



L'ENEA E LA RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO

*Attività internazionali in campo nucleare da fissione e
sviluppo competenze nazionali
sui reattori evolutivi ad acqua in pressione*

*Risultati delle attività svolte nell'ambito dell'Accordo di Programma MSE/ENEA
Attività di ricerca e sviluppo di interesse generale per il sistema elettrico nazionale
Piani Annuali di Realizzazione 2008-2009 e 2010*

M. Sepielli

ENEA - Unità Tecnica Tecnologie Fissione e Gestione materiale nucleare

23-24 Novembre 2011
ENEA, via Giulio Romano, 41 – Roma

Una doverosa premessa

- I due Accordi di Programma (AdP 2008-2009 e 2010) tra ENEA e MSE sono stati ideati e sviluppati all'interno del Programma Nucleare Nazionale varato nel 2009 che prevedeva il ricorso alla fonte di tipo nucleare come base imprescindibile per il raggiungimento degli obiettivi sul fabbisogno energetico interno e sulla riduzione delle emissioni di anidride carbonica nell'ambiente
- Tale Programma è stato interrotto dall'esito referendario, rendendo necessaria una rimodulazione degli obiettivi primari dell'AdP ancora in pieno svolgimento
- Inoltre, l'incidente di Fukushima ha imposto a tutta la comunità internazionale una seria riflessione sulle procedure di sicurezza e sui principi di progetto: ciò ha reso necessario approfondire ulteriormente tali aspetti all'interno delle linee di ricerca già avviate



Le attività internazionali e lo sviluppo di competenze nazionali su Gen III+

- Ancora per molti decenni, la tipologia di riferimento resterà con tutta probabilità quella dei **reattori ad acqua leggera**.
- Necessario che ricercatori ed esperti italiani sviluppino le proprie **competenze** anzitutto relativamente a tali filiere.
- Formazione fondamentale anche in vista del salto di **generazione** che non potrà prescindere dall'acquisizione dello stato dell'arte sulle tecnologie attualmente in operazione.
- Studi di reattori innovativi o evolutivi, anche alla luce delle **raccomandazioni** degli stakeholders che hanno contribuito allo sviluppo di **nuovi criteri di sicurezza**, soprattutto a seguito delle rivisitazioni resesi necessarie dopo **l'incidente di Fukushima**.
- Non è possibile prescindere dal **contesto internazionale** per la valutazione delle problematiche della sicurezza e per la definizione dei criteri di progetto cui dovranno attenersi i reattori di generazione attuale e futura.





MINISTERO DELLO
SVILUPPO ECONOMICO



- ✓ Supporto al MSE-DGERM per il **coordinamento della partecipazione nazionale a progetti ed accordi internazionali** nel campo del nuovo nucleare da fissione nonché al gruppo di lavoro per la stesura del documento sulle strategia nucleare del Governo
- ✓ Supporto tecnico-scientifico al MSE per la stesura del **documento di “Strategia Nucleare”**, nel presidiare le attività istituzionali internazionali sull’energia nucleare, sicurezza e salvaguardie nucleari, ecc., nella partecipazione ai relativi Comitati e Gruppi di Lavoro nazionali ed internazionali e per la definizione del posizionamento nazionale in ambito VII Programma Quadro

Partecipazione a comitati e gruppi internazionali

- ✓ ENEA ha particolarmente intensificato il ruolo istituzionale di **Focal point** e di **Advisor** per le tematiche scientifiche e tecnologiche nel campo dell'energia nucleare ed è stata presente nei principali **comitati ed organizzazioni** che si occupano di energia nucleare sia a livello nazionale che internazionale: IAEA-International Atomic Energy Agency, NEA-Nuclear Energy Agency, EU



←→ SAFETY & SECURITY



←→ DEVELOPMENT



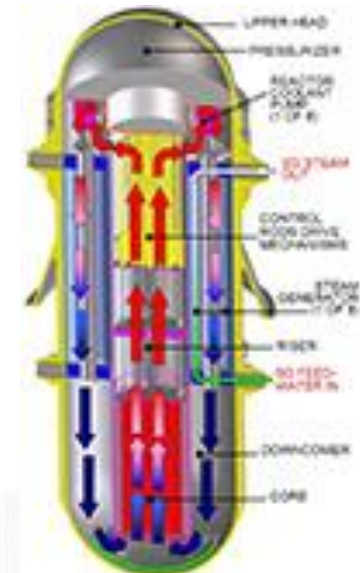
European Commission
Energy

←→ RESEARCH & REGULATION

Partecipazione a comitati e gruppi internazionali: International Atomic Energy Agency (IAEA)



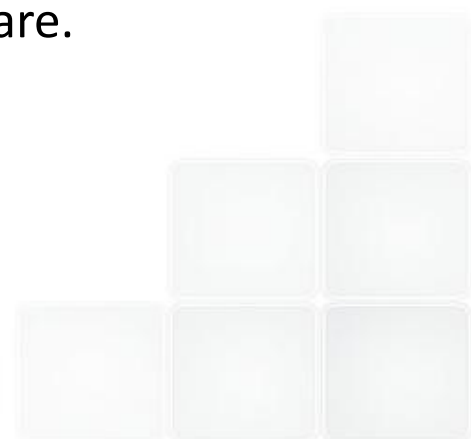
- ✓ **INPRO** - Esame delle principali metodologie internazionali per **valutazioni di resistenza alla proliferazione e protezione fisica** in ambito GIF dal Proliferation Resistance and Physical Protection WG e IAEA in INPRO. In particolare, studio delle attività di armonizzazione delle due metodologie per meglio rispondere alle esigenze dei fruitori delle stesse, tra cui decisori politici, progettisti e operatori.
- ✓ **SMR** - Esame dell'attuale stato di sviluppo dei **reattori modulari di piccola e media taglia** e potenziale di sviluppo per i prossimi 10-15 anni. L'investimento in ricerca e progettazione, fino alla produzione di reattori di piccola e media taglia, appare di beneficio per l'industria nazionale per varietà delle applicazioni, ampiezza del mercato internazionale, possibilità di produrre autonomamente componenti di impianto.



Partecipazione a comitati e gruppi internazionali: International Atomic Energy Agency (IAEA)



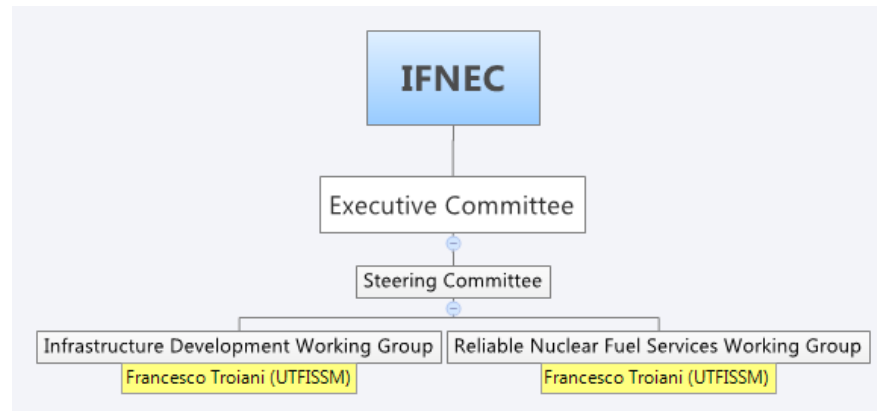
- ✓ **NESA** - Nel contesto di tali collaborazioni, l'ENEA ha preso parte al Gruppo IAEA-NESA, per l'importante sviluppo di **NESA (Nuclear Energy System Assessment) Italy**, e ai gruppi di lavoro per l'applicazione delle principali metodologie Proliferation Resistance & Physical Protection (PR&PP) ai sistemi innovativi e per la revisione dello stato dei reattori di piccola/media taglia, inclusi i reattori trasportabili russi. Il NESA consente l'analisi di un sistema energetico nucleare, concepita secondo un **approccio olistico** (ambiente-sostenibilità, sicurezza, protezione fisica, proliferazione, gestione rifiuti, infrastrutture, economia) che fa uso della metodologia INPRO e di strumenti internazionalmente validati, a supporto di un piano strategico e decisionale sull'utilizzo a lungo termine dell'energia nucleare.



