



Comitato
per una Civiltà dell'Amore

Comitato per una Civiltà dell'Amore

1° Corso della Scuola del Carmelo
4 E - Energia, Economia, Ecologia, Etica
Convento del Carmelo – Roma - 7 maggio 2021

Dall'atomo alla conversione nucleare

Massimo Sepielli (Esperto nucleare ed energetico)

Ing. Alessandra Di Pietro (Ordine degli Ingegneri di Roma)

in collaborazione con

Flavio Parozzi, Franco Polidoro (Esperti CISE2007)

La fissione

Il ciclo nucleare

Testate atomiche

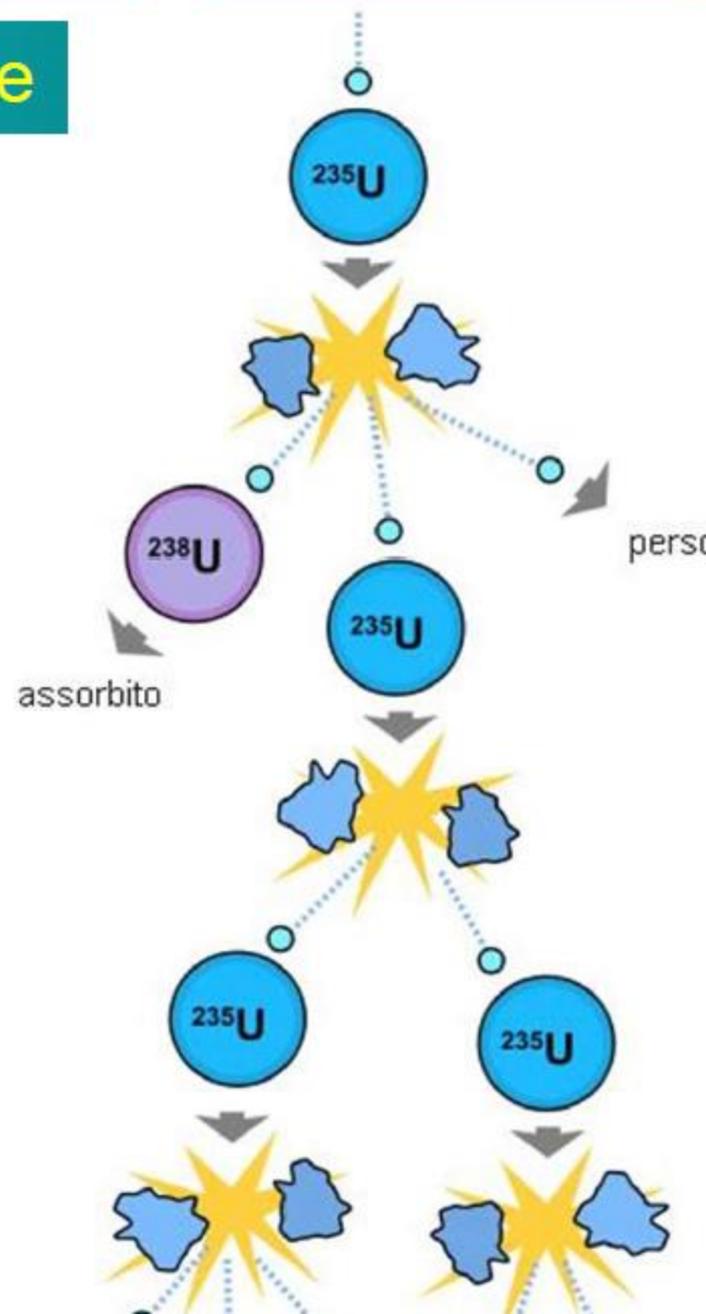
Bombe sporche

Centrali elettronucleari



la reazione di fissione nucleare

- l'unico nucleo atomico presente in natura che può dar luogo ad una reazione di fissione «a catena» è l'isotopo 235 dell'uranio, che è solamente lo 0.7% di questo elemento (la rimanenza è l'isotopo 238)
- la reazione a catena è possibile anche con isotopi prodotti artificialmente come il plutonio-239

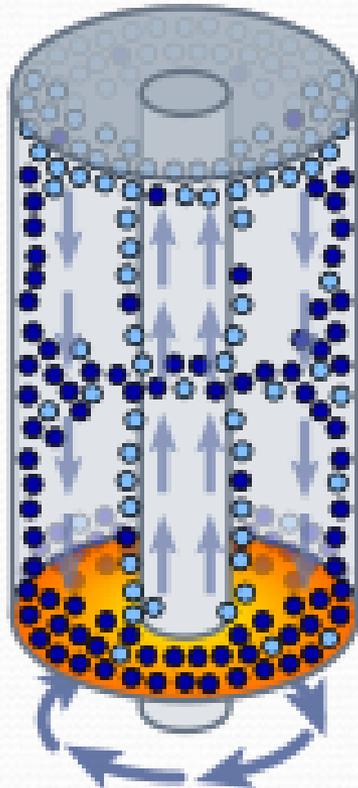


L'arricchimento dell'uranio



esplosivo delle bombe

per produrre uranio ad alto contenuto di isotopo 235 (arricchimento) impiegabile a fini militari sono necessari impianti molto complessi e costosi (es. speciali centrifughe in serie)



l'esplosivo delle bombe

- fissione di uranio altamente arricchito in isotopo 235
- fissione di plutonio-239
- fusione di isotopi di idrogeno innescata dalla fissione di uranio o plutonio



Atomica e bomba «sporca»

