



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

Lead-cooled Fast Reactor

La scommessa del sistema italiano sulla fissione

*Seminario «La Ricerca e l'industria per la Nuclear young generation»
Università La Sapienza, Roma, 12 Aprile 2019*

Giacomo Grasso – FSN-SICNUC-PSSN



1101 0110 1100
0101 0010 1101
0001 0110 1110
1101 0010 1101
1111 1010 0000

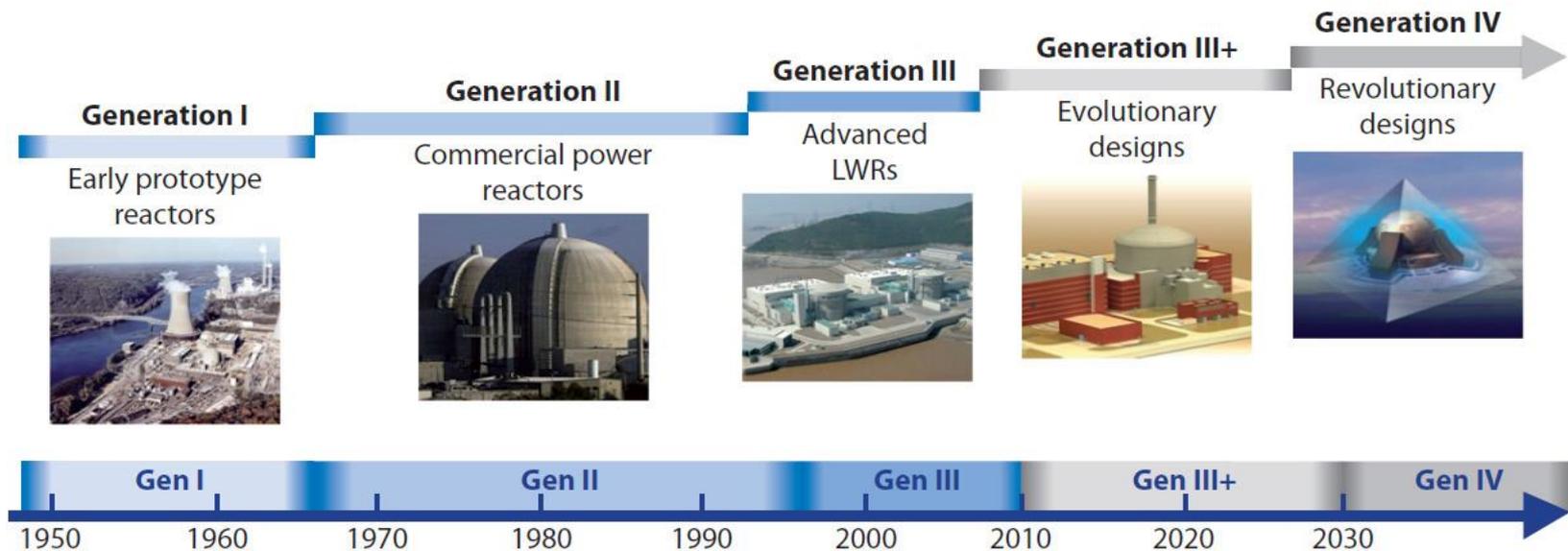


Generation IV

La visione per il rilancio della fissione

I cardini della rivoluzione:

- sicurezza
- sostenibilità
- economicità
- resistenza alla proliferazione e protezione fisica