Partecipazione a comitati e gruppi internazionali: International Atomic Energy Agency (IAEA)



- ✓ **IFNEC- L'International Framework for Nuclear Energy Cooperation (IFNEC)** è un forum aperto a tutti quegli Stati che condividono la medesima visione sulla necessità di un uso sicuro dell'energia nucleare per scopi pacifici. La cooperazione tra gli Stati avviene nel contesto di accordi bi- e multilaterali già esistenti (come nel caso del GIF) o nella prospettiva di nuovi accordi appositamente finalizzati alla cooperazione. Il Quadro Internazionale è – ad oggi – costituito da 29 partecipanti e 3 osservatori internazionali (IAEA, GIF ed Euratom).



Partecipazione a comitati e gruppi internazionali: International Atomic Energy Agency (IAEA)

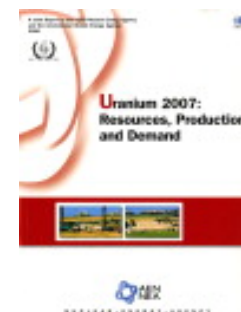
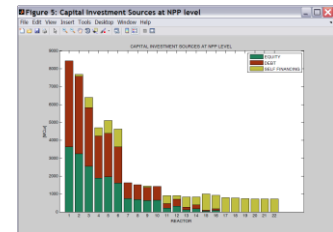
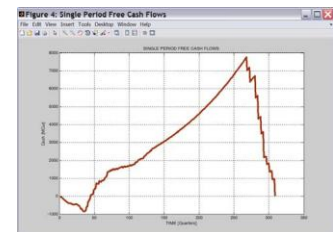
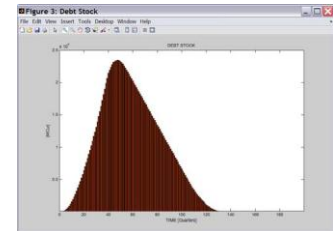


ARIUS-ERDO- La **Association for Regional and International Underground Storage (ARIUS)** è un'organizzazione non commerciale con sede in Svizzera che raccoglie organizzazioni nazionali per la gestione delle scorie, industrie così come singoli individui. È stata fondata con il preciso scopo di promuovere il concetto di **stoccaggio/deposito regionale o internazionale** in tutto il mondo, aiutando gli stati a valutarne la possibilità, confrontando le specifiche necessità. Questo include l'esecuzione di **analisi di fattibilità** e la costituzione di relazioni internazionali fra organizzazioni nazionali o sovranazionali.

Le aree di interesse di ARIUS includono:

- lo stoccaggio regionale dei rifiuti a lunga vita in Europa;
- il trasporto dei rifiuti verso infrastrutture internazionali di stoccaggio e deposito;
- il deposito regionale europeo;
- depositi multinazionali in altri contesti internazionali;
- i trattati/accordi/responsabilità che influenzino il trasporto, l'importazione e l'esportazione dei rifiuti;
- i processi regolatori e di licensing;
- gli aspetti economici della condivisione di infrastrutture di stoccaggio e deposito;
- l'opinione pubblica sull'importazione/esportazione di rifiuti radioattivi.

- ✓ Validazione e applicazione di modelli economico-finanziari per l'analisi di differenti parchi reattore costituiti da LWR Gen III+ (grande e medio/piccola taglia)
- ✓ Due sotto-obiettivi: uno sugli **studi economici** e l'altro sulle **risorse e domanda mondiali di uranio** con riferimenti sia alla situazione europea che italiana
- ✓ L'analisi di scenari di investimento deterministici ha messo in luce la **sostanziale superiorità economica dei LR (Large Reactors)**, fondata sull'economia di scala e quindi sui minori costi di costruzione
- ✓ L'introduzione delle nuove tecnologie sia per i reattori che per il ciclo combustibile (**closed fuel cycle fast reactors**) si tradurrà in un **incremento drastico della disponibilità a lungo termine dell'uranio**, con possibilità di estendere la stessa a livello di migliaia di anni



✓ **Analisi di uno scenario nazionale parco reattori di tipo LWR di generazione III+**

Sono stati studiati alcuni aspetti del ciclo del combustibile, di impatto economico e ambientale, nell'ipotesi di uno scenario nucleare italiano. Vengono qui supposti, come caso studio, **8 reattori di tipo EPR**, il primo dei quali in funzione a partire dal 2025



✓ **Scenario italiano, introduzione di reattori termici**

Lo studio fa riferimento ai risultati ottenuti relativamente all'introduzione dei reattori termici (LWRs) nello scenario italiano.

L'impatto di parametri quali il burnup allo scarico e la domanda energetica è stato quantificato relativamente agli indicatori scelti a priori relativi alla sostenibilità del settore nucleare: risorse coinvolte, radiotossicità del materiale mandato a deposito, calore di decadimento del materiale mandato a deposito, inventario dei rifiuti

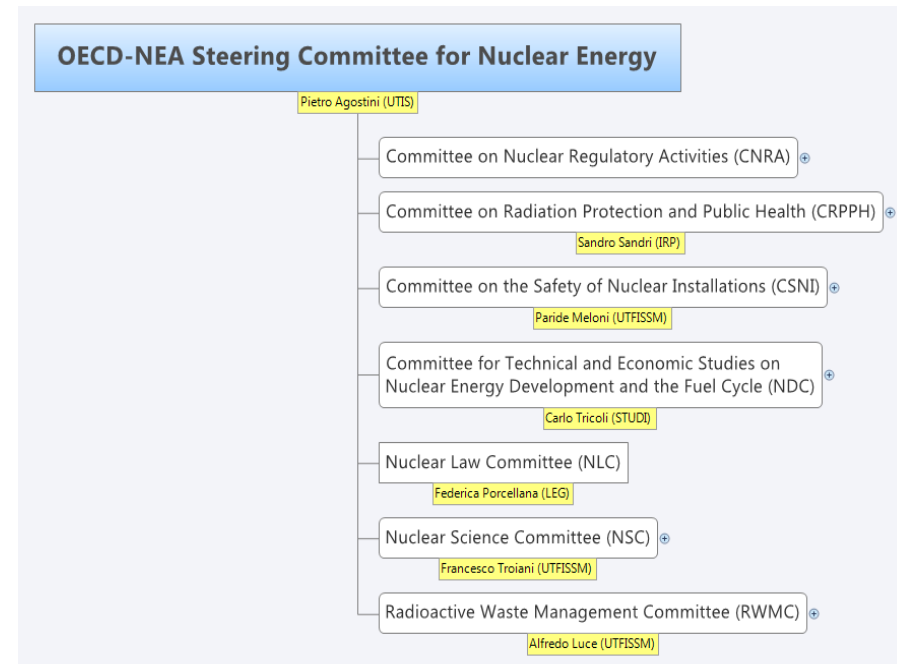
Partecipazione a comitati e gruppi internazionali: Nuclear Energy Agency (NEA)



Obiettivo della NEA è assistere – attraverso la collaborazione internazionale – gli Stati membri nel mantenimento e nello sviluppo delle basi scientifiche, tecnologiche e legali necessarie ad un uso sicuro, sostenibile ed economico dell'energia nucleare a scopi pacifici.