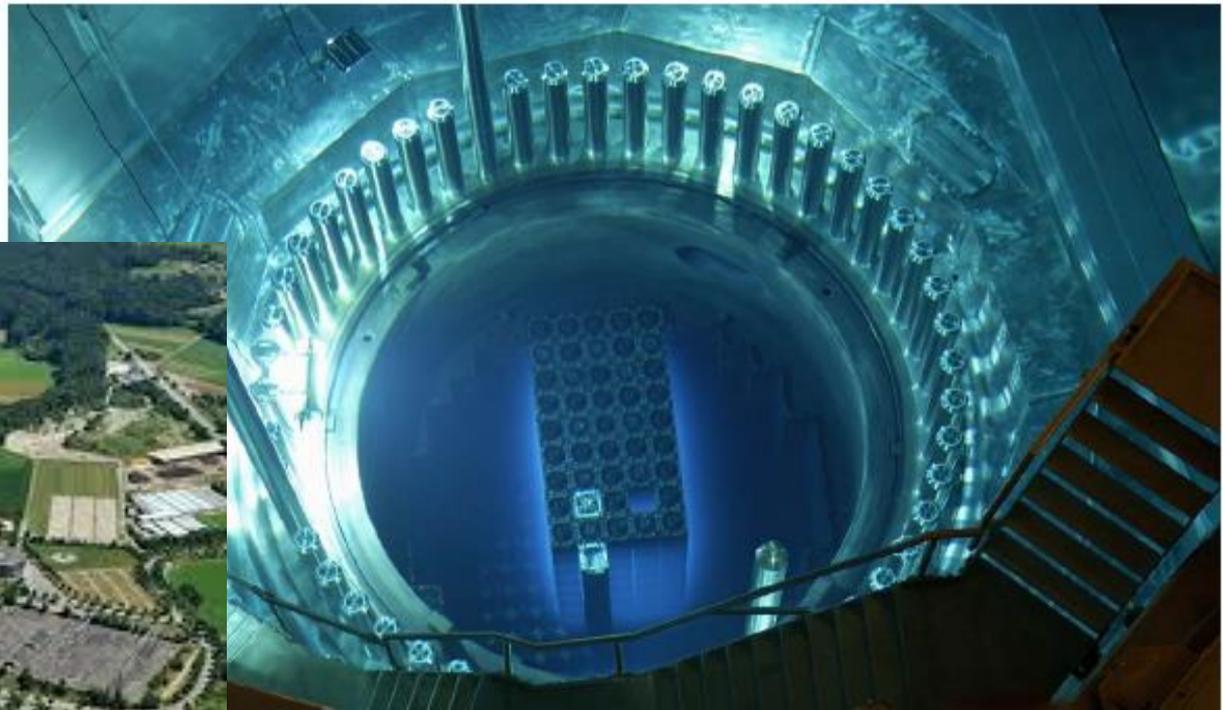


A scanso di equivoci:

- La bomba atomica non si costruisce in casa
- A volte si confonde l'atomica con la bomba sporca «dirty bomb» che è invece un esplosivo chimico, tipo il tritolo, in cui si inseriscono sostanze radioattive per aumentare l'effetto di terrore
- La bomba sporca è più facile da realizzare «in casa» con tecnologia «povera»
- Ha effetti locali e contenuti, tipici di un esplosivo chimico incendiario. Se ne occupa NBCR

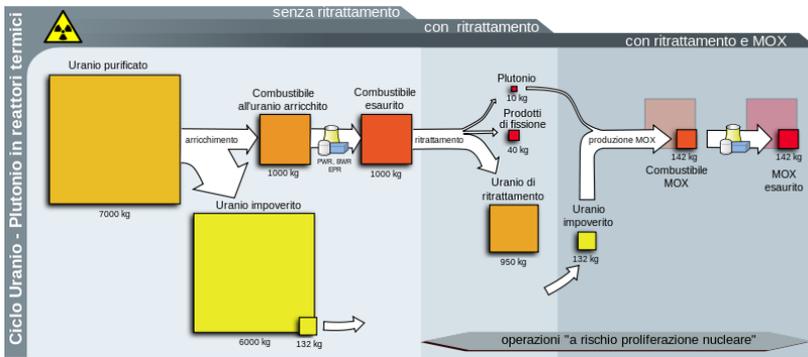
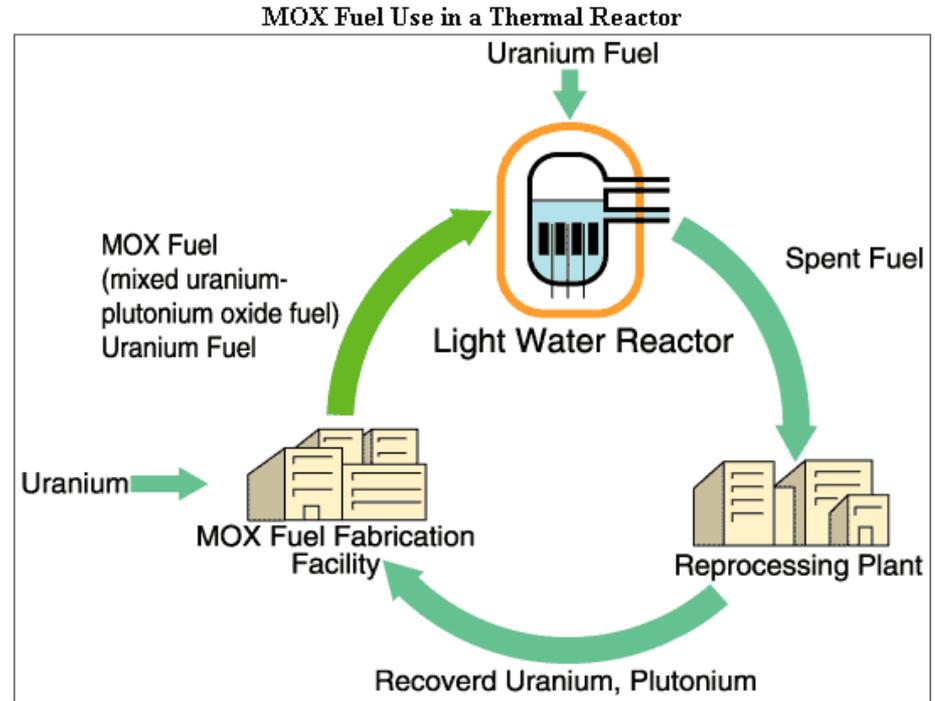
i reattori nucleari per la generazione elettrica

- negli attuali reattori commerciali il combustibile è solitamente costituito da uranio in forma di ossido (UO_2)
- negli ultimi anni è stato sperimentato con successo anche l'uso dell'ossido di plutonio (PuO_2)
- le centrali ben si prestano quindi per distruggere gli esplosivi nucleari ricavandone energia



COMBUSTIBILE MOX (PuO₂ + UO₂)

- Brucia ossidi misti di Uranio e Plutonio
- Reattori di III e IV generazione
- Ricicla Pu derivante da testate atomiche militari



