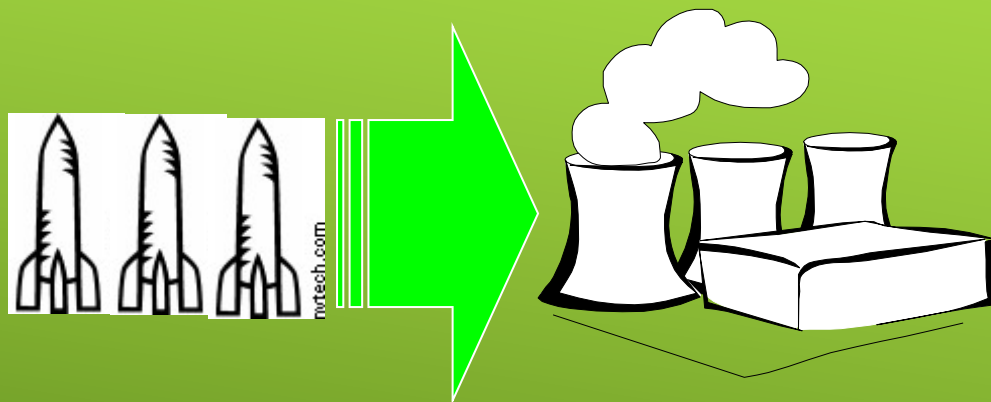


Conversione delle armi nucleari in energia di Pace



Ing. Raffaele Di Sapia
Ing. Enrico Mainardi
Ing. Massimo Sepielli

Comitato Civiltà dell'Amore, Roma 19.9.2022

I. Concetti base

1. I “fondamentali” dell’energia nucleare
2. Usi militari ed usi pacifici dell’energia nucleare
3. Combustibile nucleare
4. Arricchimento isotopico
5. La (ri)conversione nucleare
6. Dalla proliferazione al disarmo nucleare

II. Programma “Megatons to Megawatts” (M2M)

1. Eliminazione di bombe nucleari
2. Obiettivi principali, contratti e risultati
3. Prospettive
4. Implicazioni nel dibattito sul nucleare

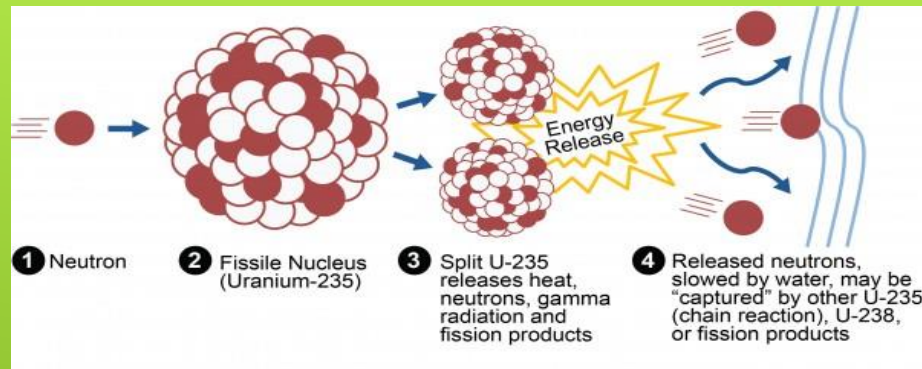
III. Trattato di Non-Proliferazione (TNP) nucleare

Conclusioni

I. Concetti base

1. I “fondamentali” dell’energia nucleare
2. Usi militari ed usi pacifici dell’energia nucleare
3. Il processo di “arricchimento isotopico”
4. Il combustibile nucleare
5. La (ri)conversione nucleare
6. Dalla proliferazione nucleare al disarmo nucleare

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



Solo lo 0,7% dell’uranio naturale è **Uranio-235** (92 protoni + 143 neutroni); l’ U-235 colpito da un neutrone «termico», si spacca, liberando energia ed altri 2.5 neutroni che (in media) a loro volta vanno a spaccare altri nuclei, generando la “reazione a catena”

Il rimanente è **Uranio-238** (92 protoni + 146 neutroni) che, se colpito da un neutrone, si può trasformare in un nucleo di **Plutonio-239**, a sua volta un nucleo “fissile”

La materia prima delle armi nucleari è il materiale fissile: HEU (Highly Enriched Uranium) o plutonio separato.