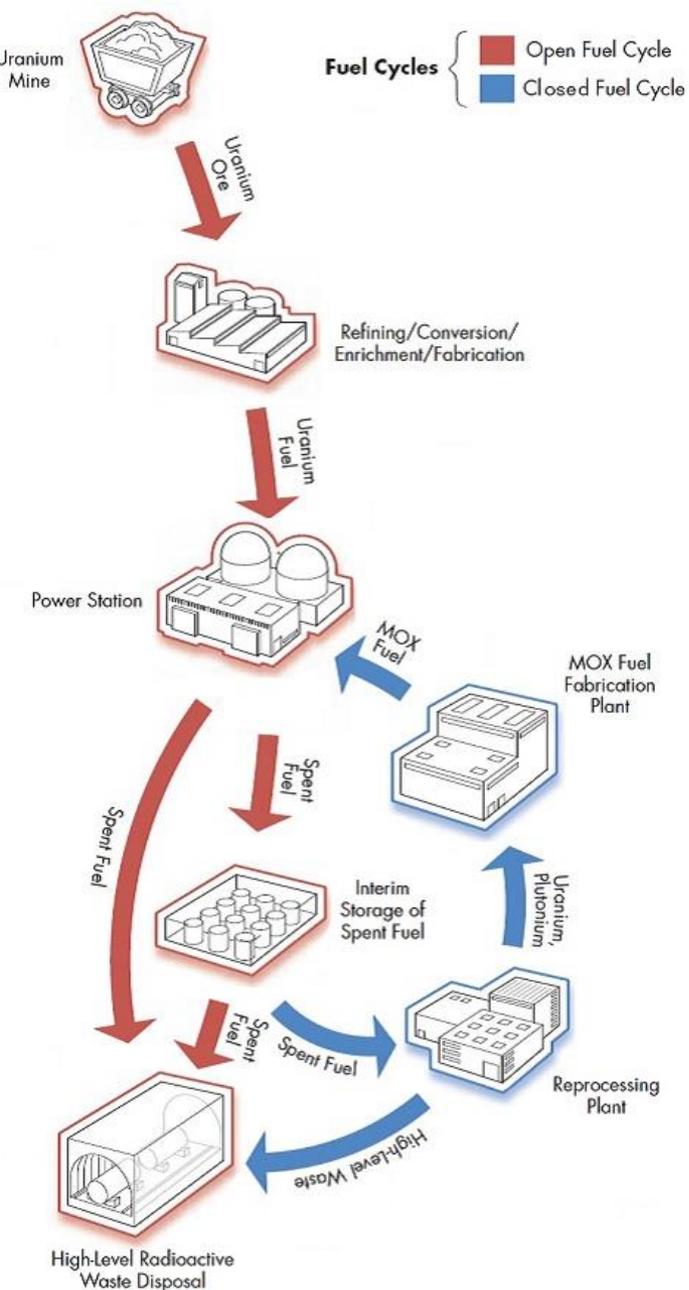
Sicurezza

I REATTORI ESISTENTI SONO GIÀ SICURI!

Ma:

l'opinione pubblica, specie dopo Fukushima, non li percepisce così.

→ Opportunità per una tecnologia che garantisca performance di sicurezza ancora superiori, ad esempio consentendo di eliminare la necessità di piani di emergenza al di fuori dell'impianto.