Settori di applicazione:

- ✓ sicurezza e regolamentazione dell'energia nucleare
- ✓ sviluppo dell'energia nucleare
- ✓ gestione delle scorie radioattive
- ✓ radioprotezione fisica e salute pubblica
- ✓ legislazione e responsabilità in campo nucleare
- ✓ scienza nucleare
- ✓ informazione e comunicazione in materia di energia nucleare



Partecipazione a comitati e gruppi internazionali: Nuclear Energy Agency (NEA)



Committee on the Safety of Nuclear Installations (CSNI)

Chair: J. Repussard

Secretary: J. Reig

Bureau: K. Soda (V-C), B. Sheron (V-C), F. Weiss, J.M. Cavedon, A. White

December 2010

CSNI Programme Review Group (PRG)

Chair: M. Hirano,
Secretary: G. Lamarre

Working groups

Fuel Cycle Safety (WGFC)

Chair: P. Nocture
Secretary: R. Rehacek

Risk Assessment (WGRISK)

Chair: N. Siu
Secretary: A. Amri

Working Group on Analysis and Management of Accidents (WGAMA)

Chair: T. Nitheanandan
Secretary: A. Amri

Working Group on Integrity of Components and Structures (WGIAGE)

Chair: A. Blahoiianu
Secretary: A. Huerta

Working Group on Human and Organisational Factors (WGHO)

Chair: D. Tasset
Secretary: G. Lamarre

Working Group on Fuel Safety (WGFS)

Chair: T. Fuketa
Secretary: R. Rehacek

OECD-NEA Joint Research Projects



Concrete Structures Ageing
Chair: L. De Marneffe

Seismic Behaviour of Structures
Chair: A. Murphy

Integrity of Metal Components and Structures
Chair: C. Faldy

DIDELSYS2 Group

Chair: J. Bickel
Secretary: A. Huerta

Sump Clogging Group

Chair: D. Guzonas
Secretary: A. Amri

Partecipazione al Progetto internazionale OECD –NEA Halden Reactor Project



- ✓ Riapertura della Partecipazione al Programma Halden Project, centro internazionale di eccellenza nel dominio Fuel & Materials e Instrumentation & Control
- ✓ Rilancio della partecipazione italiana a HRP, nell'intento di **ricostituire** o **sviluppare competenze** nei due specifici settori, a supporto del licensing ed esercizio dei reattori LWR di III Generazione dei quali, nella prospettiva pre-Fukushima e pre-referendum del giugno 2011, era prevista l'installazione nel corso dei successivi 20 anni come da programma nucleare nazionale



Partecipazione a consorzi di ricerca Europei per lo studio congiunto di tecnologie e normative per la sicurezza e lo sviluppo

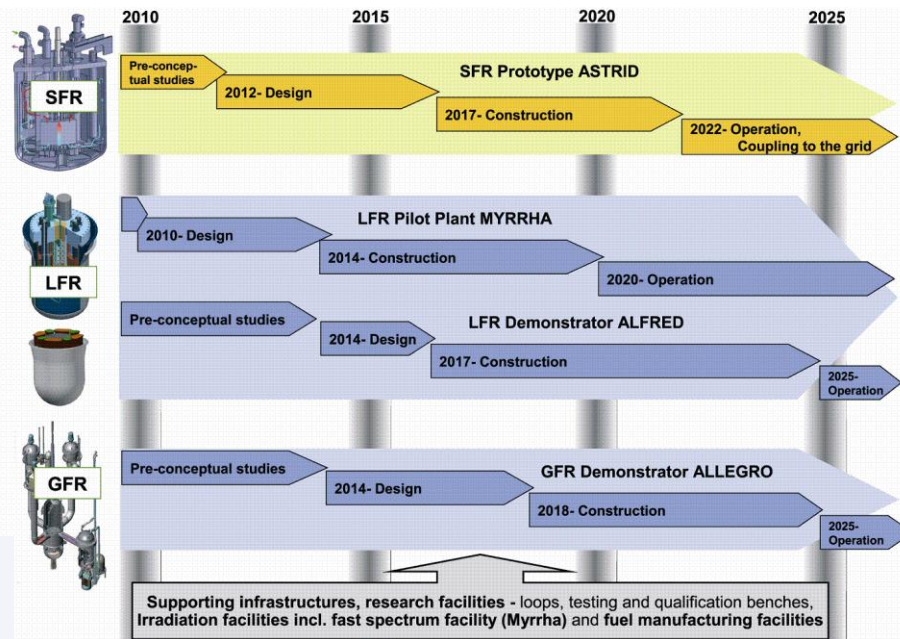


SNETP (Sustainable Nuclear Energy Technology Platform)

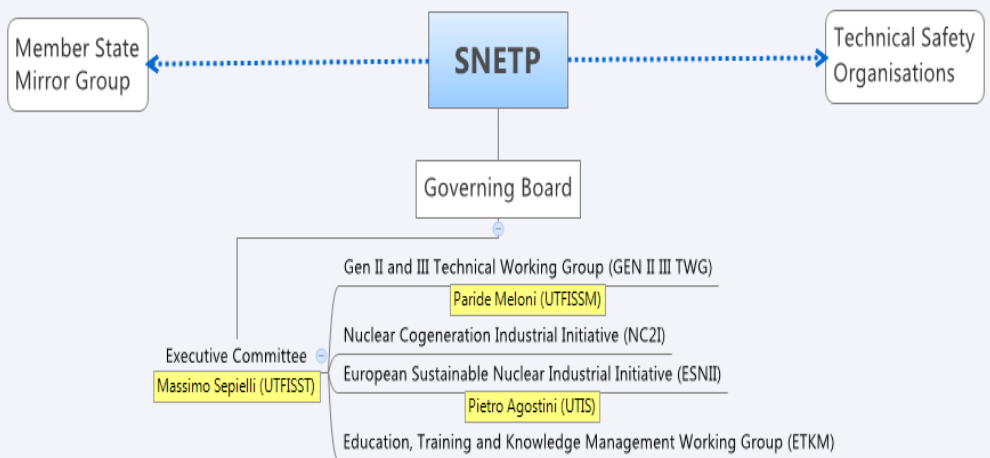
Partecipazione a progetti di ricerca e sviluppo di tecnologie per la fissione nucleare per conseguire i seguenti obiettivi:

- entro il 2020: (1) mantenere sicurezza e competitività della tecnologia nucleare, (2) fornire soluzioni di lungo termine per la gestione dei rifiuti radioattivi

- entro il 2050: (1) completare la dimostrazione di reattori di IV Gen ad accresciuta sostenibilità, (2) allargare lo spettro delle applicazioni del nucleare oltre il campo della produzione elettrica



**ESNII Roadmap
per lo sviluppo di tecnologie
di IV Generazione**



Partecipazione a consorzi di ricerca Europei per lo studio congiunto di tecnologie e normative per la sicurezza e lo sviluppo



www.eera-set.eu

Coordinating energy research
for a low Carbon Europe



EERA (European Energy Research Alliance)