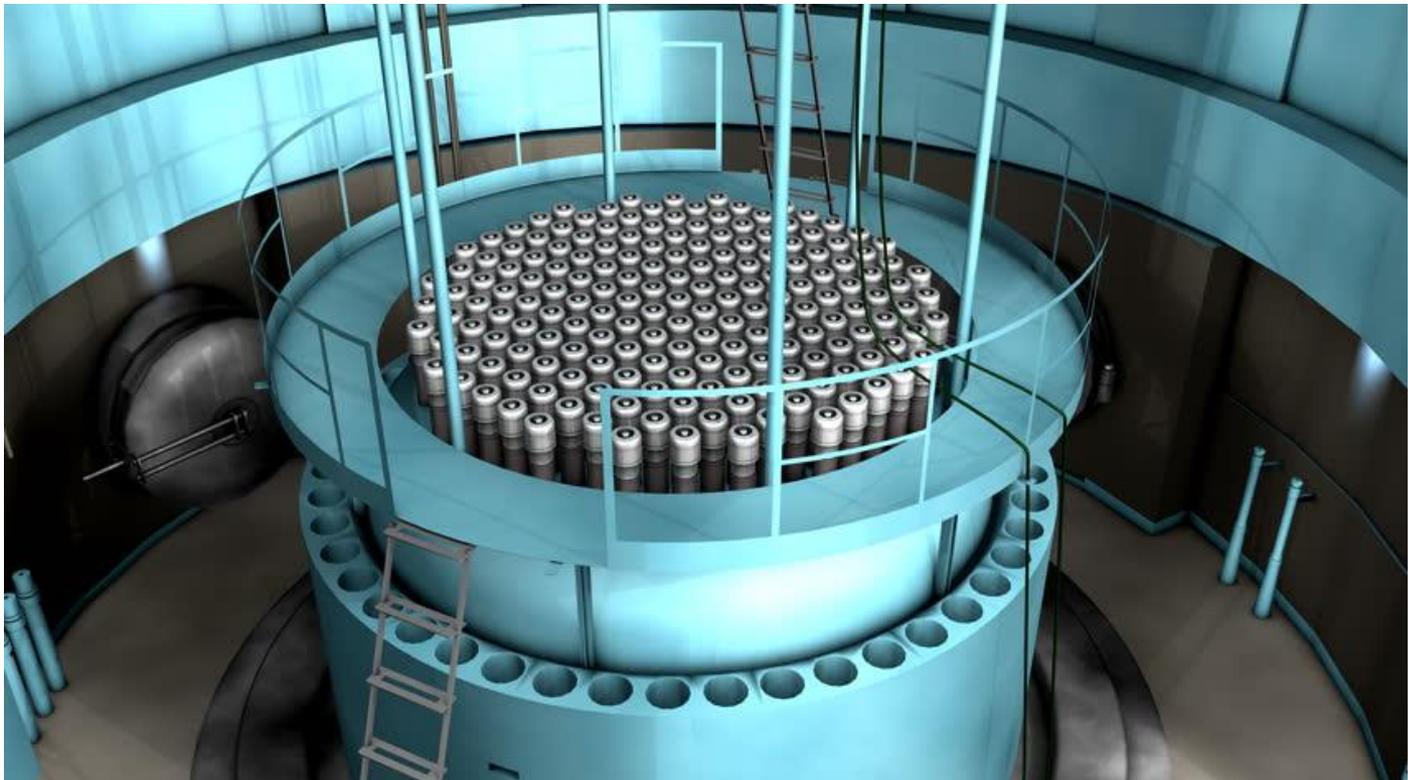
CORE del reattore = 100 Ton

Carica iniziale 100- 200 Ton

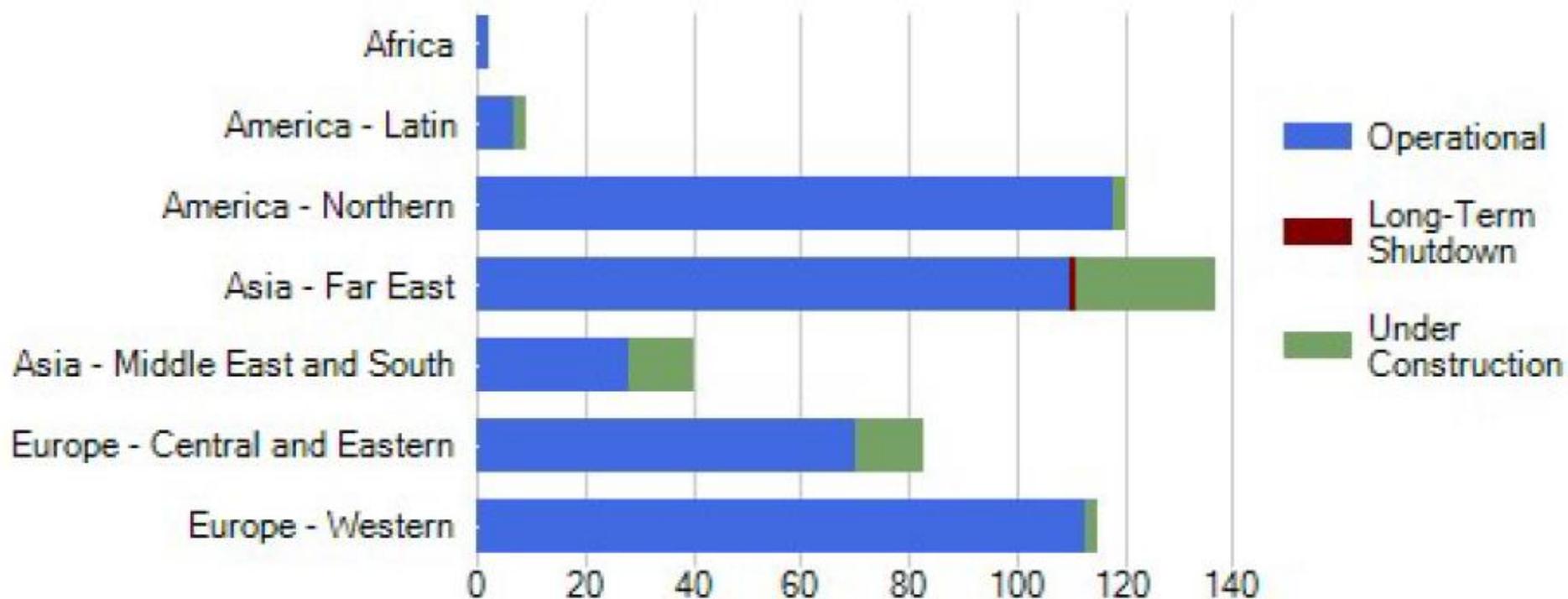
- Ogni 1.5 anni

Ricambio per settori 30 ton

- In 5 anni si sostituisce tutto

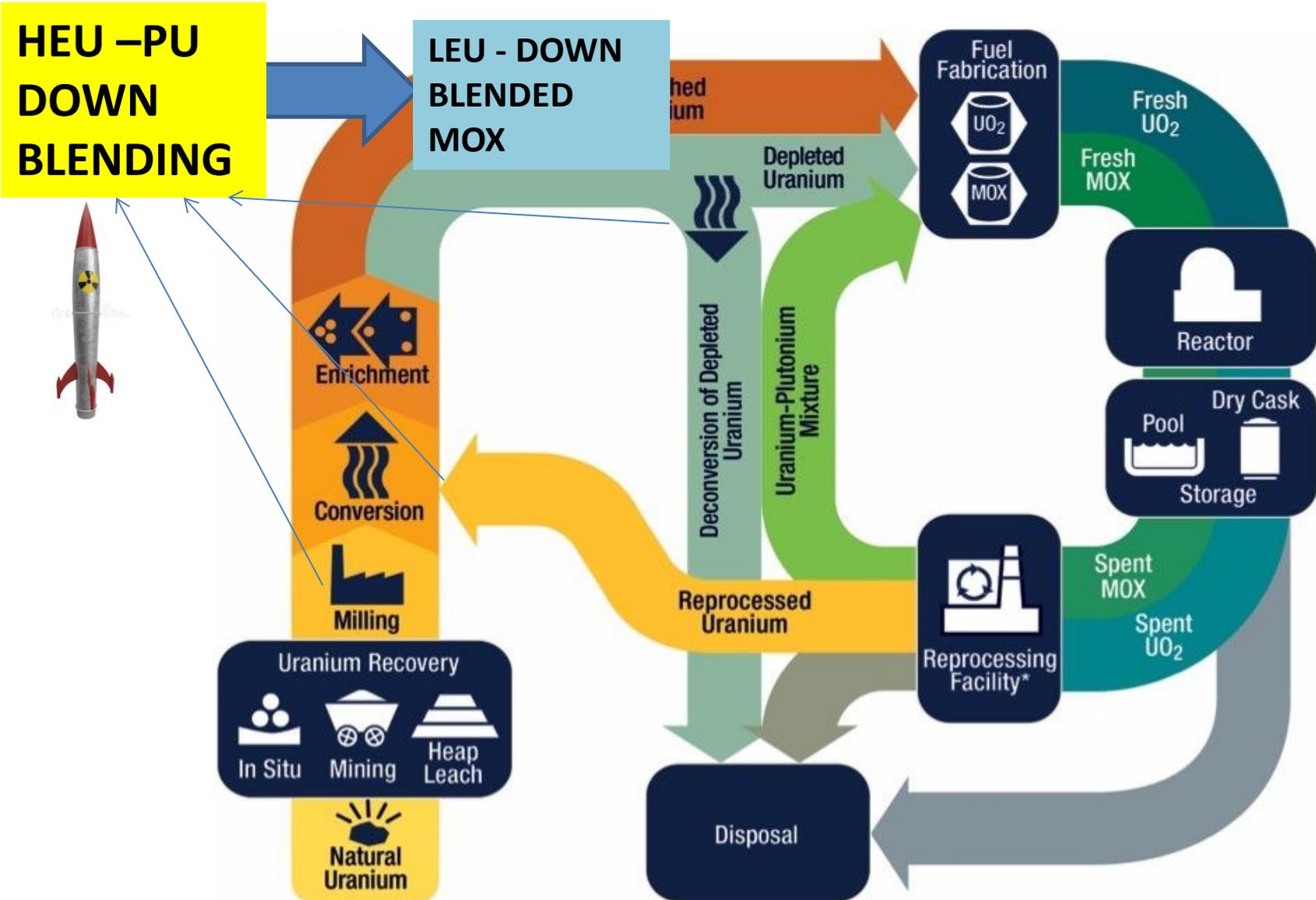


I reattori nucleari per la generazione elettrica



nel mondo sono in esercizio 448 reattori e 57 sono in costruzione

CICLO DEL COMBUSTIBLE



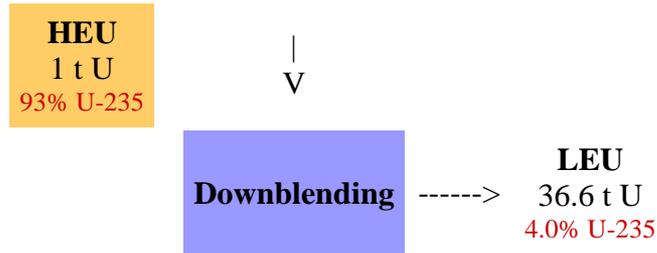
nuclear fuel da testate nucleari in disarmo

- l'uranio-235 proveniente dallo smantellamento può essere diluito con uranio a basso arricchimento, fabbricando così del combustibile adatto alle centrali di generazione elettrica
- l'uranio così diluito non può essere facilmente utilizzato per nuove bombe se non riattivando il costoso e complicato processo di arricchimento
- anche il plutonio impiegato nelle testate può essere reso inutilizzabile a scopi militari, attraverso tecnologie più complesse, ma comunque già collaudate

L'analisi qui presentata vuole essere una prima stima dell'energia elettrica ricavabile dalla distruzione di un dato numero di testate caricate con uranio altamente arricchito



