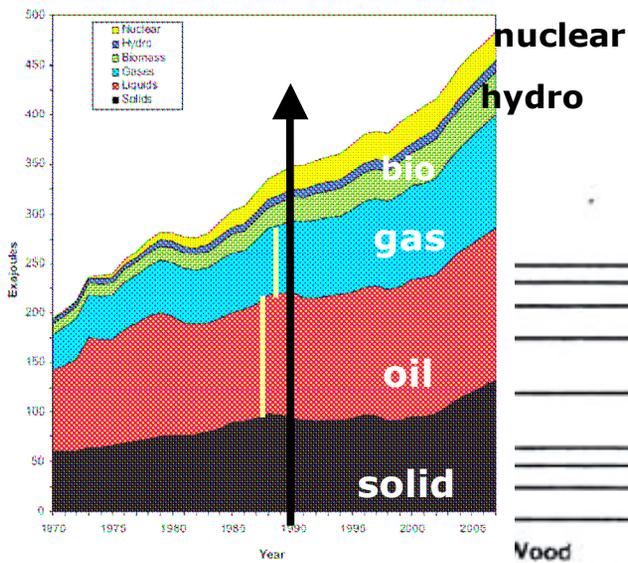


FIG. B-1. Share of energy sources in world total energy production, 1970-2007.

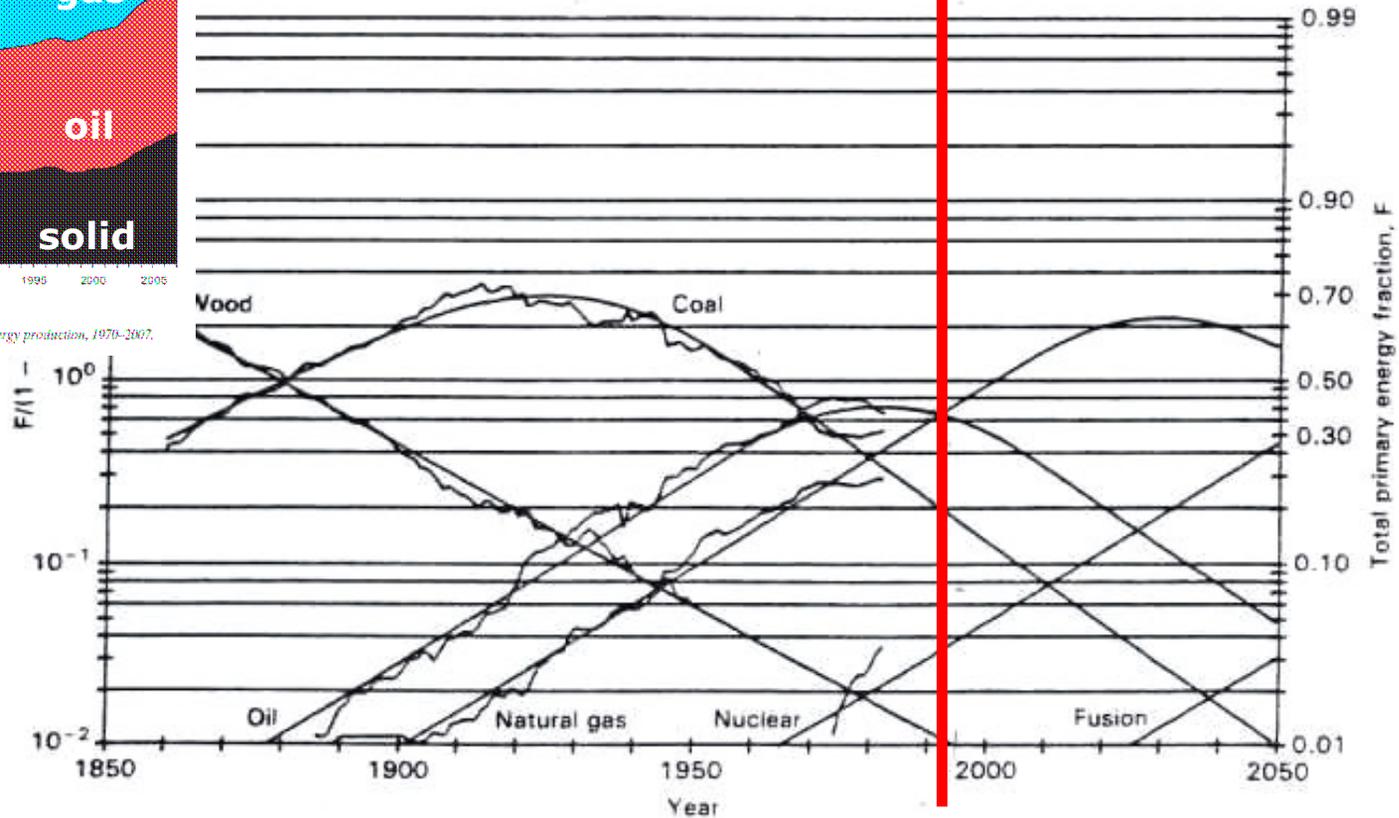


Fig. 1. Historical trends in energy substitution. The amount of primary energy (in coal-tons equivalent) from each primary source is plotted as fraction  $F$  of the total energy market with the ordinates expressing  $\log F/(1-F)$ . This makes logistics appear as straight lines; the fitting set of the equation is given by the smooth curve.<sup>4</sup>

## Curve Marchetti

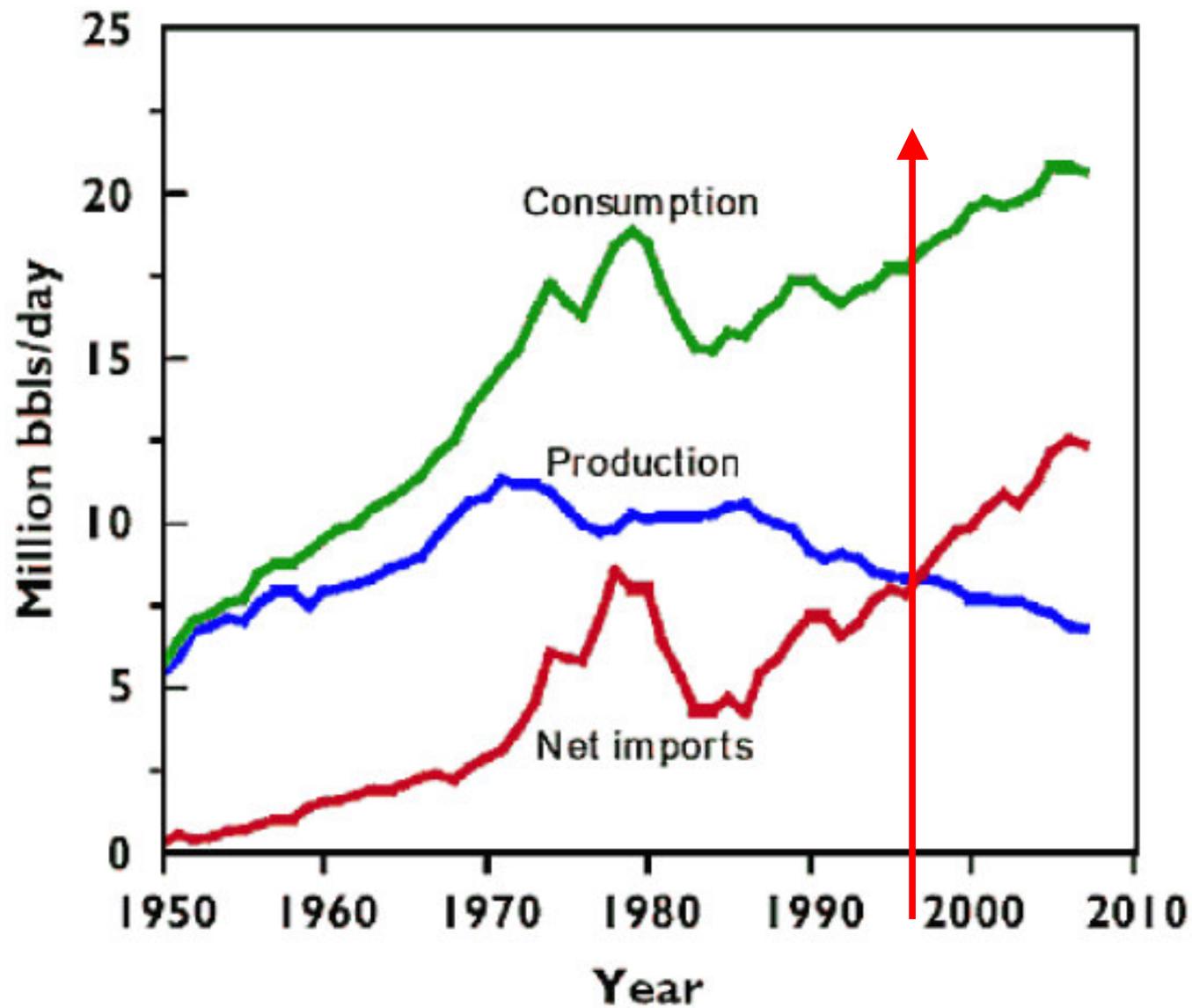


Figura 3: Evoluzione dei consumi energetici in USA

TABLE B-1. USE (IN EJ) AND PERCENTAGE CONTRIBUTION OF DIFFERENT TYPES OF FUEL FOR ELECTRICITY GENERATION IN 2006.

Region	Thermal (a)		Hydro		Nuclear		Renewables (b)		Total	
	Use (EJ)	%	Use (EJ)	%	Use (EJ)	%	Use (EJ)	%	Use (EJ)	%
North America	22.21	65.71	2.43	14.53	9.61	18.99	0.63	0.77	34.87	100
Latin America	4.42	38.28	2.46	58.31	0.33	2.61	0.32	0.81	7.54	100
Western Europe	15.56	52.32	1.72	15.86	9.56	29.14	0.53	2.68	27.37	100
Eastern Europe	17.36	64.95	1.12	17.21	3.51	17.80	0.02	0.05	22.01	100
Africa	4.89	80.01	0.35	17.74	0.11	1.84	0.04	0.41	5.4	100
Middle East and South Asia	14.42	82.42	0.64	15.51	0.20	1.57	0.02	0.50	15.28	100
Southeast Asia and the Pacific	5.81	88.17	0.26	10.73			0.21	1.10	6.28	100
Far East	32.61	75.65	2.04	12.50	5.70	11.52	0.47	0.33	40.83	100
World total	117.27	66.46	11.02	17.46	29.03	15.18	2.26	0.89	159.83	100

(a) The column headed 'Thermal' is the total for solids, liquids, gases, biomass and waste.  
(b) The column headed 'Renewables' includes geothermal, wind, solar and tide energy.

<sup>3</sup> There are no nuclear power plants in the Southeast Asia and Pacific region, so nuclear accounts for no electricity generation there.

Consumi annui di energia elettrica (kWh) pro-capite nei principali Paesi del mondo. Dati 2005

Paesi	kWh/anno/pro-capite
<b>MONDO</b>	<b>2.302</b>
<b>EUROPA</b>	<b>6.352</b>
di cui	
- Finlandia	15.336
- Francia	7.000
- Germania	6.214
- Gran Bretagna	5.802
- Italia	<b>5.366</b>
- Norvegia	24.463
- Romania	1.781
- Spagna	5.872
- Svezia	14.589
- Svizzera	7.474
<b>AMERICA DEL NORD</b>	<b>12.450</b>
di cui	
- Canada	15.073
- USA	<b>12.156</b>

<b>AMERICA LATINA</b>	<b>1.707</b>
di cui	
- Argentina	2.431
- Brasile	1.983
- Cile	3.143
- Colombia	862
- Paraguay	767
- Venezuela	2.811
<b>AFRICA</b>	<b>436</b>
di cui	
- Sud Africa	3.892
<b>ASIA</b>	<b>1.171</b>
di cui	
- Iran	1.999
- Iraq	777
- Israele	6.123
- Arabia Saudita	5.666
- Cina	<b>1.460</b>
- Corea del sud	5.049
- Giappone	7.456
- India	<b>416</b>
<b>OCEANIA</b>	<b>7.196</b>
di cui	
- Australia	9.942
- Nuova Zelanda	8.573

Fonte: TERNA - dati statistici anno 2005

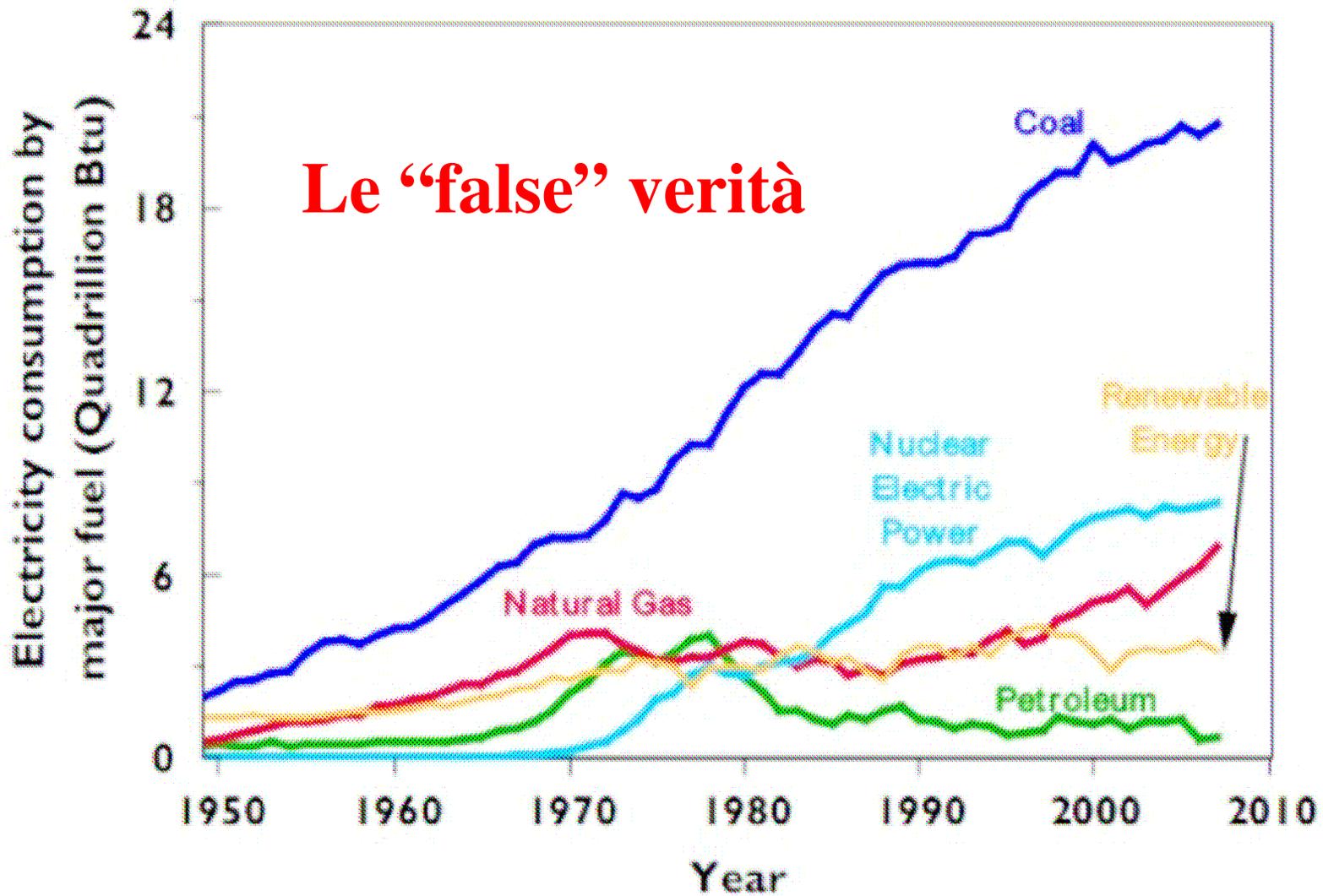


Figura 4: Evoluzione del ruolo delle fonti energetiche nella produzione elettrica

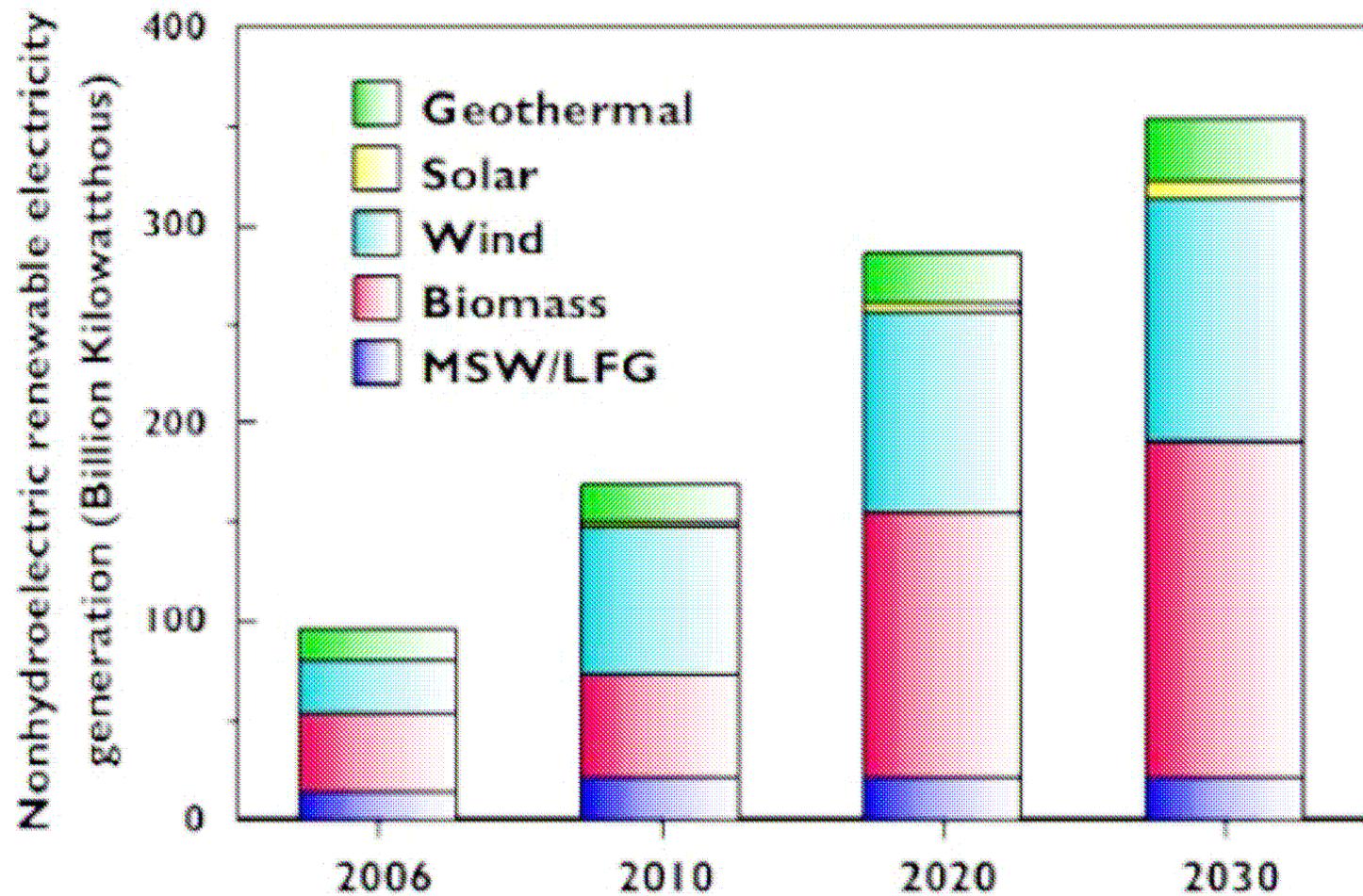


Figura 5: Evoluzione del ruolo delle fonti rinnovabili nella produzione elettrica

**L'Italia necessita di una potenza installata di 200 GW di cui 70 necessaria alla produzione di energia elettrica**

**Fattore elasticità  $\approx 1$**

**fattore di elasticità:  
 $\Delta(\text{PIL}) / \Delta(\text{Energia})$**

<b>FONTI UTILIZZATE PER PRODURRE ENERGIA ELETTRICA</b>			
<b>Fonti</b>	<b>Mondo (18.500 TWh)</b>	<b>Europa 25 (3.200 TWh)</b>	<b>ITALIA (315 TWh)</b>
Carbone	39%	32%	14%
Gas	17%	21%	52%
Idrica	17%	10%	14,5%
Nucleare	15%	30%	-
Petrolio	7%	4%	11%
Vento	0,7%	2,5%	1%
Altre	4,0%	0,6%	7,5%

L'Italia importa il 15% dei consumi elettrici

## Energia = Potenza \* Tempo

Tipo di impianto	Fattore di carico*	MWh/anno	Relativo a una centrale convenzionale
Centrale convenzionale (Gas o Carbone)	0.90	7884	1.00
Nucleare	0.85	7446	1.06
Solare	0.15	1314	6.00
Eolico (Danimarca)	0.24	2102	3.25
Eolico (Italia)	0.12	1051	7.50

### Confronto fra centrali con potenza installata da 1 GW ed energia prodotta

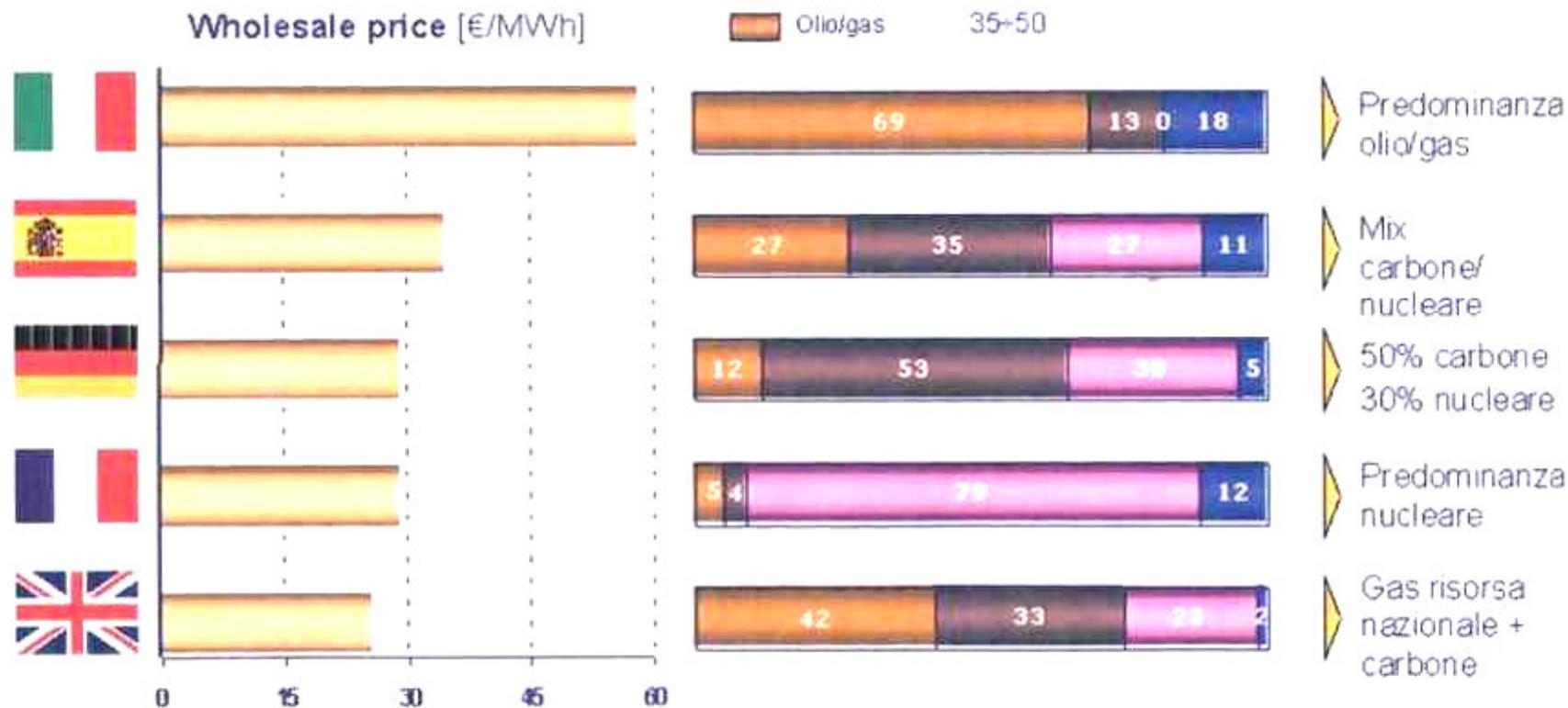
\*(Dati Enel 2003)