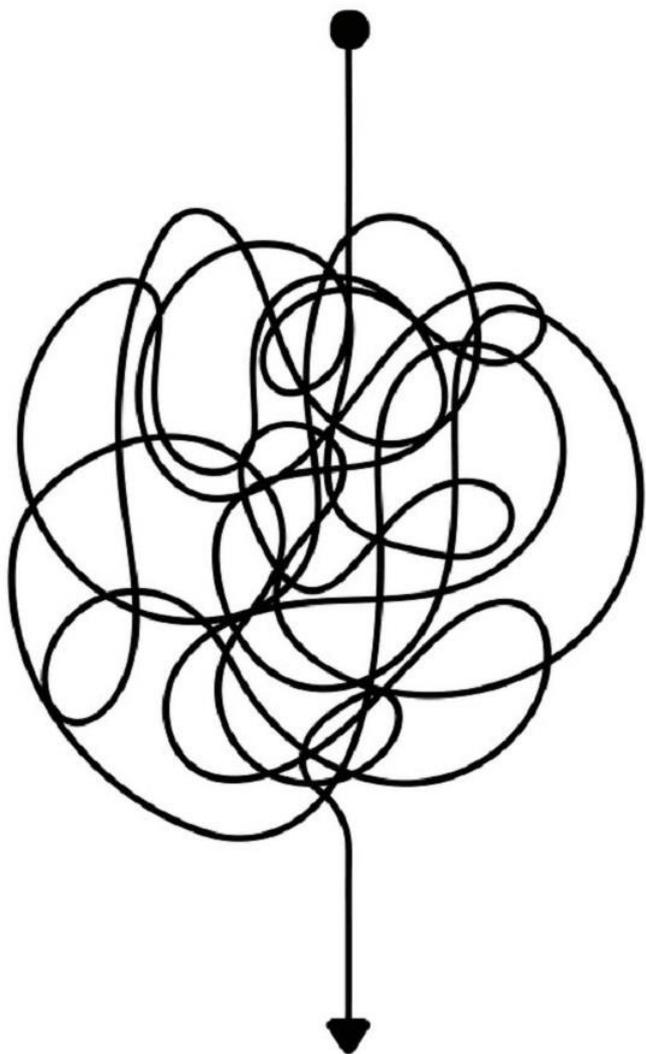
Sostenibilità

NESSUNA TECNOLOGIA CONSENTE DI RICAIVARE COSÌ TANTO DA COSÌ POCO!

Ma:

l'opinione pubblica percepisce i rifiuti come un problema insormontabile.

→ Opportunità per una tecnologia che garantisca di ridurre ulteriormente l'impiego di risorse, quindi la generazione di rifiuti, e che accorci la radiotossicità di lungo termine entro limiti compatibili con semplici tecnologie.



Economicità

L'ENERGIA NUCLEARE È GIÀ UNA FRA
LE PIÙ ACCESSIBILI!

Ma:

l'opinione pubblica percepisce il costo dei
nuovi reattori come inaccettabile.

→ Opportunità per una tecnologia che
consenta di ridurre i costi di costruzione
e manutenzione e di garantire la
certezza dei tempi di realizzazione.

