

**IL PROGRAMMA
«MEGATONS TO MEGAWATTS»:
UN CONTRIBUTO PER
UN MONDO DI PACE**

Comitato Civiltà dell'Amore – 12 marzo 2021

Ing. Roberto Adinolfi



Genova 14 - 01
2014

I. Qualche concetto di base

1. I “fondamentali” dell’energia nucleare
2. Usi pacifici...e militari dell’energia nucleare
3. Il processo di arricchimento isotopico
4. Il combustibile nucleare
5. La proliferazione degli armamenti nucleari

II. Il programma “Megatons to Megawatts” (M2M)

6. L’eliminazione delle testate nucleari
7. Gli obiettivi del programma
8. Contratti e risultati raggiunti
9. Prospettive
10. Implicazioni sul dibattito nucleare

I.1 - I “fondamentali” dell’energia nucleare

Solo lo 0,7% dell’uranio in natura è **Uranio-235** (92 protoni + 143 neutroni); un nucleo di U-235, quando collide con un neutron libero, si spezza in nuclei più piccolo, rilasciando energia ed altri neutroni, che a loro volta vanno a spezzare altri nuclei di U-235, generando una “reazione a catena”

Il rimanente 99,3% è **Uranio-238** (92 protoni + 146 neutroni) che, arrivando a collisione con un neutron, si modificherà (“trasmuterà”) in un nucleo di Plutonio-239, a sua volta un nucleo “fissile” quale l’U-235

I.2 - Usi pacifici...e militari dell'energia nucleare

Il materiale base per una bomba nucleare deve essere materiale fissile: Uranio altamente arricchito (HEU - Highly Enriched Uranium) o Plutonio.

Si utilizza U-235 or Pu-239 altamente puro (> 90%), e ciò allo scopo di massimizzare l'effetto di "reazione a catena" usando tutti i neutroni per generare nuove fissioni.

Le centrali nucleari usano invece basse percentuali di materiale fissile (<5%) per poter controllare la reazione a catena, mettendo a disposizione, a valle di ogni fissione, un solo neutrone che generi un'ulteriore fissione (reazione "critica")

I.3 - Il processo di arricchimento isotopico

- ▶ Permette di modificare la composizione dell'uranio naturale, aumentando la percentuale di U-235 Dllò 0.7% sino a :
 - <5% (LEU) per il combustibile delle centrali,
 - > 90% (HEU) nel caso delle armi nucleari.
- ▶ Comporta un significativo consume di energia, che cresce esponenzialmente con l'arricchimento finale da raggiungere.
- ▶ Nel passato si è ricorso a grandi e complessi impianti basati sulla diffusione gassosa; più recentemente si preferisce usare l'ultracentrifugazione.

I.4 - Il combustibile nucleare

Le principali voci di costo del combustibile nucleare sono:

- ▶ Il costo di estrazione mineraria dell'uranio naturale (U_3O_8)
- ▶ Il trattamento chimico del materiale estratto
- ▶ L'arricchimento isotopico (~ 45% del totale)
- ▶ Il costo di fabbricazione delle barre di combustibile

L'alternativa è **produrre combustibile riutilizzando l'enorme investimento economico fatto in passato per armi nucleari:**

- ▶ miscelando lo HEU con uranio naturale (risparmiando così il costo di arricchimento), o
- ▶ miscelando lo HEU con "uranio deplete" (DU), ossia il prodotto di risulta degli impianti di arricchimento, oggi immagazzinato in grandi quantità inutilizzate (risparmiando così anche i costi di estrazione e di trattamento chimico)

1.5 – La proliferazione degli armamenti nucleari

- ▶ Le centrali nucleari di potenza non usano HEU e non producono plutonio del tipo "weapon grade"
- ▶ Gli arsenali atomici sono stati alimentati producendo HEU negli impianti di separazione isotopica o costruendo reattori nucleari dedicati, in grado di produrre plutonio "weapon grade".

**Le centrali nucleari di Potenza sono l'unico mezzo
per distruggere gli arsenali atomici
(e per recuperarne il valore economico)**

II Programma
“Megatons to Megawatts” (M2M)

Il programma ventennale (1993-2013)

Megatons to Megawatts

sottoscritto il 18 Febbraio 1993

tra I presidenti di Stati Uniti e Russia,

ha assicurato la conversione di

500 t di HEU da 20,000 testate nucleari russe.

Esso è stato diluito con Uranio naturale per ottenere

LEU al 4.4%, così producendo

più di **15,000 tonnellate di combustibile**

impiegato nelle centrali nucleari.

II.2- M2M: Gli obiettivi del programma

- ▶ eliminare in via definitiva una grande quantità di HEU, annullando così il rischio di suo riutilizzo in future armament,
- ▶ accelerare lo smantellamento delle testate sovietiche in eccesso rispetto agli accordi START,
- ▶ evitare l'accumulo di grandi quantità di HEU in condizioni di controllo e protezione fisica non sempre adeguate,
- ▶ facilitare la conversion dei laboratory e degli scienziati russi dal settore militare a quello civile,
- ▶ garantire alla Russia risorse economiche nella situazione di crisi provocata dal crollo dell'Unione Sovietica,
- ▶ ridurre la produzione USA di LEU (risparmio energetico)),
- ▶ proteggere l'ambiente dall'eventuale dispersion di HEU senza le necessarie precauzioni.

II.3- M2M: Contratti e risultati raggiunti

- ▶ Accordo Quadro firmato nel 1993.
- ▶ Vari contratti hanno poi aggiornato gli aspetti economici.
- ▶
- ▶ Gli USA hanno pagato il costo equivalente all'arricchimento da U nat a LEU (~ 12 billion US \$) ed hanno messo a disposizione della Russia una quantità di U nat corrispondente a quello che sarebbe stato necessario per la produzione del LEU (~ 5 billion US \$) .
- ▶ Sono stati interessati controlli incrociati per il rispetto del trattato (visite sistematiche di ispezione)

Ci sono ancora da eliminare:

- ▶ circa 1,300 t di HEU (sufficienti per più di 50,000 testate) *,
- ▶ circa 500 t di Pu (più arduo da eliminare) *.

** dati 2019 dell'International Panel on Fissile Material*

- ✓ M2M è stato uno strumento per il disarmo, la lotta alla proliferazione e al terrorismo nucleare
- ✓ M2M è stato il più rilevante caso economic di riconversione di armamenti ed installazioni nucleari a fini civili
- ✓ M2M è stato un passo fondamentale nel ristabilire relazioni di cooperazione pacifica tra Russia e Stati Uniti

II.5- Implications in the nuclear debate

1. To reflect on the essential contribution that nuclear power plants provide for an effective solution to the problem of atomic arsenals
2. To highlight that nuclear power plants **do not feed proliferation but reduce it**
3. To overturn the ever-existing link in public opinion between atomic armaments and nuclear power plants
4. To highlight the need for safe, sustainable nuclear power plants for the future world economy