# Il mix di generazione determina i prezzi wholesale

2003

Costi variabili indicativi [€/MWh]

Idroelettrico	20
Nucleare	10
Carbone	20
Olio/gas	35-50



Fonte: Enerdata database (Gennaio 2004)



	Costo normalizzato del kWh all'industria	Differenza % rispetto alla Media UE
<b>Italia</b>	<b>160</b>	<b>+ 60 %</b>
Germania	118	+ 18 %
Regno Unito	112	+ 12 %
Spagna	109	+ 9 %
<b>Francia</b>	<b>82</b>	<b>- 18 %</b>
Svezia	58	- 42 %
<b>Media UE</b>	<b>100</b>	-

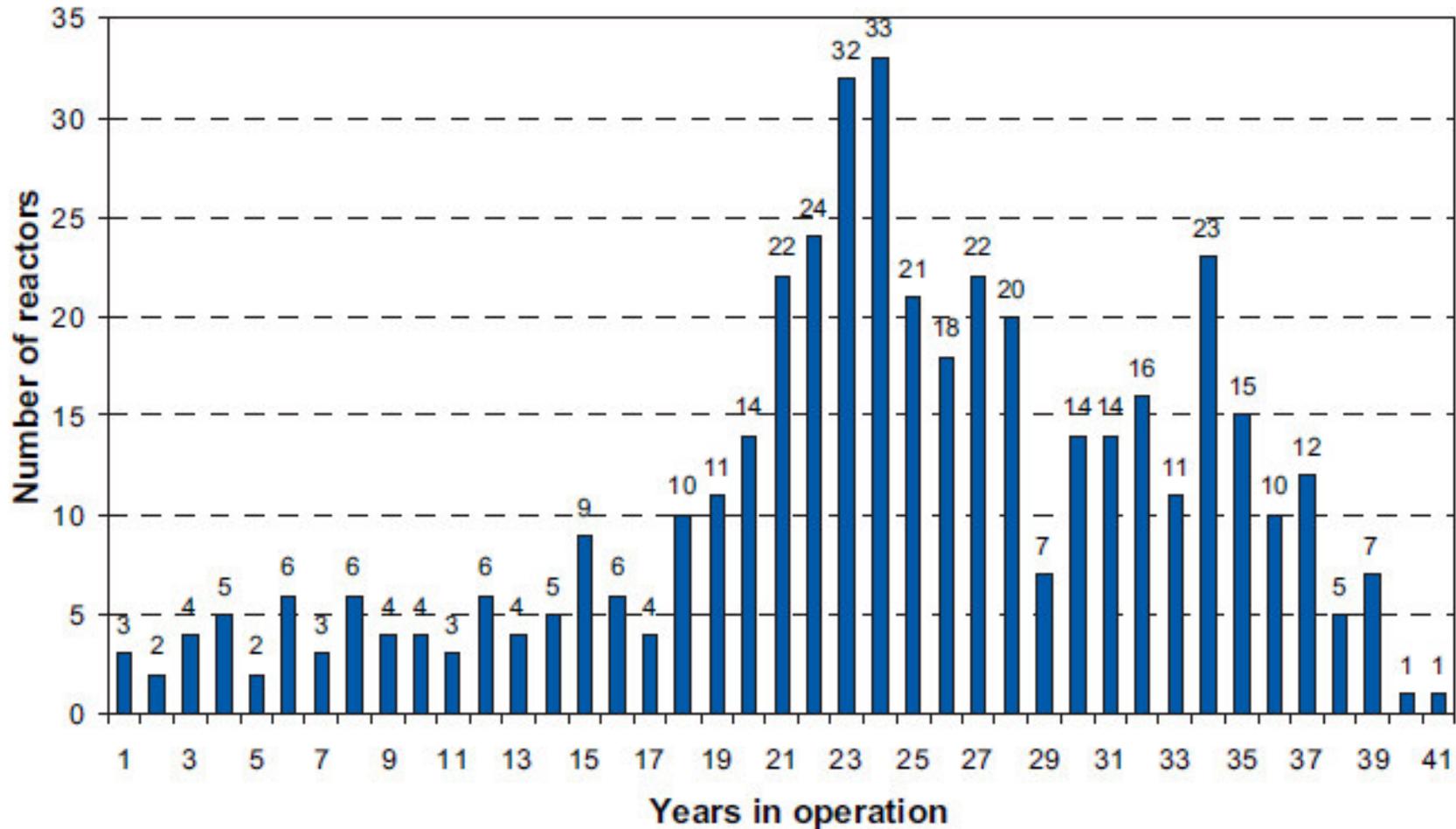
Tabella 1 – Costo normalizzato dell'energia elettrica all'industria negli anni 1999/2000 [7]



# FAQ (Frequently Asked Questions) riguardo ai reattori nucleari

- 1 - Qual è la situazione mondiale?
- 2 - Qual è il “trend”?
- 3 - C'è uranio a sufficienza per un contributo significativo del nucleare?
- 4 - E le scorie radioattive?
- 5 - Il nucleare può contribuire a contrastare l'effetto serra?
- 6 - Quale è il vero costo del kWh nucleare?
- 7 - Come possiamo contribuire per andare incontro all'Ambiente?

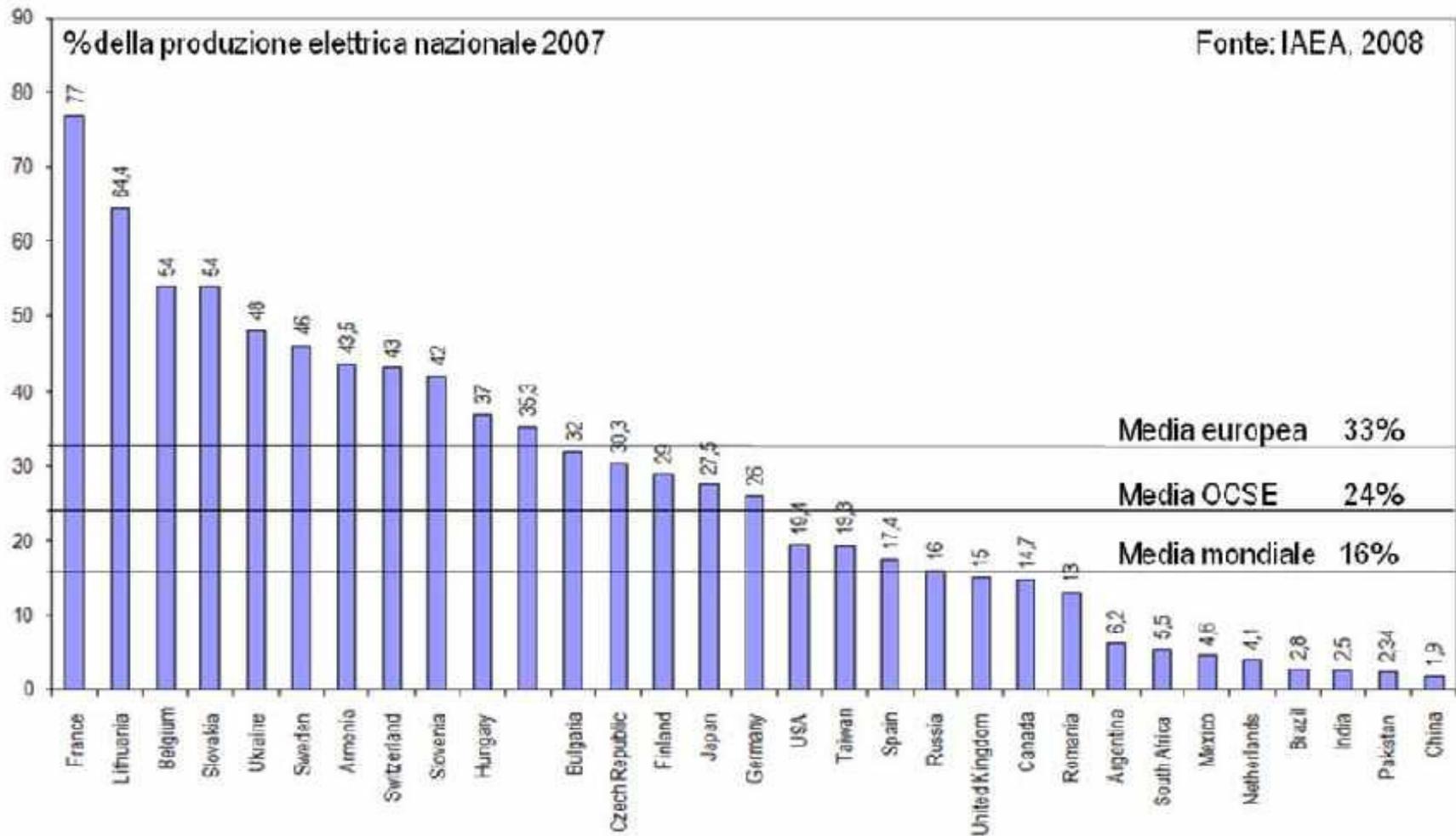
## Qual è la situazione mondiale?



*FIG. B-3. Number of operating nuclear power plants by age in the world as of January 2008 (note that a reactor's age is determined by the date when it was first connected to the grid).*

## Qual è la situazione mondiale?

Fig. 2 - Quota nucleare (%) nella produzione nazionale 2007 di energia elettrica (fonte: ONU-IAEA, 2008).

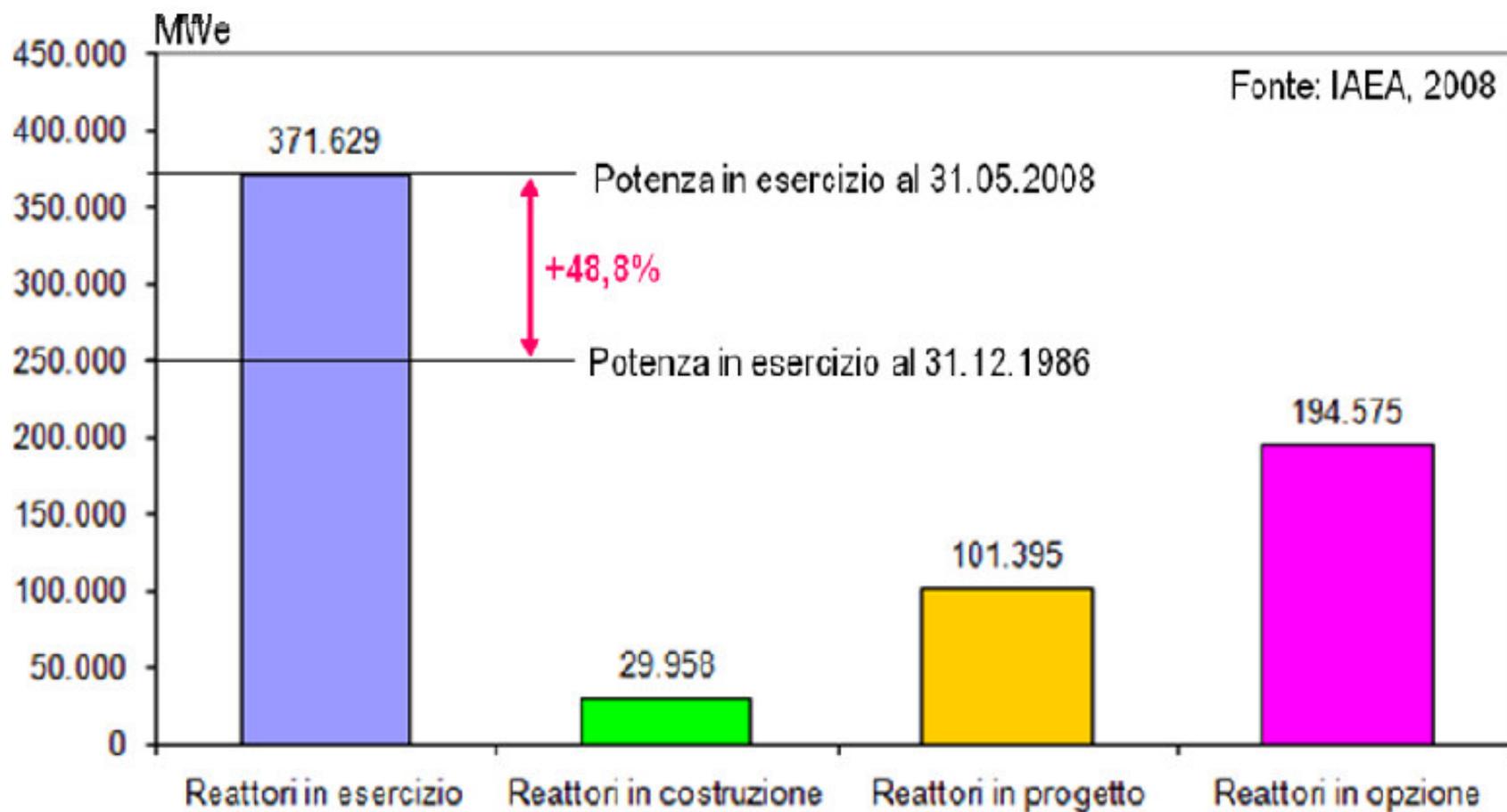


# FAQ (Frequently Asked Questions) riguardo ai reattori nucleari

- 1 - Qual è la situazione mondiale?
- 2 - **Qual è il trend?**
- 3 - C'è uranio a sufficienza per un contributo significativo del nucleare?
- 4 - E le scorie radioattive?
- 5 - Il nucleare può contribuire a contrastare l'effetto serra?
- 6 - Quale è il vero costo del kWh nucleare?
- 7 - Come possiamo contribuire per andare incontro all'Ambiente?

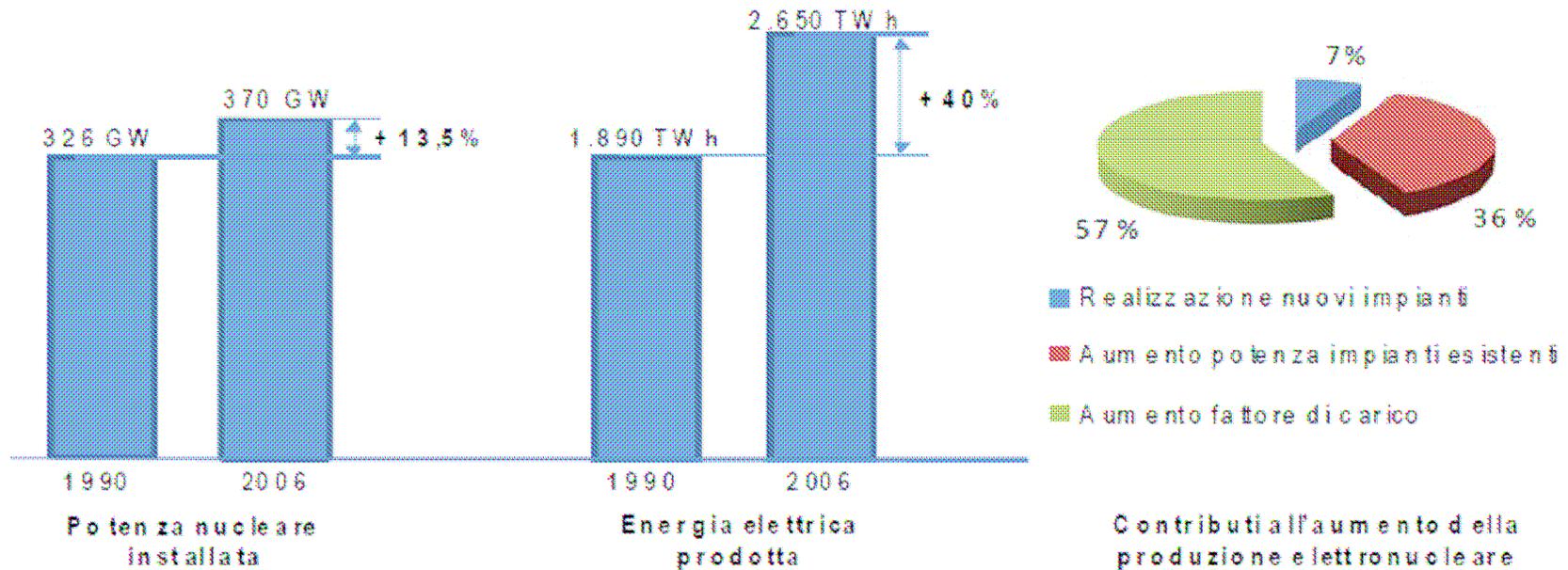
## Qual è il trend?

Fig. 3 - Potenza nucleare (MWe) in esercizio, in costruzione, in progetto e in opzione nel mondo al 30.05.2008 (fonte: ONU-IAEA, 2008).



## Qual è il trend?

Fig. 7 - Aumento dell'efficienza degli impianti elettronucleari (fonte: ONU-IAEA, 2008).



## Qual è il trend?

TABLE B-2. NUCLEAR POWER REACTORS IN THE WORLD (AS OF THE END OF 2007)

Region	In operation		Under construction		Electricity supplied by nuclear plants in 2007 (TW·h)
	Number of reactors	Net capacity (MW(e))	Number of reactors	Net capacity (MW(e))	
North America	122	113 171	1	1 165	895
Latin America	6	4 090	1	692	28
Western Europe	130	122 638	2	3 200	827
Eastern Europe	68	47 765	10	7 445	325
Africa	2	1 800			13
Middle East and South Asia	19	4 207	8	4 125	18
Far East	92	78 531	11	10 566	502
World total	439	372 202	33	27 193	2 608

Qual è il trend?

**Il nucleare sta tornando in tutto il mondo**

**Automotive.** Il Tribunale dichiara l'insolvenza per Bertone **Pag. 22**



**Ricerca.** Il distretto ligure esporta alta tecnologia in Russia **Pag. 22**

**Territori in crisi.** Sorù per Nuoro alleanza tra imprese e Regione **Pag. 24**

**Industria.** Nasce nella ex Olivetti il polo multimediale di Iwca **Pag. 26**

Nuovi 12 febbraio 2009

www.ilsol24ore.com/economia

**Energia.** Montezemolo rilancia sull'urgenza di una politica nazionale: per imprese e famiglie tariffe elevate

# «Sì a un nucleare moderno»

Dall'Ambiente arriva il parere negativo al rigassificatore di Brindisi

**Mauro Casali**  
Maurizio Ottaviani  
L'ESPRESSO (SANTARELLI)

Tutto dall'alto-energia. In un'aula - mirino al convegno di Confindustria nel nuovo stabilimento Alenia di Grottole (Caserta) il presidente Luca Cordero di Montezemolo, ministro per il Mezzogiorno, ha lanciato un chiaro messaggio di dissenso: una nota del ministro dell'Ambiente

richiedeva che si rivedesse il presidente della Regione Puglia, Nichi Vendola, come uno dei maggiori soci della confederazione degli industriali. Vendola aveva appena ricordato che la sua giunta non ha precluso ed è, al più, intenzionata a contrattare col Governo un premio per questo (sotto forma di sconti per le forniture energetiche alle imprese locali) che a mettere freno per questioni ambientali.

Tanta controparte è stata anche dovuta al fatto che non si è parlato direttamente dei problemi più scottanti per il ministro: l'attestato di idoneità del rigassificatore (non voluto dalla Regione) e il confronto serrato Eni (sommata sulla riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> delle centrali locali), per Taranto l'ipotesi di un altro rigassificatore ma con il Consiglio comunale si è detto contrario in un documento approvato poche settimane fa.

E proprio per il rigassificatore brindisino sei mattina è giunto il parere del ministro dell'Ambiente sulla documentazione presentata da Brindisi Lang per la Via. Il documento generale, per la Via del disastro, Bruno Agrippola, ha scritto che l'industria non è procedibile, perché mancano tutti gli elementi relativi al rischio di incidente industriale: esiste al rigassificatore solo un nulla osta di famiglia

## I progetti in cantiere

I progetti allo studio in Italia finora: Fivigo (Portofino) e Livorno (base attivata l'agosto scorso). **Dati in miliardi di metri cubi**

### AL VIA SOLO DUE RIGASSIFICATORI



# Il gas italiano copre solo il 10% della domanda

**Federico Biondi**  
2008

Veniva di gas. I prezzi nelle esplorazioni del nostro metano, che potrebbe contribuire non poco a mitigare l'aumento esponenziale dei costi del gas, sono in parte compensati dalla ricerca nazionale a fronte di un consumo che al contrario del gas forma un pesante nella produzione elettrica, nell'industria e nel riscaldamento domestico rimane pressoché stagnante.

L'ennesimo allarme sull'aggravarsi della nostra dipendenza energetica viene dall'Assomozioni. Il pre-consumo 2007 mostra un vertice ai minimi storici nella produzione di metano: 9 miliardi di metri cubi rispetto ai 10,9 miliardi del 2006. Ma quel che più preoccupa è che siamo a meno della metà di quanto eravamo riusciti ad estrarre nel 1995.

Se di fatto oggi il gas made in Italy riesce a soddisfare poco più del 10% del fabbisogno nazionale rispetto al 37,4% dell'anno record 1995, a fronte di consumi che nel 2007 hanno superato solo di poco quelli del 2006 solo grazie ad un inverno eccezionalmente mite: il consumo residenziale cresce a parità di temperatura, di almeno il 1%. Ennio D'Amico "italiano" perché ne abbiamo

## LE OFFERTE ENI Secondo anno di sconti contro il caro-petrolio

Dal prezzo bloccato per un anno lo scorso settembre, Eni garantisce per il secondo anno anche in caso di impennate delle materie prime. Ecco le nuove offerte dell'Eni per i clienti di gas: alternative a quelle che derivano dai vecchi prezzi amministrati. Il primo vantaggio è quello della tutela dagli aumenti, in cambio di una piccola maggiorazione in portanza. Ma per quade-

quelli dell'"azienda Italia". I primi possono contare, nel caso del gas metano, di margini complessivi che gli analisti valutano superiori al 10% rispetto al gas comprato all'estero e portato in Italia con gli attuali gasdotti. Per il sistema Italia, assolutamente tributario di tante e tante prime energetiche, il vantaggio è enorme: basta pensare che con il trattamento per il gas estratto lo scorso anno ha positivamente contribuito alla rimborsata bilancia dei pagamenti per 6 miliardi di euro.