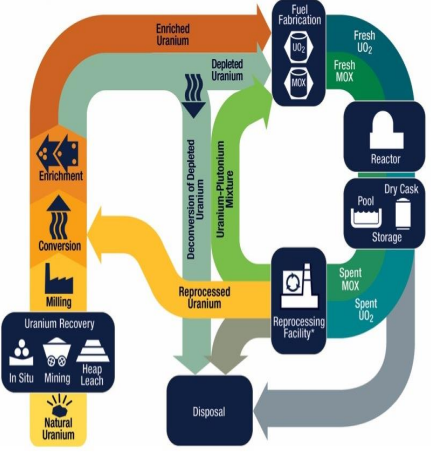


Si usa U-235 o Pu-239 puri ($> 90\%$), in modo da massimizzare la reazione a catena utilizzando tutti i neutroni per generare nuove fissioni.



Gli impianti nucleari utilizzano basse percentuali di materiali fissili ($< 5\%$) per poter controllare la reazione a catena, rendendo disponibile, dopo ogni fissione, un solo neutrone per un'ulteriore fissione (reazione "critica")





Le principali voci che contribuiscono al costo del combustibile nucleare sono:

- ▶ Il costo alla fonte dell'uranio naturale
- ▶ Il costo del trattamento chimico del minerale per produrre Ossido di Uranio
- ▶ Il costo di arricchimento isotopico (~45% del totale)
- ▶ Il costo di fabbricazione delle barrette

E' anche possibile produrre *combustibile riutilizzando l'enorme investimento economico a sua tempo impiegato per produrre le armi atomiche:*

- ▶ mescolando HEU con uranio naturale (si evitano i costi di arricchimento)
- ▶ mescolando HEU con uranio "impoverito" (DU), prodotto di risulta degli impianti di arricchimento isotopico, di cui esistono ingenti quantitativi inutilizzati
- ▶ Mescolando HEU combustibile nucleare ritrattato

I.4 - Il processo di “arricchimento isotopico”

- ▶ Permette di modificare la composizione dell'Uranio naturale, aumentando la percentuale di U-235 dallo 0,7% sino a:
 - <5% (LEU) per combustibile per impianti nucleari,
 - >90% (HEU) nel caso di armi nucleari.
- ▶ Richiede un significativo consumo di energia, che cresce esponenzialmente all'aumentare dell'arricchimento finale
- ▶ In passato si usavano grossi e complessi impianti a diffusione gassosa; recentemente si usano ultracentrifughe