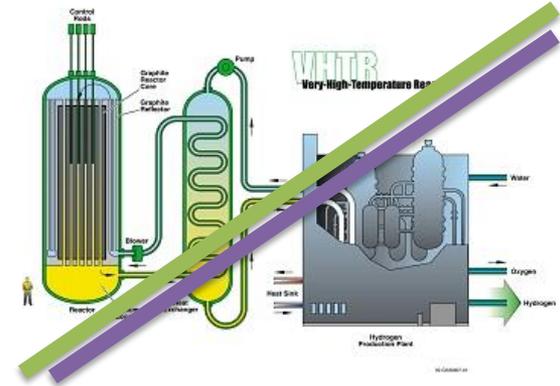
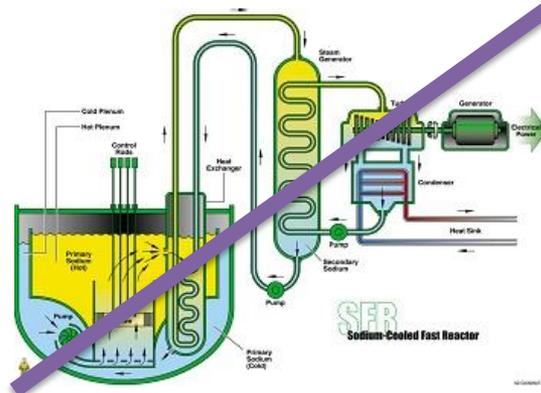
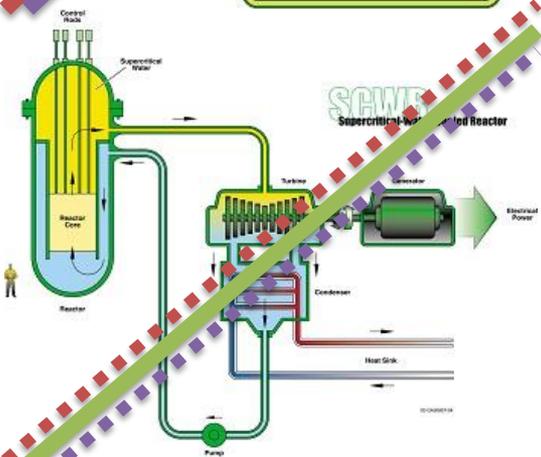
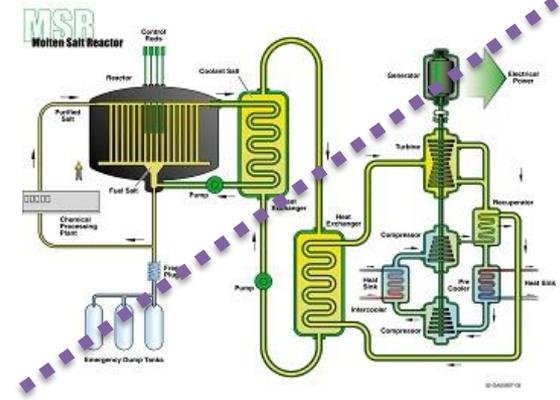
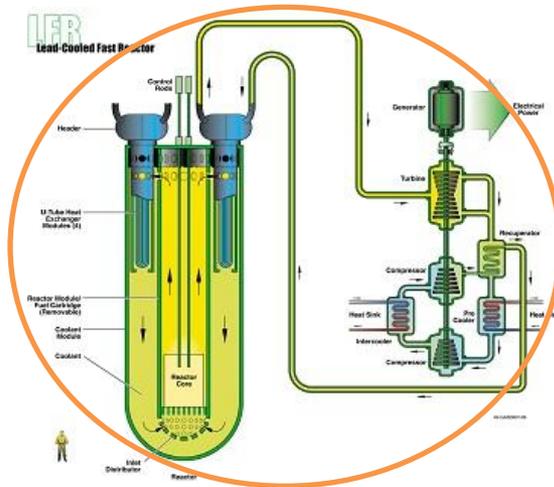
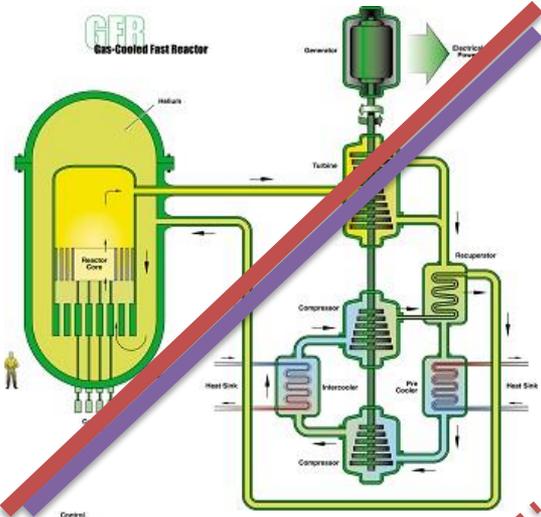
Generation IV