Bloccare le nuove esplorazioni? Le compagnie sarebbero drammatiche: tra il 2006 e il 2009 la produzione nazionale potrebbe ridurre - a seconda delle stime di metri cubi l'anno. La risposta? Assolutamente possibile, obblighi strategici dell'Assomozioni, illustrando gli investimenti predisposti nel caso si possano sbloccare: gli investimenti italiani, soprattutto nelle piatte biocentriche, ma soprattutto nelle opposizioni locali.

Le imprese del settore hanno comunque deliberato, per il 2008, un piano di nuovi investimenti in esplorazioni petrolifere da 800 milioni di euro rispetto ai 500 milioni mobilitati nel 2007. Ma sono pronte a fare molto di più, sostiene Seneta.

Nell'occhio del ciclone rimangono le aree parte oltrefrontiere ricche individuate nei fondali dell'Adriatico. I progetti sono stati bloccati nel 2002 al termine di un braccio di ferro tra il fronte locale del no (generato dalla Lega) e le imprese del settore, che sembravano godere di buona attenzione dal Governocentrale.

Nuove speranze, per loro, sono state invece dall'ultimo

Energia e politica

# Veltroni soffia sul vento L'impresa chiede atomo

*Il Pd vuole alzare al 20% la quota di rinnovabili  
Per il nucleare non servono più i 12 anni di un tempo*

di MICHELA RAVALICO

■ ■ ■ Nucleare sì, nucleare no? L'argomento è radioattivo e i protagonisti della campagna elettorale se ne tengono ben lontani. Walter Veltroni compreso: ieri il leader del Pd ha presentato il programma elettorale. Il punto 5 è dedicato all'ambiente. Anzi, «all'ambientalismo del bene», in perfetto linguaggio veltroniano. La nucleare, naturalmente, neppure l'ombra. Eppure sull'ambiente Veltroni esorta «sottamare il petrolio», Camel «attraverso lo sviluppo di energie rinnovabili, per produrre il 20% di energia con il sole e il vento». Si chiede il candidato premier, «l'Italia è o non è il Paese del Sole?». Sì, ma l'altro 80%?

Secondo i rappresentanti del mondo industriale non basta. Se l'Italia, come tutti i Paesi Oc che aderiscono al dopo Kyoto, dovrà ridurre del 20% le emissioni di gas serra entro il 2020, puntare solo sulle rinnovabili non è possibile. Significa condannare l'Italia alla dipendenza energetica dall'estero. Con il acquisto di energia nucleare prima dalla Francia, per esempio. E significa - come ha detto di recente il presidente di Federscavi Giuseppe Parini - mettere in difficoltà l'industria italiana e costruirsi la di-

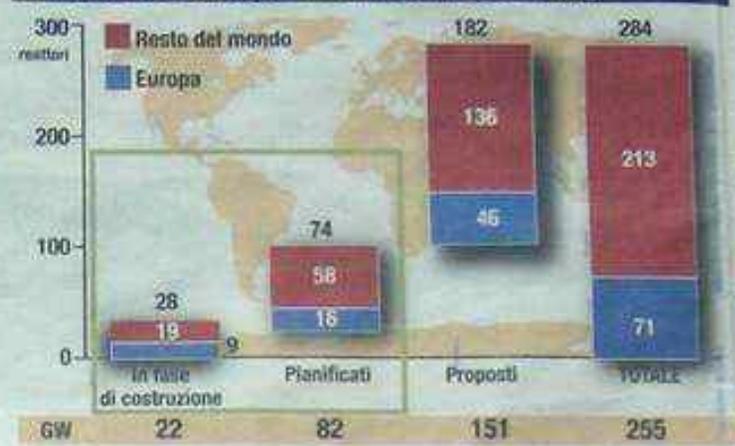
«decommissioning» (smantellamento) grazie al lavoro della Sogin, la società costruita ad hoc nel 1999 da Bersani che dipende dal Ministero del Tesoro. Il lavoro, secondo i piani, dovrebbe concludersi per tappe progressive entro il 2024. La prima centrale italiana ad essere resa completamente inerte sarà quella di Borgo Marengo, nel 2009.

Se il Paese, come si augura Parini e non solo lui, sceglie di rilanciare il nucleare, i tempi di realizzazione non saranno rapidissimi.

Procedere una centrale da zero, un tempo di ragione in un'ottica temporale di almeno 12 anni. Eppure secondo le condizioni nel caso Pinarchia, presentate recentemente alla commissione Usa, c'è la possibilità di realizzare un impianto ex novo in non più di 50 mesi. Poco più di 4 anni, insomma. Certo in Italia i tempi burocratici rischiano di allungare di molto l'iter. Ipotizzando di partire oggi, dunque, con il metodo olandese avremmo le centrali nel 2012-2013. Con quello «italiano» all'estero nel 2020 secondo gli esperti. Sulla riapertura dei vecchi siti (Caorso in primis) gli

esperti sono divisi: c'è chi ritiene che non sia economico né sicuro riaprire centrali chiuse da vent'anni. Chi, al contrario, porta l'esempio degli Stati Uniti dove si stanno rilanciando impianti chiusi da 15 anni. Il costo medio complessivo per la costruzione ex novo di una centrale nucleare con tecnologia di terza generazione da 1600 megawatt è di circa 3 miliardi di euro. Inoltre se l'Italia decidesse di ripensare sul serio all'opzione nucleare, non ritarirebbe certo la competizione dal punto di vista industriale. Ansaldo Nucleare (gruppo Finmeccanica) è specializzata in progettazione e costruzione. Ansaldo Gammozzi (famiglia Gammozzi) opera nella componentistica. Sogin nel decommissioning mentre Enel, grazie all'alleanza con Edf in Francia, è tornata a rafforzare le sue expertise sul nucleare. Per quanto riguarda i rischi, la risposta dei pro nucleare è sempre la stessa: le centrali di oggi sono molto più sicure, e comunque l'Italia è circondata da ben 13 centrali che sono a meno di 200 km dai nostri confini. In compenso oggi, l'energia atomica la compriamo dalla Francia.

IL MERCATO DEI NUOVI REATTORI (2007-2020)



In Europa, impianti in costruzione in Bulgaria, Francia, Finlandia, Russia e Slovacchia



Energia. Risoluzione (non vincolante) approvata a larga maggioranza dal Parlamento europeo

# La Ue promuove il nucleare

## «Fonte indispensabile per raggiungere gli obiettivi di Kyoto»

Adriano Corbelli

Una votazione di conclusione, quasi una maggioranza e quasi tutti i paesi del Vire, per bloccare o perlomeno equilibrare un rapporto di iniziativa parlamentare dove si affronta in modo netto e tangibile il ruolo che in Europa l'energia nucleare è indispensabile per coprire il suo fabbisogno.

### CIFRE CHIAVE

Presente in 15 Paesi su 27. Si chiuderà programmando nuovi impianti, garantisce il 30% dei consumi elettrici nell'Unione europea.

Il nucleare è un'alternativa che è indispensabile per raggiungere gli obiettivi di riduzione di CO2, necessaria rispettare gli impegni di Kyoto.

L'Unione dei verdi è stata esplicita. Quasi tutti i loro emendamenti (e i suoi stati infatti bloccati) e il voto della relazione del popolare tedesco Helmut Klotz sono approvati più o meno integralmente a

una comune maggioranza 509 voti a favore, 133 contro e 39 astensioni. Il voto degli emendamenti italiani presentati ha registrato 29 sì, 14 no e 2 astensioni.

Dopo che il vertice europeo di Brno nel marzo scorso ha decretato la fine della "crisi nucleare" del nucleare, presentato come l'opzione energetica a più bassa emissione di CO2, ora il Parlamento conferma e accentua la svolta nell'acquilone con un voto che è sempre cambiato, il problema da affrontare anche e per pensare a risolverlo bisogna cambiare approccio e mentalità "ambientalista".

La svolta del resto è già piena anche nella Commissione Ue. «Senza il ruolo dell'energia nucleare, sarà difficile raggiungere i nostri traguardi di contenimento climatico», ha commentato ieri Andrej Stojanovic, il responsabile Ue all'Energia e Infrastrutture.

Oggi l'Unione europea è stretta nella morsa dell'aspetto ambientale che, volente o no, lo ha costretto a riscoprire il nucleare. Da una parte infatti le energie fossili (petrolio, gas e carbone) coprono circa l'80% dei suoi consumi, con la dipen-

denza dell'import destinato a schizzare dal 42% del 2000 al 70% del totale nel 2020 (con punte dell'85% per il gas). Il che rende sempre più importante in prospettiva il problema della sicurezza delle forniture. Dall'altra parte la battaglia di Kyoto per l'abbattimento delle emissioni di CO2 di cui l'Europa è la grande protagonista, le impone più che in altri casi di rispettare gli impegni presi.

Come utilizzare l'energia da atomi, presente in 15 su 27 Paesi dell'Unione e che già può servire a coprire il 30% del totale della produzione Ue di energia elettrica quando, per esempio, in Finlandia è bastato costruire una quinta centrale nucleare per tagliare del 10% le emissioni di CO2 del Paese? O quando la Germania, con le sue 7 centrali, emette solo la CO2 della Francia, che ne ha 59 in esercizio? Non a caso, rileva il rapporto, Finlandia, Francia, Gran Bretagna, Bulgaria, Romania, Slovacchia, Lituania, Polonia e Repubblica Ceca stanno costruendo nuovi impianti nucleari o prevedono di farlo.

Per restare alla competenza esclusiva di ciascun Paese nella scelta del proprio mix ener-

### IL CONFINITO

**Fonte indispensabile**  
L'energia nucleare è indispensabile per garantire a medio termine l'obiettivo energetico dell'Unione europea. Questo è lo strumento nella relazione di fonte energetica di Robert Paul, popolare tedesco, approvata con una larga maggioranza dal Parlamento europeo (509 sì, 133 no e 39 astensioni).

**Basso contenuto di gas serra**  
La relazione sostiene che l'energia nucleare fornisce un terzo degli approvvigionamenti elettrici della Ue che è naturalmente la maggioranza energetica fonte di emissioni di anidride carbonica.

**Autonomia decisionale**  
L'Europa parlamentare riconosce che «i sovranisti» (come Stato membro) hanno il diritto di scegliere se costruire o meno impianti nucleari, ma rilevano anche che «in tal caso l'uscita dall'energia nucleare non è compatibile con gli obiettivi di riduzione del gas serra».

getico e la necessità di un dialogo aperto con le pubbliche opinioni. L'Europa parlamentare afferma che negli ultimi 20 anni lo sviluppo industriale dell'energia nucleare su vasta scala è avvenuto in modo discrezionale e non in modo sistematico e sicuro. I membri di questa generazione devono concentrarsi inoltre «sulle strutture più efficaci e combinate per la riduzione della quantità di rifiuti».

Il rapporto insiste sull'importanza della ricerca nelle tecnologie per la fissione e la fusione nucleare. Sottolinea che le risorse di uranio a livello mondiale dovrebbero durare per almeno 200 anni per consentire di disporre di rischi politici relativi alla sicurezza delle forniture. Senza contare che le sinergie tra nucleare e rinnovabili possono «offrire metodi originali per la produzione a costi economici di idrogeno e bio-carbattente». Per tutto questo, il Parlamento dichiara di appoggiare in pieno la proposta del Consiglio europeo per una discussione sulla possibilità di un'energia che non è più vincolata per questi decenni.

### L'Europa e l'atomo



Fonte: Agenzia internazionale dell'Energia atomica

### VOTO IN COMMISSIONE

## Primo sì in Turchia ai progetti per le centrali

Primo sì del Parlamento europeo all'energia nucleare. La commissione Industria ed Energia ha approvato infatti il disegno di legge che autorizza la costruzione di impianti nucleari nel Paese. Per diventare legge occorre il via libera dell'Assemblea del presidente Abdullah Gül.

L'Enel non può essere garantita (Tack) pubblicando come sottile la preoccupazione per la partecipazione delle imprese private alle gare per la costruzione delle centrali che strano-

to grezza da Tota la compagnia elettrica statale. Il ministro dell'Energia, Hilmi Ogden, ha promesso che il Governo intende privilegiare gli impianti atomici, ma manterrà la supervisione sul mercato nucleare. Tre i gruppi inter-attivi nucleari: Cae Sella, il complesso di Casaperta e il complesso di Trino Vercelli. La scelta del nucleare è legata al rigido sviluppo economico del Paese e al rischio di una scarsità di offerta energetica.

Domani il vertice

# L'energia nucleare salverà il mondo dal supercaldo

Per ridurre l'effetto serra molti Paesi del G8 puntano sul rilancio dell'atomo

di MICHELA RAVALICO

Domani il vertice dei grandi Paesi si apre. Il 33esimo vertice del G8. Argomento d'ora del summit tra i grandi della terra saranno i cambiamenti climatici e l'efficienza energetica.

Un obiettivo a lungo termine per la riduzione del gas serra è di avviare al massimo entro l'autunno i negoziati tra i 15 Paesi che inquinano di più. La prima proposta concreta è arrivata da Angela Merkel. Per frenare il surriscaldamento del globo e ridurre le emissioni, secondo la cancelliera tedesca bisogna limitare a due gradi l'aumento della temperatura terrestre e dimezzare le emissioni di anidride carbonica entro il 2050 dal livello del 1990. Una proposta severa, su cui si scatenerà l'inferno e che alla fine, compromesso dopo compromesso, sarà ridimensionata in base alle esigenze dei singoli Stati. Del resto Cina e Brasile hanno già detto che è impossibile sacrificare la crescita economica sull'altare dell'ambiente.

All'origine, però, una soluzione semplice che merita d'accordo tutti - per risolvere le loro

Francia, dove è intenzione coprire il 75% della domanda nazionale di energia, sono in corso i lavori per sostituire parte dei 58 reattori operativi ormai vecchi e il primo reattore di terza generazione dovrebbe essere inaugurato nel 2012. Stesso mentalità regnerà nel resto del mondo. L'efficienza energetica è un obiettivo a lungo termine che si può realizzare solo con un'attenta politica energetica. In Francia, dove è intenzione coprire il 75% della domanda nazionale di energia, sono in corso i lavori per sostituire parte dei 58 reattori operativi ormai vecchi e il primo reattore di terza generazione dovrebbe essere inaugurato nel 2012. Stesso mentalità regnerà nel resto del mondo. L'efficienza energetica è un obiettivo a lungo termine che si può realizzare solo con un'attenta politica energetica.

## LE PRIORITÀ DI PECHINO

### CHI INQUINA NEL MONDO

Emissioni di CO<sub>2</sub> (tonnellate di biossido di carbonio per anno) dati 2004



## La Cina non sacrificherà lo sviluppo per la salvaguardia del clima

La Cina ha reso noto il suo piano di lotta contro il riscaldamento climatico. Alla vigilia da un vertice G8 in Germania che sarà largamente dedicato a questo argomento, Pechino ha ribadito però che lo sviluppo economico resterà la sua priorità. «Le priorità di un paese sviluppato sono una crescita solida e l'eradicazione della povertà», si può leggere nel piano presentato da Pechino. Al vertice G8 di Heiligendamm, cui è invitato anche il presidente cinese Hu Jintao, il cancelliere tedesco Angela Merkel intende dare alla battaglia in favore dell'ambiente una assoluta priorità.

## FRANCIA

### Total investe sul carbone indonesiano

Total investe nel carbone. La compagnia petrolifera francese, secondo quanto dichiarato dal direttore dell'attività carbonifera, Diego de Bourgas a Bloomberg, mira a rilevare le miniere di carbone dell'Indonesia. I giacimenti dell'arcipelago asiatico hanno una capacità annuale tra 2 e 5 milioni di tonnellate.

## BORSA BRASILIANA

### Il caro metalli porta il listino a mille miliardi

Record storico per la Borsa brasiliana. Il listino carioca ha superato, primo tra i mercati sudamericani, mille miliardi di \$ di valore grazie alla corsa dei prezzi dei metalli, che ha fatto levitare i profitti delle imprese. Ha contribuito anche l'apprezzamento della moneta e tassi di interesse ai minimi che hanno attirato investimenti dall'estero.



Olkiluoto, l'isola nucleare

**OLKILUOTO 3**  
Reattore ad acqua in pressione (RWA)  
Produzione: 1.600 MW  
Inaugurazione: 2010  
Durata prevista: 2020

**OLKILUOTO 2**  
Reattore a acqua bollente (RAW)  
Produzione: 860 MW  
Inaugurato: 1982  
Durata prevista: 2042

**OLKILUOTO 1**  
Reattore a acqua bollente (RAW)  
Produzione: 860 MW  
Inaugurato: 1979  
Durata prevista: 2039

Concorrenza sleale. I due reattori europei sull'isola di Olkiluoto, con a sinistra il nuovo reattore in costruzione. La Tvo, la società che gestisce l'impianto, due anni fa installò anche una pala eolica. In un anno, genera la stessa quantità di energia che un reattore produce in un'ora (Foto di Marco Magrin)

Energia all'avanguardia. La centrale in costruzione, gioiello tecnologico europeo, sarà esportata anche in Cina

# La Finlandia brinda all'atomo

Un Paese apripista: i cittadini mai così favorevoli alla scelta nucleare

Marco Magrin

**OLKILUOTO** È un vigneto che si trova nel nord del mondo e cresce in una piccola baia di una piccola isola finlandese. Centoventi chilometri sopra il 66° parallelo, pochi filari di una rossa vinaiolo il piacere della vinificazione: un piacere antico, oppure così inedito a queste latitudini. «Certo, non sarà buono come il vino italiano. Ma per il mio palato va benissimo», assicura Jussi Salmea con una prassinosata.

Altre, l'istadini però - per

non entra in contatto con la radattività. E il vino è bevilissimo. Ma non si può assaggiare: le cento bottiglie della vendemmia 2006 son già state scolate da un pezzo.

«Nel Chiama inorridirebbero per molto meno. Ma c'è poco da fare: sarà per abitudine, sarà per la fiducia nella tecnologia che ha cambiato l'economia del Paese - passata in 35 anni dall'industria del legname ai telefoni della Nokia - fatto sta che da queste parti non si trova nessuno disposto a spaventarsi. «Mische paura, sono impunitissimi», taglia corto Eevi Simola, cameriera in un ristorante di Rauma, a una dozzina di chilometri da Olkiluoto. Tra la Finlandia e la Svezia, che dalla fine degli anni '70 ospita una centrale nucleare.

«L'unico guaio è che i miei amici mi guardano in faccia dicendomi che sono un pazzo. Ma io



Luoghi comuni rivolti. Lehto Kariminen (Vite) con i lavoratori della nuova centrale. «Lui beve il vino»

to - quasi un'icona nell'immaginario collettivo, non è caso particolare: nella Springfield del Simpson - gli impianti di Olkiluoto non sembrano neppure due centrali nucleari. Pakito due normali fabbriche, neppure rumorose, immerse in un mare di betulle in riva al mare vero. Il trucco sta appunto nell'acqua gelida del Golfo di Botnia che, talvolta anche a zero gradi, scorre in una cascata sotterranea a innescare la potenza delle turbine.

«È pure una turbina colica a Olkiluoto, che contribuisce a quest'immagine di serenità. Ma poi viene l'impressione che sta stata messa lì per una specie di dimostrazione nucleare. «In un anno, quella produce l'energia che questa», dice Salmea indicando uno dei due reattori - produce in un'ora. Alla centrale numero 3, il doppio più potente, basterebbero mezz'ora.

GRANNO SCANDINAVO

## Il vigneto più a nord del mondo



C'è una piccola baia affacciata sul Mar Baltico dove l'acqua non gela mai. E dove crescono perfino alcuni filari di uva rossa; come si vede in questa foto. L'arcato sta nella vicinanza della centrale nucleare di Olkiluoto che, invece di usare le abituali torri raffreddanti, usa l'acqua gelida

del mare per il cambio di pressione necessario a far girare le turbine. L'anno scorso, ovviamente per gioco, sono state prodotte cento bottiglie di vino rosso che sono già state bevute da tempo. Quello di Olkiluoto è il vino prodotto più a nord del mondo.

## In attesa del colosso da 1.600 Mw



Il Sole 24 Ore  
Venerdì 6 Febbraio 2009 - N. 36

6/2/09

**Energia.** Il Governo revoca la moratoria di 12 anni fa e autorizza la costruzione di nuovi impianti

# La Svezia torna al nucleare

Si potrà anche intervenire per allungare la vita dei reattori esistenti

Jacopo Gilberte  
STOCOLMA

Uno dei Paesi più ecologisti del mondo, la Svezia, cambia idea sull'energia atomica. Dodici anni dopo aver deciso di chiudere gradualmente tutti i suoi reattori nucleari, 30 anni dopo un referendum antinucleare, proprio mentre il petrolio tornato a prezzi ragionevoli fa raffreddare le smanie atomiche, Stoccol-

## CORSA ALL'ATOMO

Negli Stati Uniti le previsioni di una domanda elevata e di un aumento dei prezzi fanno partire gli ordinativi prima del via libera ai progetti

ma ha deciso di revocare la moratoria, «autorizzando la sostituzione dei reattori esistenti - afferma il Governo conservatore guidato da Fredrik Reinfeldt nel presentare il nuovo piano energetico - quando avranno raggiunto il loro limite di sfruttamento economico». La legge sulla chiusura graduale dei reattori va abolita e «il divieto, incluso nella legislazione sulla costruzione di nuovi impianti nucleari va anch'esso abolito».

La moratoria antinucleare era stata adottata nel febbraio '97, quando al governo c'erano i socialdemocratici. I reattori atomici (allora erano 12, oggi sono 10) soddisfacevano circa la metà del fabbisogno elettrico. Oltre a fermare le nuove costruzioni, la moratoria prevedeva di chiudere tutti gli impianti nucleari in funzione a mano a mano che arrivavano all'età della pensione tecnologica. In alternativa, fonti rinnovabili. Da allora si sono fermati i due reattori della centrale di Barseback, travagliati da avarie, mentre sono rimasti in funzione quelli delle centrali di Oskarshamn, Ringhals (che ha appena avuto un incidente, per fortuna di lieve entità) e Forsmark, tutti costruiti fra il 1972 e il 1985, i quali ancora oggi rappresentano il 60% della produzione elettrica svedese. L'altra grande fonte energetica è quella idroelettrica. Una fonte che non emette un grammo di anidride carbonica. Il gas cambia clima messo alle strette dalle normative europee e dal Protocollo di Kyoto. «Sarà possibile richiedere il permesso - annuncia una nota del Governo - di sostituire i reattori esistenti che non siano più economicamente produttivi».

«Non si tratta solamente di ag-

giornare gli impianti per allungarne la durata e perciò la vita utile - osserva Alessandro Clerici, coordinatore della task force sul nucleare del Wee (World energy council) - ma anche di ritoccare alcune componenti (soprattutto nella parte delle turbine) per aumentare di circa il 10% il rendimento e la capacità produttiva. In questo modo la Svezia mette a disposizione dei consumatori più di mille megawatt aggiuntivi (come una centrale nuova) con costi modestissimi. Inoltre due province svedesi si stanno contendendo la localizzazione del deposito delle scorie atomiche».