Partecipazione a progetti di ricerca e sviluppo di tecnologie per l'energia volte alla minimizzazione delle emissioni di gas serra, delle energie rinnovabili e dell'efficienza energetica –

EURATOM (European Atomic Energy Community)

Partecipazione a progetti di ricerca per l'uso pacifico dell'energia nucleare

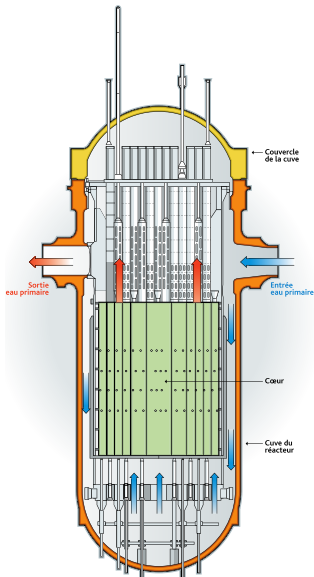
- **MATTER, LEADER, CARBOWASTE, ACSEPT, JASMIN, GoFastR, ESFR, THINS, ADRIANA, HELIMNET, PELGRIMM, SARGEN_IV, NURISP**



Studi per la sicurezza dei reattori nell'ambito dell'Accordo ENEA-IRSN



- ✓ Accordo ENEA-IRSN imperniato su tre temi fondamentali per il potenziale ruolo di ENEA come Technical Support Organization (TSO): **sicurezza** (safety), **salvaguardie** (security) e **radioprotezione**.



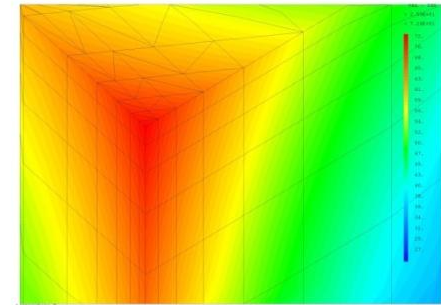
- ✓ Due ricercatori ENEA sono stati distaccati presso l'IRSN di Fontanay-aux-Roses, Parigi, per partecipare allo sviluppo del **nuovo simulatore di ingegneria SOFIA** che integra modelli di impianti nucleari di nuova generazione (PWR da 900, 1300 e 1450 MWe)
- ✓ Messa a punto di una nuova metodologia, basata sulle tecniche perturbative GPT (Generalized Perturbation Methods), per il calcolo dei coefficienti di sensibilità delle quantità integrali misurate con i **collettroni**



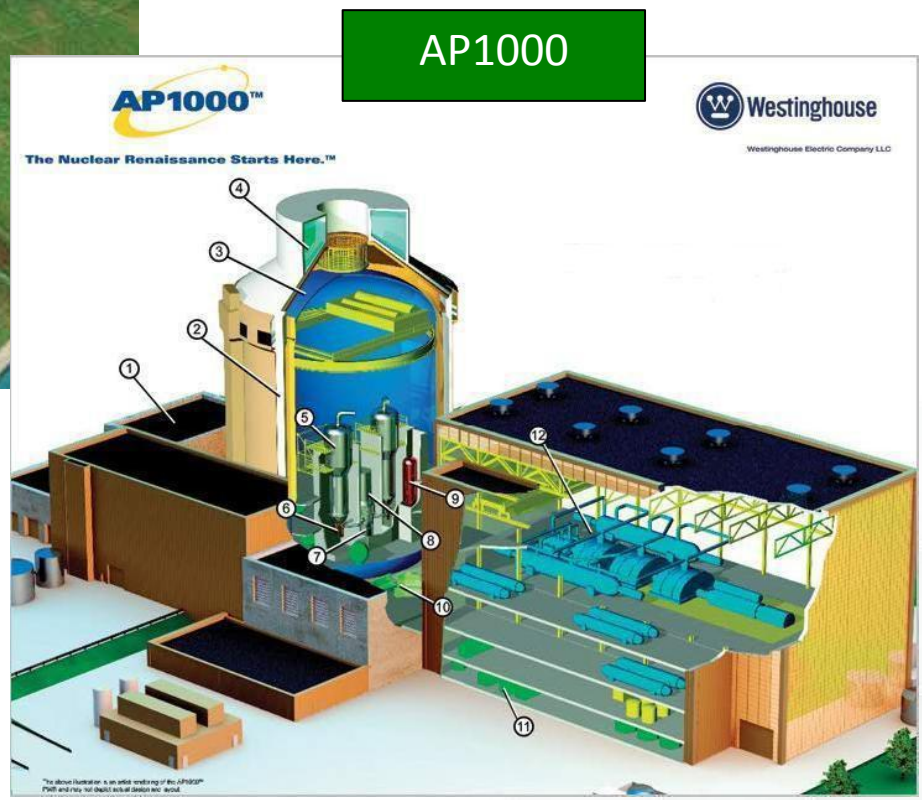
Studi per il miglioramento delle performance dei reattori nell'ambito dell'Accordo ENEA-CEA



- ✓ Sviluppo, implementazione e utilizzo del sistema di codici ad elementi finiti CAST3M per studi e verifiche di **meccanica strutturale** su reattori di nuova generazione III+ e IV
- ✓ Attività di collaborazione con il progetto **Jules Horowitz Reactor** per ricerche nel campo dei materiali innovativi



Sviluppo competenze: i reattori di riferimento di Gen III+



Studio ed analisi dei principi della sicurezza nell'AP1000

Nessun affidamento sull'alimentazione elettrica in caso di incidente

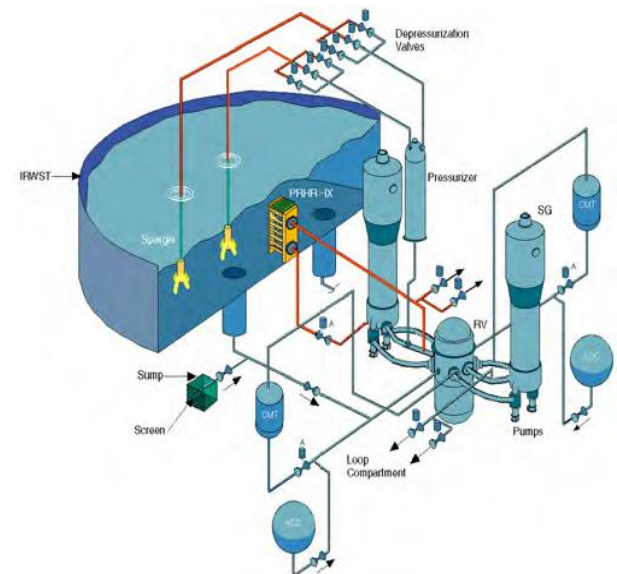
Nessuna azione richiesta all'operatore per garantire la sicurezza dell'impianto dopo l'entrata in azione dei sistemi passivi

Sicurezza dell'impianto a lungo termine assicurata senza componenti attivi (solo forze naturali)

Sistema di contenimento primario integro a fronte di eventi incidentali di progetto CTNM integrity in Design Basis Accident)

In caso di incidente severo, le analisi di sicurezza di riferimento prevedono che il nocciolo resti confinato nel vessel del reattore

I sistemi attivi previsti dalla difesa in profondità garantiscono una prima linea **addizionale** di protezione dell'impianto