Le tecnologie candidate

SAFETY

SUSTAINABILITY

ECONOMICS



Lead Fast Reactor

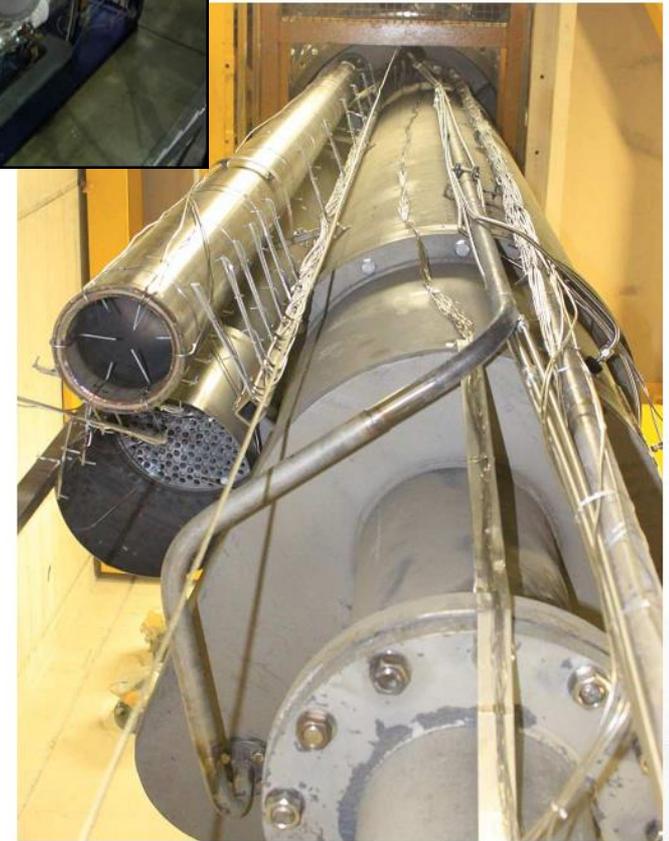
La scommessa del sistema italiano

A partire dai primi anni '90, con la proposta del premio Nobel Carlo Rubbia di un «Energy Amplifier», il sistema italiano si è orientato sulla ricerca tecnologica per l'applicazione dei **metalli liquidi pesanti** ai sistemi nucleari.

Il programma sperimentale

In ENEA furono realizzate le prime pionieristiche facility sperimentali a metallo liquido pesante:

- LECOR:
circuito per prove di corrosione dei materiali
- CIRCE:
piscina per prove di idraulica e per test di componenti e di sistema



Lead Fast Reactor

La scommessa del sistema italiano

A partire dai primi anni '90, con la proposta del premio Nobel Carlo Rubbia di un «Energy Amplifier», il sistema italiano si è orientato sulla ricerca tecnologica per l'applicazione dei **metalli liquidi pesanti** ai sistemi nucleari.

Sotto la spinta propulsiva dell'ENEA, tutte le organizzazioni nazionali hanno fatto passi da gigante sulla tecnologia dei metalli liquidi pesanti.

Il sistema italiano

Lo scenario attuale vede una rete di intensa collaborazione multidisciplinare, che coinvolge

- industria
- ricerca
- università

in stretta collaborazione e con ruoli complementari:

- ✓ progettazione di sistema, nocciolo e componenti
- ✓ analisi di sistema, nocciolo e componenti
- ✓ realizzazione materiali/componenti
- ✓ sperimentazione sistemi/componenti



Lead Fast Reactor

La scommessa del sistema italiano

A partire dai primi anni '90, con la proposta del premio Nobel Carlo Rubbia di un «Energy Amplifier», il sistema italiano si è orientato sulla ricerca tecnologica per l'applicazione dei **metalli liquidi pesanti** ai sistemi nucleari.

Sotto la spinta propulsiva dell'ENEA, tutte le organizzazioni nazionali hanno fatto passi da gigante sulla tecnologia dei metalli liquidi pesanti.

Oggi l'Italia è considerata il riferimento internazionale per la ricerca sui reattori innovativi refrigerati a piombo.



...ah, no: si dice «case study»...