Altri segnali arrivano dagli Stati Uniti. Sono stati censiti almeno sei casi di progetti per i quali, senza che siano ancora arrivate le autorizzazioni, sono già stati avviati gli ordinativi alla Westinghouse e agli altri fornitori. Il motivo è semplice. Le imprese elettriche prevedono una corsa all'energia atomica così concitata che in breve i costi saliranno in modo considerevole e i tempi di consegna si allungeranno avviando le commesse in anticipo, le imprese si assicurano così un vantaggio competitivo sui concorrenti futuri.

jacopo.gilberte@ilsole24ore.com

## Le centrali in Europa

Impianti e potenza complessiva. Dati gennaio 2009

	Numero	Potenza in megawatt
Belgio	7	5.824
Bulgaria	2	1.906
Finlandia	4	2.696
Francia	59	63.260
Germania	27	20.470
Gran Bretagna	19	10.097
Lituania	1	1.185
Olanda	1	482
Rep. Ceca	6	3.610
Romania	2	1.300
Russia	31	21.743
Slovacchia	4	1.688
Slovenia	1	666
Spagna	6	7.450
Svezia	10	8.995
Svizzera	5	3.220
Ucraina	15	13.107
<b>Totale</b>	<b>196</b>	<b>169.537</b>

Fonte: European Nuclear Society

Corsa all'energia pulita

# Pioggia da 50 miliardi sul nucleare Usa

■ ■ ■ TOMMASO FRANCHELLA

■ ■ ■ La lobby dell'industria nucleare statunitense ritrova l'appoggio del Senato dopo anni di scarsa considerazione, dovuta per la maggior parte alla forte opposizione dei movimenti ambientalisti da sempre dubbiosi sulla sicurezza di questa fonte energetica.

Le compagnie del settore hanno in progetto di costruire 19 nuovi siti e 28 reattori da seminare sul territorio americano. Per farlo, però, hanno bisogno di una montagna di denaro: 50 miliardi di dollari di copertura finanziaria per i prossimi due anni. Questi soldi, insomma, non poveranno direttamente sulle nuove centrali in progetto, ma serviranno ai costruttori per accedere più facilmente al capitale privato. Il settore, infatti, lamenta da sempre la diffidenza di Wall Street e delle banche nell'erogare prestiti. L'alto tasso di rischio proprio del nucleare tiene lontani gli ambienti finanziari, a meno che alle spalle dell'industriale potenzialmente insolvente non ci sia un cuscinetto di denaro federale su cui atterrare.

La maxi-richiesta della lobby, se raffrontata con il finanziamento accordato dall'amministrazione per il 2007 (4 miliardi) può sembrare inverosimile, ma la volontà del Presidente Bush di rendere gli Usa sempre più indipendenti dalle risorse importate e la rinnovata sensibilità di Washington sul tema dei gas serra (l'energia nucleare è stata dichiarata "pulita" con una legge del 2005) hanno ridato peso agli ambiziosi progetti dell'industria dell'atomo.

Tra le pieghe del recente progetto di legge sull'energia appena approvato dal Senato vi è una norma che potrebbe garantire ingenti prestiti federali (si parla di decine di miliardi di dollari) ai costruttori di centrali atomiche. Formalmente si tratta di un travaso di poteri: il governo, che ad oggi dispone per il settore di un budget limitato e annualmente approvato dal Congresso potrebbe, in caso di via libera della norma, avere la massima discrezionalità nell'elargire i prestiti tramite il Dipartimento dell'energia. La forma del finanziamento, come detto, esula dal prestito in senso stretto funzionando più che altro come una garanzia statale sul-

la riuscita, o meno, di un progetto innovativo sul nucleare. La novità della legge sta nell'introdurre un capitale di garanzia finanziato dagli stessi costruttori, obbligati a pagare una certa somma nel momento dell'accesso all'aiuto federale. Il Senatore repubblicano Pete V. Dominici, capofila dei sostenitori del progetto, insiste su questo sistema di auto-finanziamento che renderebbe inutile l'annuale ok del Congresso. Di diverso avviso chi, opponendosi a Dominici, vede nell'assenza di un budget definito l'assunzione di un rischio troppo alto per il bilancio dell'amministrazione Usa.

Jeff Bringman, Senatore democratico e autore del disegno di legge, cerca di smorzare gli animi precisando che la lobby del nucleare sta interpretando estensivamente la norma, destinata ai soli progetti ad alto contenuto tecnologico. Nonostante le precisazioni di Bringman sono in molti che vedono l'industria nucleare nel suo insieme ad essere favorita dalla legge. E non solo: il nuovo sistema potrebbe aprire i rubinetti statali anche per le centrali che utilizzano carbone pulito e energie rinnovabili.



Dall'atomo il 20% dell'elettricità

# Londra vuole 23 nuove centrali nucleari

Il governo pianifica 30 miliardi di investimenti per rimpiazzare le vecchie strutture in 10 anni

ALESSANDRO CARLINI  
LONDRA

■ ■ ■ Ancora una volta Tony Blair torna sull'argomento delle centrali nucleari e ribadisce la sua posizione: sono indispensabili per garantire il fabbisogno energetico del Paese. Il premier britannico, in un articolo pubblicato dal Times, sostiene il rilancio delle centrali nucleari di nuova generazione in Gran Bretagna nel giorno in cui il governo da lui guidato delinea a Westminster le sue proposte sulla politica energetica. «È normale il fatto che noi teniamo in considerazione il nucleare per assicurare gli approvvigionamenti di energia senza dover aumentare la nostra dipendenza dal fossile», scrive Blair che lascerà il governo il 27 giugno prossimo, sostituito da Gordon Brown. Nel suo intervento, spiega che considera possibile «raggiungere gli obiettivi sulla riduzione delle emissioni di anidride carbonica», ma solo procedendo a una preventiva riflessione e prendendoci le giuste decisioni.

Il governo di Londra è stato costretto a ritardare i suoi piani dopo la denuncia di Greenpeace che lo scorso febbraio ha spinto l'Alta Corte di Londra a ordinare un nuovo ciclo di consultazioni pubbliche sulla costruzione delle centrali. Ma Blair non demorde e continua la sua sfida, anche alla fine del mandato.

## LA NORVEGHESE STATOIL



## In ballo 4 miliardi Israele e Palestina in trattativa con BG per i pozzi di Gaza

LONDRA

■ ■ ■ Uno storico accordo commerciale potrebbe dare nuova linfa al processo di pace in Medio Oriente. Il colosso dell'energia britannico BG Group è in trattative con l'Autorità Palestinese e lo Stato d'Israele per lo sfruttamento del giacimento di gas che l'azienda ha scoperto di fronte alla costa di Gaza nel 2000. L'accordo da 4 miliardi di dollari prevede che BG Group rifornisca Israele con energia a prezzo naturale di cui si spartono i palestinesi. Come scrive il Times, alcuni rappresentanti della compa-

Cambio di rotta

# L'Europa molla i Verdi e apre al nucleare

Il Parlamento di Bruxelles definisce indispensabile l'energia atomica. Ma l'Italia resta indietro

CARLO STAGNARO

Il nucleare è indispensabile per addossare il fabbisogno energetico europeo. Lo ha riconosciuto un voto a larga maggioranza del Parlamento di Bruxelles, che ha fatto piazza pulita dell'ostruzionismo dei Verdi per affermare ciò che era evidente ai più: che l'energia è roba seria e gli slogan non bastano. L'atomo è, tra tutte le fonti di energia, quella meglio in grado di coniugare la sostenibilità dei costi (probabilmente superiori alle fonti fossili, ma certo più competitivi delle cosiddette rinnovabili) col rispetto degli obiettivi di riduzione delle emissioni di gas serra.

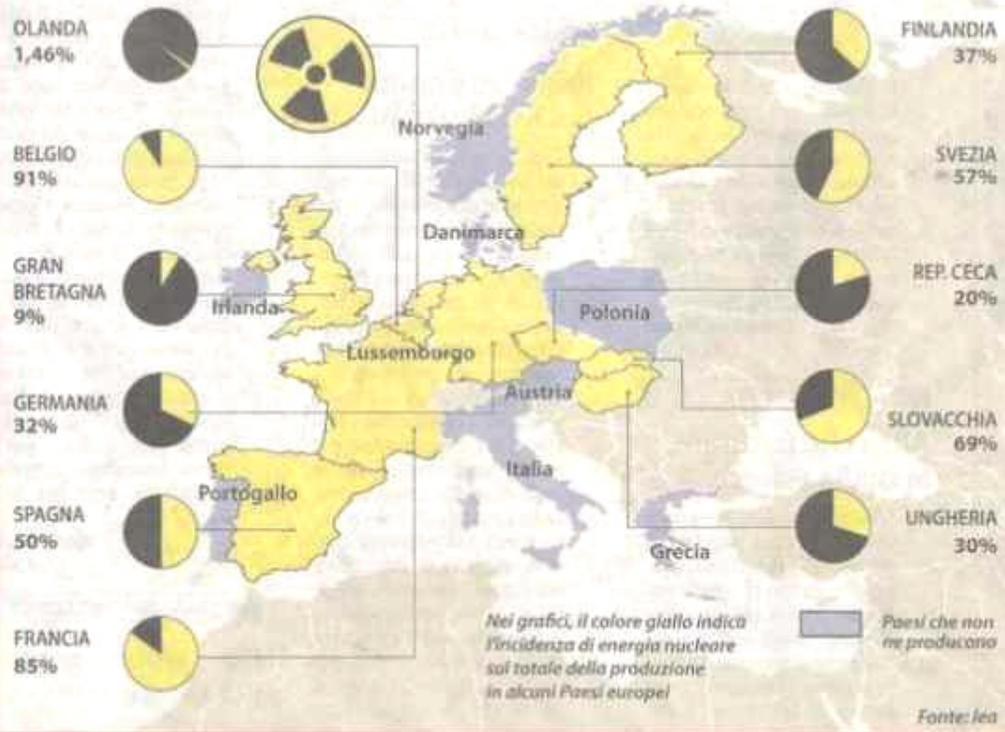
Tutti i paesi civili hanno nel nucleare un pilastro importante del loro mix energetico. Se la determinazione dell'europarlamento, che non fa altro che confermare l'indirizzo della Commissione, costituisce di per sé una notizia - in passato il nucleare era considerato alla stregua di qualcosa di cui vergognarsi, oggi viene apertamente invocato come parte della soluzione - la sfida è tanto maggiore per chi l'ha abbandonato nel passato.

### FANALINI DI CODA

Solo l'Italia, in Europa, ha compiuto una scelta del genere: può essere scensata, o comunque rispettabile, la decisione di non sporcarsi le mani con questa tecnologia, è semplicemente folle costruire degli impianti e poi chiuderli senza quasi averli avvia-

### IL NUCLEARE NEL VECCHIO CONTINENTE

Con 152 reattori presenti nei 27 Paesi UE, il nucleare rappresenta il 30% della produzione totale di energia.



re di una maggioranza in Europa favorevole al nucleare significa un cambio radicale nelle politiche energetiche comunitarie. L'illusione delle

Rientrare nel nucleare non richiede, a differenza di quanto si crede, alcuna riforma: il meccanismo autorizzativo, per quanto farraginoso, c'è e consen-

sempre "no" la sua ragione sociale. Ma anche, e soprattutto, per ricostruire una cultura che è andata persa: l'abitudine delle popolazioni loca-

già maturato.

Naturalmente, a monte di tutto stanno la diffusione di un'informazione scientificamente laica su quello che il nucleare è davvero e il completamento del processo di liberalizzazione. Al di fuori di un contesto che sia autenticamente di mercato, infatti, è impossibile per gli attori imprenditoriali valutare rischi e opportunità, e dunque il sistema nel suo complesso perde efficienza.

### ASSURDE OBIEZIONI

Un'obiezione molto gettonata è appunto che il nucleare non sarebbe in grado di reggere alle pressioni competitive. È una critica assurda: se fosse vera, allora non servirebbero crociate politiche, poiché basterebbe la fredda logica economica a mettere fuori gioco l'atomo. E poi, perché non si applica la stessa logica all'eolico, al solare, e a tutte le altre fonti che stanno in piedi solo grazie all'iniezione di sussidi e altri favori regolatori? Il problema, piuttosto, è sgombrare il mercato dalle interferenze della politica, mettendo tutte le fonti sullo stesso piano e consentendo alle utilities di farsi concorrenza costruendo un portafoglio bilanciato di centrali, all'interno del quale il nucleare - per le sue caratteristiche di stabilità e prevedibilità dei costi - può dare un valore aggiunto di inestimabile importanza.

Restare fuori dal nucleare mentre l'Europa si muove equivale alla perdita dell'ennesima opportunità di sviluppo, con grave danno sia per le

# Qual è il trend?

**CASA: ecco tutte le risposte!**  
Perché la compravendita non sia più un rompicapo.



# ECONOMIA E IMPRESA

Il Sole **24 ORE**



**Consumi.** Lo shopping domenicale vale quattro miliardi di euro **Pag. 23**

**Eventi.** L'industria italiana si prepara all'Expo 2010 di Shanghai **Pag. 25**

**Vino.** L'Unione europea ha varato un maxipiano di promozione **Pag. 27**

Venerdì 3 Aprile 2009

*3 Aprile 2009*

**Energia.** Un emendamento al ddl Sviluppo allunga di almeno sei mesi i tempi per l'individuazione dei siti

## Slitta il piano per il nucleare

Maggiori poteri alle Regioni - Esclusa la partecipazione della Cdp

**Federutility:**  
«Acqua, tariffe troppo basse per investire»

**Le centrali nucleari nel mondo: in costruzione 44 reattori**



Fonte: elaborazioni dati Iaea

Reattori in servizio o in costruzione per continente al 31/12/2008

	In esercizio		In costruzione	
	Numero	MW	Numero	MW
Europa	196	169.604	14	12.815
Nord America	124	114.522	1	1.165
Asia	112	82.980	28	23.216
Sud America	4	2.730	1	692
Africa	2	1.800	0	0
<b>Totale</b>	<b>438</b>	<b>371.636</b>	<b>44</b>	<b>37.888</b>

Federico Rendina  
ROMA

le scorie, e che dovrà riconoscere una serie di "compensazioni"

credibile la promessa del Governo sul ritorno all'atomo elettrico

nia del gas, smitigando la dipendenza dall'estero e contribuendo

solo un sistema di incentivi pubblici diretti o indiretti, in grado

MILANO

A tariffe bassissime, le più basse d'Europa, gli acquedotti non riescono a investire. «Le bollette sono regolate dal comitato statale di vigilanza e sono sottoposte a un tetto massimo di aumenti che non deve superare il 5 per cento. In queste condizioni - afferma Roberto Bazzano, amministratore delegato di Iride e presidente della Federutility, l'associazione delle aziende di servizi pubblici locali - ben pochi acquedotti hanno le risorse che consentono di potenziare il servizio, di migliorare la qualità dell'acqua, di rinnovare le condutture. Ci vorrebbe l'aiuto della fiscalità generale per aiutare gli investimenti», propone Bazzano.

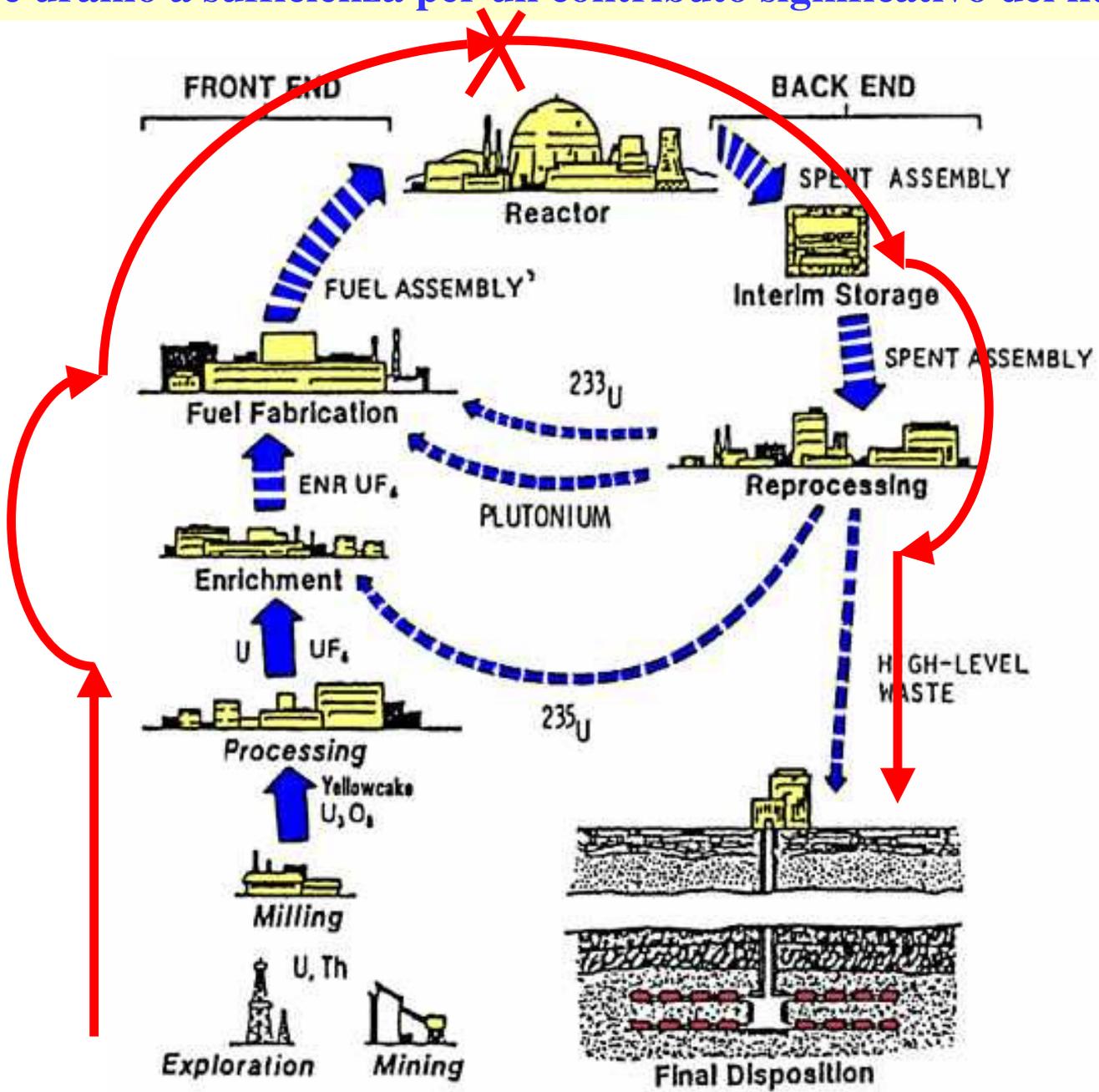
Secondo il presidente del

**Franco Casali - "Nucleare? Forse...", Colloqui Di Facoltà, Bologna 29-4-2009**

# FAQ (Frequently Asked Questions) riguardo ai reattori nucleari

- 1 - Qual è la situazione mondiale?
- 2 - Qual è il “trend”?
- 3 - **C'è uranio a sufficienza per un contributo significativo del nucleare?**
- 4 - E le scorie radioattive?
- 5 - Il nucleare può contribuire a contrastare l'effetto serra?
- 6 - Quale è il vero costo del kWh nucleare?
- 7 - Come possiamo contribuire per andare incontro all'Ambiente?

C'è uranio a sufficienza per un contributo significativo del nucleare?

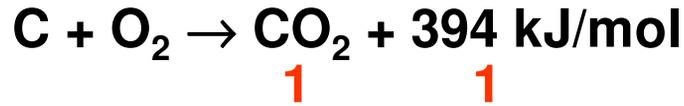


Ciclo aperto  
Ciclo chiuso

# C'è uranio a sufficienza per un contributo significativo del nucleare?

## Produzione di CO<sub>2</sub> e di energia per 1 grammo di combustibile

\* **CARBONE:**



\* **PETROLIO:**

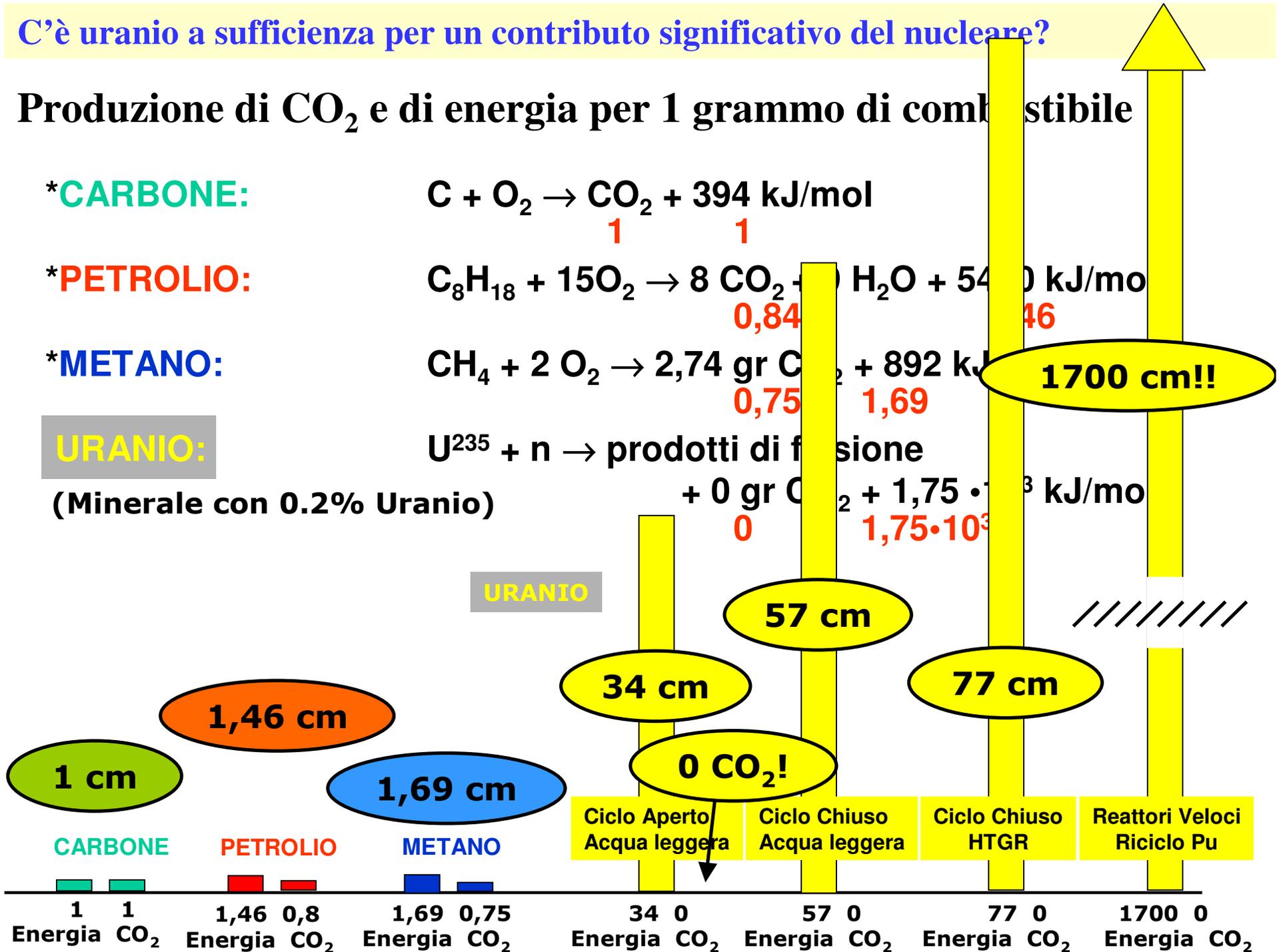


\* **METANO:**



**URANIO:**

(Minerale con 0.2% Uranio)



## C'è uranio a sufficienza per un contributo significativo del nucleare?

### *Uranium 2007: Resources, Production and Demand* (Red Book NEA-OECD)

**Risorse convenzionali** di uranio che possono essere estratte a un costo inferiore a 130\$/kg ---> 5,5 milioni di ton  
(nel 2005 erano stimate -----> 4,7 milioni di ton)

**Con le risorse stimate** sulla base della caratteristica geologica dei giacimenti si passa a -----> 10,5 milioni di ton  
(nel 2005 erano stimate -----> 10,0 milioni di ton)

Nel 2006 la richiesta di U per i 435 reattori è stata di 66.500 ton. In realtà la richiesta di minerale si è ridotta a 39.603 ton in quanto si è sfruttato l'U e il Pu del combustibile ritrattato nel ciclo chiuso e utilizzato l'U e il Pu delle testate nucleari (ce ne sono 12.000!).