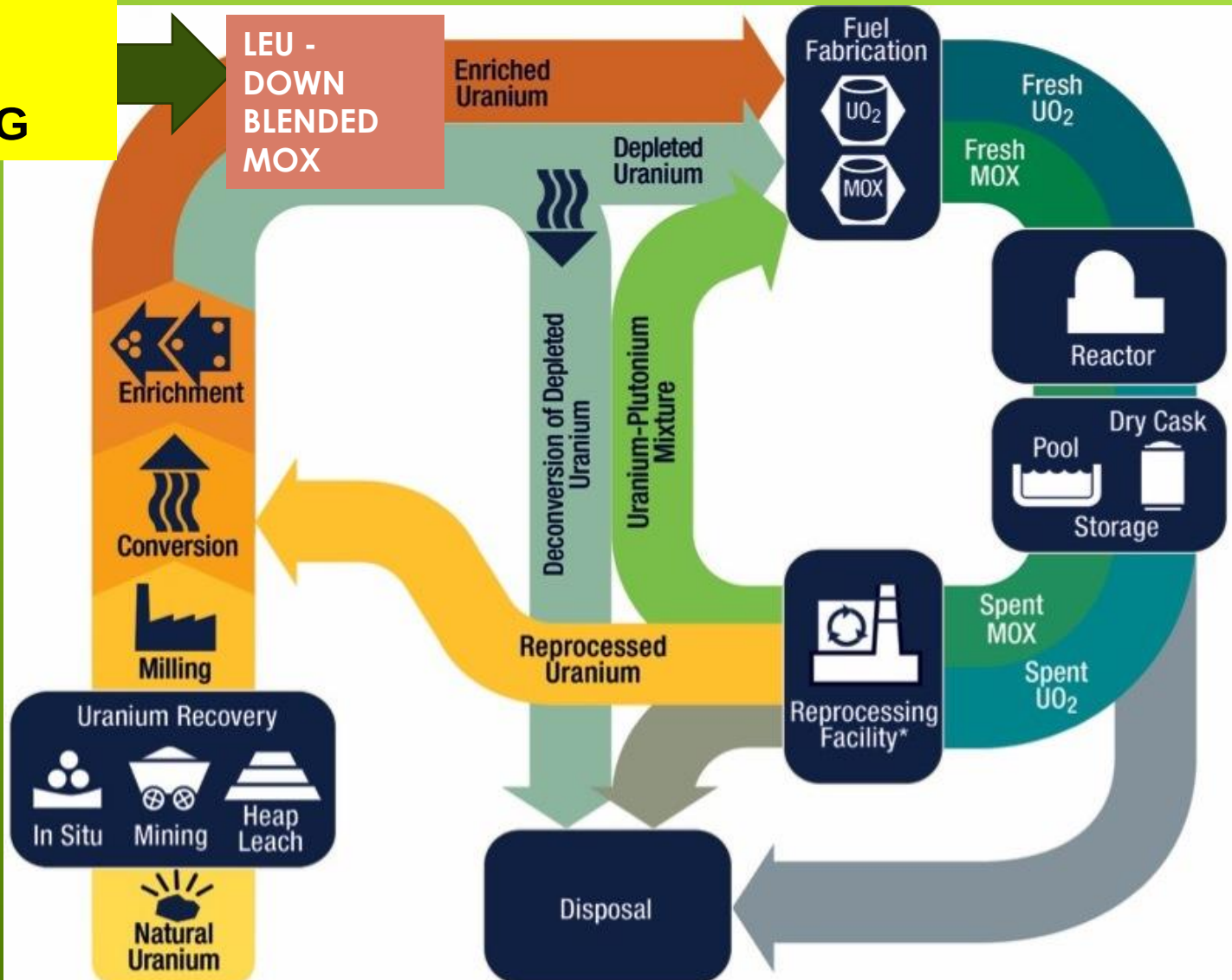
Che cosa è la (ri) conversione nucleare

- ▶ Partendo da 4 ton di HEU (160 bombe) si ottengono 100 ton di LEU al 4,4% per l'esercizio di un impianto da 1GWe per circa 4 anni e mezzo.
- ▶ Nel mondo ci sono 448 impianti nucleari (fonte WNA 12/2016) che hanno collaborato alla conversione nucleare, 106 in Europa in operazione



CICLO COMBUSTIBILE CON RICONVERSIONE

HEU - PU
DOWN
BLENDING





DALLA NON PROLIFERAZIONE AL DISARMO NUCLEARE

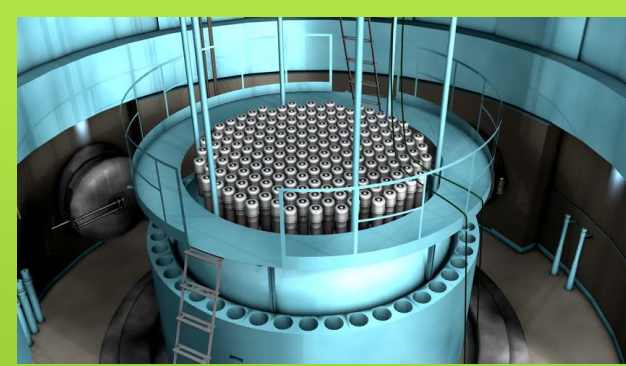
- ▶ Le centrali nucleari sviluppate in Occidente (reattori ad acqua) non utilizzano HEU e non producono plutonio “militare”
- ▶ Gli arsenali atomici sono stati accumulati producendo HEU negli impianti di separazione isotopica o costruendo reattori nucleari particolari, che producono plutonio “militare”

Le centrali nucleari sono l'unico strumento per realizzare il disarmo nucleare con la distruzione degli arsenali atomici.