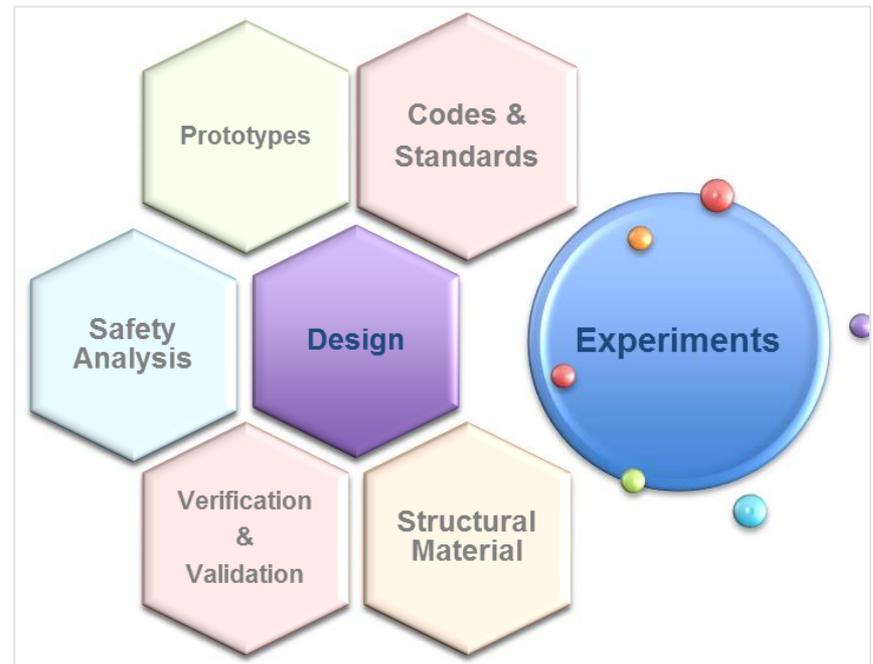
Il ruolo di ENEA

Portafoglio di competenze

In ENEA esistono (nonostante tutto?) competenze di alto livello su quasi tutti i settori chiave per lo sviluppo di una tecnologia nucleare.

Con due eccellenze:

- sperimentazione
- progettazione di nocciolo



Il ruolo di ENEA

L'attuale parco sperimentale @ Brasimone + Casaccia

Operation
Commissioning
Construction



LECOR

- Loop facility
- Forced circulation
- Corrosion experiments



TAPIRO

- Zero-power reactor
- Perfectly characterized spectrum
- Propagation & calibration experiments



CIRCE

- Large pool facility
- Assisted/forced circulation
- Integral and components test



RACHEL

- 10 small vessels
- Stagnant lead, controlled environment
- Lead chemistry experiments



NACIE-UP

- Loop facility
- Natural circulation
- Bundle experiments



PLACE

- Large plant
- Controlled environment
- Large components washing



HELENA-1

- Loop facility
- Forced circulation
- Bundle experiments (Th & Hy)



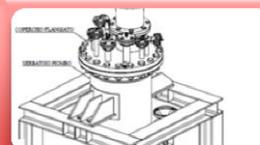
SOLIDX

- Small vessel facility
- Stagnant lead
- Freezing/re-melting experiments



LIFUS-5

- Small pool facility
- Stagnant lead
- High-pressure lead/water interaction tests