**Con tali consumi c'è uranio per circa 100 anni.**

## C'è uranio a sufficienza per un contributo significativo del nucleare?

Il costo dell'U sta aumentando. Di conseguenza aumentano gli investimenti per la sua ricerca.

Dal 2004 al 2006 l'aumento è stato del 250%.

Si prevede che la potenza installata passi da 372 GWe del 2007 a valori tra 509 GWe (+38%) e 663 GWe (+80%) nel 2030 con consumi annui da 94.000 a 122.000 ton, sulla base dei reattori utilizzati oggi.

Se si realizzano i reattori convertitori (a U-Pu e U-Th) l'utilizzo dell'energia nucleare può essere esteso da un secolo a migliaia di anni.

## C'è uranio a sufficienza per un contributo significativo del nucleare?



## Uranium stocks exchange

"Uranium Stocks" <[bob@uranium-stocks.net](mailto:bob@uranium-stocks.net)>

## C'è uranio a sufficienza per un contributo significativo del nucleare?

### REATTORI AUTOFERTILIZZANTI (BREEDER)

Il primo reattore veloce (plutonio metallico raffreddato a mercurio) fu realizzato negli USA (1946) e il primo reattore a produrre energia elettrica negli USA fu il reattore veloce EBR-1. Furono costruiti reattori veloci in altri Paesi (Unione Sovietica, Regno Unito, Giappone, Cina, India).

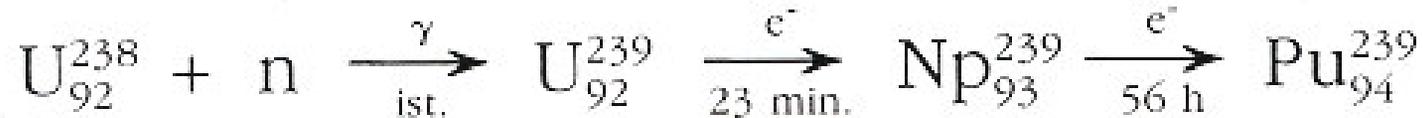
La prima centrale commerciale per produrre elettricità fu il "Superphenix" (1200 MWe), reattore raffreddato a sodio liquido, alla costruzione e gestione del quale aveva collaborato anche l'Italia. Esso fu spento nel 1997 dopo 12 anni di tormentato funzionamento.

Gli indiani stanno sperimentando il ciclo del torio.

Anche l'Italia aveva cominciato a studiare reattori ad acqua pesante per il ciclo  $U_{233} \rightarrow Th_{232}$

## C'è uranio a sufficienza per un contributo significativo del nucleare?

(<sup>11</sup>) La formazione del plutonio per cattura neutronica da parte dell'U-238 è schematizzata nella seguente reazione:



La freccetta indica il prodotto della reazione; sopra la freccia è indicata la particella emessa, sotto la freccia la vita media della reazione.

Il plutonio 239 decade, con una vita media di 24.000 anni, emettendo particelle alfa. Per successiva cattura neutronica il Pu-239 si trasforma in Pu-240 il quale, a sua volta, si trasforma in Pu-241. Gli isotopi dispari del plutonio sono fissili per neutroni lenti, gli isotopi pari sono fissili solo per neutroni molto veloci (energia superiore a 1 MeV); lo stesso dicasi per l'uranio.

(<sup>12</sup>) Un processo analogo alla fertilizzazione dell'U-238 ha luogo anche per il Torio-232 (unico isotopo del torio che si trova in natura). Il Th-232 catturando un neutrone si trasforma in U-233, fissile per neutroni termici come l'U-235; con la seguente reazione:



Mediante questo ciclo uranio-torio che, al contrario del ciclo uranio-plutonio, può essere realizzato anche nei reattori termici, verrebbero sfruttate le riserve di torio equivalenti, in termini energetici, a quelle dell'uranio.

## Vantaggi e svantaggi del ciclo del torio

### *Vantaggi*

- Il torio è un elemento molto più diffuso dell'uranio (3,5 volte)
- I prodotti radioattivi hanno un tempo di decadimento più rapido rispetto a quelli del ciclo U-Pu
- Si possono usare reattori termici (minore usura delle strutture)

### *Svantaggi*

- I prodotti della conversione da Th a U233 sono fortemente radioattivi. E' necessario utilizzare lavorazioni a distanza
- Il protattinio ha una vita media elevata e costituisce un assorbitore di neutroni (parassita)

## C'è uranio a sufficienza per un contributo significativo del nucleare?

Altri reattori (di IV generazione) molto interessanti sono i reattori ad alta temperatura refrigerati a gas (HTGR).

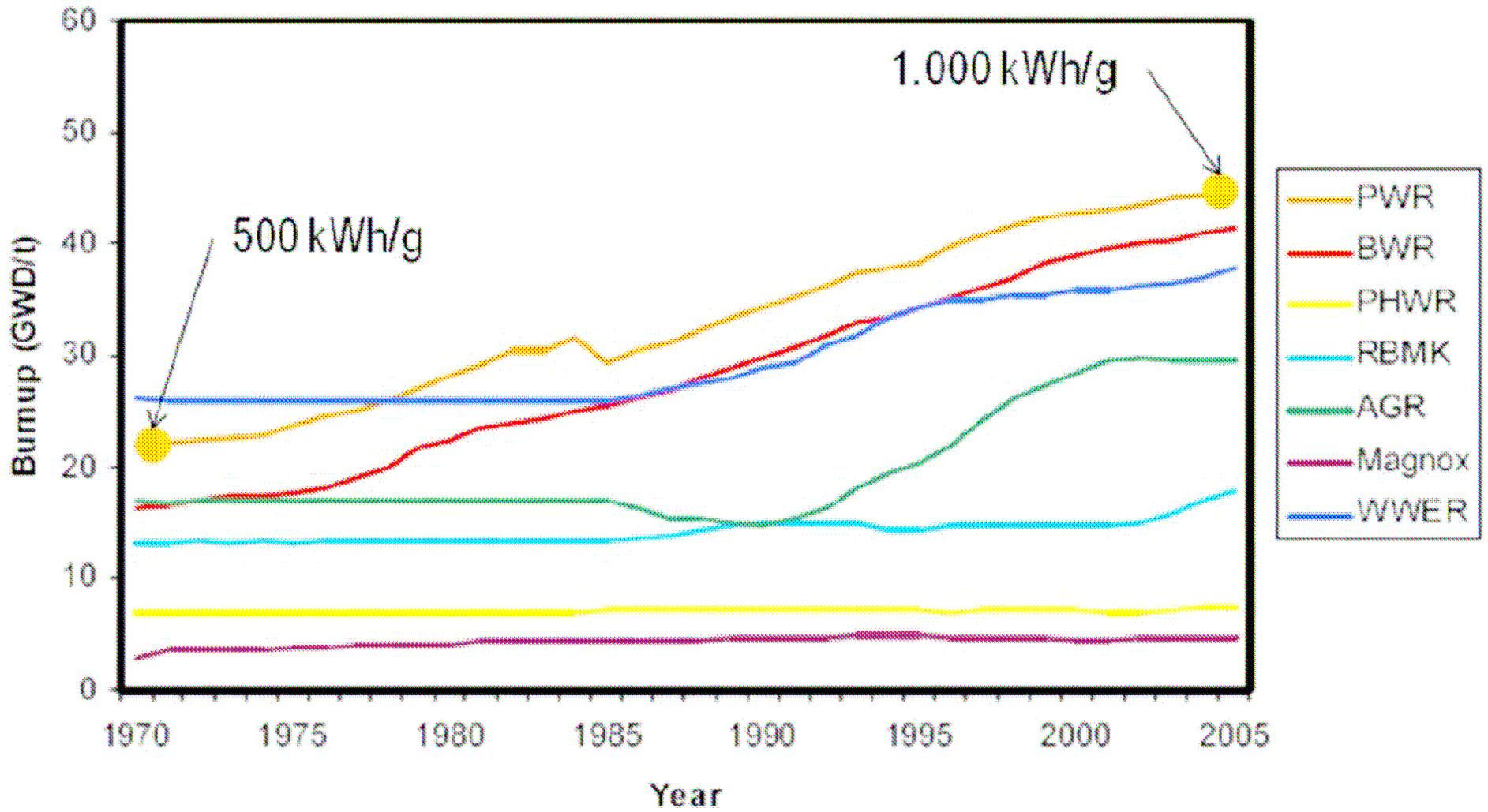
Raffreddati ad elio, possono giungere a temperature di oltre 1000°C.

A queste temperature è possibile scindere l'acqua nei suoi due componenti: ossigeno e idrogeno.

Sono molto sicuri ed ideali per la produzione dell' IDROGENO come fonte di energia secondaria (vettore energetico come l'elettricità).

# C'è uranio a sufficienza per un contributo significativo del nucleare?

Fig. 8 - Miglioramenti nell'utilizzazione del combustibile nucleare (fonte: ONU-IAEA, 2008).



## Altre fonti di produzione di uranio

1. Dalle ceneri delle centrali a carbone
2. Dai fosfati
3. Dall'acqua del mare

## C'è uranio a sufficienza per un contributo significativo del nucleare?

There are some interesting numbers provided in a story titled Sparton produces the **first yellowcake from Chinese coal ash** published on October 16, 2007 in World Nuclear News. According to the article, the ash pile being evaluated contains about **5.3 million tons of ash with a uranium concentration of 160-180 parts per million**. The total quantity of uranium in the pile is thus about 2085 tons. According to the UIC ISL article the normal recovery percent from an ISL deposit ranges between 60-80% so the amount of uranium that might be recovered is about 1250-1700 tons.

It takes about 200 tons of natural uranium to power a 1000 MWe reactor for a year, so **the ash pile mine could supply between 6-8 reactor years of fuel**, producing about 48-64 billion kilowatt-hours of emission free electrical power. If you assume that power is sold for the average value in the US of 8.5 cents per kilowatt hour, the ash pile would help produce electricity worth 4-6 billion dollars.

<http://www.spartonres.ca/>

# C'è uranio a sufficienza per un contributo significativo del nucleare?

Approximate uranium inventories in phosphate deposits

Country	million t U
<b>Marine phosphorite</b>	
Morocco	6.9
USA	1.2
Mexico	0.15
Jordan	0.1
Others	0.65
Subtotal	9
<b>Organic phosphorite</b>	
Kazakhstan	0.12
Russia	
Subtotal	0.12
Total	9.12

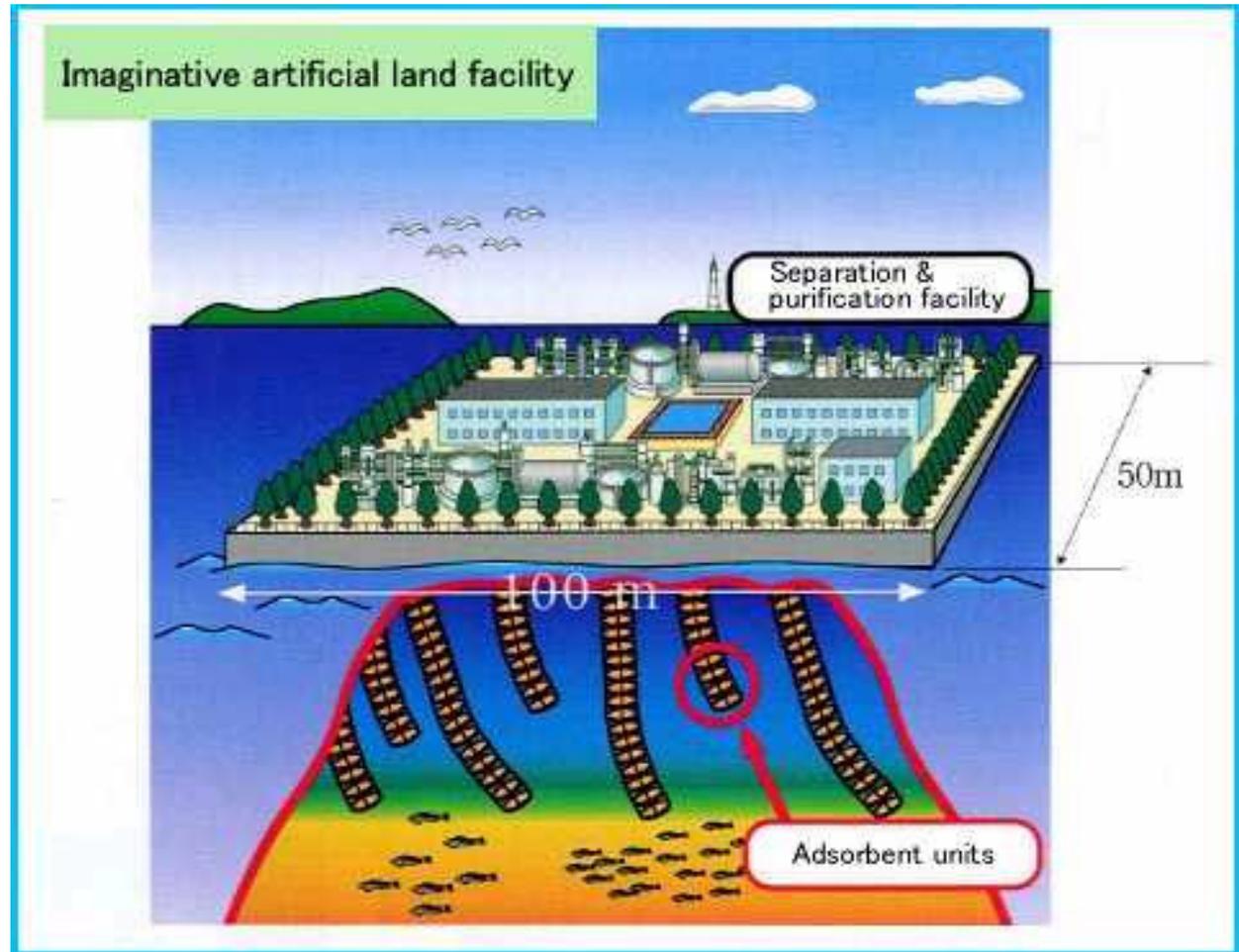
Source: after [IAEA 2001]

## **Sarkozy signs 2 bln dollar trade, military deals with Morocco.**

French nuclear energy firm Areva signed a draft agreement with Morocco's OCP for the extraction of uranium from Moroccan phosphate acid.

## C'è uranio a sufficienza per un contributo significativo del nucleare?

An additional 4.6 billion tonnes of uranium are estimated to be in sea water (Japanese scientists in the 1980s showed that extraction of uranium from sea water using ion exchangers was feasible).[39][40]



Uranium recovery from Seawater". Japan Atomic Energy Research Institute. 1999-08-23.  
<http://www.jaea.go.jp/jaeri/english/ff/ff43/topics.html>. Retrieved on 2008-09-03.

# FAQ (Frequently Asked Questions) riguardo ai reattori nucleari

- 1 - Qual è la situazione mondiale?
- 2 - Qual è il “trend”?
- 3 - C'è uranio a sufficienza per un contributo significativo del nucleare?
- 4 - **E le scorie radioattive?**
- 5 - Il nucleare può contribuire a contrastare l'effetto serra?
- 6 - Quale è il vero costo del kWh nucleare?
- 7 - Come possiamo contribuire per andare incontro all'Ambiente?

# TRATTAMENTO SUCCESSIVO ALL'UTILIZZO NEI REATTORI

## 1.Ciclo aperto

Gli elementi di combustibile vengono rimontati senza successivo trattamento (Canada, Svezia, Spagna, Finlandia)

## 2.Ciclo chiuso

Gli elementi vengono portati all'impianto di riprocessamento dove l'uranio viene trattato per estrarre l'uranio non utilizzato, il plutonio prodotto e le scorie radioattive (Francia, Inghilterra, USA, Giappone, Germania)

### RIFIUTI RADIOATTIVI

Tenendo conto dei rifiuti radioattivi di bassa, media e alta attività, il nucleare produce circa 0,55 gr di rifiuti radioattivi per kWh contro, ad esempio, 180 gr di rifiuti solidi non radioattivi per kWh prodotto da carbone o lignite (questo il valore medio ma in alcuni Paesi si arriva anche a 0,25 kg/kWh e oltre).

Altri dati significativi sono i seguenti, riferiti ai volumi di rifiuti annuali nell'Unione Europea dei 25:

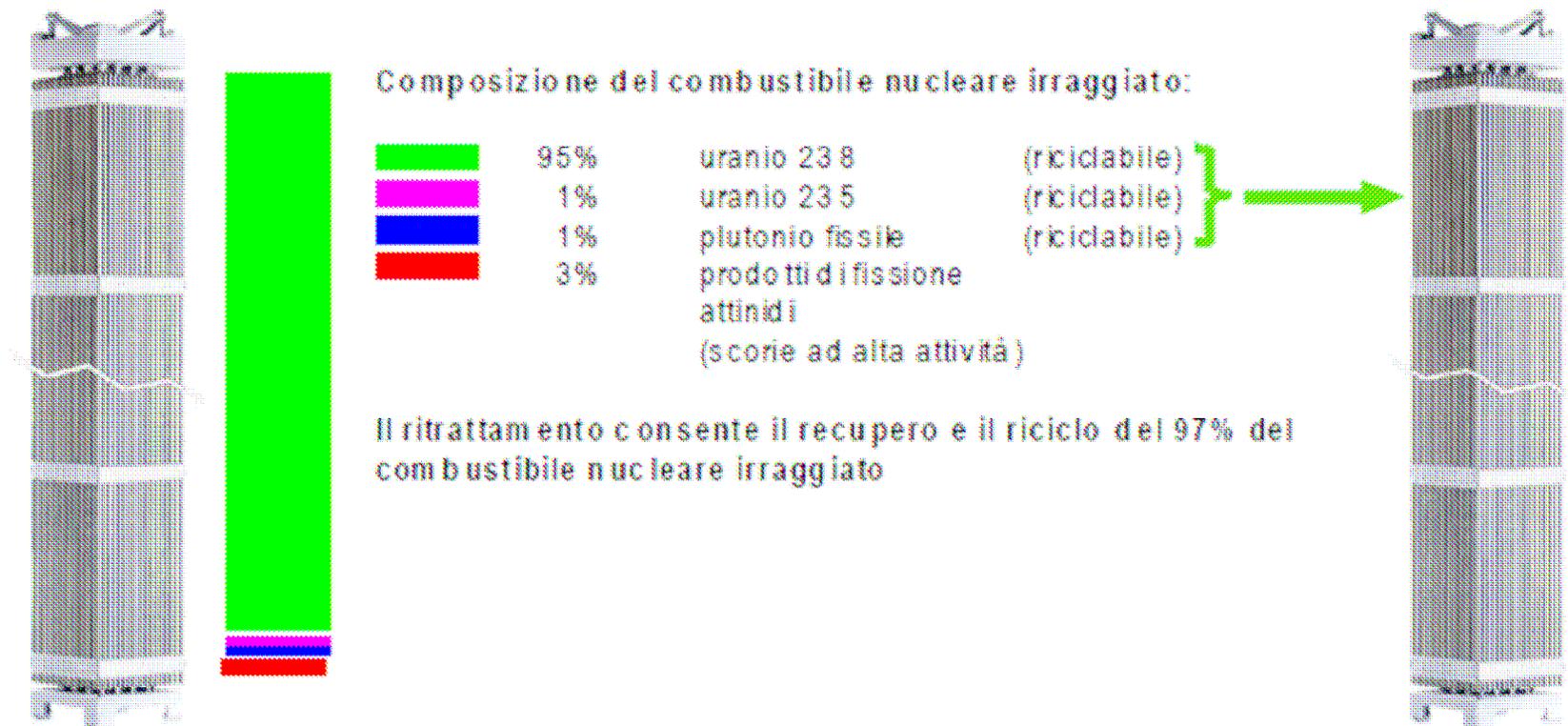
- Rifiuti industriali: 1000 milioni di m<sup>3</sup>
- Rifiuti industriali tossici: 10 milioni di m<sup>3</sup>
- Rifiuti radioattivi (totale): 40 mila m<sup>3</sup>
- Rifiuti radioattivi ad alta attività: 4 mila m<sup>3</sup>.

### Ma qual è il volume di scorie prodotte?

- a) Se tutta l'energia elettrica, prodotta in Italia per 30 anni, fosse ottenuta mediante i reattori nucleari, i RAA coprirebbero un campo da tennis per l'altezza di un metro.
- b) L'energia elettrica prodotta in Francia con i reattori nucleari (> del 75%), dà luogo a 10 grammi di RAA, all'anno, per ogni francese.
- c) Se **tutta l'energia** consumata da un americano medio, durante la sua vita, fosse prodotta col nucleare, i RAA avrebbero il volume di una lattina di Coca Cola (James Lovelock, inventore di "Gaia, il pianeta che vive").