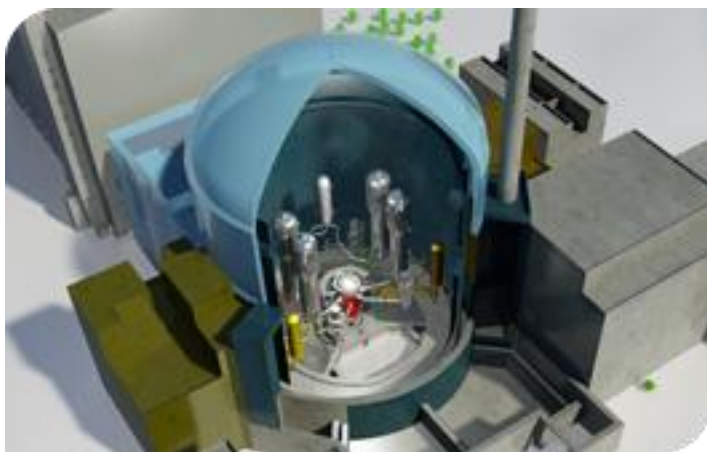
Studio ed analisi dei principi della sicurezza nell'EPR



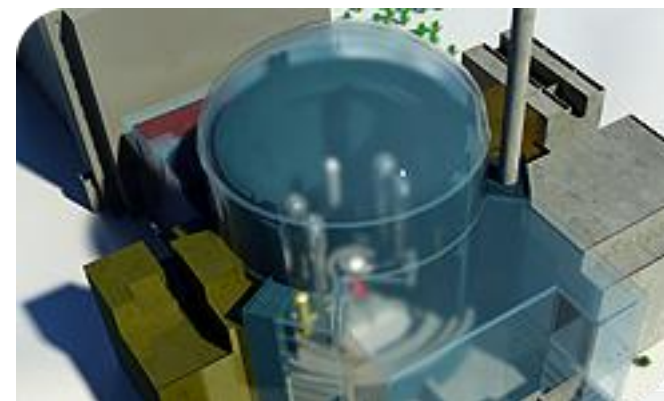
4 strutture di emergenza indipendenti



Mitigazione di incidenti severi (core catcher)



Barriera contro la diffusione di radioattività



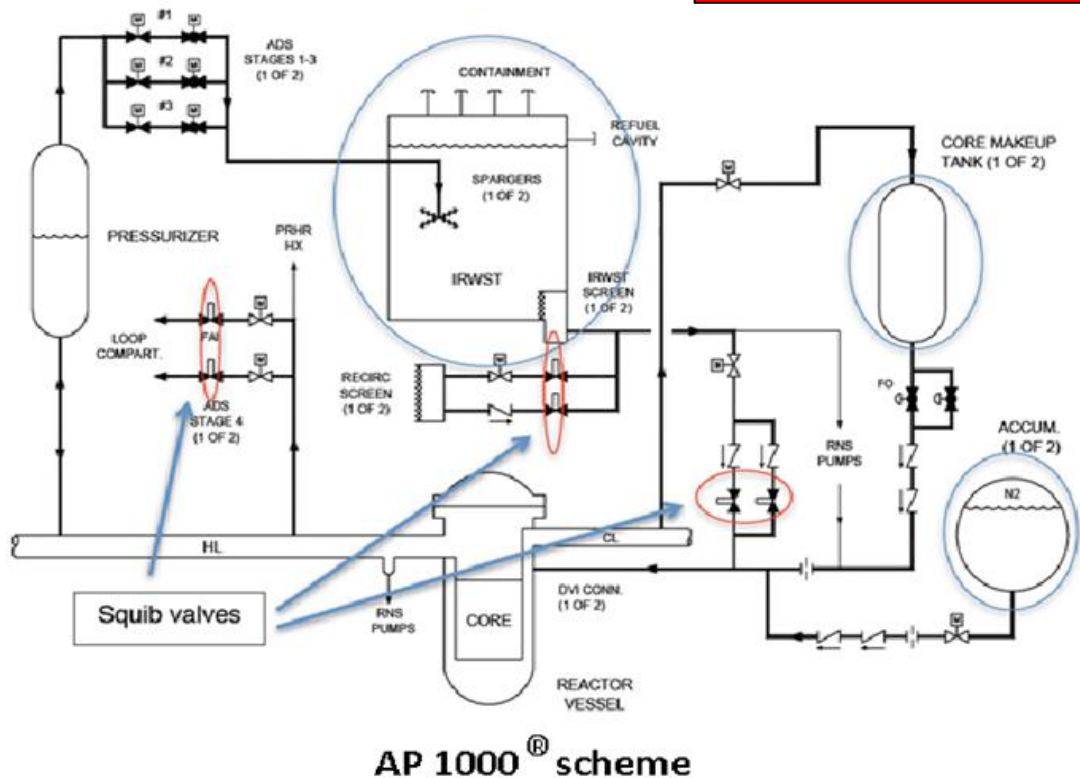
Resistenza contro gli attacchi esterni

Componenti e sistemi d'impianto

Studio probabilistico di eventi iniziatori che portano a condizioni incidentali di tipo severo: deliverable prodotto con il titolo

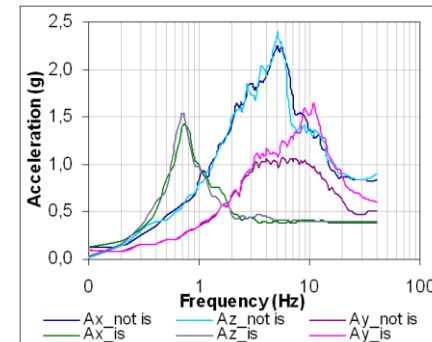
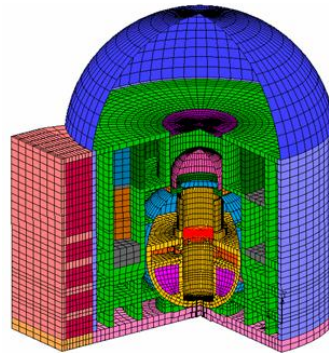
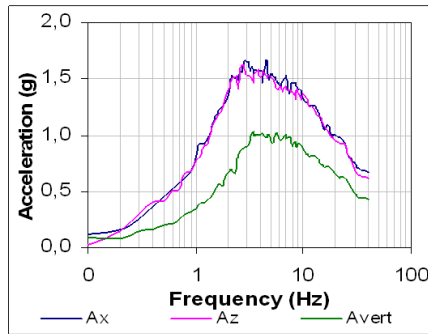
*Studio focalizzato sul
comportamento del
sistema passivo AP 1000[®]
a fronte di un evento
tipo Fukushima*

CIRTEN
(POLIMI)

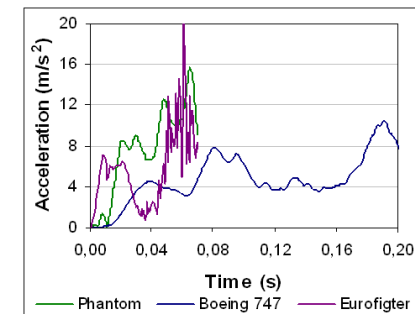
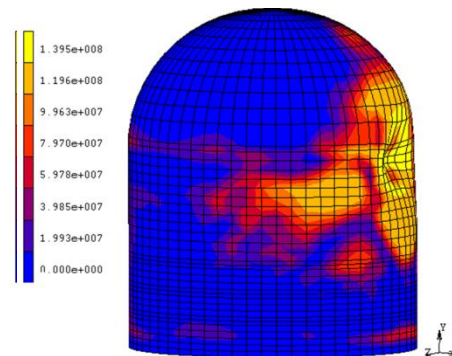
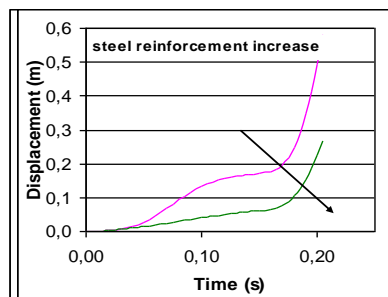