BID1

- Small pool facility
- Stagnant/mixed lead
- Oxygen control experiments

Il ruolo di ENEA

L'attuale parco sperimentale... e dintorni

Attività

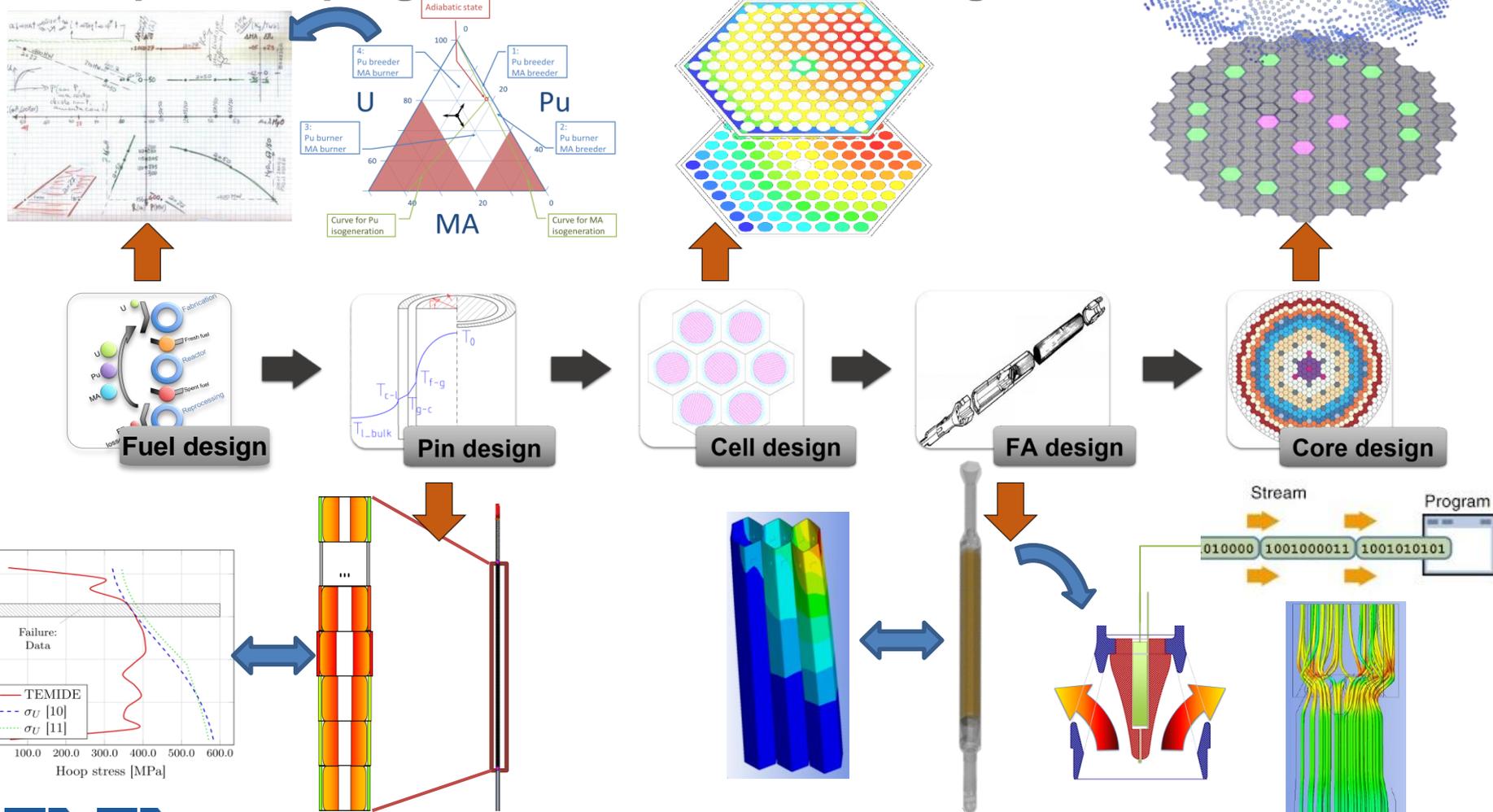
- Progettazione facility
- Progettazione test section
- Progettazione esperimenti
- Validazione codici

Servizi

- Progettazione (facility, test section, sistemi)
- Qualifica materiali, componenti e sistemi
- Validazione codici

Il ruolo di ENEA

Le capacità di progettazione nocciolo @ Bologna



Il ruolo di ENEA

Le capacità di progettazione nocciolo... e dintorni

Attività

- Sviluppo normative/guideline
- Sviluppo approcci/procedure
- Sviluppo codici/modelli
- Validazione codici

Servizi

- Analisi (neutronica, termoidraulica, termomeccanica)
- Progettazione (nocciolo, componenti, schermaggi)
- Verifica (nocciolo, componenti, schermaggi)

Il campo d'azione

ENEA è attualmente impegnata con duplice ruolo di **technology provider** e di **core designer** in svariati progetti internazionali di rilevanza:

- ALFRED (dimostratore)
- W-PLFR (prototipo)
W-CLFR (SMR)
- LFR-TL-X (batteria)
LFR-AS-200 (SMR)
- CLEAR-S (facility elettrica)
CLEAR-M (batteria)



Giacomo Grasso
giacomo.grasso@enea.it



```
1101 0110 1100  
0101 0010 1101  
0001 0110 1110  
1101 0010 1101  
1111 1010 0000
```