Calcolo diluizione

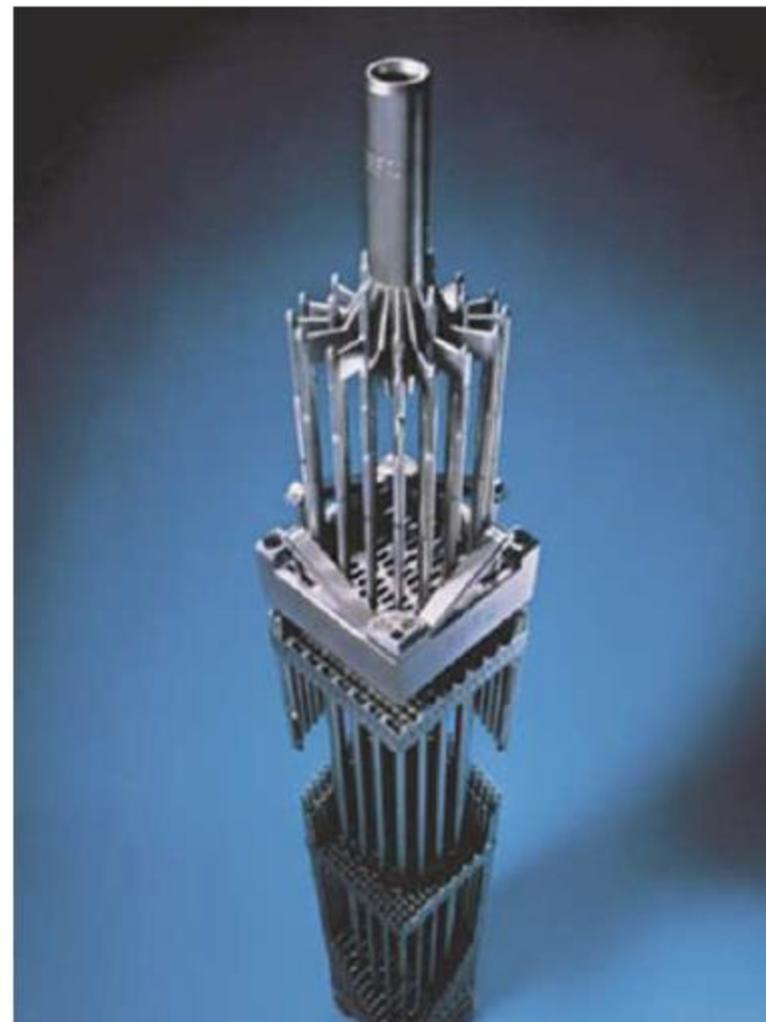


- 1 TESTATA ATOMICA = 25 Kg di HEU al 93%
- $U\ 235 / U\ nat\ 1 = 93\ %$ (testata atomica militare)
- $U\ 235 / U\ nat\ 2 = 4\ %$ (combustibile usi civili)
- Da 1 Kg di HEU ricavo 25-37 Kg di combustibile LEU
- Da 25 Kg HEU (1 testata) ricavo fino a 1 ton LEU
- Circa 1 ton LEU da ogni testata smantellata
- 1 core di centrale elettronucleare da 1000 Mwe è 100 ton per 3 ricambi di 1/3 di core in cinque anni
- Per un core intero che lavora 1.5 anni occorrono circa 50 testate
- 50.000 testate si fanno noccioli per 100 reattori da 1 GW

stima dell'energia ricavabile ...

sono anche state verificate tre possibili diluizioni dell'HEU con uranio a bassa concentrazione di isotopo 235:

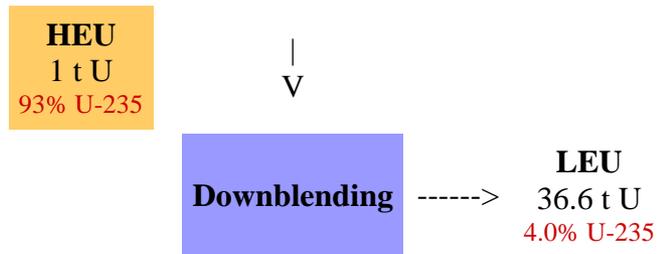
- con uranio naturale (in cui l'isotopo U^{235} è lo 0.72%)
- con uranio residuo del processo di arricchimento (0.2% di U^{235})
- con uranio recuperato dal ritrattamento del combustibile «usato» (1.2% di U^{235})



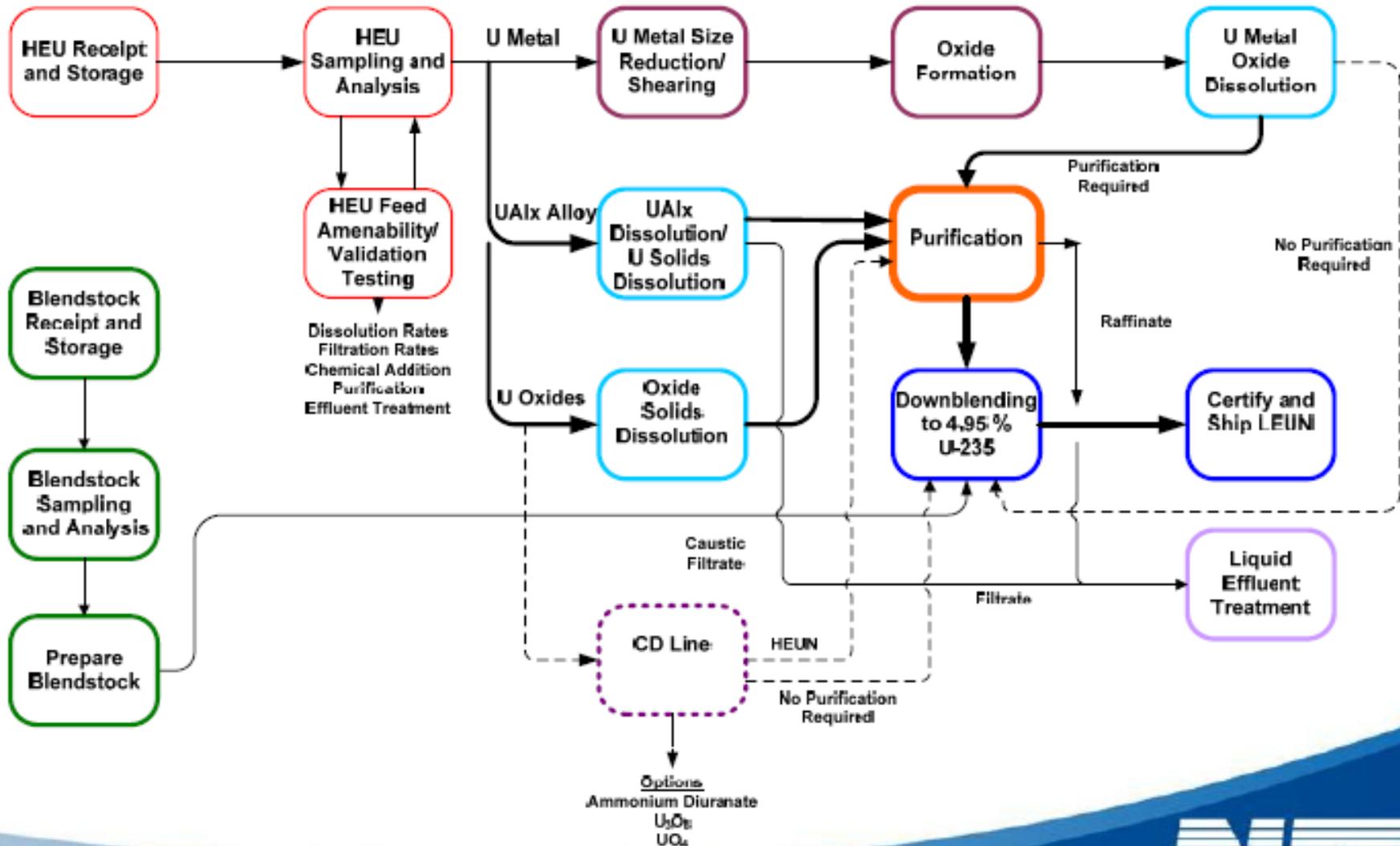
combustibile producibile con diversi gradi di arricchimento finale per le tre ipotesi di diluizione (tonnellate di UO_2)