Componenti e sistemi d'impianto

- ✓ Analisi di affidabilità dei misuratori di flusso neutronico in-core
- ✓ Analisi degli effetti derivanti dagli eventi esterni



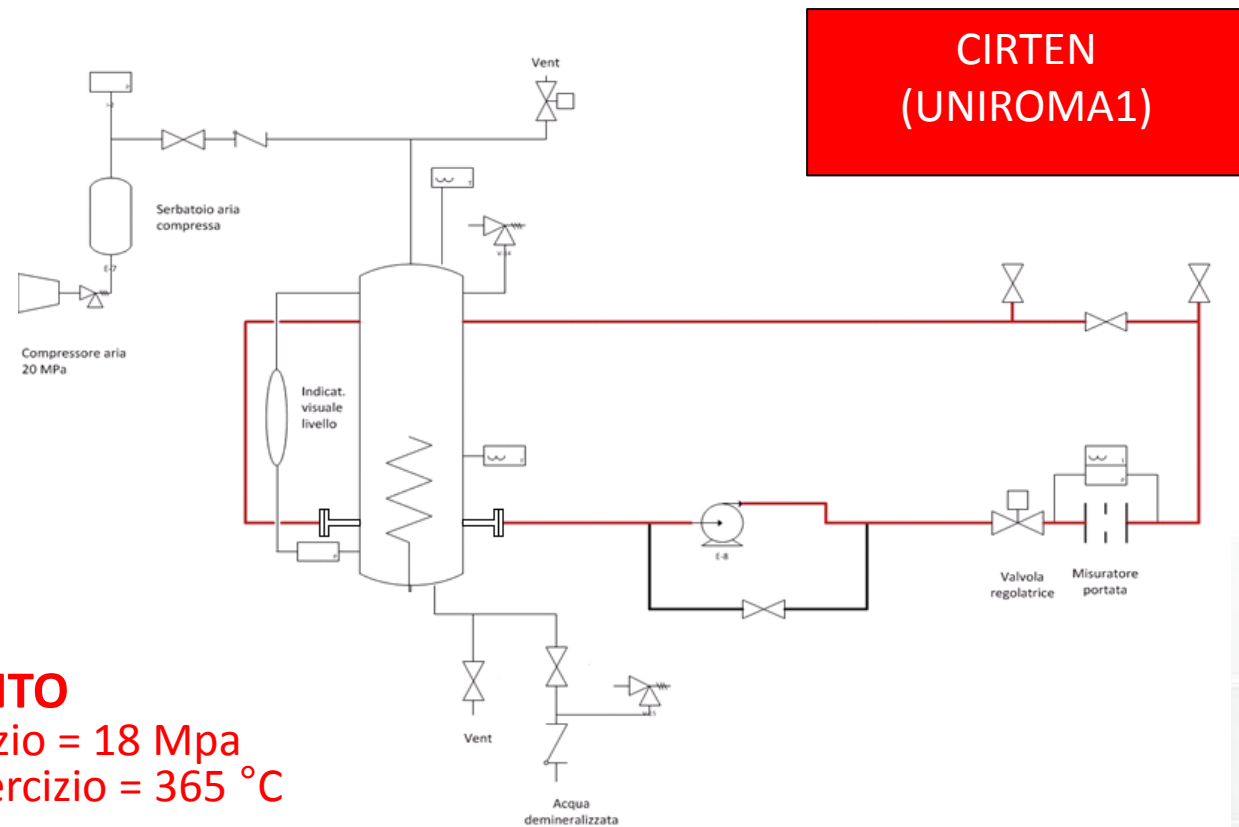
ANALISI SISMICA



IMPATTO AEREO

Componenti e sistemi d'impianto

- ✓ Studio e predisposizione di test su componenti di piccola taglia che debbono presentare elevati standard di affidabilità
- ✓ Avvio della realizzazione di un impianto per esperienze di termoidraulica in scala ridotta, a pressione e temperatura tipiche di PWR



SCHEMA IMPIANTO

Pressione di esercizio = 18 Mpa

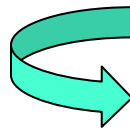
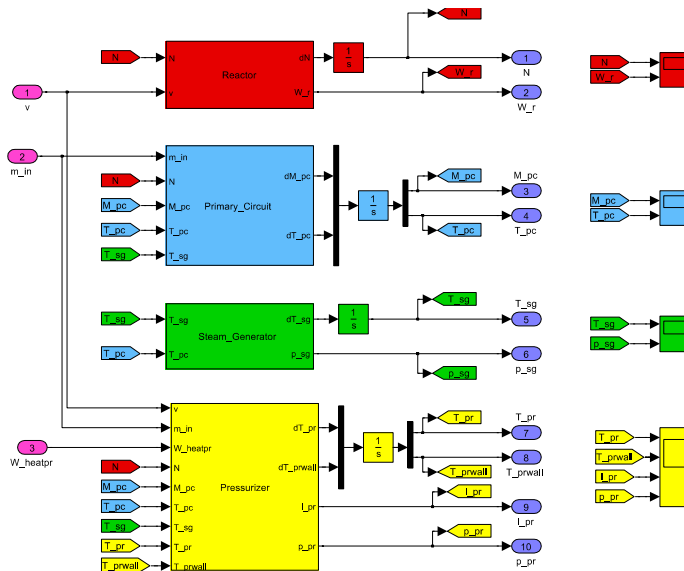
Temperatura di esercizio = 365 °C



Università dell'Aquila

CIRTEN
(GRNSPG@UNIFI)

Analisi e progetto di sistemi di Supervisione, Controllo e Protezione con particolare riguardo alla loro interconnessione ai fini della garanzia di corretto funzionamento ed indipendenza fisica e funzionale sia in fase di normale esercizio sia in fase di intervento di emergenza



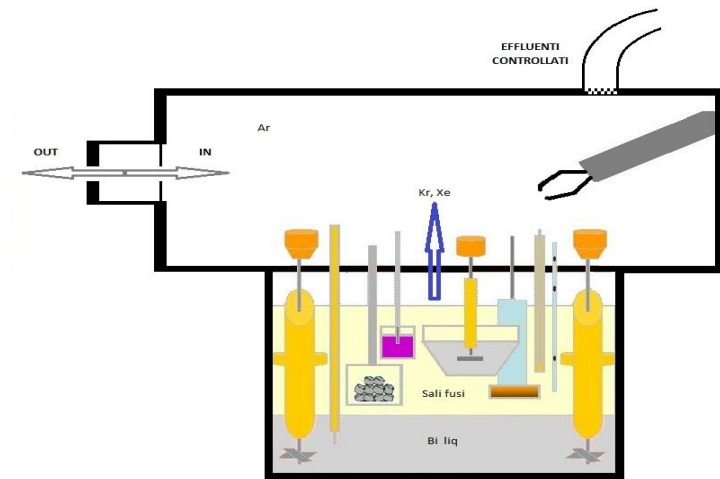
Progetto di controllori robusti a disturbi e incertezze

Aspetti di back-end nel ciclo combustibile

Panoramica dei **processi di ritrattamento** del combustibile esausto, al fine di **minimizzare** i prodotti a fine vita ad alta attività e **recuperare materie prime** ulteriormente sfruttabili per rimpiazzare l'originale metodo PUREX, e per **avviare** presso ENEA **prove di ritrattamento**.