II. Programma “Megatons to Megawatts” (M2M) esempio realizzato di conversione delle armi nucleari

1. M2M: accordo ventennale
2. M2M: obiettivi principali
3. M2M: contratti e risultati
4. Prospettive post-M2M
5. Le implicazioni di M2M nel dibattito sul nucleare



Il programma ventennale Megatons to Megawatts, firmato il 18 febbraio 1993 a seguito di un accordo fra i presidenti americano e russo, ha assicurato la conversione di 500 t di HEU al 90% proveniente da 20.000 bombe nucleari russe, diluite con Uranio Naturale per ottenere LEU al 4,4%, con la produzione di oltre 15000 t di combustibile equivalente al consumo di 6500 TWh di elettricità in un anno delle famiglie in tutto il mondo

II.2- M2M: obiettivi principali

- eliminare in via definitiva un'enorme quantità di HEU, annullando così il rischio di un suo impiego per armi nucleari,
 - accelerare lo smantellamento delle armi sovietiche in eccesso rispetto agli accordi START,
 - evitare l'accumulo di enormi quantità di HEU con sistemi di controllo e protezione fisica non sempre adeguati,
 - agevolare la riconversione di laboratori/scienziati russi dal settore militare a quello civile
-
- fornire alla Russia delle risorse economiche nella difficile situazione economica alla fine dell'Unione Sovietica,
 - ridurre la produzione USA di LEU (risparmio energetico),
 - salvaguardare l'ambiente dalla possibile dispersione di HEU senza le necessarie cautele.



- ▶ Accordo quadro raggiunto nel 1993.
- ▶ Negoziati a livello governativo fra TENEX e USAEC.
- ▶ Vari contratti hanno aggiornato gli aspetti economici.
- ▶ USAEC ha pagato il costo equivalente all'arricchimento da uranio naturale a LEU (~ 12miliardi US\$) e ha messo a disposizione della Russia una quantità di uranio naturale corrispondente a quello che sarebbe stato richiesto per la produzione del LEU (~ 5miliardi US\$).
- ▶ Controllo reciproco per il rispetto del trattato, dei segreti militari e industriali (sistematiche visite di ispettori).



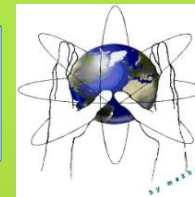
- M2M è stato strumento di disarmo, lotta alla proliferazione e al terrorismo nucleare
- ✓ M2M è stato il risultato economicamente di successo per la conversione di armi e impianti militari a scopo civile
- ✓ M2M è stato un importante tassello nei rapporti di collaborazione fra Russia e Stati Uniti.

II.5- Le implicazioni di M2M nel dibattito sul nucleare



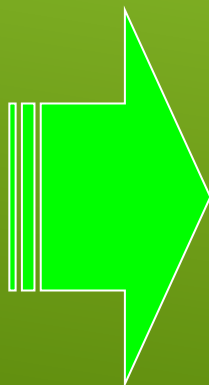
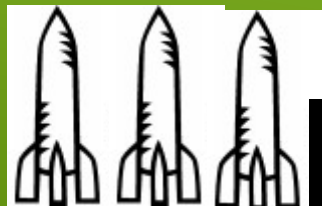
1. Far riflettere sul contributo che le centrali nucleari possono dare ad un'efficace risoluzione del problema degli arsenali atomici
2. Evidenziare che le centrali nucleari non alimentano la proliferazione anzi la riducono
3. Ribaltare il legame da sempre esistente nell'opinione pubblica tra armamenti atomici e centrali nucleari perchè sono proprio le centrali nucleari a distruggere le bombe atomiche