| ARRICCHIMENTO UO_2 (%) | CASO DILUIZIONE CON U NATURALE (0.72% DI U^{235}) | CASO DILUIZIONE CON URANIO ALLO 0.2% DI U^{235} | CASO DILUIZIONE CON URANIO AL 1.2% DI U^{235} |
|-----------------------------|---|--|--|
| 5.0 | 1900 – 2400 | 1600 – 2200 | 2100 – 2700 |
| | 1990- 2490 | 1730 – 2230 | 2230 - 2880 |
| 4.5 | 1800 – 2800 | 1900 – 2400 | 2400 – 3200 |
| | 2210 - 2860 | 1920 - 2480 | 2480 - 3200 |
| 4.0 | 2500 – 3200 | 2100 – 2800 | 2900 – 3700 |
| | 2490 - 3210 | 2160 - 2790 | 2790 - 3600 |
| 3.5 | 2900 – 3800 | 2400 – 3200 | 3500 – 4500 |
| | 2840 - 3670 | 2470 - 3190 | 3180 - 4120 |

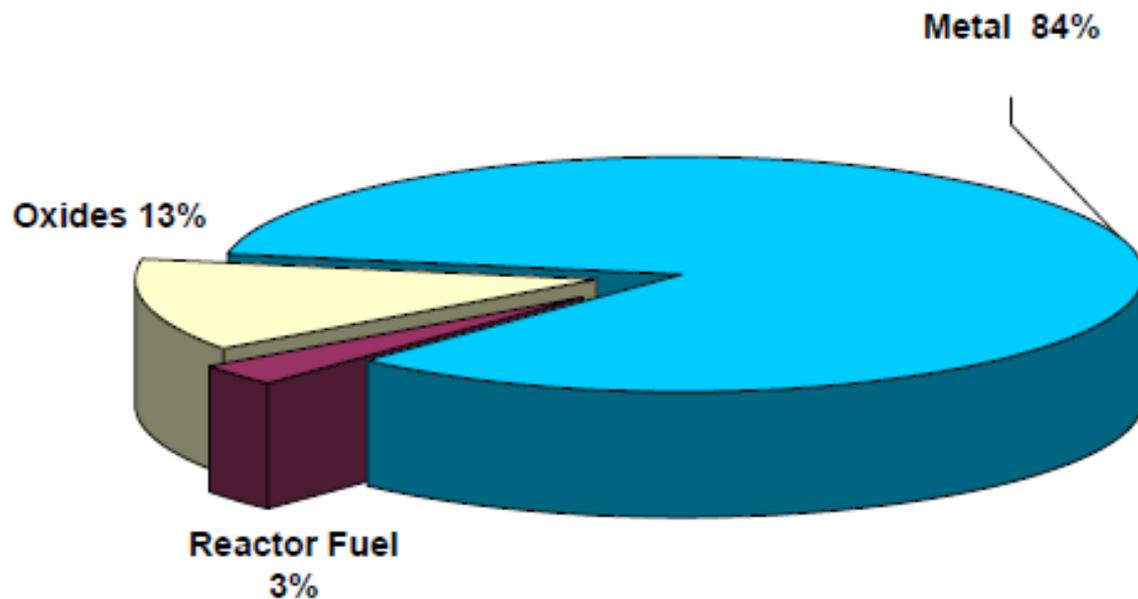
IMPIANTI DI CONVERSIONE (DOWNBLENDING)



HEU Recovery Flowsheet



Reliable Fuel Supply (RFS) Program – 17 MT HEU



Typical RFS HEU Metal Feed



HEU Slug Castings



HEU Broken Metal

NFS
7

NUCLEAR FUEL SERVICES, INC.

the smart alternative

CD-Line

The NFS CD-Line will come of line in early 2009. The skid-mounted process line equipment has been fabricated and tested and most of the equipment is on site awaiting installation, testing and operational readiness reviews.



The CD-Line is a logical extension of NFS' focus of providing turn key storage, processing and dispositioning of "Stranded" Materials, including downblending of proper materials for reuse.