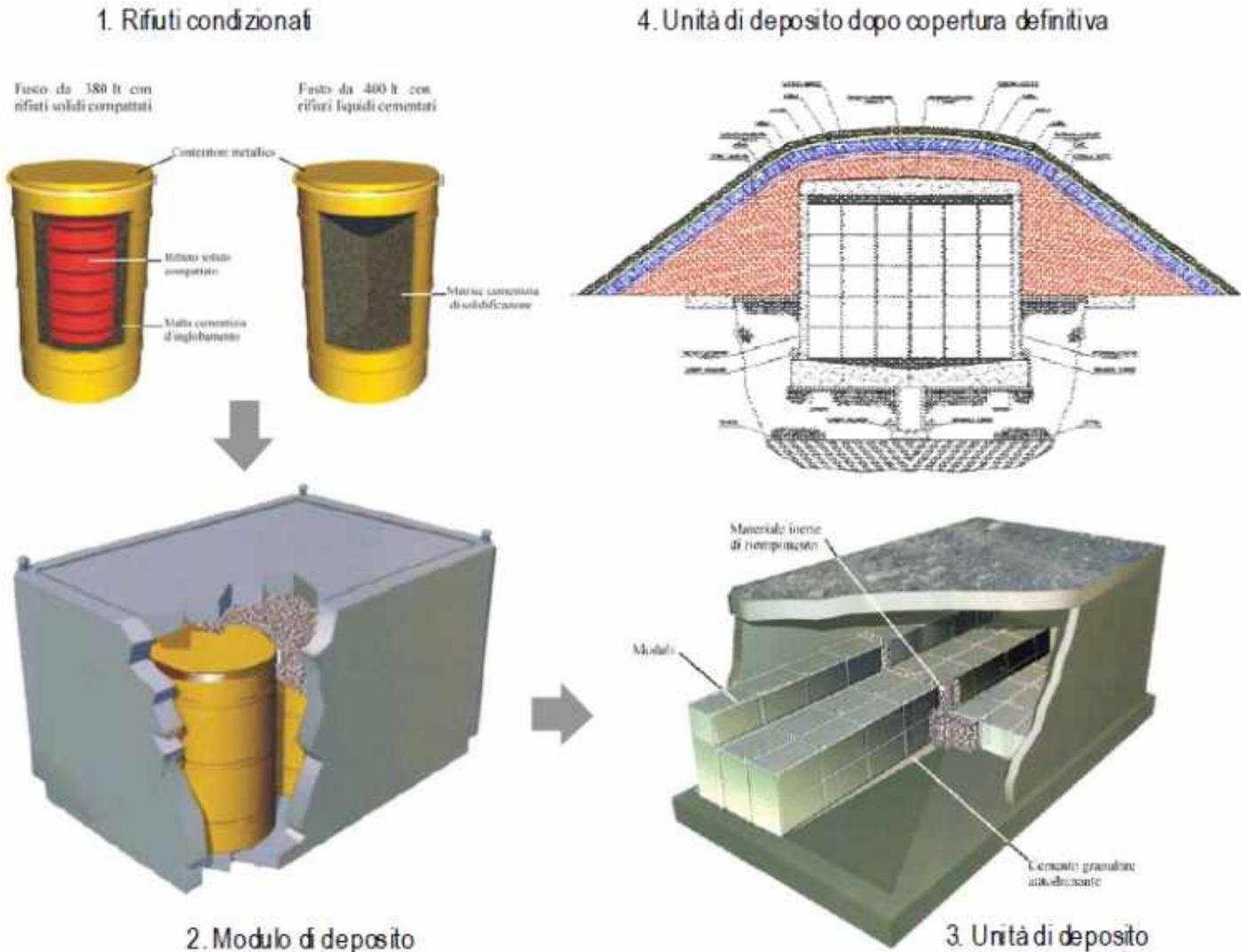
## E le scorie radioattive?

Fig. 9 - Composizione del combustibile nucleare esaurito.



# E le scorie radioattive?

Fig. 10 - Condizionamento e stoccaggio definitivo dei materiali radioattivi a bassa e media attività.



## E le scorie radioattive?

*Fig. 11 - Deposito definitivo per materiali a bassa e media attività  
(L'Aube, Francia, capacità un milione di m<sup>3</sup>).*



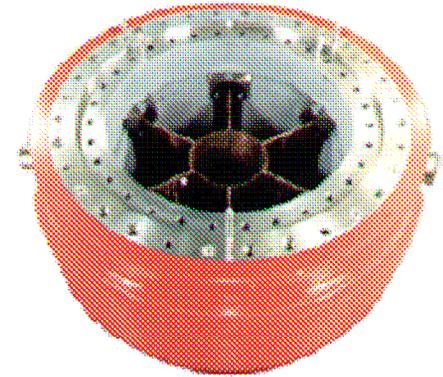
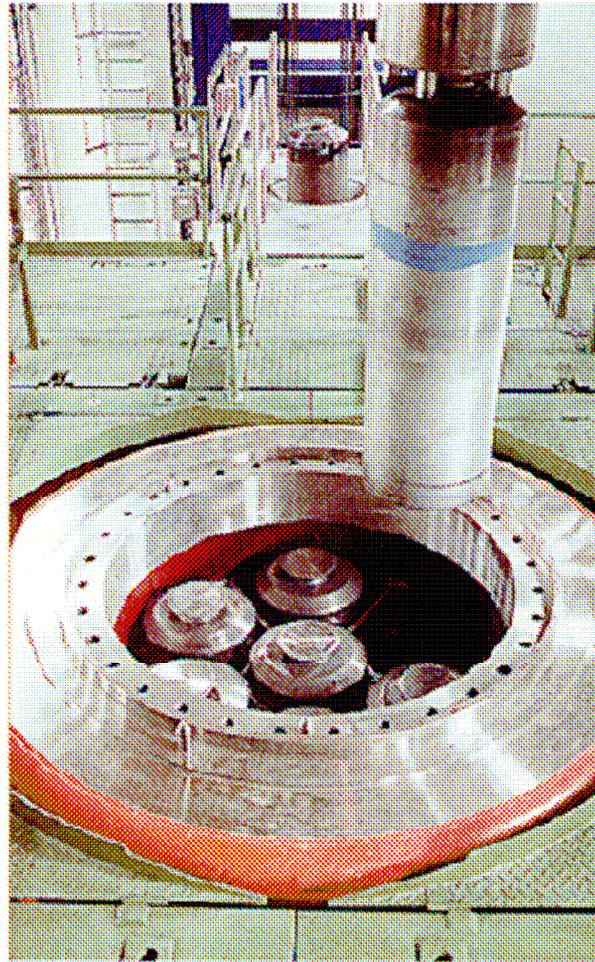
## E le scorie radioattive?

Fig. 12 - Vetrificazione e stoccaggio temporaneo dei materiali radioattivi ad alta attività.

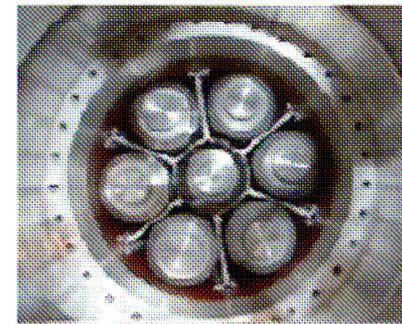


## E le scorie radioattive?

*Fig. 13 - Cask per il trasporto e lo stoccaggio di lungo periodo dei materiali radioattivi ad alta attività vetrificati.*

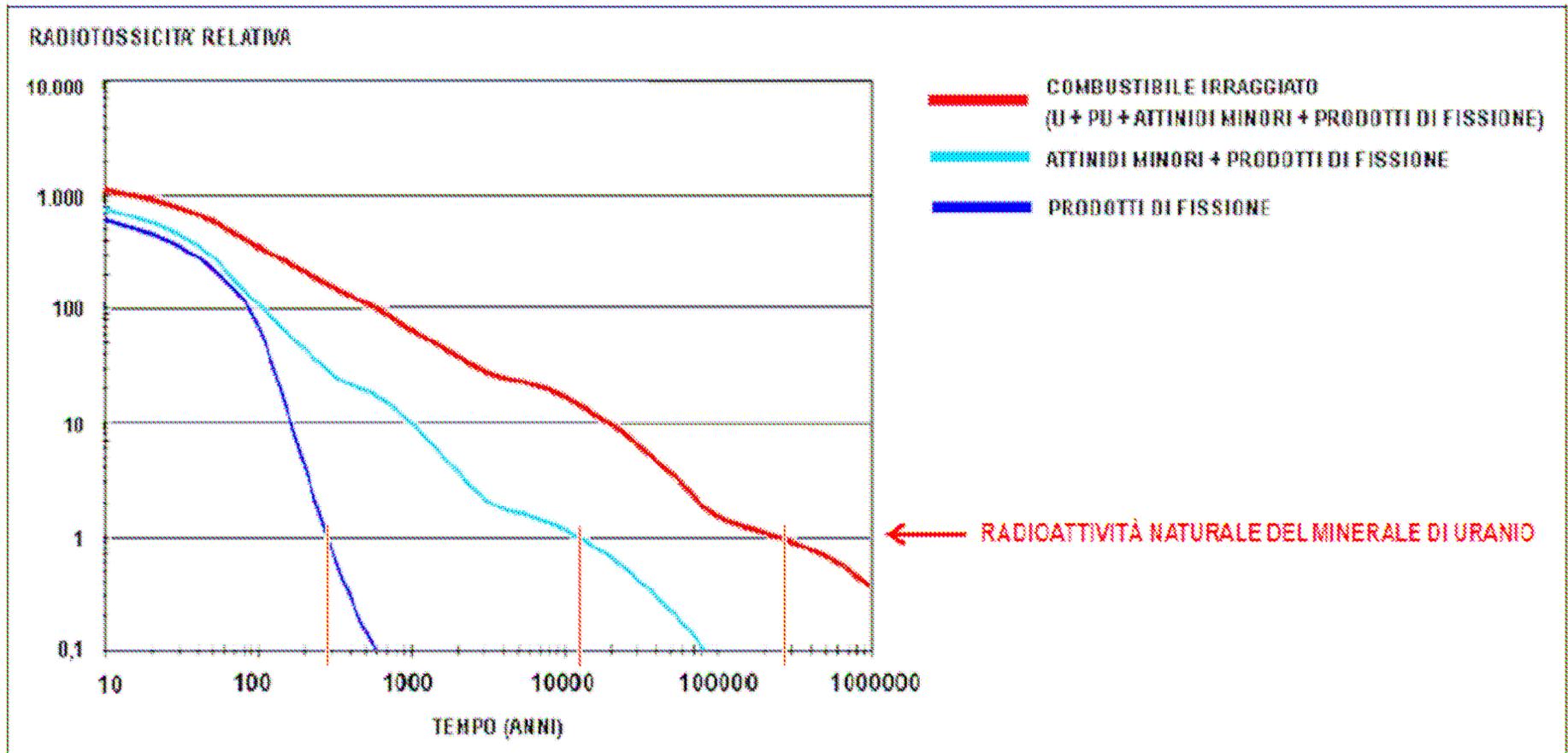


**Struttura del cask e inserimento dei flask contenenti le scorie vetrificate.**



## E le scorie radioattive?

Fig. 14 - Decadimento dei materiali radioattivi ad alta attività e a lunga vita costituenti il combustibile nucleare esaurito.



Reportage

MARCO FERRANDO  
SALUGGIA (Vercelli)

**La ripulitura** Le 235 tonnellate di combustibile radioattivo saranno messe in sicurezza e restituite nel 2025

**Trasferimento complesso** Una serie di spedizioni via treno, tutte scortate dalla polizia e con il divieto di fermarsi

**Il trasporto**

**AREVA** La Hague in Normandia) Centro di riprocessamento

QUANTITÀ TRATTATA: 235 tonnellate

AUTUNNO 2007: Contenitori spediti

TEMPO PREVISTO: 5 ANNI

2025: Dovrebbero rientrare in Italia

COSTO (IN MILIONI DI EURO): 250

**Il trasporto delle scorie nucleari**  
Il contenitore usato per trasferire la «spazzatura atomica» dagli impianti ai siti di stoccaggio e trattamento è studiato per sopportare ogni genere di incidente e di attacco

**CONTENITORI SPEDITI SU CAMION E TRENI BLINDATI E SCORTATI**

**Lo scrigno**

- ▲ Pesa a vuoto: 80 tonnellate
- ▲ Racchiude: 24-68 contenitori con un peso di 25 tonnellate
- ▲ Lunghezza: 6 metri
- ▲ Larghezza: 2,5 metri

**La struttura**

- Parte esterna in acciaio: 0,6 cm
- Scudo di polimeri: 10-15 cm

**Struttura interna in acciaio: 2,5-5 cm**

- Scudo in piombo: 10 cm
- Parte di contenimento in acciaio: 2,5-5 cm

È riempito di gas inerte, come l'elio

**Clindro di combustibile** **Scorie radioattive**

**Contenitori** **Scrigno**

**Vagone ferroviario**

**«Culla»** **Barra di combustibile**

**Copertura esterna** **Struttura esterna per l'assorbimento dei colpi**

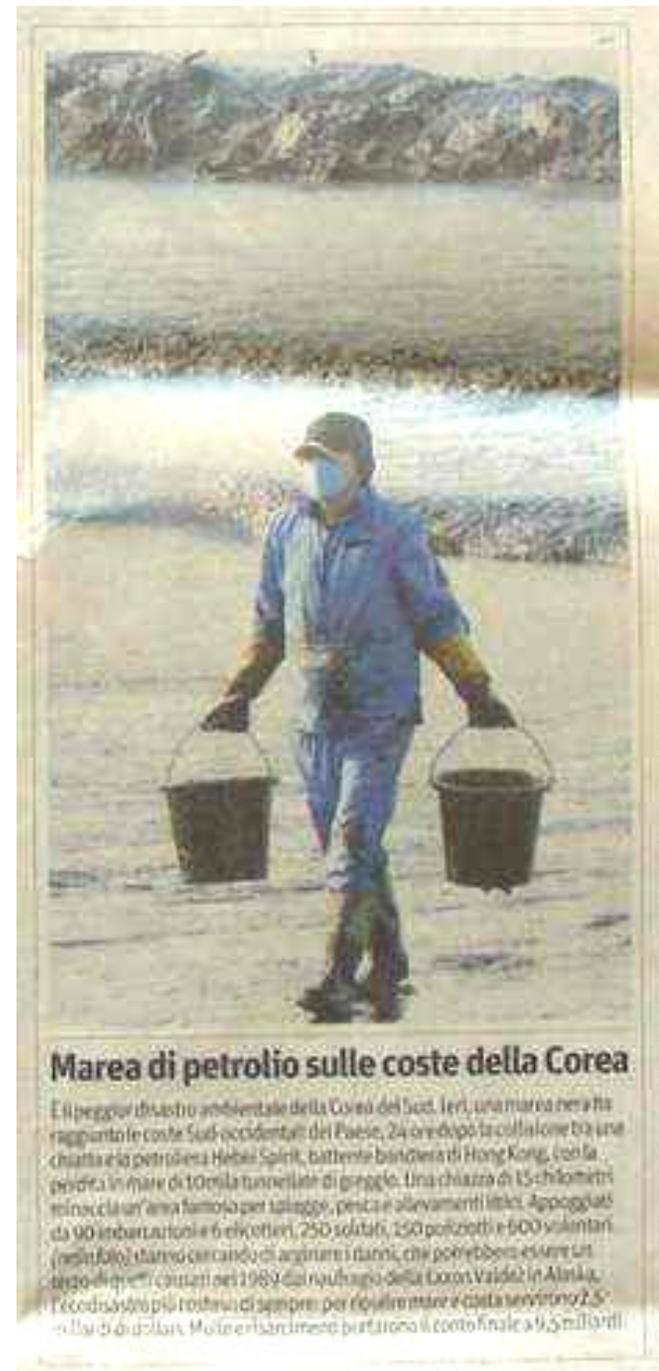
PIRELLA - LA STAMPA

# Il lungo viaggio dei veleni

Le scorie nucleari partite per la Normandia, l'operazione costerà 250 milioni

## E le scorie radioattive?

**Il trasporto dei combustibili nucleari irraggiati avviene in assoluta sicurezza. Non altrettanto dicasi per il trasporto del petrolio**



### **Marea di petrolio sulle coste della Corea**

È il peggior disastro ambientale della Corea del Sud. Ieri, una marea nera ha raggiunto le coste sud-occidentali del Paese, 24 ore dopo la collisione tra una chiatte a petrolio e la Hebei Spirit, battente bandiera di Hong Kong, con la perdita in mare di 10 mila tonnellate di greggio. Una chiazza di 15 chilometri minaccia un'area famosa per salaghe, pesci e allevamenti ittici. Appoggiate da 90 imbarcazioni e 6 elicotteri, 250 soldati, 150 poliziotti e 600 volontari (molto) stanno cercando di arginare i danni, che potrebbero essere un terzo di quelli causati nel 1989 dal naufragio della Exxon Valdez in Alaska, l'ecodisastro più rovinoso di sempre per l'ovale marino e costa settentrionale 2,5 miliardi di dollari. Molti esponenti partono il conto finale a 9,5 miliardi.

■ AMBIENTE

# Exxon Valdez, vent'anni dopo

Il greggio rilasciato nell'incidente continua a causare seri problemi all'ecosistema

William, un orso marino del porto di Valdez, in Alaska. L'incidente sarà il più grave disastro ambientale nella storia degli Stati Uniti. Nel 1989, una cisterna cisterna dell'oceano, come è noto, è stato un milione di greggio contaminavano l'ottantaquattro chilometri della costa più sperduta e incontaminata, circa 40.000 persone, il maggior numero di Alasca, che vivono lì per il 10 per cento della popolazione, e oltre 90.000 acri, ma solo 1.000 sono di mare, 100 in laghi, 750 in fiume.

Vent'anni dopo, il disastro è ancora un problema. Per indagare gli scienziati impegnati nel monitoraggio sono tornati ad Anchorage, sempre in Alaska, nel mese di settembre, e sono stati in barca a bordo di un acquedotto di mare, se non è mai stato visto. Ma non è tutto. Un orso marino, Selem, è stato la compagnia petrolifera Exxon, è stato il suo distruzione il paradiso marino dall'altro incidente, in un altro centro sulla costa. I rapporti presentati ad Anchorage descrivono un orso marino malato. Per esempio, una femmina di orso che era stata contaminata nel petto sono stati decimare. Di una femmina di 16 individui in un altro orso, sette, pochi per il petto. I rapporti che secondo i dati degli Stati Uniti, la North American Society, e descrivono



Chi ci assicura che le scorie restino per un miliardo di anni nel luogo dove sono state sistemate?

**...la Natura ci ha mostrato che ciò è possibile!**

## REATTORE PREISTORICO

U-235 decade con un tempo di dimezzamento di 710 milioni di anni

U-238 decade con un tempo di dimezzamento di 4,5 miliardi di anni

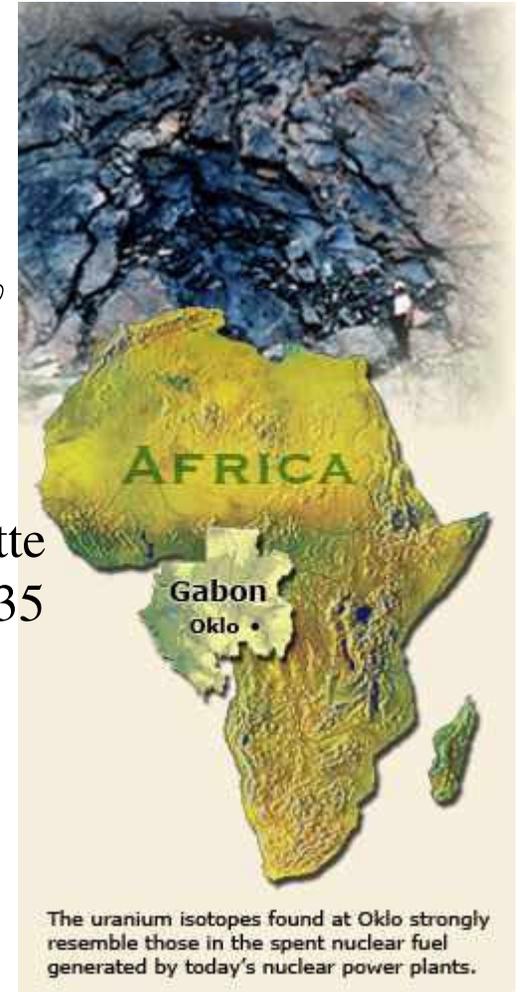
Percentuale isotopica attuale del U-235 nell'U → 0,71%

“ “ al momento della formazione della Terra → 17%

“ “ 1.8 miliardi di anni fa → 3%

Nel 1972, nell'impianto di riprocessamento di Pierrelatte (Francia), scoprirono campioni di uranio con contenuti di U-235 inferiori allo 0,71% (arricchimento naturale), fino a 0,4%!

Tali campioni provenivano dalla miniera a cielo aperto di Oklo.



## REATTORE PREISTORICO

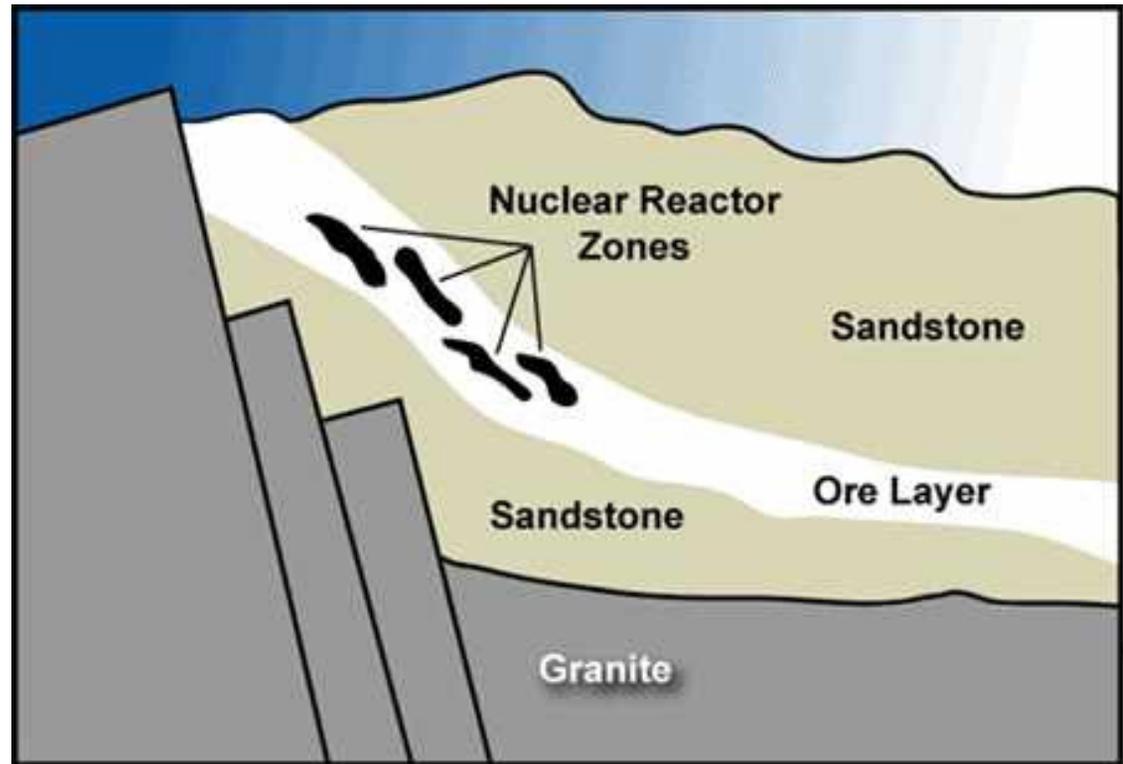
L'elevato arricchimento, l'alta concentrazione di uranio nel minerale, le dimensioni del deposito e la presenza d'acqua, furono le condizioni che permisero la realizzazione della reazione nucleare a catena.

L'acqua giocò il ruolo di regolatore automatico.