Studio di **metodi sperimentali innovativi** per il trattamento del combustibile nucleare esausto: approfondimento degli effetti della pressione ultrasonica sul "bruciamento" di diversi radionuclidi per verificare l'applicabilità di questo trattamento agli elementi di combustibile esausto.

I primi esperimenti, nel tentativo di replicare evidenze sperimentali ottenute in diversi laboratori internazionali, sono stati effettuati utilizzando il ferro. In seguito si passerà a soluzioni acquose contenenti torio, uranio e transuranici.

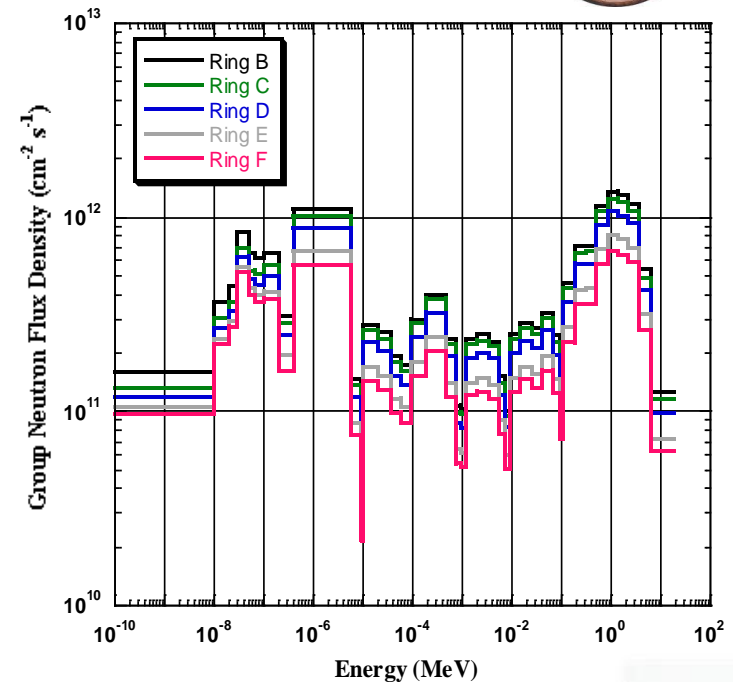


Dispositivo a pressione ultrasonica



Università di Pavia

- ✓ **Sviluppo e validazione**, mediante codici di calcolo Monte Carlo e misure dirette, di metodologie flessibili per lo studio dell'evoluzione del combustibile nucleare e della trasmutazione degli elementi transuranici (TRU) e dei prodotti di fissione (FP) a lunga emivita presenti nel combustibile irraggiato
- ✓ L'attività di ricerca svolta presso il reattore nucleare TRIGA Mark II del **LENA** (Laboratorio Energia Nucleare Applicata) dell'Università di Pavia e presso l'impianto nucleare sottocritico SM1 dello stesso Ateneo



Densità di flusso neutronico in ciascun anello di combustibile del nocciolo del reattore TRIGA del LENA alla potenza di 250 kW (i valori presentano una incertezza statistica per ciascun gruppo di energia inferiore a 1%)

Riduzione del contenuto di radio nuclidi a lunga vita nel back-end del ciclo del combustibile

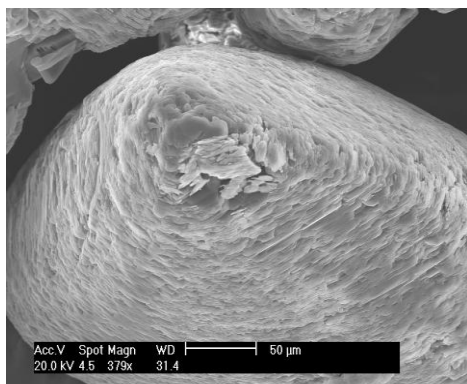


Effetti

dell'irraggiamento neutronico su materiali ad alta sezione di cattura

Acido Borico
Irraggiato

SEM



Non irradiato:
Lamellare.
Dimensioni dei grani:
 $\langle \phi \rangle = 410 \mu\text{m}$
 $\sigma = 210 \mu\text{m}$

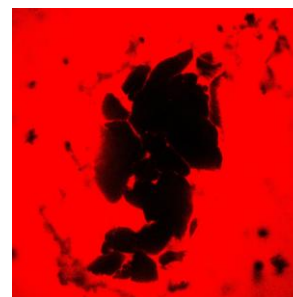
Tecniche Utilizzate

- SEM (Scanning Electron Microscopy)
- Microscopia Confocale (CSLM, Confocal Scanning Laser Microscopy)
- Diffrazione dei raggi X
- Spettroscopia ICP (Induced Coupled Plasma.)

Risultati: Fusione dei grani da irraggiamento neutronico, con formazione di strutture con maggiori dimensioni, ricche di irregolarità create dalla ricristallizzazione in condizioni non ottimali.

Irraggiato:
(Sorgente: Americio-241/Berilio
dose equiv.media: $100 \mu\text{Sv}$)

Porosità con strutture all'interno
Dimensioni dei grani:
 $\langle \phi \rangle = 1500 \mu\text{m}$
 $\sigma = 600 \mu\text{m}$



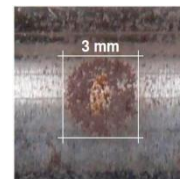
Microscopia Confocale
(tintura fluorescente rosso bengala)

Un granulo è un aggregato di granuli di dimensioni inferiori

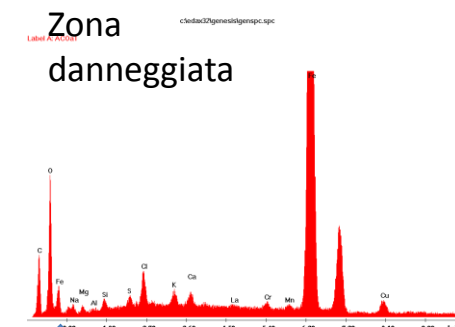
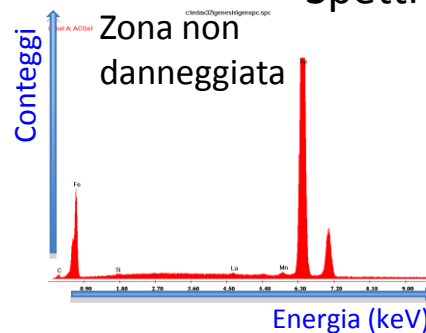
Riduzione del contenuto di radio nuclidi a lunga vita nel back-end del ciclo del combustibile

Tecniche Innovative

Acciaio AISI304
trattato con
Ultrasuoni



Spettri EDS



Studio della zona superficiale **danneggiata dopo US e della zona sottostante** e confronto con non-danneggiata)

Tecniche utilizzate:

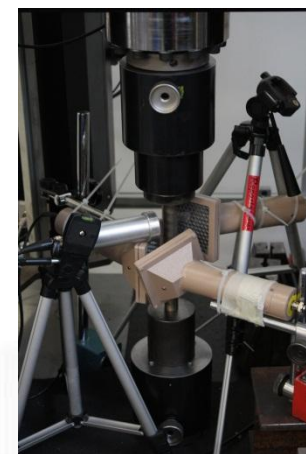
Diffrazione dei raggi x ; FESEM (Field Emission Secondary Electron Microscopy) in SE (secondary electrons) e BSE (Backscattered electr.), EDS (Energy Dispersive X-ray Spectroscopy); microscopia ottica binoculare; microscopia laser confocale

Risultati

- Zona non danneggiata: poche cavitá (\varnothing pochi μm). Presenti: Fe, C, (Si, La, Cr e Mn)
- Danno superficiale e zona sottostante: **alta densità di cavitá ($\varnothing \leq 10\mu\text{m}$)**; **impoverimento di Fe**; presenza di Na, Mg, Al, S, Cl, K, Ca e Cr. Nelle cavitá interne, anche O, Cu e aumento di C
- Fenomeni di fusione e rapido congelamento
- Ossigeno \rightarrow possibile ossidazione subita dal ferro tramite il contatto con l'aria
- C \rightarrow possibile rimobilizzazione selettiva durante la fusione.
- Cl e K \rightarrow **neoformazione** degli elementi
- Deformazione della cella elementare

Allestimento
stazione di prova

Si è allestita una stazione di prova per sperimentare tecniche innovative basate su cicli di compressione e rilascio della tensione



Partecipazioni internazionali (PAR 2008-2009) e sviluppo competenze (PAR 2010)

PAR 2008-2009

44 ricercatori ENEA coinvolti

Principali collaborazioni: CIRTEN

Continuità con PAR 2006 e PAR 2007

Deliverables: 16

5 Articoli

PAR 2010

50 ricercatori ENEA coinvolti

**Principali collaborazioni: CIRTEN, UniPV,
UnivAQ, UniPM**

Continuità con PAR 2008-2009

Deliverables: 20

3 Articoli

- **CIRTEN:**
 - Politecnico di **Milano**
 - Politecnico di **Torino**
 - Università di **Bologna**
 - Università di **Padova**
 - Università di **Palermo**
 - Università di **Roma La Sapienza**
 - Università di **Pisa**
- Università di **Pavia**
- Università Politecnica delle **Marche**
- Università dell'**Aquila**



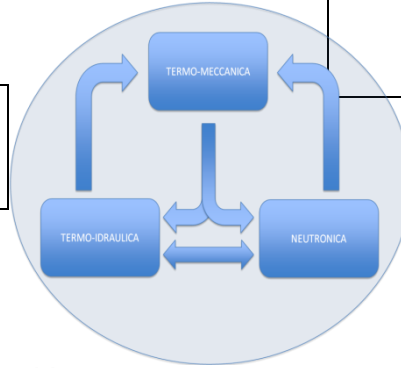
Attività tecnico-scientifiche CIRTEN

Studio codici termoidr. & neutronica

Sviluppo di un modulo di termomeccanica

Identificazione di modelli neutronici per la analisi dinamica in ottica multifisica per LWR

Modellazione del combustibile ad alto burn-up (TRANSURANUS e sua estens)



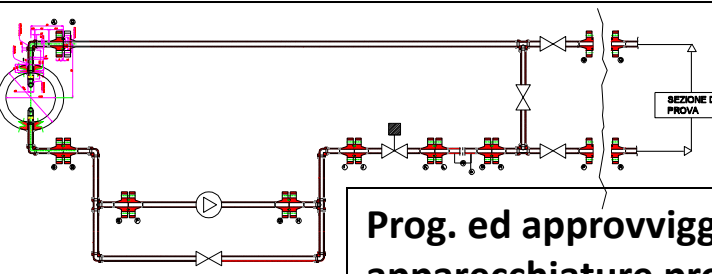
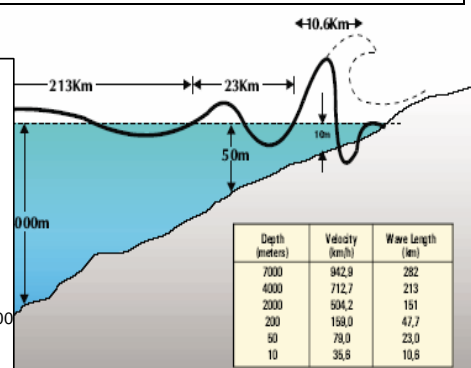
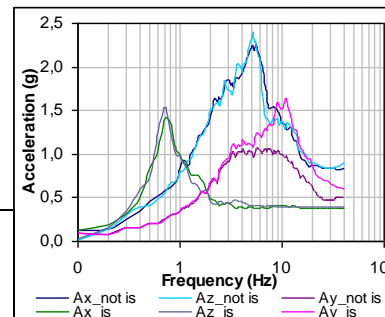
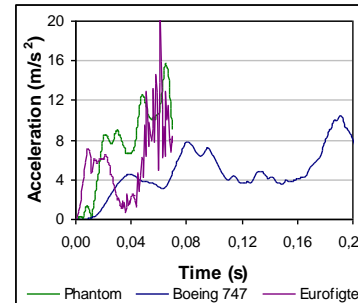
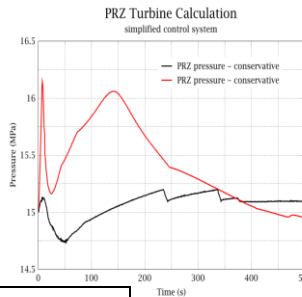
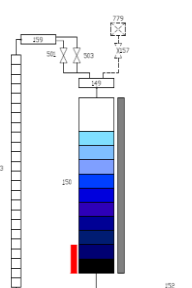
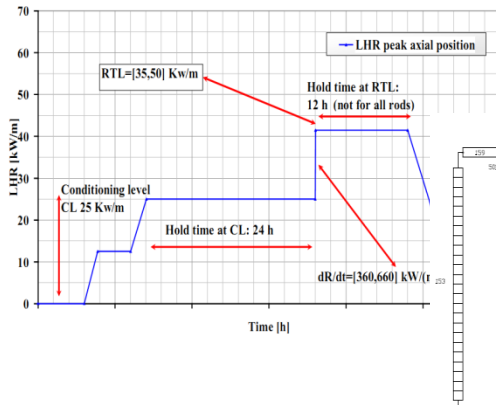
Studio dei codici "stato dell'arte" di neutronica per reattori termici

Affidabilità dei misuratori di flusso neutronico

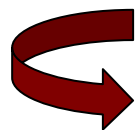
Analisi eventi esterni in relazione agli stress test

Analisi e simulazione di strument. di supervisione, controllo e protezione

Prog. ed approvvigionamento apparecchiature prove termoidr.



- ✓ *Necessità di restare agganciati ai circuiti internazionali per seguire lo stato dell'arte delle tecnologie e l'evoluzione dei criteri di sicurezza*
- ✓ *Partecipazione ai comitati internazionali per portare esigenze e progettualità Italiana nei contesti europei e mondiali*
- ✓ *Conoscere in dettaglio l'attuale generazione di reattori come base conoscitiva imprescindibile per lo sviluppo di reattori di generazione futura*
- ✓ *Partecipare ai consessi internazionali nei quali si affronta il problema dei rifiuti nucleari che coinvolge direttamente il nostro Paese*
- ✓ *Preservare le competenze in vista di un possibile riconsiderazione futura dell'opzione nucleare*
- ✓ *Mantenere l'attenzione sugli impianti nucleari ai confini*



PAR 2011