***Applicazione della conversione
alle testate atomiche
esistenti e potenziali***

Megatons to Megawatts





IL PROGRAMMA M2M

MEGATONS TO MEGAWATTS

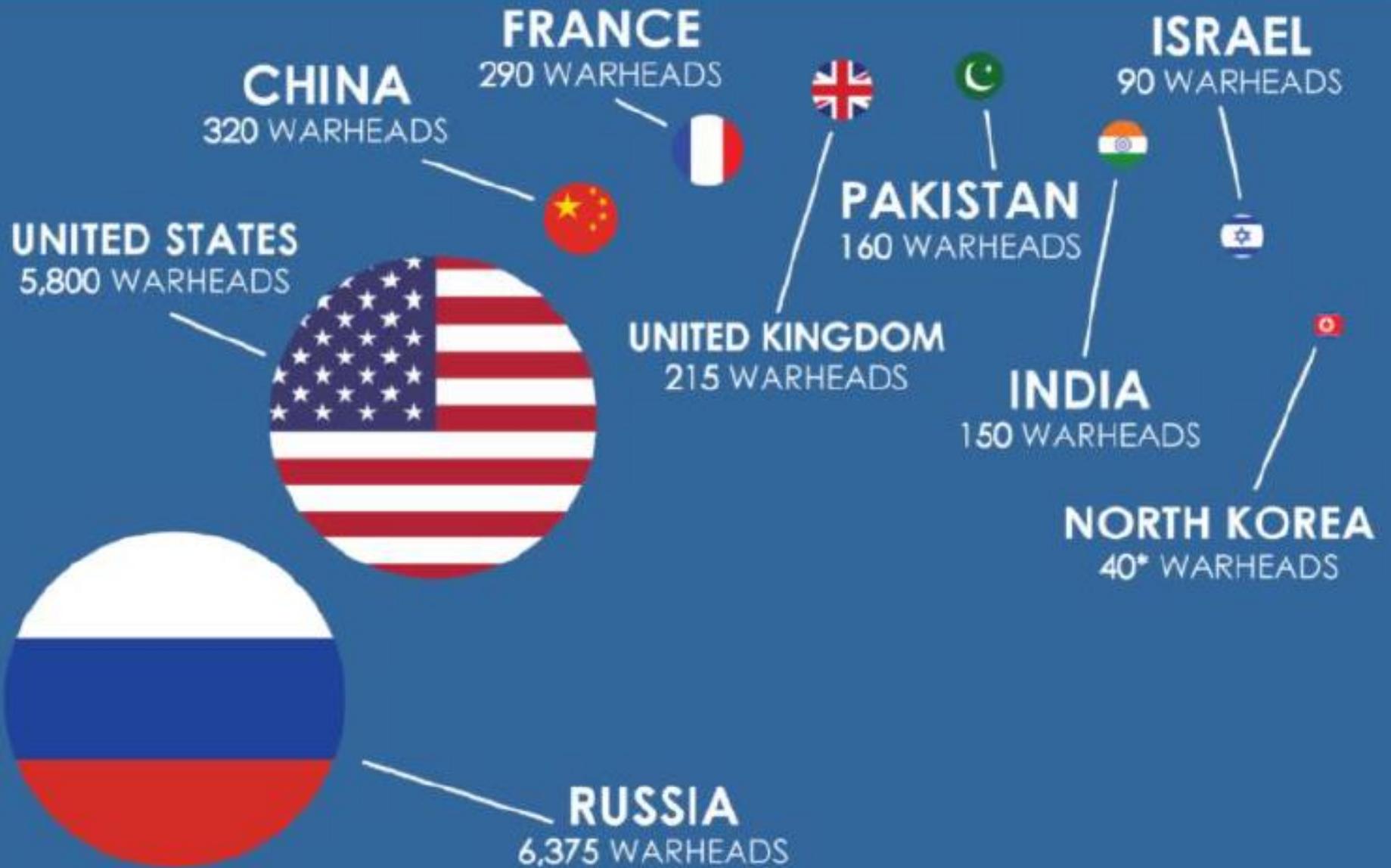
- Accordo raggiunto nel 1993 fra USA e Federazione Russa**
- USEC come executive agent per il Governo USA**
- Durata di 20 anni, 8 miliardi di dollari senza spese per I contribuenti**
- Hanno partecipato il DOE americano con i suoi laboratori e numerose imprese USA operanti nel settore del combustibile nucleare (NFS, NEI, Centrus Energy Corp.) associate al programma**
- La TENEX (Techsnabexport)per il Ministero dell'energia atomica russo**
- Sotto gli auspici della Santa Sede (Papi Giovanni Paolo II e Papa Benedetto XVI) e del nostro Comitato per una Civiltà dell'Amore**
- Fino al 2013 , 20000 testate atomiche russe smantellate e 15000 ton di LEU prodotti**
- USA ha pagato il costo equivalente dell'arricchimento da Unat. a LEU (12 miliardi di \$) e ha reso disponibile alla Russia U nat. per la produzione di LEU (5 miliardi di \$)**
- Controllo reciproco con ispezioni sistematiche**
- 15000 tonnellate hanno alimentato 100 noccioli di reattori da 1000 MWe per un funzionamento di 5 anni con arricchimento al 4.4 %**
- 20000 bombe atomiche hanno dato energia elettrica a 100 città metropolitane per 5 anni.**

STIMA TESTATE NUCLEARI NEL MONDO



Tot. 13.400

DIMENSIONE COMPARATA ARSENALI NUCLEARI



IL FUTURO

«MEGATONS TO ENERGY FOR DEVELOPMENT»

- **Esistono ancora circa 13.000 testate nucleari operative**
- **Esistono inoltre 1340 ton di heu potenzialmente alimenterebbero altre 37000 testate per un totale di 50000 fra reali e potenziali**
- **Esistono 500 ton di Plutonio (più difficile da eliminare, non si diluisce ma si usa tal quale nei reattori moderni in forma di combustibili MOx, ossidi misti di uranio e plutonio**
- **La maggior parte USA e Russia e le alleanze di paesi con accordi di difesa (NATO ex patto di Varsavia)**
- **Smantellandole si possono ottenere risultati analoghi a quelli già ottenuti in precedenza**
- **Oltre alle testate operative, esiste nel mondo un quantitativo di materiale fissile pari a 1340 ton di HEU per realizzare ancora altre 37000 testate**
- **Su queste esistono diversi programmi internazionali di trasformazione da HEU a LEU**

NON SIAMO SOLI



- ❑ DESARMAMENT TREATY (52 Paesi)
- ❑ ONU IAEA SAFEGUARDS, OCSE NEA
- ❑ IFNEC (International framework for nuclear Energy)
- ❑ CTBTO (Comprehensive Nuclear Ban Test Treaty)
- ❑ Reduced Enrichment for Research and Test Reactors (RERTR)
Programme – gestito da US Department of Energy e supportato da IAEA – che ha lavorato per per sviluppare la tecnologia necessaria per consentire la conversione delle installazioni civili che usano LEU in HEU, resistente alla proliferazione. I
- ❑ Global Threat Reduction Initiative (GTRI) - DOE US LABORATORIESoperante dal 2004 sotto l’egida di IAEA e US Secretary of Energy’s, che mira alla minimizzazione del materiale nucleare disponibile per la fabbricazione di armi atomiche.