## REATTORE PREISTORICO

Il “reattore” funzionò per circa 150.000 anni ad un livello di potenza di qualche decina di kW con la produzione di circa 10 t di prodotti di fissione e 1,5 t di plutonio.



Il plutonio 239 (vita media 24.000 anni) era rimasto efficacemente confinato nel terreno argilloso del giacimento, come dimostrato dalla presenza dei suoi prodotti di decadimento.

# FAQ (Frequently Asked Questions) riguardo ai reattori nucleari

- 1 - Qual è la situazione mondiale?
- 2 - Qual è il “trend”?
- 3 - C'è uranio a sufficienza per un contributo significativo del nucleare?
- 4 - E le scorie radioattive?
- 5 - **Il nucleare può contrastare il riscaldamento globale?**
- 6 - Quale è il vero costo del kWh nucleare?
- 7 - Come possiamo contribuire per andare incontro all'Ambiente?

## Il nucleare può contrastare il riscaldamento globale?

### Effetto serra

Senza atmosfera:  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$

Con atmosfera:  $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$

### Efficacia relativa dei gas

#### serra:

Vapor d'acqua: 100

Anidride carbonica: 25

Metano: 12

Ozono,  $\text{NO}_2$ , CFC

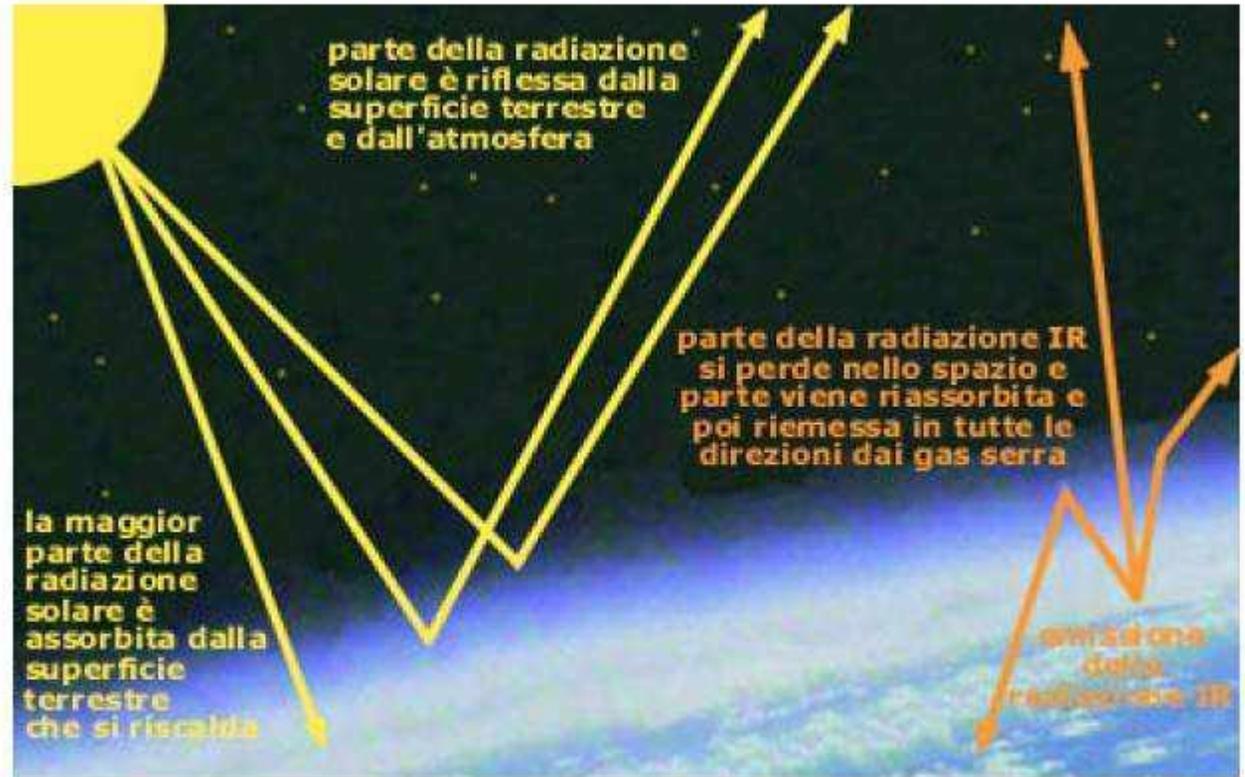
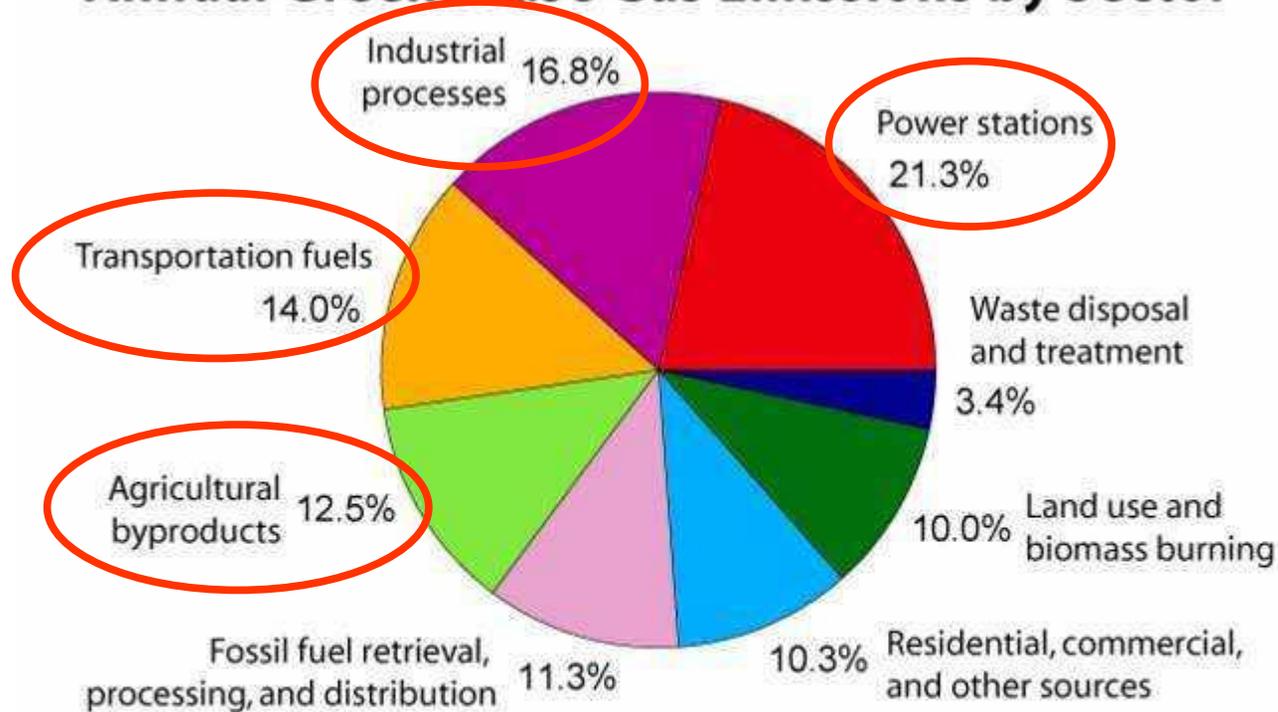


Figura 4: schema semplificato dell'effetto serra.

	$\text{CO}_2$	$\text{CH}_4$	$\text{N}_2\text{O}$
<b>Potenziale effetto serra (GWP)</b>	1	21	290
<b>Vita media atmosferica (anni)</b>	100	12	120
<b>Concentrazione (ppm)</b>	380	1,7	0,3

# Il nucleare può contrastare il riscaldamento globale?

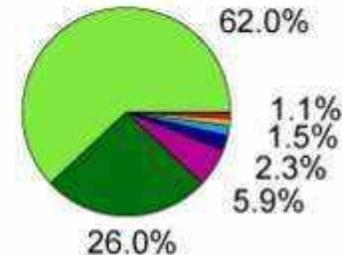
## Annual Greenhouse Gas Emissions by Sector



**Carbon Dioxide**  
(72% of total)



**Methane**  
(18% of total)



**Nitrous Oxide**  
(9% of total)

## Il nucleare può contrastare il riscaldamento globale?

Confronto fra diverse fonti energetiche, relativamente ai **gas serra emessi**, considerando tutto il ciclo “dalla culla alla tomba” (*from cradle to the grave*) a parità di energia prodotta.

Tipo di Centrale	Gas Serra
Nucleare	1
Eolico	2
Idroelettrico	2
Biomasse	4
Geotermia	20
Solare	33
Gas	100
Petrolio	200
Carbone	270

**Fonte: IAEA - 2000**

## Il nucleare può contrastare il riscaldamento globale?

RENTOL

THE   
INDEPENDENT

COMMENTATORS



OPEN HOUSE  
Comment a  
discussion  
the big topi  
SEE BLOGS

News

Opinion

Envir

News & Advice

48 Hours In

[Home](#) > [Opinion](#) > [Commentat](#)

### James Lovelock solution

We have no time to experim  
danger

Monday, 24 May 2004

Sir David King, the Governm  
far-sighted to say that glob

than ter  
since he  
could be  
civilisati

Sir Davi  
far-sigh

Opposition to nuclear energy is based on irrational fear fed by Hollywood-style fiction, the Green lobbies and the media. These fears are unjustified, and nuclear energy from its start in 1952 has proved to be the safest of all energy sources. We must stop fretting over the minute statistical risks of cancer from chemicals or radiation. Nearly one third of us will die of cancer anyway, mainly because we breathe air laden with that all pervasive carcinogen, oxygen.

The writer is an independent scientist and the creator of the Gaia hypothesis of the Earth as a self-regulating organism.

## Il nucleare può contrastare il riscaldamento globale?

FRANCO CASALI

### ENERGIA PULITA:

QU

Rischi e benefici  
di energia da



quale energia per il domani?

**Libro scritto nel 1987**

ne di massa (quanti di noi allora avranno visto avvenimenti sportivi o trasmissioni «leggere» da Capodistria o Montecarlo!) era ben facile prevedere che «inevitabilmente» la TVcolor sarebbe arrivata anche qui.

Finalmente si decise per il sì; a questo punto cominciarono altre interminabili discussioni se adottare il sistema PAL (tedesco) o SECAM (francese). Dopo aver perduto altro tempo prezioso, si decise per il PAL; solo allora ci si rese conto che la nostra industria elettronica, dopo aver aspettato per anni la TV a colori come occasione per decollare in campo internazionale, ormai era andata in malora! Oggi, essendo arrivati ultimi, abbiamo impianti moderni ma importiamo tutto, o quasi.

Per l'industria nucleare sarà la stessa cosa. Non ci vogliono le capacità divinatorie di un Nostradamus per prevedere che tra qualche anno, quando ci saremo resi conto del pericolo planetario rappresentato dalla CO<sub>2</sub>, quando avremo toccato con mano che i nostri boschi ed il nostro patrimonio artistico staranno andando in rovina per le piogge acide, quando avremo realizzato che le fonti alternative (quelle solari ed eoliche) potranno coprire non più dell'1% o 2% del nostro fabbisogno energetico, a quel momento le centrali nucleari verranno «imposte» non solo per motivi economici ma, soprattutto, per motivi ecologici. Ed allora ci renderemo conto che la nostra industria elettronucleare non esisterà più. Dovremo importare anche questo, così come ora importiamo i videoregistratori, i compact disks, gli impianti Hi-Fi, lo champagne francese ed il whisky scozzese. Ricordiamoci, però, che una centrale da 1000 MWe costa oggi 2000 miliardi ed anche di più; ricordiamo pure che se non siamo in grado di costruire le centrali a fissione non saremo certamente in grado di costruire quelle a fusione per le quali il livello tecnologico richiesto è cento volte superiore. Dire: «abbandoniamo oggi la tecnologia della fissione per riprendere in futuro quella della fusione» è semplicemente una truffa.

# FAQ (Frequently Asked Questions) riguardo ai reattori nucleari

- 1 - Qual è la situazione mondiale?
- 2 - Qual è il “trend”?
- 3 - C'è uranio a sufficienza per un contributo significativo del nucleare?
- 4 - E le scorie radioattive?
- 5 - Il nucleare può contrastare il riscaldamento globale?
- 6 - **Quale è il vero costo del kWh nucleare?**
- 7 - Come possiamo contribuire per andare incontro all'Ambiente?

## Quale è il vero costo del kWh nucleare?

Il costo di produzione del kWh di fonte nucleare è stato valutato fra il 1997 e il 2007 nei seguenti studi nazionali e internazionali:

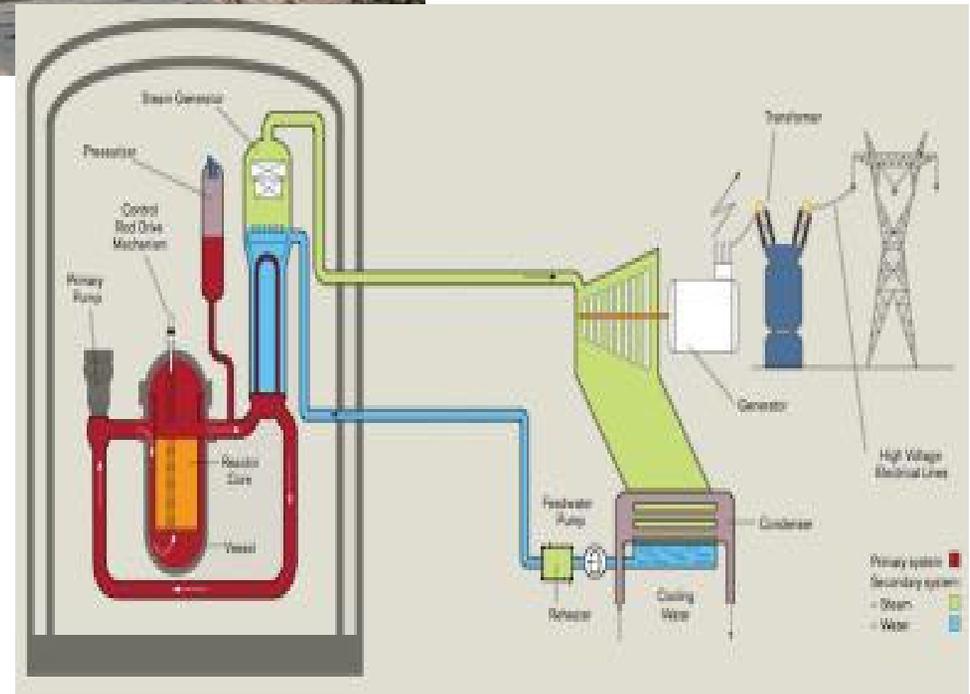
- 1997: Studio condotto dall'industria elettrica europea (UNIPÉDE)
- 1999: Studio svolto da Siemens, oggi Framatome ANP (Germania)
- 2000: Studio dell'Institute for Public Policy, Rice University (USA)
- 2000: Studio della Lappeenranta University of Technology (Finlandia, aggiornato nel 2003)
- 2002: Studio della UK Performance and Innovation Unit (Regno Unito)
- 2002: Studio svolto da Scully Capital (USA)
- 2003: Studio della Lappeenranta University of Technology (Finlandia)
- 2003: Studio del Segretariato all'Energia (Francia)
- 2003: Studio del MIT - Massachusetts Institute of Technology (USA)
- 2004: Studio della Royal Academy of Engineers (Regno Unito)
- 2004: Studio della University of Chicago, finanziato dall'US-DOE (USA)
- 2004: Studio del CERI - Canadian Energy Research Institute (Canada)
- 2005: Studio congiunto OCSE-NEA / ONU-IAEA
- 2005: Business Case for Early Orders of New Nuclear Reactors, OXERA
- 2006: Studio OCSE-NEA
- 2007: Studio della Commissione Europea
- 2007: Studio del World Energy Council

## Quale è il vero costo del kWh nucleare?



## Nuclear reactors Olkiluoto Finland

### Scheme of EPR



## Quale è il vero costo del kWh nucleare?

Lo studio OCSE 2006 è uno studio comparativo su nucleare, carbone e gas che fa riferimento alle condizioni locali in una quindicina di paesi. Considerando un **tasso di sconto pari al 5%** (condizioni più favorevoli al nucleare, caratterizzato da alti costi di investimento) e tutte le componenti di costo (impianto, esercizio e manutenzione, combustibile) ai prezzi 2004, i costi di produzione sono i seguenti (l'intervallo di variazione è legato alle particolari condizioni del mercato locale):

- **nucleare: da 2,3 a 3,6 c\$/kWh**
- **carbone: da 2,2 a 4,8 c\$/kWh**
- **gas (ciclo combinato): da 3,9 a 5,7 c\$/kWh**

Considerando un **tasso di sconto del 10%** (condizione più sfavorevole al nucleare) i costi di produzione si modificano come segue:

- **nucleare: da 3,1 a 5,4 c\$/kWh**
- **carbone: da 2,7 a 5,9 c\$/kWh**
- **gas (ciclo combinato): da 4,3 a 6,0 c\$/kWh**

Dalle valutazioni emerge una sostanziale equivalenza del costo del chilowattora nucleare rispetto a quello prodotto con centrali a carbone o a gas a ciclo combinato (che sono le più economiche fra le centrali termoelettriche). Ma la competitività del nucleare si accentua ancora una volta se si considerano gli effetti della “carbon tax”.

## Quale è il vero costo del kWh nucleare?

Altre componenti di costo che riguardano specificamente le centrali nucleari sono date dai costi relativi alla **gestione dei rifiuti radioattivi** (combustibile irraggiato, rifiuti di esercizio) e allo **smantellamento dell'impianto al termine della vita utile**. In attuazione delle direttive emanate in ambito internazionale, questi costi sono finanziati attraverso l'accantonamento di una quota parte del ricavato dalla vendita dell'energia elettrica prodotta.

Ciò si traduce in **un incremento del costo di produzione del kWh da fonte nucleare quantificabile 0,1 c\$/kWh per la gestione dei rifiuti radioattivi e di altri 0,1-0,2 c\$/kWh per lo smantellamento dell'impianto a fine vita**.

## Quale è il vero costo del kWh nucleare?

**Quanto ci costa smantellare una centrale nucleare dopo 60 anni di vita?**

Come esempio (senza considerare interessi attivi e passivi, ecc) prendiamo una centrale tipo EPR da 1600 MWe, fattore di carico 90% e vita di 60 anni.

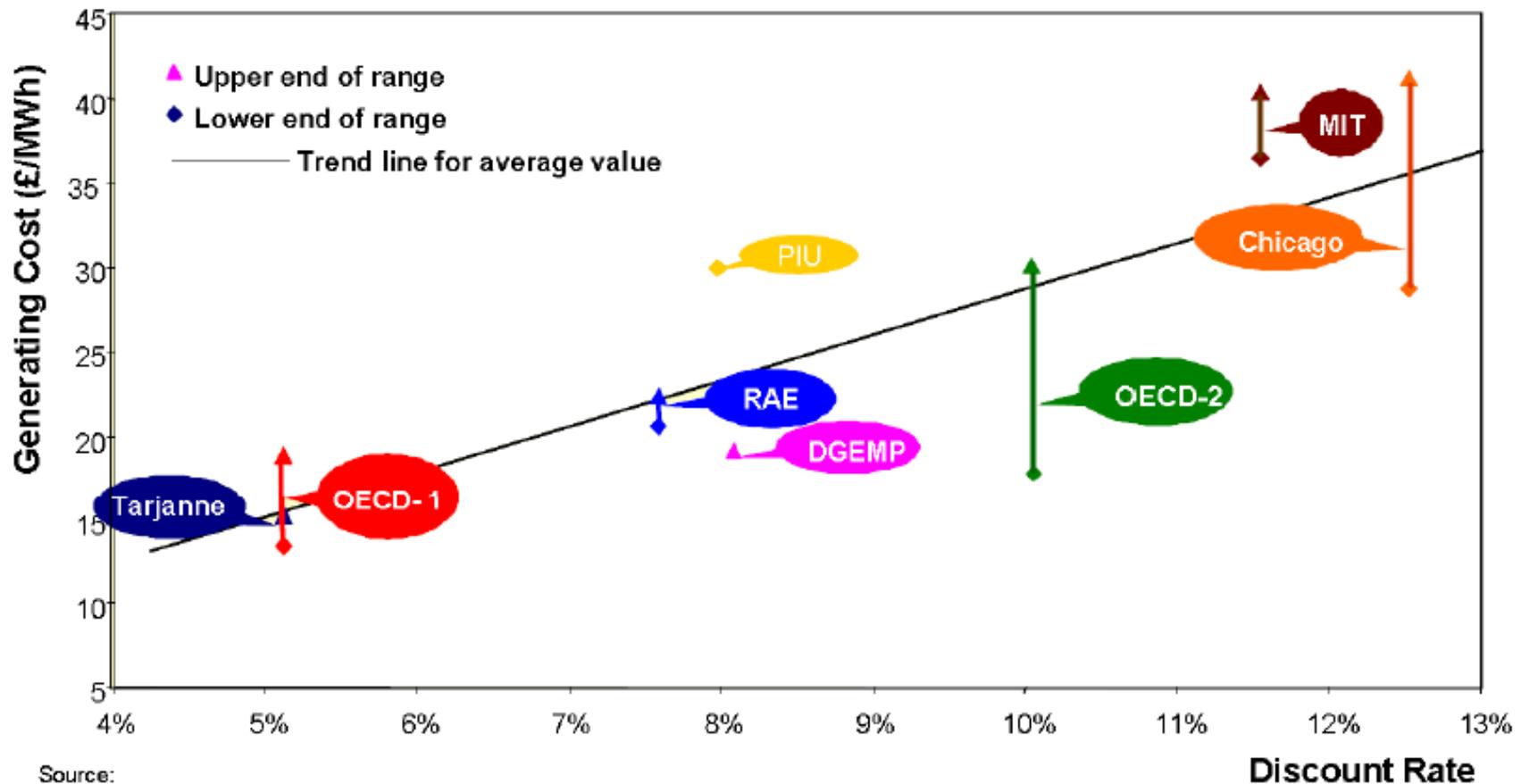
$$G\$ = 1600 \times 1000 \times 8760 \times 0,9 \times 60 \times 0,003 \$ = 2,3 \text{ G\$}$$

Il costo della centrale finlandese, inizialmente valutato in 3,1 G€, sarà circa 5 G€ cioè circa 6,3 G\$.

L'accantonamento finale equivale a circa 1/3 del costo iniziale

## Quale è il vero costo del kWh nucleare?

Fig. 4 – Valutazioni del costo di produzione dell'energia elettronucleare al variare del tasso di sconto.