Obiettivi del **nuovo** Programma di conversione nucleare

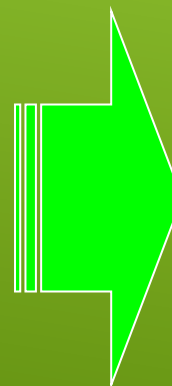
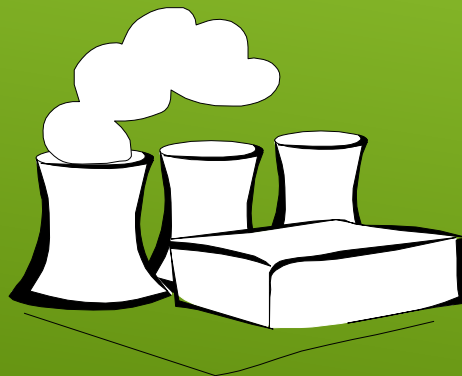


Il principale obiettivo del Programma è la conversione delle armi nucleari in combustibile per la produzione di energia e lo sviluppo nei paesi poveri

Armi atomiche



Impianto Nucleare



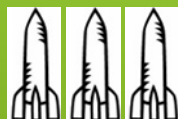
Paese povero



Ciclo del Programma di Conversione nucleare e sviluppo: esempio a favore di un PVS