Considerazioni 4E

*E*nergetiche

*E*conomiche

*E*cologiche

*E*tiche

sulla conversione



ASPETTO ECONOMICO

- ✓ Si evita acquisto di nuovo combustibile arricchito (2000 €/kg) o equivalente uranio naturale (100 \$/kg) e suo arricchimento
- ✓ Ricavo dalla vendita di energia elettrica (75 \$/MWh)
- ✓ Costo della conversione / downblending (500 \$/Kg fuel 4%) viene sostenuto dai Paesi aderenti al programma
- ✓ Ogni centrale da 1 GW produce un ricavo di 8 G€/anno
- ✓ 800 G€ in vent'anni di programma (42 G€/anno)



ASPETTO ECOLOGICO

- ✓ Si evita di estrarre uranio in miniera per 10000 tons di nuovo combustibile nucleare
- ✓ Si evita di immettere in atmosfera l'equivalente 3 miliardi di ton CO₂ che deriverebbero da fonte fossile



ASPETTO ETICO

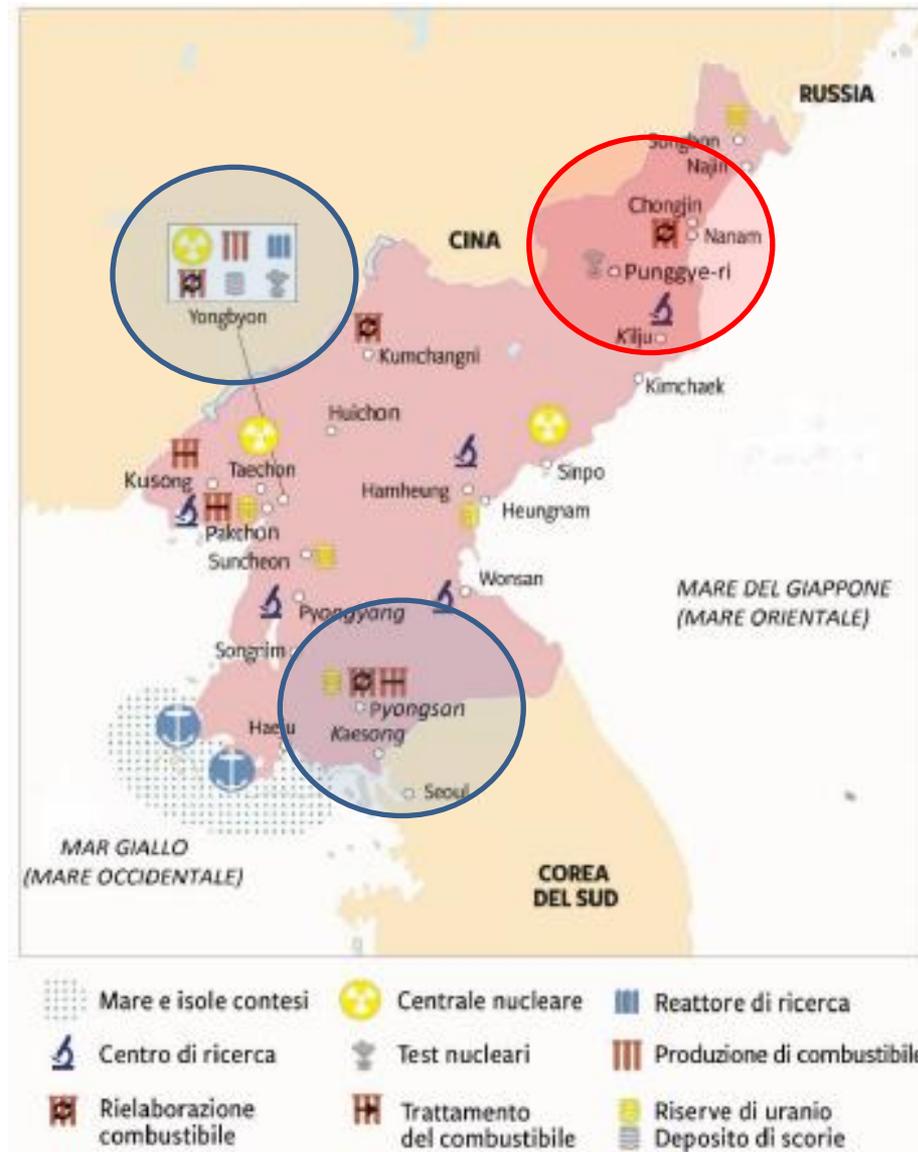
- ✓ Eliminazione guerra nucleare
- ✓ Energia elettrica per sviluppo dei popoli
- ✓ Il risparmio dato per microprogetti per la fame nel mondo



Caso applicativo

Hot spot coreano

Siti nucleari Nord Korea



Applicazione Hot-Spot Coreano

- Applicando l'analisi generale al Hot Spot Coreano, in base alle stime derivanti dagli studi degli esperti militari di Civiltà dell'Amore
- Nell'ipotesi di conversione di 40 testate ad Uranio arricchito e 10 a Plutonio
- Ipotizzando arricchimento 4% del combustibile per reattore civile partendo da U238 naturale, si può calcolare da 30 a 40 tonnellate di combustibile
- E' possibile alimentare una centrale elettronucleare da 1000 MWe per una produzione pari a 7000 – 9000 GWh con le attuali tecnologie

Programma Hot Spot Coreano

- La conversione è tecnicamente perseguibile
- Occorre predisporre impianti di riconversione e di utilizzo dell'energia prodotta in sito
- Operazione sotto egida IAEA e osservatori internazionali per evitare deviazioni dal programma
- Il bilancio economico è in pari, quello sociale è altamente positivo



Dio ci ha creato nucleari: l'Universo



- Dio ha creato il mondo per il bene dell'umanità e lo ha fatto di atomi e molecole, e radioattività
- L'energia dei nuclei, come tutte le cose, può essere usata per il bene o per il male
- Le armi atomiche, il male, possono essere eliminate **solo attraverso il processo di conversione e il bruciamento in centrali elettronucleari**
- E' stato già fatto in passato e può essere, per il nuovo programma «MEGATONS TO ENERGY FOR DEVELOPMENT»
- Per far avvenire il processo di conversione nucleare occorre la conversione delle anime e dei cuori