Source:

OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development

RAE – Royal Academy of Engineering

PIU - Performance and Innovation Unit

Chicago – University of Chicago

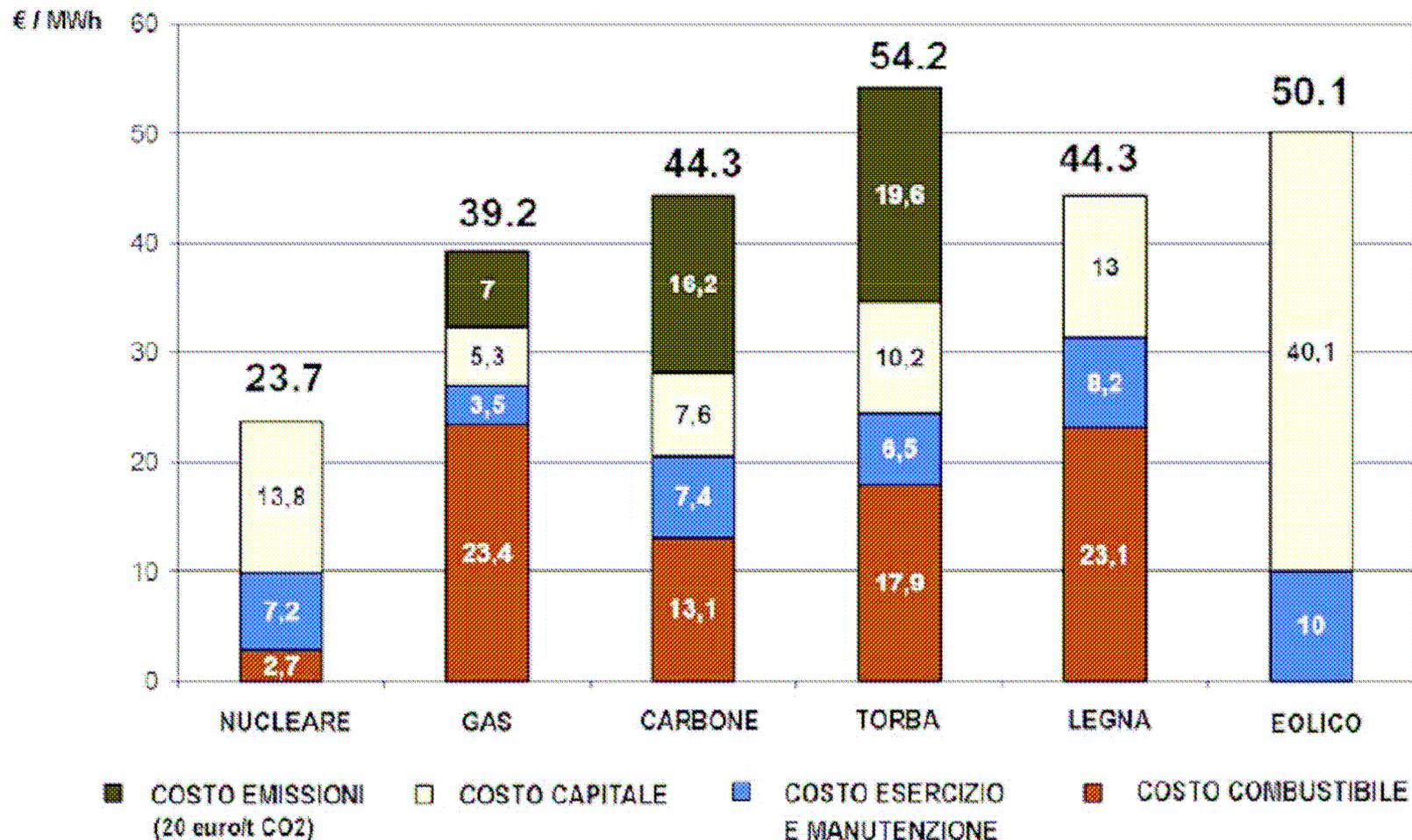
Tarjanne – Finnish Academic

DGEMP - Direction Générale de L'Energie et des Matières Premières

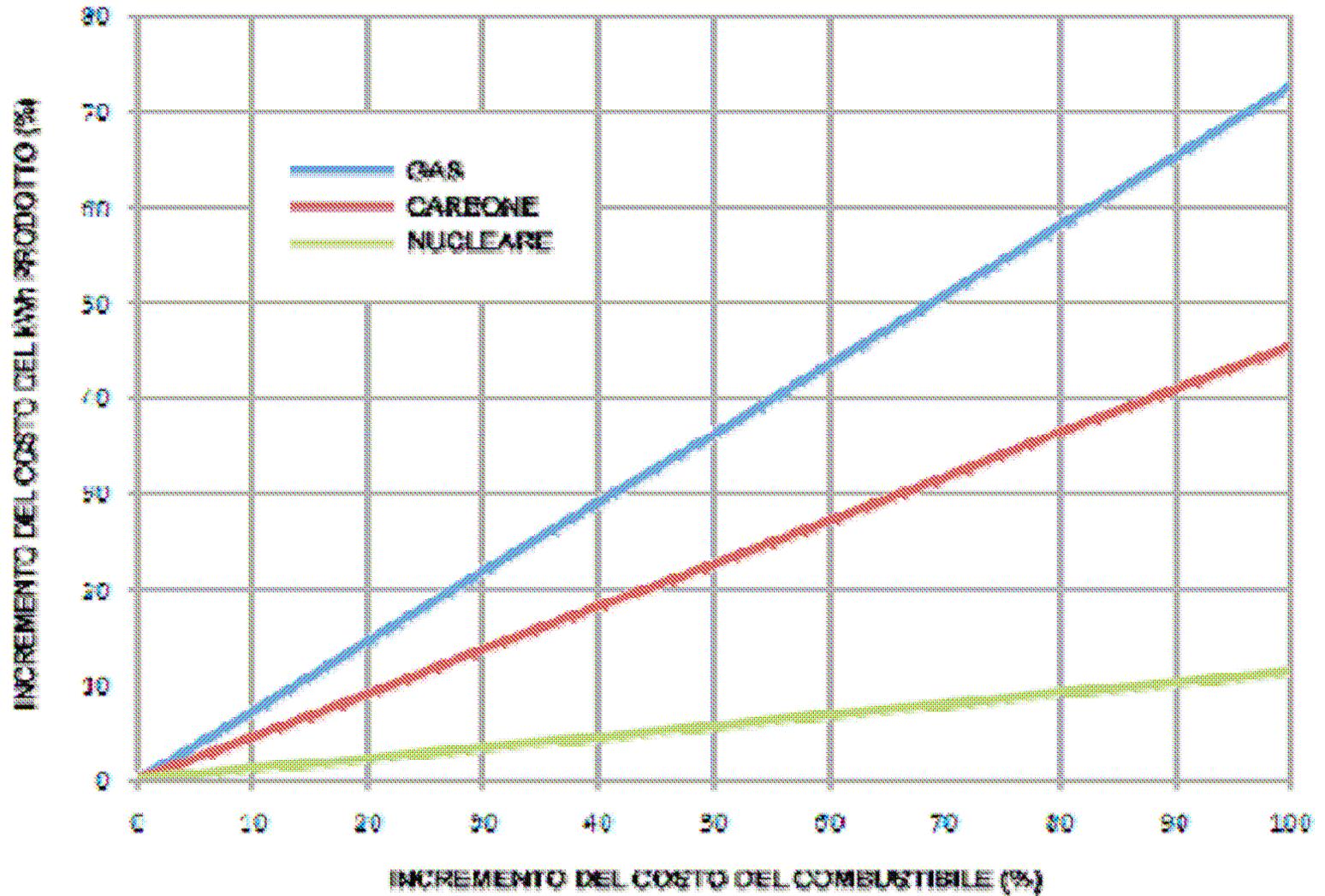
MIT – Massachusetts Institute of Technology

## Quale è il vero costo del kWh nucleare?

Fig. 5 - Costi di produzione dell'energia elettrica e variazioni al variare del costo del combustibile (fonte: Finlandia, Lappeenranta University of Technology 2003, prezzi 2003, tasso di sconto 5%, costo delle emissioni 20 €/t CO<sub>2</sub>, eolico 2.500 ore/anno di funzionamento).



## Quale è il vero costo del kWh nucleare?



# Cosa fanno i nostri vicini?



# Current status for other French projects

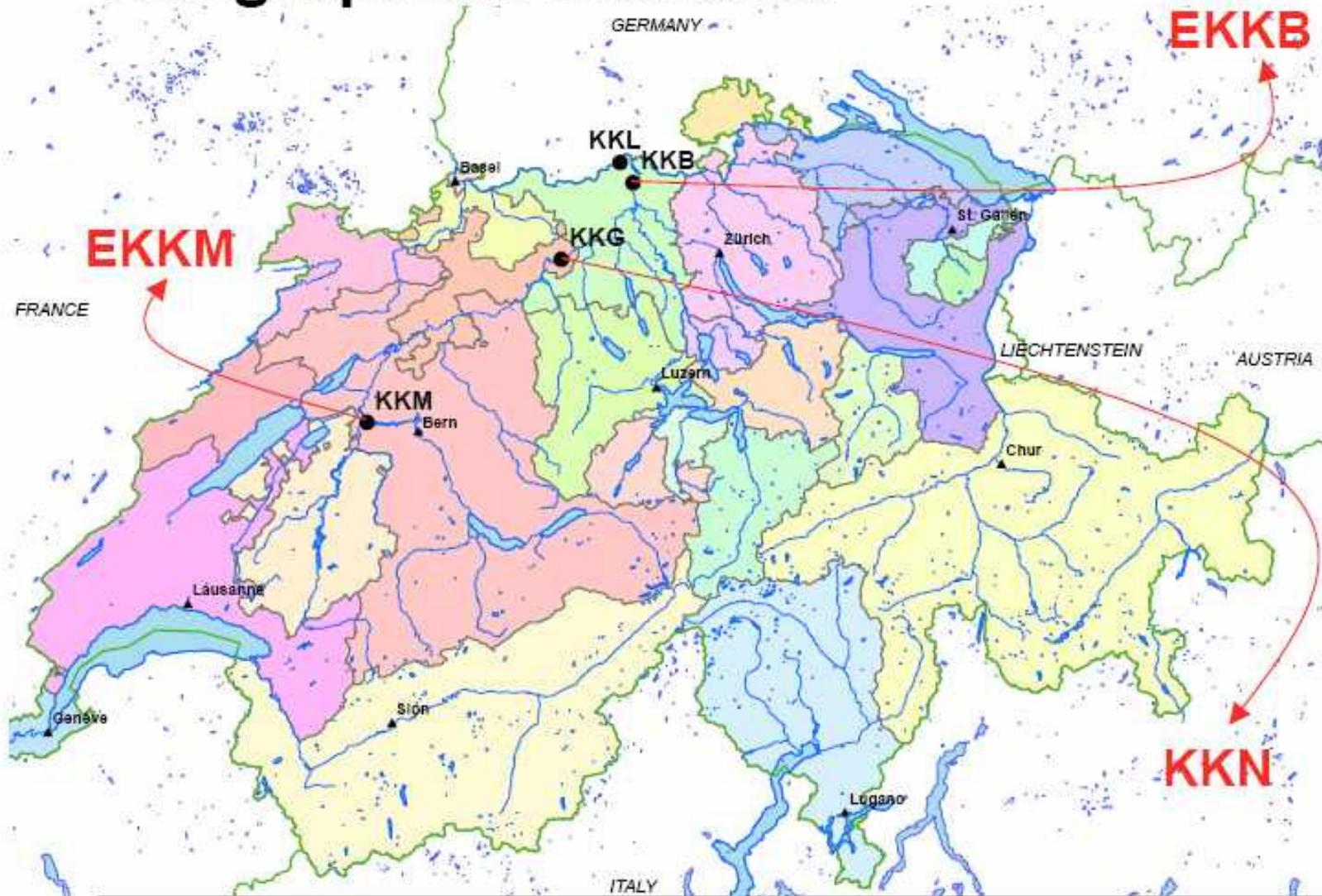
- 1 further project announced by the French President
  - EPR at the Penly site



# Quale è il vero costo del kWh nucleare?



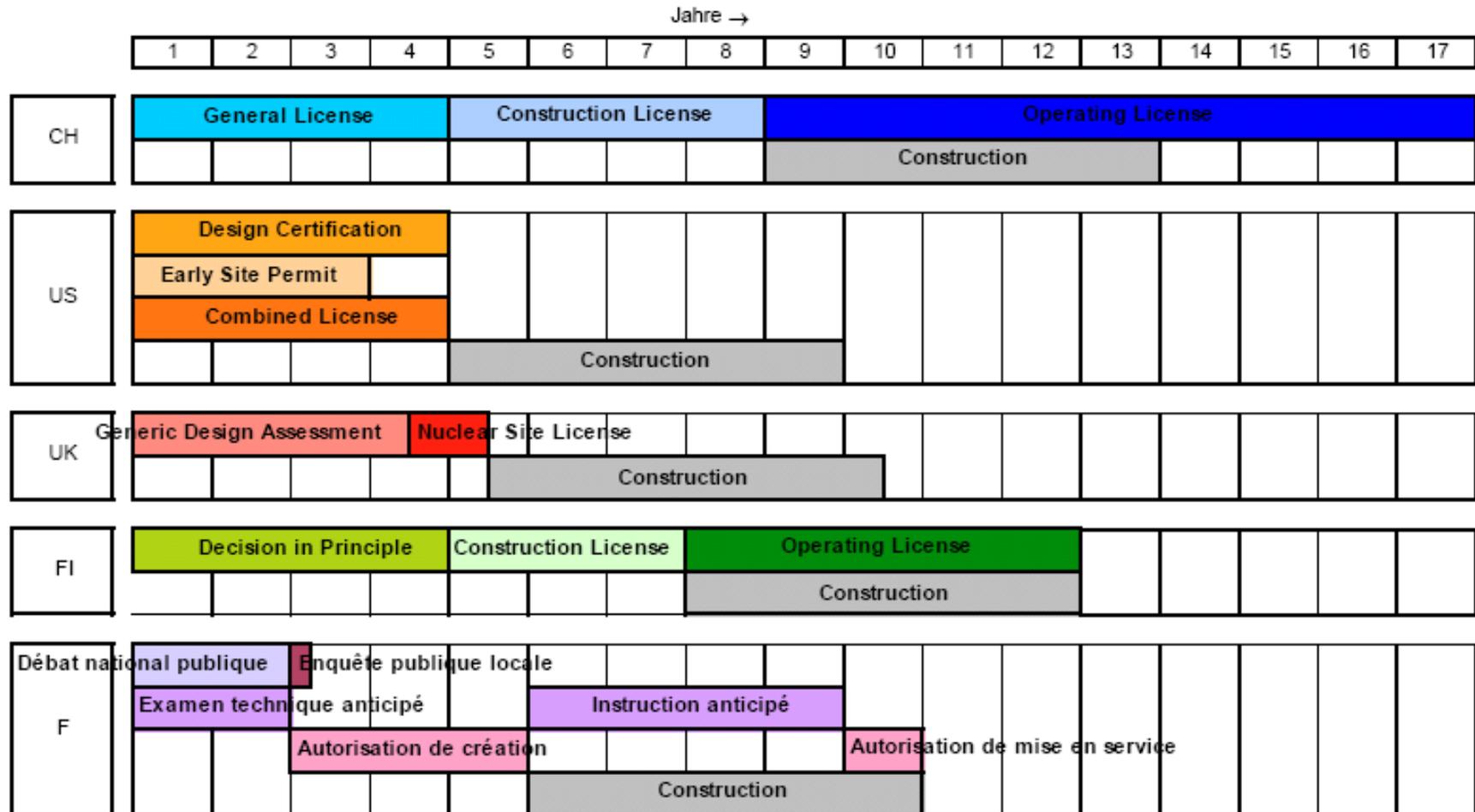
## Geographical situation



# Quale è il vero costo del kWh nucleare?



## Licensing summary



Quale è il vero costo del kWh nucleare?



# Photomontage KKN



KKN AG © 2008



## Photomontage EKKB



Resun AG © 2008

# FAQ (Frequently Asked Questions) riguardo ai reattori nucleari

- 1 - Qual è la situazione mondiale?
- 2 - Qual è il “trend”?
- 3 - C'è uranio a sufficienza per un contributo significativo del nucleare?
- 4 - E le scorie radioattive?
- 5 - Il nucleare può contrastare il riscaldamento globale?
- 6 - Quale è il vero costo del kWh nucleare?
- 7 - **Come possiamo contribuire per andare incontro all'Ambiente?**

Risparmio Energetico

Innovazione tecnologica

Energia Nucleare

Fonti rinnovabili

- biomasse (legna da ardere, biodiesel, ecc)
- energia bruciando rifiuti solidi urbani (CDR)
- energia solare
- energia eolica
- geotermia
- idroelettrica

# Biomasse

- Il bosco della Magnifica Comunità della Valle di Fiemme ha un'estensione di 200 km<sup>2</sup>
- Il bosco, in un anno, produce 50.000 m<sup>3</sup> di legname, sufficiente ad alimentare UNA centrale per QUATTRO giorni
- Tutti gli scarti della produzione della frutta e delle potature, se trasformati in biodiesel sarebbero in grado di alimentare il nostro parco macchine per circa 45 minuti

## Energia da Rifiuti solidi urbani

Se tutti i CDR venissero trasformati in energia elettrica, si produrrebbero 2700 GWeh equivalenti al funzionamento di UNA delle 70 centrali da 1 GWe per 4 mesi

**Il Sole-24 Ore**

Giovedì 17 Gennaio 2008 - N. 16

### LE PAROLE CHIAVE

#### Che cos'è il Cdr

■ Il Combustibile derivato dai rifiuti è la parte di rifiuti formata da materiali ad alto contenuto di energia come carta e plastica.

#### Meno discarica

■ Se si usasse Cdr di qualità non andrebbero in discarica 6,5 milioni di tonnellate di rifiuti l'anno.

#### Più energia

■ Con il Cdr di qualità ogni anno si potrebbero produrre 2,7 miliardi di chilowattora elettrici e si farebbe a meno di 1,85 milioni di tonnellate di petrolio.

## Energia eolica

- Tutti parlano di **potenza** e mai di **energia** prodotta cioè del tempo durante il quale la centrale lavora (fattore di carico)
- L'energia prodotta è proporzionale al cubo della velocità del vento ( $V^3$ ). Se  $V$  in Germania è il doppio di  $V$  in Italia, l'energia prodotta è 8 volte (non il doppio!!).
- Il vento deve spirare con elevata intensità e in modo costante.

Home

FAQs

Routes

Gallery

News & Facts

Library

Board

Contact



**Governor Schwarzenegger**

[Visit his website](#)

[Statement on High-Speed Train](#)



## The Official Site of California's Proposed High-Speed Train System

By linking all major cities in California with a state-of-the-art new transportation choice, high-speed trains will move people and products across our state like never before.



### Explore the Route



### What's New?

**April 22, 2009**

RFP HSR08-12 Program Management Oversight has been posted. [View the RFP here.](#)

**April 16, 2009**

View the US Department of Transportation's [High-Speed Rail Strategic Plan.](#)

**March 31, 2009**



### Learn More

[Protecting the Environment](#)  
[Financing High-Speed Trains with Public-Private Partnerships](#)  
[Creating Jobs and Boosting our Economy](#)  
[Improving Transportation and Reducing Traffic](#)  
[Central Valley](#)  
[Northern California](#)  
[Southern California](#)



**FAQs**

What are the benefits of high-speed trains?

**Benefits of the California High-Speed Train System:**

Carrying up to 117 million passengers annually by 2030, with the capacity to also carry high-value, lightweight freight. **Meeting the need for a safe and reliable mode of travel at less than half the cost of building more freeways and airport runways and would link the major metropolitan areas of the state and deliver predictable, consistent travel times sustainable over time. Will not require an operating subsidy.** Serving tourist and leisure travel, business travel and long-distance commuters over a variety of long, intermediate and relatively short-distance trips (such as Los Angeles to Anaheim, Palmdale, Riverside, San Diego, Fresno, Sacramento and the Bay Area). Sharing rail alignments throughout much of the system will improve joint facilities benefiting safety and operations of existing freight, commuter and conventional passenger rail services. Providing quick, competitive travel times between California's major intercity markets. Providing door-to-door travel times for longer distance intercity markets that would be comparable to air transportation, and less than one-half as long as automobile travel times. Providing considerably quicker travel times for intermediate intercity trips than either air or automobile transportation, and bringing frequent high-speed train service to many parts of the state that are not well served by air transportation. Providing lower passenger costs than for travel by automobile or air for the same intercity markets. Providing a new intercity, interregional and regional passenger mode—the high-speed train— which **would improve mobility, connectivity and accessibility** to other existing transit modes and airports compared to the other alternatives. Improving the travel options available in the Central Valley and other areas of the state with limited bus, rail and air service for intercity trips. Providing transportation options in cases of extreme events, such as adverse weather or petroleum shortages. Providing a predominantly separate transportation system that would be less susceptible to many factors influencing reliability such as capacity constraints, congestion and incidents that disrupt service. Providing superior on-time reliability. Providing a lower accident and fatality rate than automobile travel. **Will avoid over 10,000 auto accidents yearly** with their attendant deaths, injuries and property damage when compared to exclusive reliance on highways. Offering greater opportunities to expand service and capacity with minimal expansion of infrastructure. Adding capacity to the state's transportation infrastructure and reducing traffic on certain intercity highways and around airports to the extent that intercity trips are diverted to the high-speed train system. Eliminating traffic delays at existing at-grade crossings where the high-speed train system would provide grade separation. Using train technology proven to be the safest, most reliable form of transportation known through extensive regular revenue service in Europe and Asia. Expanding airports and highways to meet the intercity travel demands of 2020 would cost two-to-three times more than building the high-speed train system.





09:46:37 237 km/h

09:47:09 319 km/h

09:48:12 431 km/h



*Franco Casali – "Nucleare? Forse...", Colloqui Di Facoltà, Bologna 29-4-2009*



**Dov'è questa meraviglia  
tecnologica che non inquina e  
va ai 430 km/h ?**



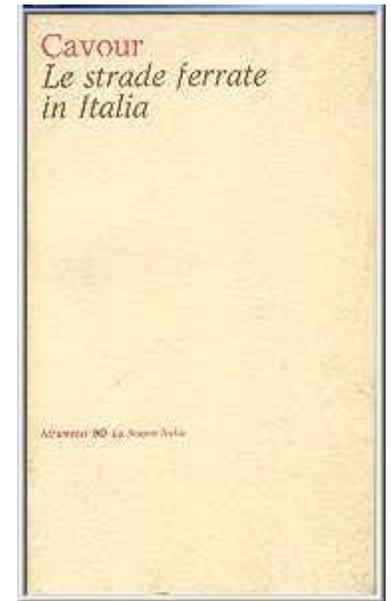
Shanghai Transrapid



**Abbiamo viaggiato sul treno  
a levitazione magnetica a  
SHANGHAI**

# Indovinello

“O le **strade ferrate** non si devono fare in alcun paese del mondo, e i popoli e i governi che le fanno (i belgi, gli inglesi, i russi, gli americani, i francesi) sono tutti deliranti, ovvero in nessuna parte del mondo le **strade ferrate** possono, come da noi, trovare un campo piu' favorevole e opportuno ad accogliere questo poderoso strumento di pubblica e privata prosperità”



**da... "Le strade ferrate in Italia", Lo scritto di Cavour apparso sulla "Revue nouvelle" del 1° maggio 1846**

**Franco Casali**  
email : [casali@bo.infn.it](mailto:casali@bo.infn.it)

Dipartimento di Fisica  
Viale Berti Pichat 6/2  
40127 Bologna - Italy  
Tel: +39-051-2095131  
Fax: +39-051-253274

***<http://www.xraytomography.com>***