**160 testate
nucleari**



**4 ton HEU
convertite in
combustibile**

**Centrali Nucleari
(1.000 MW)**



**36 TWh
senza CO2**

4,5 anni di esercizio

**Dividendo
Economico**

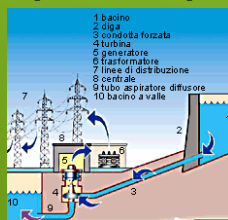


>> 40 Mln \$

**Educazione e Sanità
(10 Mln \$)**



**15 impianti
mini-hydro
da 500 kW
(22 Mln \$)**



**200 impianti
fotovoltaici da
10 kW
(8 Mln \$)**



Congo

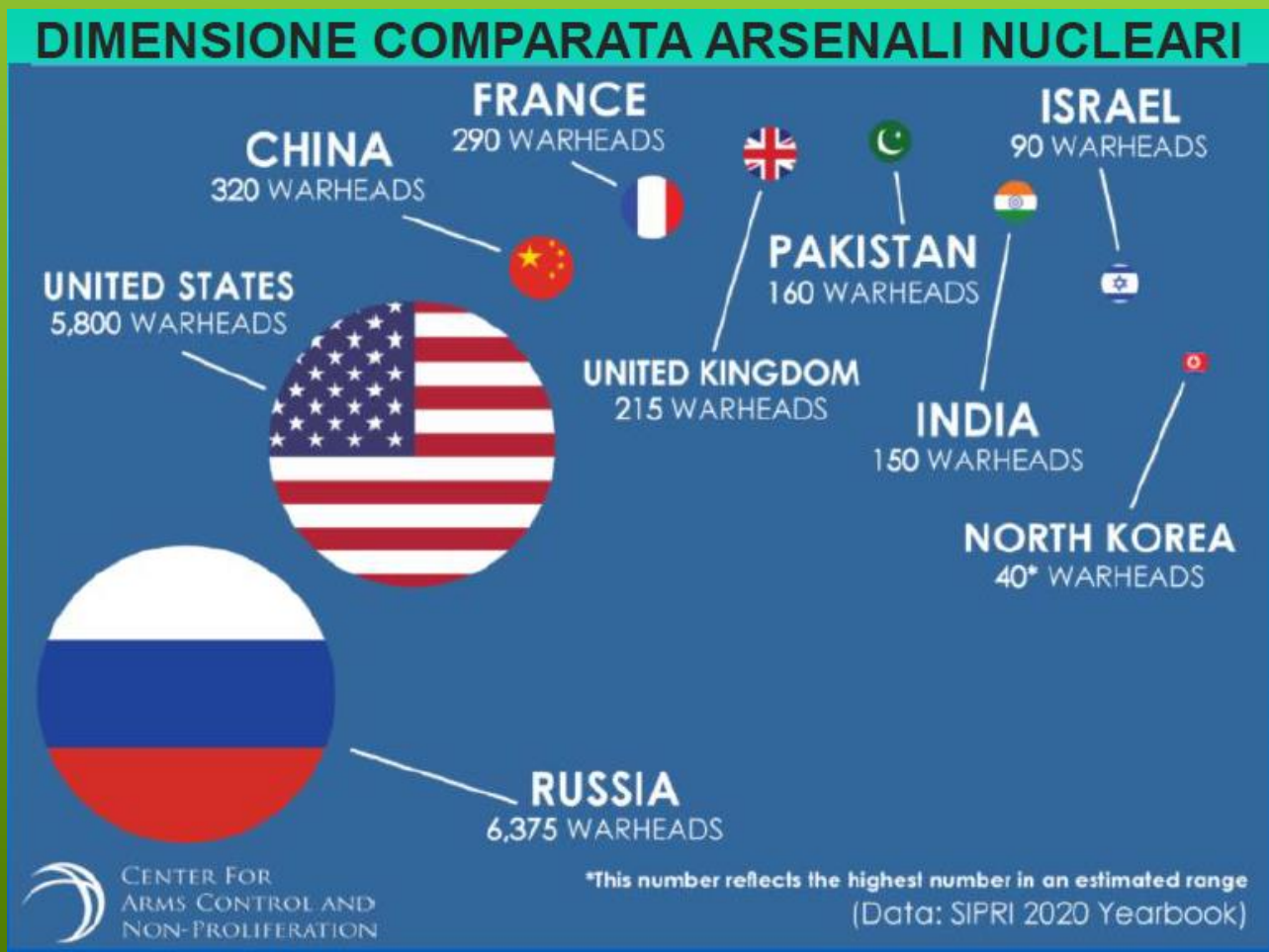


**Emissioni CO₂
evitate circa 10
mtons/anno.**

RIMANE DA CONVERTIRE ANCORA:

circa 13.400 testate nucleari esistenti oggi nel mondo
circa 1.300 t di HEU (sufficienti per altre 50.000 bombe)*,
circa 500 t di Pu (più impegnativo da eliminare)*.

*dati 2015 dell'International Panel on Fissile Material (basati sulle dichiarazioni alla IAEA del 31/12/2014)



III – Trattato di Non Proliferazione Nucleare (TNP)



1. Il TNP è un trattato internazionale sulle armi nucleari che si basa su tre principi: disarmo, non proliferazione e uso pacifico del nucleare
2. Il TNP entrato in vigore nel 1970 sottoscritto da quasi tutti i Paesi del mondo (190 Nazioni) e dalle 5 Potenze Nucleari membri permanenti del Consiglio di Sicurezza ONU.
3. Oggi purtroppo è in atto un processo di riarmo nucleare da parte di diversi Stati (firmatari e non del TNP)

III – Trattato di Non Proliferazione Nucleare (TNP)

1. Il 26 Agosto si è conclusa la X Conferenza di revisione del TNP, senza l'approvazione del Documento finale a causa del conflitto ucraino. Tuttavia il Draft del Documento finale contiene aperture significative al contributo della Società Civile al Disarmo Nucleare.
2. Le Iniziative di Civiltà dell'Amore mirano a dare concreta applicazione all'Art. VI del TNP, ove è presente l'impegno al disarmo da parte delle Potenze Nucleari firmatarie del TNP
3. A tale riguardo Civiltà dell'Amore ha proposto la messa in atto di un Tavolo Permanente di Dialogo per il Disarmo e la Conversione Nucleare ad Assisi in collaborazione con la UE

Centrali nucleari strumento per la conversione nucleare

I benefici del programma della Conversione Nucleare sono:

- 1. Aumento della Sicurezza e della Pace Nucleare nel mondo**
- 2. Riutilizzo per scopi pacifici degli enormi investimenti economici immobilizzati nelle armi nucleari;**
- 3. Produzione di energia elettrica da fonte nucleare utile per la transizione energetica.**



Grazie per l'attenzione